

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

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему «**Підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів в умовах приватного акціонерного товариства «Вінниччина-Авто»»**»



Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-19м
спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт»
Сухецький О. Г.

Керівник: канд. техн. наук, доцент
Кашканов В. А.

Рецензент: _____

Вінниця – 2020 року

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОТИБУКСУВАЛЬНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ	7
1.1 Актуальність напрямку дослідження	7
1.2 Огляд конструкцій і робочих процесів протибуксувальних систем	9
1.3 Методологія діагностування протибуксувальних систем	13
1.4 Аналіз вбудованих методів і засобів діагностування ПБС АТЗ	16
1.5 Загальне діагностування протибуксувальних систем	19
1.5.1 Загальне діагностування ПБС АТЗ на постах (лініях) спільно з ТО і ПР	19
1.5.2 Загальне діагностування ПБС АТЗ в дорожніх умовах	20
1.5.3 Поелементне діагностування ПБС АТЗ	21
Висновки до розділу 1 та постановка задач дослідження	23
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ «АВТОТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ З ПРОТИБУКСУВАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ – СТЕНД З ГАЛЬМІВНИМИ БАРАБАНАМИ»	25
2.1 Структурна схема системи «автотранспортний засіб з протибуксувальною системою – стенд з гальмівними барабанами»	25
2.2 Математична модель процесу розгону АТЗ з функціонуючою ПБС на стенді з біговими барабанами	30
2.2.1 Математичний опис характеристик ДВЗ	32
2.2.2 Математичний опис логіки роботи ЕБУ ДВС	37
2.2.3 Математичний опис силових і кінематичних параметрів колеса з еластичною шиною	42
2.2.4 Математичний опис характеристик гальмівного механізму	45
2.3 Алгоритм розрахунку силових і швидкісних параметрів при розгоні АТЗ з функціонуючою ПБС на стенді з біговими барабанами	47

Висновки до розділу 2	48
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА СТАНУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ВІННИЧЧИНА-АВТО»	50
3.1 Загальна характеристика підприємства	50
3.2 Предмет діяльності підприємства	52
3.3 Аналіз існуючої структури виробничо-технічної бази підприємства	57
3.4 Аналіз існуючої системи та організації ТО та ПР на підприємстві	62
3.5 Прогнозування попиту на автосервісні послуги	67
Висновки до розділу 3	71
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОТИБУКСУВАЛЬНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ АВТОСЕРВІСНОГО ПІДПРИЄМСТВА	72
4.1 Функціональна схема процесу діагностування	72
4.2 Обґрунтування режимів тестового впливу на ПБС в процесі її діагностування на інерційних стендах з біговими барабанами	73
4.3 Обґрунтування вимірюваних параметрів, що характеризують технічний стан ПБС АТЗ	75
4.4 Розробка методики та алгоритму діагностування ПБС АТЗ на інерційному стенді з біговими барабанами	80
Висновки до розділу 4	84
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	85
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи	85
5.1.1 Обладнання приміщення та робочого місця	86
5.1.2 Електробезпека приміщення	87
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	87

5.2.1 Мікроклімат	87
5.2.2 Склад повітря робочої зони	88
5.2.3 Виробниче освітлення	90
5.2.4 Виробничий шум	91
5.2.5 Психофізіологічні фактори	92
5.3 Пожежна безпека	93
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99
ДОДАТКИ	105



ВСТУП

Актуальність теми. В даний час існує тенденція світового автомобілебудування до збільшення питомої потужності і крутного моменту двигунів автомобілів. Двигуни, як правило, здатні викликати буксування ведучих коліс автомобілів навіть на дорогах з високим коефіцієнтом зчеплення, це веде до погіршення динаміки розгону, до підвищеного зносу шин, підвищення витрат палива і, як наслідок, викидів шкідливих речовин в атмосферу з відпрацьованими газами, а також порушення керованості, траєкторної стійкості і погіршення прохідності автотранспортного засобу (АТЗ). Для запобігання пробуксовки коліс застосовують різноманітні способи і пристрої, в тому числі протибуксувальну систему (ПБС).

Останнім часом стали активно розвиватися високоефективні динамічні методи діагностики АТЗ і їх систем, в тому числі на стендах з біговими барабанами. Ці методи є високоінформативними і оперативні. На жаль, ці методи не розроблені для діагностування протибуксувальних систем.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває необхідність проведення наукового дослідження з метою удосконалення динамічного методу діагностування ПБС на стендах з біговими барабанами.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» із змінами, внесеними згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2020» № 213-р. від 4 березня 2015 р. Дослідження з теми кваліфікаційної роботи належать до основних наукових напрямків кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету та виконувались відповідно плану науково-дослідних робіт ВНТУ на 2019-2020 рр.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є надання практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів за рахунок підвищення оперативності та інформативності

визначення технічного стану протибуксувальних систем автомобілів умовах приватного акціонерного товариства «Вінниччина-Авто».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів;
- виконати математичне моделювання процесів в системі «автотранспортний засіб з протибуксувальною системою – стенд з гальмівними барабанами»;
- провести аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази приватного акціонерного товариства «Вінниччина-Авто»;
- сформулювати рекомендації щодо підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів в умовах автосервісного підприємства;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

Об'єкт дослідження – процес функціонування протибуксувальної системи при її діагностуванні на інерційному стенді з біговими барабанами.

Предмет дослідження – параметри, що характеризують процес функціонування протибуксувальної системи при її діагностуванні на інерційному стенді з біговими барабанами.

Методи досліджень. Дослідження виконані з використанням загальнонаукових методів досліджень (аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, пояснення, класифікація), а також чисельних методів апроксимації і математичного моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів.

Набув подальшого розвитку динамічний метод діагностування протибуксувальних систем автомобілів на стендах з біговими барабанами.

Практична значимість отриманих результатів.

Результати наукового дослідження можуть використовуватися на автосервісних підприємствах автомобільного транспорту для підвищення ефективності робіт з діагностування технічного стану протибуксувальних систем автомобілів.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується строгістю постановки задач, обґрунтуванням прийнятих припущень при розробці розрахункових моделей та високою збіжністю отриманих результатів з результатами інших авторів.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021)» (Вінниця: ВНТУ, листопад 2020 р.).

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [17].



РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОТИБУКСУВАЛЬНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Актуальність напрямку дослідження

Для більшості фірм-виробників автотранспортних засобів на сьогодні є характерним збільшення потужності й крутного моменту двигунів. Особливо помітним є зростання питомої потужності у вантажних АТЗ та міжміських автобусів. У більшості випадків це справедливо і для легкових АТЗ. Як правило, кожна наступна модель АТЗ того ж класу потужніше і динамічніше від попередньої. При цьому, споряджена маса транспортних засобів, як правило, зменшується. Зниження маси теж призводить до зростання питомої потужності. Полегшення АТЗ пояснюється застосуванням нових сучасних матеріалів в конструкції кузова, двигуна, підвіски, агрегатів трансмісії, а також появою нових технологій виробництва. Сучасне АТЗ набуває все більше можливостей для швидкого розгону і руху з високою швидкістю [20].

Ще одна особливість сучасного автомобілебудування – боротьба за збереження навколишнього середовища. Вона змушує конструкторів шукати можливості для заміни традиційних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) більш екологічно чистими. В даний час вже масово випускаються серійні АТЗ з електричними двигунами або комбінованими силовими установками, що містять електродвигун. Характер швидкісної характеристики електродвигунів такий, що максимальний крутний момент вони розвивають при необертальному роторі, тобто при початку руху АТХ з місця. Це може приводити до інтенсивного буксування електромобілів або гібридних АТЗ при рушанні [20].

Збільшення питомої потужності АТЗ призводить до збільшення середніх швидкостей руху. Одночасно відзначається збільшення кількості транспортних засобів на дорогах, підвищення щільності транспортного потоку. Все це призводить до зниження рівня безпеки руху, зростання аварійності. В умовах

стресу і обмеженого часу на прийняття рішення водій часто робить помилки, яких можна було б уникнути, передавши частину функцій управління електронним системам АТЗ [51, 52].

Крім питань безпеки, зростання питомих потужностей та зміна умов руху вимагають уточнень у вирішенні питань прохідності, курсової і траєкторної стійкості руху АТЗ в тяговому і гальмівному режимі. Нові підходи потрібні і при розгляді питань розгінної динаміки. Великі потенційні можливості автоматичних електронних систем керування дозволяють повніше використовувати резерви наявних конструкцій, вузлів і агрегатів АТЗ. Однією з таких електронних автоматичних систем є протибуксувальна система.

Протибуксувальна система запобігає буксуванню коліс при рушанні і розгоні АТЗ і є системою активної безпеки [20].

Застосування ПБС технічно доцільно на будь-якому механічному АТЗ: повно- і неповнопривідних і навіть на мотоциклах.

Як відомо з роботи [52] в найбільшій міру позитивні властивості ПБС проявляються на задньопривідному АТЗ з великою питомою потужністю. Протибуксувальна система пригальмовує певні колеса, а, отже, компенсує відомі недоліки симетричного міжколісного диференціалу на всіх видах дорожніх покриттів.

В роботі [51] йдеться про те, що протибуксувальна система покращує прохідність АТЗ за допомогою збільшення реалізованої на ведучих колесах тягової сили.

У технічній літературі фірми Wabco [54] детально описаний процес розгону АТЗ з функціонуючою ПБС. У цьому джерелі йдеться про те, при інтенсивному розгоні з пробуксовкою АТЗ, не обладнаний ПБС, схильний до втрати курсової стійкості. Протибуксувальна система здатна істотно зменшити цей недолік і підвищити динаміку розгону.

На електромобілях і гібридних АТЗ з електродвигуном також існує потреба в ПБС. Протибуксувальна система, здатна впливати на електродвигун (або тільки

на гальмівні механізми) зможе забезпечити рушання з місця без буксування, з максимальним значенням тягової сили [20].

В одній з перших робіт зі створення електронних систем регулювання ковзання коліс транспортного засобу було доведено, що навіть найпростіші протибуксувальні системи здатні збільшити ресурс шин. Також протибуксувальні системи зменшують витрату палива, поліпшивши, таким чином, екологічні показники.

На основі перерахованих вище тенденцій розвитку сучасного автомобілебудування і явних переваг протибуксувальних систем, як систем АТЗ, що підвищують його активну безпеку, можна зробити висновок про те, що розвиток сучасного автопрому неможливий без масового виробництва АТЗ з ПБС.

Також з джерел [20, 32] відомо, що на сьогоднішній день не існує вичерпних методів перевірки ПБС. Не існує і спеціального устаткування.

У зв'язку з вищеописаним необхідно виконати наукові дослідження щодо підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автотранспортних засобів.

1.2 Огляд конструкцій і робочих процесів протибуксувальних систем

Протибуксувальною називають систему, яка автоматично регулює ступінь буксування одного або декількох ведучих коліс в тяговому режимі [20]. Всі сучасні ПБС виконані з електронним управлінням.

За даними, наведеними в роботах [51, 52], перші спроби застосування ПБС відносяться до 1987 року. Тоді фірма «Bosch» запропонувала варіанти установки ПБС на легкових, вантажних АТЗ та автобусах. Практично одночасно, в початку 1987 року німецька фірма «Wabco» завершила розробку і освоїла серійне виробництво ПБС для вантажних АТЗ і автобусів, що мають пневматичний гальмівний привід і дизель в якості двигуна.

Першою фірмою, яка впровадила ПБС, стала «Daimler Benz». Всі її автобуси і АТЗ повною масою понад 6,5 тон стали обладнуватися одночасно

антиблокувальною (АБС) і протибуксувальною системами. З міркувань безпеки вважається недоцільним забезпечувати поліпшення розгінної динаміки, не маючи при цьому високу безпеку при гальмуванні. Тому, як правило, ПБС окремо від АБС не виробляють і не встановлюються. Вартість АБС / ПБС пропонованої «WABCO» в 1987 році могла доходити до 10% вартості АТЗ [51, 52].

На даний час порівняно дешеві легкові АТЗ, в більшості своїй не оснащуються як антиблокувальною системою, так протибуксувальною системою. Для них введення додаткових систем з електронним управлінням пов'язано зі значним підвищенням вартості АТЗ в цілому, що може виявитися неприйнятним в сучасних ринкових умовах. У той же час оснащення ПБС вантажних АТЗ та автобусів, що мають, як правило, пневматичний (рідше пневмогідролічний) гальмівний привід і антиблокувальну систему, не представляє настільки великих технічних і економічних труднощів. Як відомо, застосування антиблокувальної системи для АТЗ категорій М2, М3, N2 N3 в даний час обов'язкове (вимога правил №13 ЄЕК ООН) і має здійснюватися всіма автовиробниками. За економічними критеріями застосування ПБС теж можливо, оскільки частка її вартості не велика в загальній вартості вантажного АТЗ або автобуса.

Питаннями гальмівної і розгінної динаміки АТЗ, дослідженнями робочих процесів гальмівних систем успішно займалися багато українських і зарубіжних вчених, проте актуальність цієї теми досі велика. Відомі роботи в цій галузі Веліканова Д. П., Розанова В. Г., Бухаріна М. А., Чудакова Є. А., Гредескула А. Б., Ломаки С. І., Подрігало М. А., Смирнова Г. А., Гуревича Л. В. та ін.

Алгоритмами управління трансмісією АТЗ з метою оптимального розподілу потужності між ведучими колесами, а також розподілом крутного моменту при роботі протибуксувальної системи займалися Келлер А.В., Драгунов Г.Д, Гладов Г.І. [11, 18, 19].

Зокрема, в одній з перших робіт по ПБС запропоновані принципи побудови протибуксувальної системи для АТЗ з приводом на одну вісь. При реалізації системи, автор обмежився лише регулюванням (зменшенням) крутного моменту двигуна, не використовуючи вплив на гальмівні механізми. Їм була розроблена і

реалізована дослідна модель системи, яка за допомогою електроприводу прикривала дросельні заслінки карбюратора двигуна ГАЗ-52 в той момент, коли блок управління за сигналами датчиків частоти обертання коліс виявляв відхилення від їх оптимального буксування.

Внаслідок відносно великих затримок і високого постійного часу перехідного процесу зміни крутного моменту (потужності) двигуна, запропонована в даній роботі аналогова ПБС мала дуже велику інерційність і не могла забезпечити необхідної якості регулювання. Крім того, запропонована система не могла забезпечити істотного поліпшення прохідності АТЗ і не могла дати відчутного поліпшення розгінної динаміки на покритті, коли під колесами правого і лівого бортів АТЗ має місце велика різниця коефіцієнтів зчеплення («мікст»).

Перевагою цих систем є їх відносна простота і невисока вартість. Такі системи здатні збільшувати ресурс шин, трохи зменшувати витрату палива, покращуючи, таким чином, екологічні показники, зберігаючи курсову стійкість. Динаміка розгону в порівнянні з АТЗ, що не обладнаним ПБС, поліпшується незначно, причому тільки на дорогах з однорідним покриттям. Системи такого типу не в змозі істотно поліпшити прохідність АТЗ оснащених конічним симетричним міжколісним диференціалом.

Інший тип протибуксувальних систем не повнопривідних АТЗ впливає лише на гальмівні механізми ведучих коліс. Цей вплив може бути організовано різними способами, при цьому доцільно управляти гальмівними механізмами лише ведучих коліс незалежно один від одного. Один з таких варіантів протибуксувальної системи включає в себе датчики кутової швидкості коліс, блок управління, модулятори, диференційний клапан [51, 52].

При зайвому буксуванні обох коліс блок управління відкриває диференційний клапан і повітря (якщо гальмівна система пневматичного типу) надходить в гальмівні камери ведучих коліс, викликаючи їх пригальмовування. Якщо буксує одне з коліс, наприклад, ліве, то при роботі ПБС повітря надходить тільки в гальмівну камеру цього колеса. Праве колесо не пригальмовує, тому що

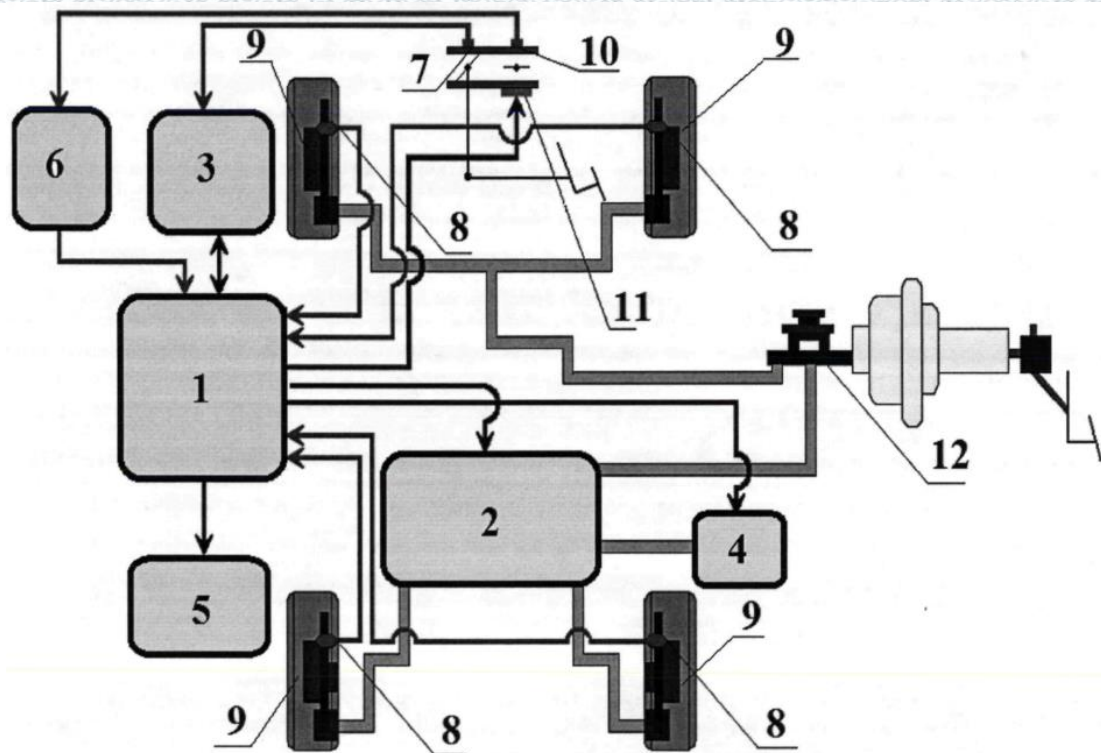
модулятор правого колеса по команді блоку управління в цей момент закривається. Переваги цього типу ПБС в порівнянні з тим, який лише знижує крутний момент двигуна, очевидні. Більшу швидкодію гальм, а відповідно більш якісне регулювання буксування, можливість пригальмовування потрібного колеса, а, отже, компенсація відомих недоліків симетричного міжколісного диференціала, поліпшення прохідності, збільшення реалізованої на ведучих колесах тягової сили [51, 52].

Недоліки – збільшена витрата палива, і, як наслідок, погіршення екологічних показників, підвищені навантаження в трансмісії, збільшений знос накладок гальмівних механізмів і можливість перегріву гальма при тривалому буксуванні на слизькій дорозі [51, 52].

Поєднати переваги обох схем, дозволяє третій тип ПБС, в якому поєднується вплив на гальмівні механізми ведучих коліс і зменшення крутного моменту двигуна. Один з можливих варіантів побудови такої комбінованої ПБС представлений на рисунку 1.1.

Основний недолік, що стримував до недавнього часу широке поширення такої системи – відносно висока складність і велика вартість, яка, була істотно знижена при мінімізації компонентів системи і розумному використанні вже наявних на АТЗ елементів АБС [51, 52].

Передні і задні колеса лівого і правого бортів АТЗ при русі по криволінійній траєкторії проходять різні шляхи і, відповідно, мають різні швидкості. Це вносить деяку методичну помилку в визначення наявності та ступеня буксування ведучих коліс. Для більш точного визначення відносного буксування ведучих коліс потрібно використовувати датчик кута повороту керма. Однак, переважна більшість існуючих конструкцій протибуксувальних систем (особливо на вантажних АТЗ) не передбачають датчика кута повороту керма і не містять корекції відповідно до його показань [51, 52].



1 - електронний блок управління ПБС; 2 - модулятор тиску; 3 - електронний блок керування двигуном; 4 - насос; 5 - сигнальна лампа; 6 - вимикач ПБС; 7 - головний датчик положення дросельної заслінки; 8 - датчик кутової швидкості колеса; 9 - гальмівний механізм; 10 - додатковий датчик положення дросельної заслінки; 11 - кроковий електродвигун; 12 - головний гальмівний циліндр

Рисунок 1.1 – Схема комбінованої ПБС АТЗ

Будь-які ПБС не скасовують існуючих фізичних законів, вони лише дозволяють найбільш ефективно використовувати потенціал сил зчеплення ведучих коліс з дорогою.

1.3 Методологія діагностування протибуксувальних систем

Надійність і простота експлуатації ПБС АТЗ визначили її широке використання, але поліпшення експлуатаційних властивостей сучасного АТЗ призвело до значного ускладнення його конструкції.

Удосконалення конструкцій АТЗ, вимагає постійного вдосконалення обладнання для контролю якості його роботи та діагностування. Розвиток технічної діагностики, а також створення нових методів і засобів діагностування нерозривно пов'язане з іменами таких вчених як: Аринін І. М. [1], Борц А.Д. [6], Говорушенко М. Я. [12, 13], Крамаренко Г.В. [43], Кузнецов Є.С. [44], Мірошніков Л.В. [28, 29], Міхлін В.М. [30], Федотов А.І. [48-50], і багато інших.

Завданням технічної діагностики, є визначення технічного стану об'єкта діагностування без його розбирання. Діагностування підрозділяється на суб'єктивний і об'єктивний метод оцінки технічного стану.

При суб'єктивному методі діагностування, діагноз ставиться оператором-діагностом на основі легкого сприйняття процесу роботи об'єкта діагностування, за допомогою своїх органів почуттів.

Об'єктивний метод полягає в використанні контрольно-вимірювальних пристроїв, приладів і стендів для вимірювання діагностичних параметрів, які функціонально пов'язані з параметрами технічного стану об'єкта діагностування. При аналізі методів діагностування, об'єктивний метод викликає найбільший інтерес, оскільки він дозволяє визначати технічний стан об'єкта діагностування з більшою вірогідністю і точністю в порівнянні з суб'єктивним методом [12, 13].

При використанні об'єктивного методу об'єкт діагностування характеризується діагностичними параметрами, які поділяються на: геометричні параметри, параметри робочих процесів, параметри супутніх процесів. Для забезпечення необхідної достовірності і економічності діагностування параметри повинні бути інформативні, чутливі, однозначні і стабільні [43].

Засоби діагностування розрізняються на вбудовані (бортові) і зовнішні. Засоби діагностування, які є складовою частиною АТЗ, постійно стежать за процесом роботи елементів, вузлів і агрегатів в процесі експлуатації. Зовнішні засоби діагностування, які складаються з окремих приладів або комплексів, що дозволяють як в стаціонарному, так і в динамічному режимі виробляти більш точний пошук, а також контролювати процес усунення несправності [1].

Сучасні методи перевірки стану ПБС можна розділити на дві групи: загальне діагностування і поелементне діагностування. На підставі цього була складена класифікація методів і засобів діагностування ПБС, показана на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Огляд методів і засобів діагностування ПБС

Загальне діагностування здійснюється за допомогою систем самодіагностики АТЗ, вбудованих в електронний блок керування або спеціальних діагностичних приладів, таких як сканер. При цьому, як правило, контролюються тільки електронні елементи ПБС, не виконується оцінка структурних параметрів, що характеризують її роботу.

Поелементне діагностування здійснюється за допомогою спеціальних діагностичних сканерів на основі «активаційних тестів».

1.4 Аналіз вбудованих методів і засобів діагностування ПБС АТЗ

Дослідженням і розробкою вбудованих (бортових) засобів діагностування систем і агрегатів АТЗ, в тому числі і ПБС, займаються провідні світові автомобільні виробники («Audi», «BMW», «Cadillac», «Chevrolet», «Chrysler», «Ford», «Honda», «Jeep», «Land Rover», «Mazda», «Mercedes», «Mitsubishi», «Nissan», «Toyota» та ін.).

Система бортової діагностики (вбудована діагностика або самодіагностика) з'явилася на початку 80-х практично одночасно з масовим застосуванням електронних блоків управління (бортових комп'ютерів) на АТЗ. Система вбудованої діагностики постійно відстежує сигнали датчиків і виконавчих механізмів системи управління двигуна, трансмісії, підвіски і т.д. Ці сигнали порівнюються зі значеннями, записаними в пам'яті бортового комп'ютера. Для різноманітних АТЗ і їх моделей, значення сигналів електронних елементів можуть бути різні. Відхилення сигналу від нормального значення система діагностики кваліфікує як несправність і бортовий комп'ютер спочатку формує, а потім записує необхідні дані (код несправності) [47].

Сучасні системи бортової діагностики (OBD розшифровується як On-Board Diagnostics, тобто «бортова діагностика») здатні генерувати і зберігати велику кількість кодів несправностей. З розвитком електронних компонентів і програмного забезпечення спостерігається тенденція до збільшення кількісного і якісного розпізнавання несправностей [47].

Для вилучення кодів несправності з електронного блоку потрібен спеціальний прилад – сканер або діагностичний комп'ютер, що приєднується до системи діагностики через спеціальний роз'єм.

Деякі моделі системи бортової діагностики передбачають «безприладний» витяг кодів несправності. Зазвичай процес зчитування починається з замикання контактів в діагностичному роз'ємі. Потім проводиться зчитування кодів несправності по спалахам сигнального індикатора на панелі приладів. За таблицею кодів визначають вид несправності.

Даний метод самодіагностики не вимагає складного обладнання, але, разом з тим, він працює дуже повільно, число кодів в ньому обмежена, а процес вилучення пов'язаний з ймовірністю помилок.

Історично склалося, що кожен автовиробник створював систему бортової діагностики (OBD) за своїми правилами. Він сам визначає, які параметри вона контролює, як обробляє результати вимірів, в якому форматі їх представляє, якою «мовою» спілкується з зовнішніми діагностичними приладами і т. д. Для електронної діагностики АТЗ конкретної марки і моделі потрібно мати сканер з особливою діагностичною програмою (протоколом обміну даними) і специфічною конфігурацією комутаційних портів.

Спроби уніфікувати систему бортової діагностики почалися в другій половині 80-х. В даний час більшість сучасних АТЗ підтримують систему діагностики через універсальний протокол стандарту OBD-II (бортова діагностика другого покоління). Відповідно до стандарту OBD-II були введені: стандартний діагностичний роз'єм, уніфікований протокол обміну, єдина система позначення кодів несправностей, єдина ідеологія самодіагностики [47].

Стандарт OBD-II має екологічну спрямованість. Він визначає порядок контролю параметрів бортових систем, які впливають на забруднення навколишнього середовища (в основному вихлопними газами). Бортова діагностика OBD-II контролює не всі системи АТЗ, так як не всі несправності впливають на токсичність. Найбільшу увагу стандарт OBD-II приділяє найскладнішій і найважливішій частині АТЗ – силовому агрегату в складі двигуна і трансмісії [47].

Сканер, який відповідає вимогам стандарту OBD-II, прийнято називати GST (Generic Scan Tool). Функції GST може виконувати будь-який універсальний сканер (рис. 1.3) і дилерський прилад, що володіє відповідним програмним забезпеченням. Системи управління силовим агрегатом все більше інтегруються з іншими системами АТЗ, що призводить до поступового розширення сфери дії OBD II [47].



Рисунок 1.3 – Універсальні сканери фірм: а) Launch; б) Autoboss

Також існують комп'ютерні діагностичні програми, що дозволяють робити зчитування кодів несправностей і визначати несправності в ПБС. Це компактні і прості в експлуатації адаптери (рис 1.4), які підключаються до ПК через USB або СОМ порт, а програма діагностики встановлена на комп'ютері управляє безпосередньо процесом діагностики. Зазвичай такі програми мають можливості на рівні середнього сканера.



Рисунок 1.4 – Діагностичне обладнання на базі ПК

1.5 Загальне діагностування протибуксувальних систем

1.5.1 Загальне діагностування ПБС АТЗ на постах (лініях) спільно з ТО і ПР

Загальне діагностування електронних ланцюгів ПБС АТЗ на постах можна виконати при використанні діагностичних сканерів і функцій самодіагностики ПБС.

Для використання функції самодіагностики в діагностичному роз'ємі АТЗ замикають між собою призначені для цього контакти. При цьому можна визначити код(и) несправності(ей) ПБС, збережених в пам'яті електронного блоку управління, за індикатором несправності ПБС на панелі приладів АТЗ, шляхом підрахунку кількості спалахів і тимчасових інтервалів між ними [47].

Даний (примітивний) спосіб діагностики малоінформативний, незручний, вимагає значних витрат часу і взагалі мало придатний для оцінки роботи ПБС.

У свою чергу сучасні універсальні і дилерські діагностичні сканери шляхом їх приєднання до діагностичного роз'єму АТЗ дозволяють зчитувати і розшифровувати код(и) несправності(ей) ПБС. Сканер ефективний при діагностиці непостійних відмов ЕБУ, датчиків, електричних ланцюгів і т. д.

Основні переваги діагностики ПБС АТЗ на постах за допомогою сканера полягають в простоті, надійності, наочності способу індикації кодів несправностей, швидкому доступі до потоку цифрових параметрів в ЕБУ, можливості перевірки працездатності виконавчих пристроїв ПБС. Маючи в своєму розпорядженні набір програмних картриджів і сполучних кабелів можна використовувати один і той же універсальний сканер при роботі з АТЗ різних марок.

Незважаючи на перераховані вище переваги, діагностичні сканери мають ряд суттєвих недоліків:

1. Діагностику АТЗ здійснює не сканер, а оператор-діагност або електромеханік. Для правильної інтерпретації інформації, отриманої зі сканера,

потрібно добре розуміти роботу вузлів АТЗ і зміст діагностичних процедур. Слід також мати на увазі, що сканер може видавати аварійні значення параметрів як штатні, тому що не на всіх моделях АТЗ повний обсяг даних з ЕБУ доступний сканеру.

2. Сканер перевіряє вхідні і вихідні параметри електричних ланцюгів і інформує оператора-діагноста про їх величину. Таким чином, сканер всього лише фіксує наявність або відсутність помилок кодових сигналів будь-якого вузла, але не дозволяє визначати несправності і їх причини, яких може бути багато для одних і тих же значень контрольованих параметрів.

3. Сканери мало корисні при пошуку несправностей в вузлах АТЗ, які не контролюються ЕБУ. Це довгий перелік механічних, гідравлічних, пневматичних та інших несправностей.

4. Перед застосуванням сканера необхідно провести базову перевірку систем АТЗ на наявність несправностей, яка займе тривалий час.

У АТЗ може бути не передбачена видача діагностичної інформації або до неї немає доступу через діагностичний роз'єм. Тоді слід користуватися універсальним сканером який має режими роботи мультиметра і осцилографа.

Склад діагностичної інформації та способи доступу до неї варіюються в залежності від моделі та виробника АТЗ.

1.5.2 Загальне діагностування ПБС АТЗ в дорожніх умовах

Загальне діагностування електронних ланцюгів ПБС в дорожніх умовах також можна виконати при використанні діагностичних сканерів і функцій самодіагностики ПБС.

Існуючі вбудовані засоби діагностування дозволяють постійно контролювати роботу ПБС, але при цьому бортова система діагностики охоплює лише електричні (блоки управління, електричні роз'єми, комутовані пристрої, дроти, датчики) і електромеханічні (соленоїди, клапани) компоненти ПБС і не дозволяє виявляти несправності в її механічних і гідравлічних елементах [47].

Сканер портативний, його можна використовувати і під час дорожніх випробувань. Отримання потоку поточної інформації під час дорожніх випробувань під навантаженням полегшує виявлення непостійних несправностей. Більшість сканерів дозволяє записувати поточні дані під час дорожніх випробувань АТЗ, щоб потім переглянути їх в уповільненому режимі [47].

Дорожні випробування із застосуванням діагностичного сканера є дуже трудомісткими і займають багато часу. Це обумовлено тим, що дорожні випробування повинні проводитися як мінімум двома операторами-діагностами. Один повинен керувати АТЗ, другий працювати з діагностичним обладнанням

Дорожні випробування повинні проводитися на спеціальних випробувальних майданчиках або полігонах, в спеціальних умовах, при яких створюється покриття типу «мікст», що забезпечує буксування коліс АТЗ. Наявність таких майданчиків, а тим більше полігонів, не завжди можливо в зв'язку відсутністю спеціальних площ.

Також АТЗ, в процесі випробувань, витрачає певну кількість палива. При згорянні палива в атмосферу викидається велика кількість шкідливих речовин, погіршується екологічна обстановка. До того ж підвищуються фінансові витрати на діагностику. Виникає проблема транспортування АТЗ до місця діагностування.

Дорожні випробування найбільш прийнятні для фірм-розробників при доведенні ПБС і наукових дослідженнях для отримання вихідних характеристик їх роботи.

1.5.3 Поелементне діагностування ПБС АТЗ

Поелементне діагностування ПБС АТЗ виконується як правило на постах СТО з використанням діагностичних сканерів, осцилографів, мультиметрів.

За допомогою сканера можна перевіряти деякі функції управління, що виконуються ЕБУ, оскільки є можливість управляти через ЕБУ деякими виконавчими механізмами. Така опція сканера називається «активаційний тест».

Виконуючи «активаційний тест», сканер дозволяє:

– виконати «навчання» електронного блоку управління ДВЗ (налаштувати блок на вихідні положення педалі керування подачею палива і дросельної заслінки з електронним приводом);

– виконати «навчання» електронного блоку управління ПБС (налаштувати блок на спрацьовування при певній частоті обертання колінчастого валу і заданої уставки);

– керувати роботою електромагнітних клапанів в системі АБС / ПБС.

Перелік виконуваних перевірок функцій управління визначається діагностичними можливостями сканера. Він залежить від конкретної його моделі, а також від бортового комп'ютера АТЗ.

За допомогою мультиметрів або осцилографів можна вимірювати вихідну напругу сигналів від датчиків кутової швидкості коліс при їх вивішуванні та прокручуванні, частоти обертання колінчастого валу при підвищенні або зниженні його оборотів, положення рульового колеса при його повороті і т.д. За формою вихідного сигналу можна судити про ту чи іншу несправність.

Цей спосіб є ефективним при виявленні конкретних несправностей ПБС АТЗ, але вимагає дуже великої кількості часу і є досить трудомістким.

На основі вищесказаного можна виділити наступні основні недоліки існуючих способів діагностування технічного стану ПБС:

1. Вплив суб'єктивних факторів на якість постановки діагнозу (такі як кваліфікація, досвід і фізіологічний стан оператора-діагнosta).

2. Невисока оперативність процесу діагностування.

3. Можливість діагностування ПБС переважно в режимах коли АТЗ нерухомий і ПБС не функціонує.

Уникнути недоліків, властивих сучасним методам діагностування ПБС, можливо на основі нового об'єктивного, високоефективного і оперативного методу. Таким методом може бути динамічний метод діагностування протибуксвальних систем автотранспортних засобів на стендах з біговими барабанами.

Дослідженнями в області розробки об'єктивних критеріїв оцінки автотранспортних засобів, оснащених протибуксувальними системами, створення методик їх визначення були виконані С. Р. Кристальним [20]. У його роботі запропоновано дев'ять основних і шість додаткових критеріїв оцінки ефективності дії ПБС. Ці критерії дозволяють кількісно оцінювати ступінь впливу системи на властивості АТЗ в дорожніх умовах.

Але робота Кристального С. Р. представляє більший інтерес для конструкторських служб автозаводів, дозволяючи їм на етапі створення нових моделей АТЗ оцінювати вплив різних типів ПБС на експлуатаційні властивості.

Дослідження в області діагностики АТЗ, оснащених протибуксувальними системами, на стендах з біговими барабанами невідомі. Ніхто не досліджував аналітично процес функціонування ПБС при розгоні АТЗ як на дорозі, так і на стенді з біговими барабанами.

Відомі схожі роботи Портнягина Е. М. [31], Степанова О. М. [42] з діагностики гальмівних систем з функціонуючою АБС на стендах з біговими барабанами. У цих роботах розроблені методики та виявлено діагностичні ознаки кількісної оцінки гальмівних систем з функціонуючою АБС. У своїх аналітичних дослідженнях вчені використовували математичні описи гальмівного механізму, логіки роботи ЕБУ АБС.

Перераховані вище роботи можуть бути використані при розробці математичної моделі розгону АТЗ з функціонуючою ПБС на стенді з біговими барабанами. Розробивши математичну модель можна буде виявити діагностичні ознаки і оцінити вплив на них параметрів технічного стану.

Висновки до розділу 1 та постановка задач дослідження

При перевірці ПБС в дорожніх і стаціонарних умовах використовують сучасні діагностичні сканери. Такий вид діагностики отримав найбільш широке поширення. Сканери забезпечують високоефективну діагностику електричних і електронних елементів ПБС: датчиків, блоків управління, виконавчих пристроїв і

ін. Очевидним недоліком діагностики з використанням сканера є те, що вони не здатні контролювати технічний стан механічних, гідравлічних, пневматичних та інших елементів ПБС. Тому відсутність помилок за підсумками діагностування ПБС сканером зовсім не означає, що ця система справна і працездатна. В результаті процес діагностування ПБС і його елементів має високу трудомісткість, низьку інформативність і викликає довгий простій АТЗ при знаходженні несправності.

Останнім часом стали отримувати поширення високоефективні динамічні методи діагностики АТЗ і їх систем, в тому числі на стендах з біговими барабанами. Ці методи є високоінформативними і оперативними. На стендах реалізується принцип оборотності руху, коли АТЗ не рухається, а його системи функціонують так само, як вони б функціонували в дорожніх умовах. На жаль, ці методи не розроблені для діагностування протибуксувальних систем.

У зв'язку з цим набуває актуальності необхідність проведення дослідження з метою удосконалення діагностування ПБС на стендах з біговими барабанами з використанням динамічного методу діагностування.

Метою дослідження є надання практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів за рахунок зниження трудомісткості, а також підвищення оперативності та інформативності визначення технічного стану ПБС умовах приватного акціонерного товариства «Вінниччина-Авто».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати математичне моделювання процесів в системі «автотранспортний засіб з протибуксувальною системою – стенд з гальмівними барабанами»;
- провести аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази приватного акціонерного товариства «Вінниччина-Авто»
- сформулювати рекомендації щодо підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів в умовах автосервісного підприємства;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ «АВТОТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ З ПРОТИБУКСУВАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ – СТЕНД З ГАЛЬМІВНИМИ БАРАБАНАМИ»

2.1 Структурна схема системи «автотранспортний засіб з протибуксувальною системою – стенд з гальмівними барабанами»

Для вирішення поставлених в цьому розділі задач була представлена структурна схема процесу діагностування ПБС АТЗ на стендах з біговими барабанами (рис. 2.1).

Дана схема розроблена для того, щоб виявляти і структурувати взаємозв'язки всередині досліджуваного процесу і на цій основі виконувати комплексний аналіз системи «АТЗ з ПБС – стенд з біговими барабанами» і на цій основі розробити удосконалений метод діагностування.

У схему (рис. 2.1.) входять:

1. Об'єкт діагностування, (тобто автотранспортний засіб з протибуксувальною системою);
2. Стенд з біговими барабанами, як засіб завдання тестових режимів, вимірювання діагностичних параметрів і постановки діагнозу.

У процесі діагностування ПБС оператор впливає на педаль управління подачею палива, натискаючи на неї з силою F_H протягом часу t . При цьому дросельна заслінка повертається на кут α , що призводить до збільшення частоти обертання n_e колінчастого валу двигуна.

Електронний блок керування двигуном за допомогою команд A , B , C і D змінює положення дросельної заслінки, підтримуючи оберти двигуна в оптимальному діапазоні, і, тим самим, регулює величину крутного моменту.

Основними показниками, що характеризують роботу двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), є його потужність N_e , крутний момент M_e і частота обертання n_e колінчастого валу.

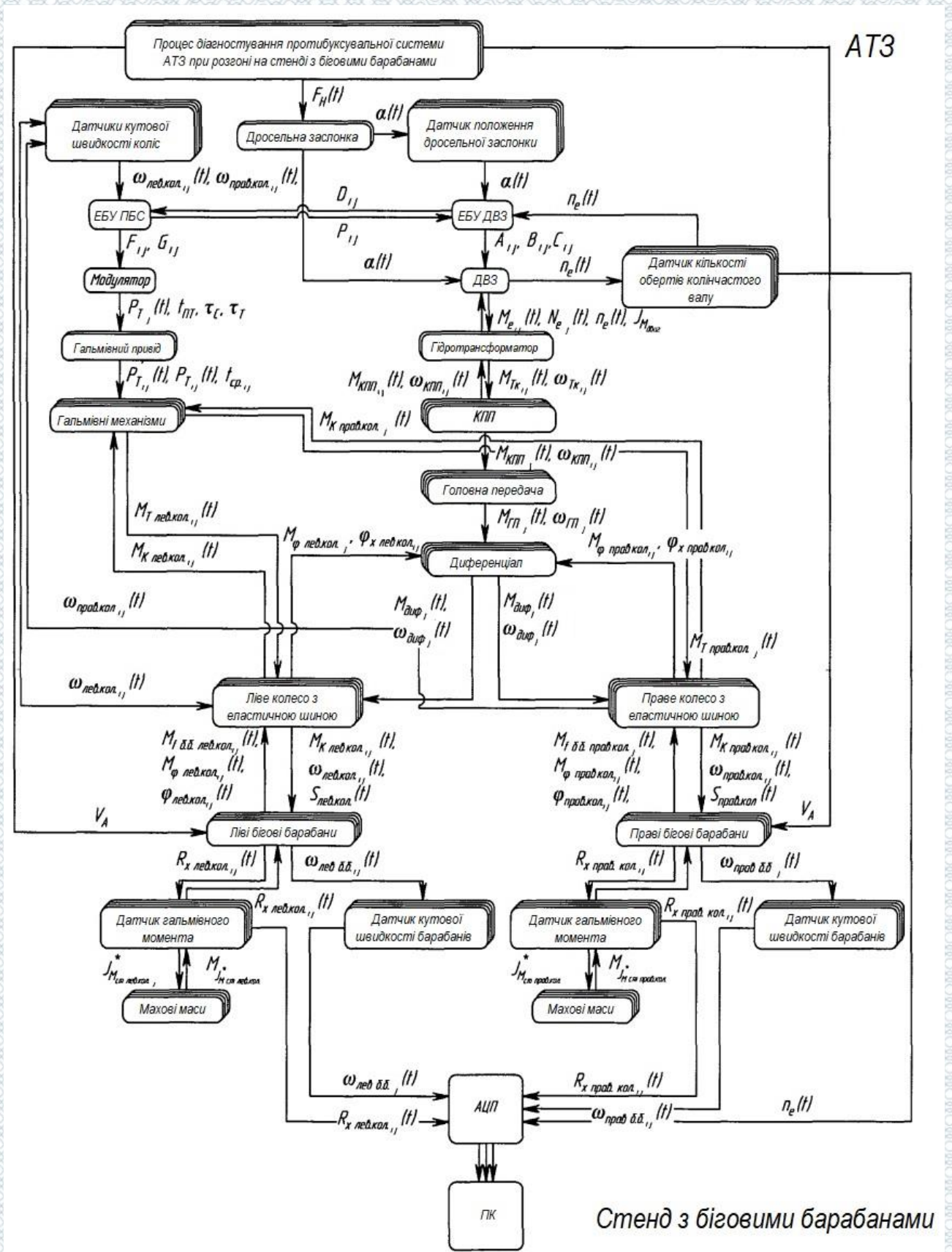


Рисунок 2.1 – Структурна схема процесу діагностування ПБС АТЗ на стенді з біговими барабанами [32]

Крутний момент M_e передається з колінчастого вала двигуна на насосне колесо гідротрансформатора (ГТ). Насосне колесо гідротрансформатора впливає на рідину, яка, виходячи з лопаток насосного колеса, потрапляє на лопатки турбінного колеса, змушуючи його обертатися. Гідротрансформатор, що володіє передавальним числом $i_{ГТ}$ і ККД $\eta_{ГТ}$, перетворює крутний момент M_e і кутову швидкість колінчастого вала ω_e . В результаті турбінне колесо ГТ обертається з кутовою швидкістю $\omega_{ТК}$. Крутний момент $M_{ТК}$ турбінного колеса передається в коробку перемикання передач (КПП).

Коробка передач перетворює крутний момент $M_{ТК}$ і кутову швидкість $\omega_{ТК}$ турбінного колеса в залежності від передавального числа $i_{КПП}$ і ККД $\eta_{КПП}$ в крутний момент $M_{КПП}$ і кутову швидкість $\omega_{КПП}$ на виході з КПП.

Далі крутний момент $M_{КПП}$ і кутова швидкість $\omega_{КПП}$ перетворюються в головній передачі, що має передавальне число $i_{ГП}$ і ККД $\eta_{ГП}$ в крутний момент $M_{ГП}$ і кутову швидкість $\omega_{ГП}$.

Головна передача обертає корпус диференціала крутним моментом $M_{ГП}$ з кутовою швидкістю $\omega_{ГП}$. Диференціал, під дією крутного моменту $M_{ГП}$ головної передачі, обертається з кутовою швидкістю $\omega_{диф}$ і здійснює пропорційний розподіл моменту $M_{диф}$. Підведений до корпусу диференціала, в залежності від величини коефіцієнтів зчеплення $\varphi_{x \text{ лів.кол}}$ і $\varphi_{x \text{ прав.кол}}$ під лівим і правим колесами АТЗ. В результаті колеса впливають на ліві і праві бігові барабани стенду крутними моментами $M_{к \text{ лів.кол}}$ і $M_{к \text{ прав.кол}}$. В процесі діагностування різниця коефіцієнтів зчеплення $\varphi_{x \text{ лів.кол}}$ і $\varphi_{x \text{ прав.кол}}$ під лівим і правим колесами АТЗ імітується варіацією моментів інерції $J_{М_{ст \text{ лів кол}}}^*$ і $J_{М_{ст \text{ прав кол}}}^*$ махових мас (маховиків), приведених до колеса, кінематично пов'язаних з лівими і правими біговими барабанами стенду, тобто імітуються задані моменти опору обертанню лівого і правого коліс АТЗ.

Під дією крутного моменту $M_{диф}$, підведеного до корпусу диференціала, ведучі колеса АТЗ обертаються з кутовими швидкостями $\omega_{лів \text{ кол}}$ і $\omega_{прав \text{ кол}}$.

ЕБУ ПБС управляє роботою модулятора тиску гальмівної системи, подаючи на його електромагнітні клапани керуючі команди F , G і P , у вигляді імпульсів напруги, в залежності від кутових швидкостей ведучих коліс АТЗ.

Модулятор створює тиск P_{Tij} в приводі гальмової системи протягом часу $t_{ПТ}$. У зв'язку з його інерційністю цей вплив відбувається з деякими тимчасовими затримками τ_T і τ_C . Зміна тиску робочого тіла в приводі гальмівного механізму відбувається зі швидкістю \dot{P}_{Tij} . Тиск P_{Tij} робочого тіла, управляє роботою гальмівних механізмів, змінюючи величину моментів M_{Tij} на колесах АТЗ. Зміна гальмівних моментів впливає на величину реалізованих дотичних реакцій R_{Xij} , що виникають в контактах коліс з опорними поверхнями бігових барабанів.

Ведучі колеса АТЗ сприймають крутні моменти $M_{\text{лів.кол}}$ і $M_{\text{прав.кол}}$, що передаються від двигуна через трансмісію, а також гальмівні моменти $M_{Г \text{ лів.кол}}$ і $M_{Г \text{ прав.кол}}$ і передають їх на бігові барабани стенду. Колеса АТЗ котяться по бігових барабанах стенда з прослизанням $S_{\text{лів.кол}}$ і $S_{\text{прав.кол}}$. Бігові барабани стенду при цьому обертається з кутовою швидкістю $\omega_{\text{лів бб}}$ і $\omega_{\text{прав бб}}$.

Ведучі колеса АТЗ, впливаючи на бігові барабани стенду, розкручують маховики, кінематично пов'язані з біговими барабанами, що мають моменти інерції $J_{\text{Мст лів кол}}^*$ і $J_{\text{Мст прав кол}}^*$, приведеними до колеса.

Виходячи з цього, кутові швидкості лівого $\omega_{\text{лів кол}}$ і $\omega_{\text{прав кол}}$ коліс АТЗ можна представити у вигляді функціоналів:

$$\omega_{\text{лев.кол.}} = F[n_e(\alpha), i_{ГТ}(\omega_{Нк}, \omega_{Тк}), \eta_{ГТ}(i_{ГТ}, K_{ГТ}), i_{кпп}, \eta_{кпп}, i_{Гп}, \eta_{Гп}, r_{к0}(R_z), S_{\text{лев.кол.}}(M_{\text{клев.кол.}}, M_{\text{ф лев.кол.}}), M_{\text{ф лев.кол.}}(\varphi_{\text{лев.кол.}}(S_{\text{лев.кол.}}))], \quad (2.1)$$

$$\omega_{\text{прав.кол.}} = F[n_e(\alpha), i_{ГТ}(\omega_{Нк}, \omega_{Тк}), \eta_{ГТ}(i_{ГТ}, K_{ГТ}), i_{кпп}, \eta_{кпп}, i_{Гп}, \eta_{Гп}, r_{к0}(R_z), S_{\text{прав.кол.}}(M_{\text{кправ.кол.}}, M_{\text{ф прав.кол.}}), M_{\text{ф прав.кол.}}(\varphi_{\text{прав.кол.}}(S_{\text{прав.кол.}}))], \quad (2.2)$$

де $n_e(\alpha)$ - функція зміни частоти обертання колінчастого валу двигуна в залежності від кута повороту дросельної заслінки α ;

$i_{ГТ}(\omega_{Нк}, \omega_{Тк})$ - функція зміни передавального числа в

$\omega_{Нк}$

$\omega_{Тк}$

гідротрансформаторі в залежності від кутової швидкості насосного колеса і кутової швидкості турбінного колеса;

$\eta_{ГТ} (i_{ГТ} , K_{ГТ})$ - функція зміни ККД в гідротрансформаторі в залежності від передавального числа $i_{ГТ}$ і коефіцієнта трансформації $K_{ГТ}$;

$i_{КПП}$ - передавальне число коробки передач;

$\eta_{КПП}$ - ККД коробки передач;

$i_{ГП}$ - передавальне число головної передачі;

$\eta_{ГП}$ - ККД головної передачі;

$r_{к0} (R_z)$ - функція зміни радіуса кочення колеса в веденому режимі в залежності від навантаження R_z на колесо;

$S_{лев.кол.}(M_{клев.кол.}, M_{\phi лев.кол.})$, $S_{прав.кол.}(M_{кправ.кол.}, M_{\phi прав.кол.})$ - функції зміни проковзувань ведучих коліс АТЗ по лівій і правій парі бігових барабанів залежно від крутних моментів $M_{клев.кол}$ і $M_{к прав.кол}$ на колесах і моментів зчеплення $M_{\phi лів.кол}$ і $M_{\phi прав.кол}$ коліс з опорною поверхнею;

$M_{\phi лев.кол.}(\varphi_{лев.кол.}(S_{лев.кол.}), R_z, r_{к0})$, $M_{\phi прав.кол.}(\varphi_{прав.кол.}(S_{прав.кол.}), R_z, r_{к0})$ - функції зміни моментів по зчепленню лівого і правого ведучих коліс АТЗ в залежності від коефіцієнтів зчеплення $\varphi_x лів.кол$ і $\varphi_x прав.кол$ коліс з біговими барабанами, навантаження на колеса і радіуса кочення в веденому режимі $r_{к0}$.

Момент $M_{Т лев.кол.}$, що виникає при взаємодії лівого колеса АТЗ з лівими біговими барабанами, виражається у вигляді функції:

$$M_{Т лев.кол.} = F [P_{ТМ}, \Delta_0, T_{ТМ}, \omega_{лев.кол.}], \quad (2.3)$$

де $P_{ТМ}$ – тиск робочого тіла в гальмівному приводі, МПа;

Δ_0 – зона нечутливості гальмівного механізму при зростанні тиску у виконавчому механізмі, Н·м/МПа;

$T_{ТМ}$ – постійна часу гальмівного механізму, с;

$\omega_{лев.кол}$ – кутова швидкість лівого колеса, с⁻¹.

Момент $M_{Т прав.кол.}$, що виникає при взаємодії правого колеса АТЗ з правими біговими барабанами, виражається у вигляді функції:

$$M_{T \text{ прав. кол.}} = F [P_{TM}, \Delta_0, T_{TM}, \omega_{\text{прав. кол.}}], \quad (2.4)$$

де $\omega_{\text{прав. кол.}}$ – кутова швидкість правого колеса, с^{-1} .

Частота обертання колінчастого вала двигуна n_e представлена у вигляді функції:

$$n_e = F [\alpha(t), M_{Tk}(M_{\phi \text{ лев. кол.}}, M_{\phi \text{ прав. кол.}})], \quad (2.5)$$

де $M_{Tk}(t)$ – функція зміни моменту на турбінному колесі гідротрансформатора в залежності від кутових швидкостей $\omega_{\text{лів. кол.}}$ і $\omega_{\text{прав. кол.}}$ лівого і правого коліс АТЗ.

Системи вимірювання перетворюють вимірювані електричні сигнали, які після обробки показують чисельні значення наступних параметрів:

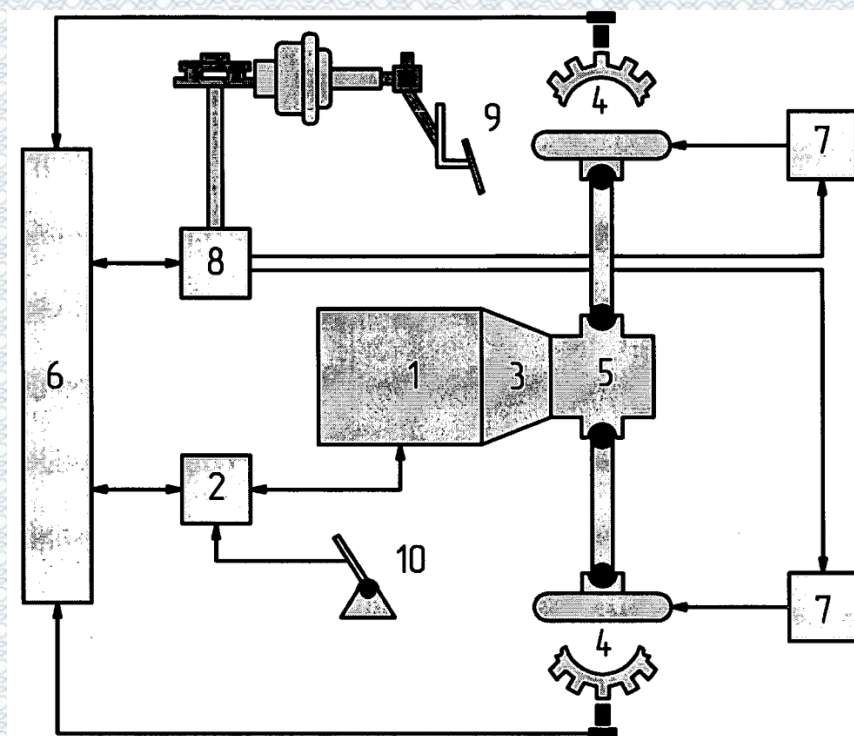
- $\omega_{\text{лів. кол.}}(t)$ – кутової швидкості лівого колеса АТЗ;
- $\omega_{\text{прав. кол.}}(t)$ – кутової швидкості правого колеса АТЗ;
- $n_e(t)$ – частоти обертання колінчастого вала ДВЗ АТЗ;
- $M_{T \text{ лев. кол.}}(t)$ – моменту на лівому колесі АТЗ;
- $M_{T \text{ прав. кол.}}(t)$ – моменту на правому колесі АТЗ.

Структурно-наслідкова схема дозволила виявити взаємозв'язки в системі «АТЗ з ПБС – стенд з біговими барабанами». На основі виявлених взаємозв'язків була розроблена математична модель процесу розгону АТЗ з функціонуючою ПБС на стенді з біговими барабанами.

2.2 Математична модель процесу розгону АТЗ з функціонуючою ПБС на стенді з біговими барабанами

ПБС знижує буксування ведучих коліс АТЗ, пригальмовуючи їх і впливаючи на роботу двигуна регулюванням положення дросельної заслінки незалежно від величини зусилля натискання на педаль управління подачею палива [36, 52, 54 і ін.] (рис. 2.2). ЕБУ ПБС працює спільно з ЕБУ ДВЗ [36, 52, 54 і ін.] (рис. 2.2).

При розробці математичної моделі ставилося завдання виконання аналітичної оцінки впливу параметрів технічного стану елементів ПБС на діагностичні параметри, які можна виміряти в процесі розгону АТЗ з ПБС на стенді з біговими барабанами.



1 - ДВЗ; 2 - електронний блок управління ДВЗ; 3 - гідротрансформатор; 4 - датчик кутової швидкості колеса АТЗ; 5 - коробка передач з головною передачею і диференціалом; 6 - електронний блок управління ПБС; 7 - гальмівні механізми; 8 - модулятор тиску; 9 - головний гальмівний циліндр; 10 - педаль управління подачею палива

Рисунок 2.2 – Схема управління ПБС

Математична модель процесу розгону АТЗ з ПБС на стенді з біговими барабанами складається з декількох математичних описів:

1. Математичний опис характеристик ДВЗ.
2. Математичний опис логіки роботи ЕБУ ДВЗ.
3. Математичний опис характеристик гідротрансформатора.

4. Математичний опис силових і кінематичних параметрів колеса з еластичною шиною.

5. Математичний опис роботи симетричного диференціала АТЗ при його розгоні на стенді з біговими барабанами.

6. Математичний опис логіки роботи ЕБУ ПБС.

7. Математичне опис характеристик гальмівного механізму.

У математичному моделюванні будуть прийняті наступні допущення:

1. Гіроскопічні моменти і неврівноваженість обертювих мас АТЗ дорівнюють нулю.

2. Точки прикладання реакцій на колесах приймаються в серединах контакту шин з поверхнями бігових барабанів стенду.

3. У процесі роботи ПБС, перемикання передач в КПП не відбувається.

У процесі розрахунків не враховується:

1. Дія на АТЗ бічних сил.

2. Перекочування коліс з бігових барабанів діагностичного стенду в процесі розгону.

3. Перерозподіл маси АТЗ по осях при розгоні на стенді з біговими барабанами.

4. Крутильні коливання колісних вузлів і безпружинних мас АТЗ на жорсткість підвіски;

5. Динаміка переміщення підресорених і безпружинних мас АТЗ.

2.2.1 Математичний опис характеристик ДВЗ

Потужнісні властивості ДВЗ прийнято оцінювати його зовнішньої швидкісної характеристикою, що представляє собою залежності ефективної потужності і крутного моменту на колінчастому валу від частоти обертання [21].

Потужність, що розвивається на вихідному валу ДВЗ, при повній подачі палива і повному навантаженні, описана рівнянням Лейдермана [21]:

$$N_e = N_{e\max} \cdot \left[a_e \cdot \frac{n_e}{n_N} + b_e \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 + c_e \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right], [\text{кВт}] \quad (2.6)$$


де $N_{e\max}$ – максимальна потужність двигуна, кВт;

n_e – поточна частота обертання колінчастого валу ДВЗ АТЗ, хв^{-1} ;

n_N – частота обертання колінчастого валу при максимальній потужності, хв^{-1} ;

a_e , b_e і c_e – коефіцієнти, що залежать від типу двигуна та його конструктивних особливостей.

Ефективний крутний момент двигуна обчислюється за формулою:



$$M_e = 9550 \cdot \frac{N_e}{n_e}, [\text{Н}\cdot\text{м}] \quad (2.7)$$

Коефіцієнти a_e , b_e і c_e визначаються з наступних виразів:

$$a_e = \frac{k_M \cdot k_n \cdot (2 - k_n) - 1}{k_n \cdot (2 - k_n) - 1}, \quad (2.8)$$

$$b_e = -\frac{2 \cdot k_n \cdot (k_M - 1)}{k_n \cdot (2 - k_n) - 1}, \quad (2.9)$$

$$c_e = -\frac{k_n^2 \cdot (k_M - 1)}{k_n \cdot (2 - k_n) - 1}, \quad (2.10)$$

де k_n – коефіцієнт пристосовності по оборотам;

k_M – коефіцієнт пристосовності по моменту.

Коефіцієнт пристосовності по оборотам розраховується за формулою [21]:

$$k_n = \frac{n_N}{n_M}, \quad (2.11)$$

де n_M – частота обертання колінчастого валу при максимальному крутному моменту, хв^{-1} .

Коефіцієнт пристосованості по моменту розраховується за наступною формулою:

$$k_M = \frac{M_{e \max}}{M_N}, \quad (2.12)$$

де $M_{e \max}$ – максимальний крутний момент, $\text{Н}\cdot\text{м}$;

M_N – крутний момент при максимальній потужності, $\text{Н}\cdot\text{м}$.

Зміну кутової швидкості на колінчастому валу ДВЗ запропоновано розраховувати за наступним диференціальним рівнянням:

$$\frac{d\omega_e}{dt} = \frac{M_e - M_{\text{Нк}}}{J_{M_{\text{двиг.}}}}, \quad [\text{с}^{-2}] \quad (2.13)$$

де $M_{\text{Нк}}$ – крутний момент на насосному колесі гідротрансформатора, $\text{Н}\cdot\text{м}$;

$J_{M_{\text{двиг.}}}$ – момент інерції махових мас двигуна, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$.

Для вирішення даного рівняння був використаний метод чисельного інтегрування диференціальних рівнянь Ейлера.

Кутову швидкість колінчастого валу визначаємо за формулою:

$$\omega_{e_{i+1}} = \omega_{e_i} + \left(\frac{d\omega_e}{dt} \right) \cdot dt, \quad [\text{с}^{-1}] \quad (2.14)$$

де $\omega_{e_{i+1}}$ – значення кутової швидкості колінчастого валу ω_{e_i} на наступному кроці інтегрування, с^{-1} .


Частота обертання колінчастого валу дорівнює:

$$n_e = \frac{30 \cdot \omega_e}{\pi}. \quad (2.15)$$

Рівняння Лейдермана дозволяє описувати потужність на вихідному валу двигуна тільки при повній подачі палива і повному навантаженні.

При моделюванні процесу управління крутним моментом двигуна нами запропонована коригувальна функція K_x .

За допомогою функції K_x значення ефективного крутного моменту M_e можна регулювати в необхідних межах (рис. 2.3):



$$M_{ei} = M_e \cdot K_x, [H \cdot m], \quad (2.16)$$

де M_{ei} – скориговане значення ефективного крутного моменту, Н·м.

Алгоритм розрахунку величини крутного моменту M_e за допомогою коригувальної функції K_x представлений в наступному вигляді (рис. 2.4):

$$K_{x+1} = \begin{cases} K_x - X \cdot dt, \text{ якщо } C = 0 \\ K_x + X \cdot dt, \text{ якщо } C = 1 \\ 0,1, \text{ якщо } K_{x+1} \leq 0,1 \\ 1, \text{ якщо } K_{x+1} \geq 1 \end{cases}, \quad (2.17)$$

де K_{x+1} – корегувальне значення функції K_x на наступному кроці інтегрування;

C – команда блоку управління двигуном на зміну крутного моменту;

X – коефіцієнт, що характеризує роботу двигуна;

dt – крок інтегрування.

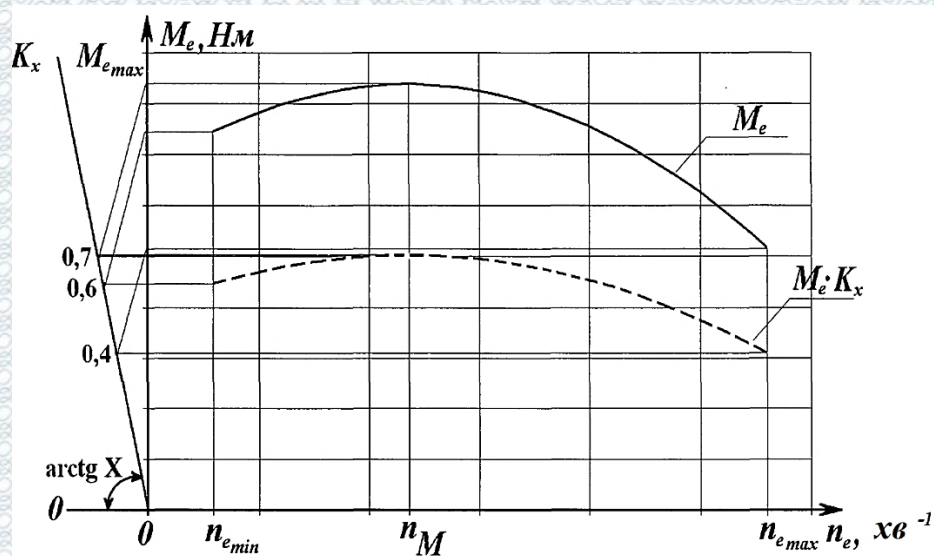


Рисунок 2.3 – Залежність крутного моменту від частоти обертання колінчастого валу і корегувальної функції

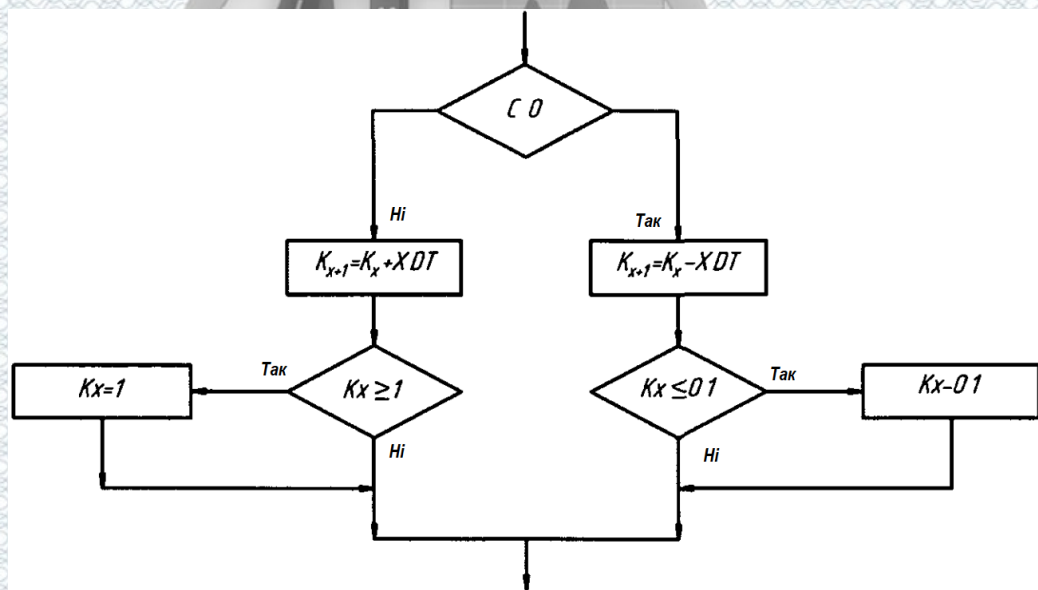


Рисунок 2.4 – Алгоритм розрахунку величини крутного моменту за допомогою коригувальної функції

Запропонований математичний опис дозволяє досить точно розраховувати ефективний крутний момент M_e на колінчастому валу ДВЗ, що є однією з основних вихідних характеристик ДВЗ.

2.2.2 Математичний опис логіки роботи ЕБУ ДВС

В процесі роботи ПБС, блок керування двигуном (рис. 2.2) управляє дросельною заслінкою в три етапи за допомогою керуючих команд у вигляді імпульсів напруги, що подаються на кроковий електродвигун [37].

Математичний опис логіки роботи ЕБУ ДВЗ автором [32] запропоновано виконувати на основі керуючих команди A , B , C і D .

В математичному описі прийнята умова:

– імітований коефіцієнт зчеплення лівого колеса з опорною поверхнею менше, ніж коефіцієнт зчеплення правого колеса. Тобто ліве колесо забігає (буксує), а праве відстає.

Команда D . Команда D є командою спрацьовування ПБС при регулюванні частоти обертання колінчастого валу.

Якщо при рушанні АТЗ одне з ведучих коліс починає буксувати, обороти двигуна ростуть і відносна різниця S_ω кутових швидкостей коліс АТЗ більше або дорівнює уставці $S_{\omega y}$, закладеної в електронний блок управління, то ЕБУ ДВЗ за допомогою крокового електродвигуна прикриває дросельну заслінку. Якщо ці умови не виконуються ПБС не працює. Тому логіка подачі команди D описана наступним чином.

Якщо (згідно з прийнятою умовою) кутова швидкість лівого колеса починає рости, частота обертання колінчастого валу більше $n_{e \min}$, відносна різниця S_ω кутових швидкостей коліс АТЗ більше або дорівнює заданій вставки $S_{\omega y}$, то $D = 0$ і в цьому випадку ПБС працює.

Якщо хоча б одна з умов не виконується, то $D = 1$ і ПБС не працює.

$$D = \begin{cases} 0, & \text{якщо } n_e > 620 \text{ хв}^{-1}, \omega_{\text{лів.кол}} > 0, S_\omega \geq S_{\omega y} \\ 1, & \text{якщо } n_e \leq 620 \text{ хв}^{-1} \\ 1, & \text{якщо } n_e > 620 \text{ хв}^{-1}, \omega_{\text{лів.кол}} = 0 \\ 1, & \text{якщо } n_e > 620 \text{ хв}^{-1}, \omega_{\text{лів.кол}} > 0, S_\omega < S_{\omega y} \end{cases}, \quad (2.18)$$

де S_ω - відносна різниця кутових швидкостей коліс АТЗ;

S_{ω_y} – вставка на спрацьовування.

Відносна різниця кутових швидкостей коліс АТЗ розраховується за такою формулою:

$$S_\omega = \frac{|\omega_{\text{лев.кол.}} - \omega_{\text{прав.кол.}}|}{\omega_{\text{букс.кол.}}}, \quad (2.19)$$

де $\omega_{\text{букс. кол.}}$ – кутова швидкість буксуючого колеса, с^{-1} .

Для управління командою D , був запропонований алгоритм (рис. 2.5).

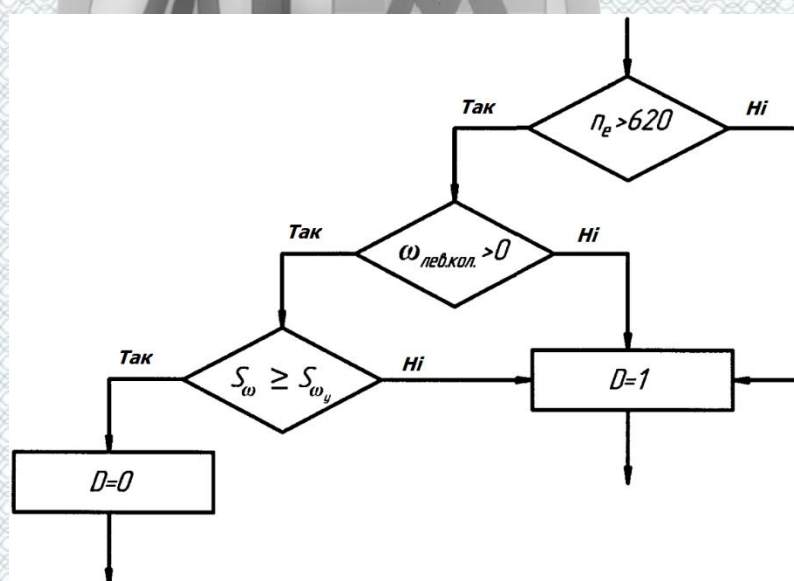


Рисунок 2.5 – Логіка керування командою D

Команда C . Команда C є командою, за допомогою якої регулюється ефективний крутний момент двигуна (рівняння 2.15) відповідно до зростання або падіння оборотів (відповідно до команди A і поєднань команд A і B).

На різних етапах регулювання частоти обертання колінчастого валу, команда C виконується по різному, тобто управляє регулюванням ефективного крутного

моменту двигуна в конкретно заданих діапазонах на кожному етапі зміни частоти обертання колінчастого валу (рівняння 2.20, 2.21, 2.22).

Перший етап I. На першому етапі частота обертання колінчастого валу починає рости. При цьому (відповідно до прийнятої умови), ліве ведуче колесо АТЗ починає буксувати, а праве залишається нерухомим. ЕБУ ПБС отримує інформацію від датчиків кутової швидкості коліс і передає її у вигляді електричних сигналів в ЕБУ ДВЗ, який, в свою чергу, управляє кроковим електродвигуном, який зменшує кут відкриття дросельної заслінки.

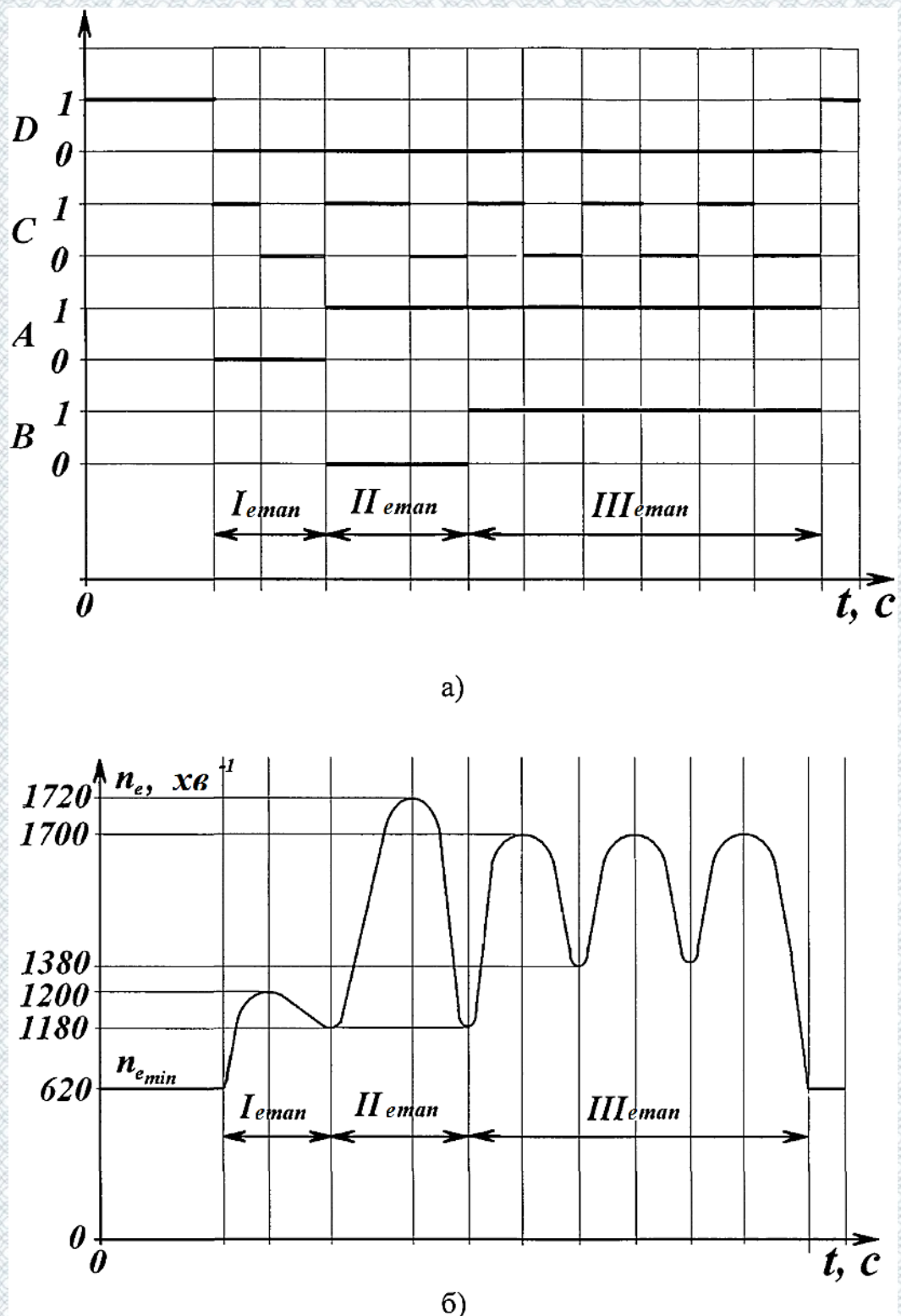
При цьому частота обертання колінчастого валу ДВЗ не перевищує значення $\approx 2 \cdot n_{e_{\min}}$ і знижується до $\approx (1,8 \div 1,9) \cdot n_{e_{\min}}$ значення [36, 51, 54 і ін.].

У розроблюваному математичному описі на першому етапі команда $A = 0$. Якщо команда $A = 0$, то частота обертання колінчастого валу двигуна регулюється в межах від 620 $[\text{хв}^{-1}]$ до 1200 $[\text{хв}^{-1}]$ (рис. 2.6):

$$C = \begin{cases} 0, \text{ якщо } A = 0 \text{ та } n_e \leq 620 \text{ хв}^{-1} \\ 1, \text{ якщо } A = 0 \text{ та } 620 \text{ хв}^{-1} < n_e \leq 1200 \text{ хв}^{-1}, \\ 0, \text{ якщо } A = 0 \text{ та } n_e > 1200 \text{ хв}^{-1} \end{cases} \quad (2.20)$$

Якщо на наступних етапах роботи ПБС $A = 1$, то частота колінчастого валу двигуна регулюється за поєднанням команд A і B .

Другий етап II. На другому етапі регулювання система управління двигуном змінює обороти колінчастого валу в межах від $\approx (1,8 \div 1,9) \cdot n_{e_{\min}}$ до $\approx (3 \div 4) \cdot n_{e_{\min}}$ [36, 51, 54 і ін.].



а - команди ЕБУ ДВЗ; б - графік зміни частоти обертання колінчастого валу ДВЗ при роботі ПБС

Рисунок 2.6 – Характеристика роботи ЕБУ ДВЗ

Якщо $A = 1$ і $B = 0$, то частота обертання колінчастого валу двигуна регулюються в межах від 1180 хв^{-1} до 1720 хв^{-1} (рис. 2.6):

$$C = \begin{cases} 0, \text{ якщо } A = 1, B = 0 \text{ і } n_e \leq 1180 \text{ хв}^{-1} \\ 1, \text{ якщо } A = 1, B = 0 \text{ і } 1180 \text{ хв}^{-1} < n_e \leq 1720 \text{ хв}^{-1}, \\ 0, \text{ якщо } A = 1, B = 0 \text{ і } n_e > 1720 \text{ хв}^{-1} \end{cases} \quad (2.21)$$

Третій етап III. На третьому етапі частота обертання колінчастого валу ДВЗ підтримується в межах від $\approx (2 \div 2,5) \cdot n_{e_{\min}}$ до $\approx (3 \div 4) \cdot n_{e_{\min}}$ [37, 52, і ін.].

На третьому етапі III регулювання частоти обертання колінчастого валу здійснюється, також як і на другому, по поєднанню команд A і B .

Якщо $A = 1$ і $B = 1$, то частота обертання колінчастого валу двигуна підтримується в межах від 1380 хв^{-1} до 1700 хв^{-1} (рис. 2.6):

$$C = \begin{cases} 0, \text{ якщо } A = 1, B = 1 \text{ і } n_e \leq 1380 \text{ хв}^{-1} \\ 1, \text{ якщо } A = 1, B = 1 \text{ і } 1380 < n_e \leq 1700 \text{ хв}^{-1}, \\ 0, \text{ якщо } A = 1, B = 1 \text{ і } n_e > 1700 \text{ хв}^{-1} \end{cases} \quad (2.22)$$

Для математичного моделювання процесу регулювання частоти обертання колінчастого валу нами було запропоновано наступний алгоритм (рис. 2.7).

Розроблений алгоритм повноцінно описує роботу електронного блоку управління двигуна внутрішнього згорання при роботі протиблокувальної системи.

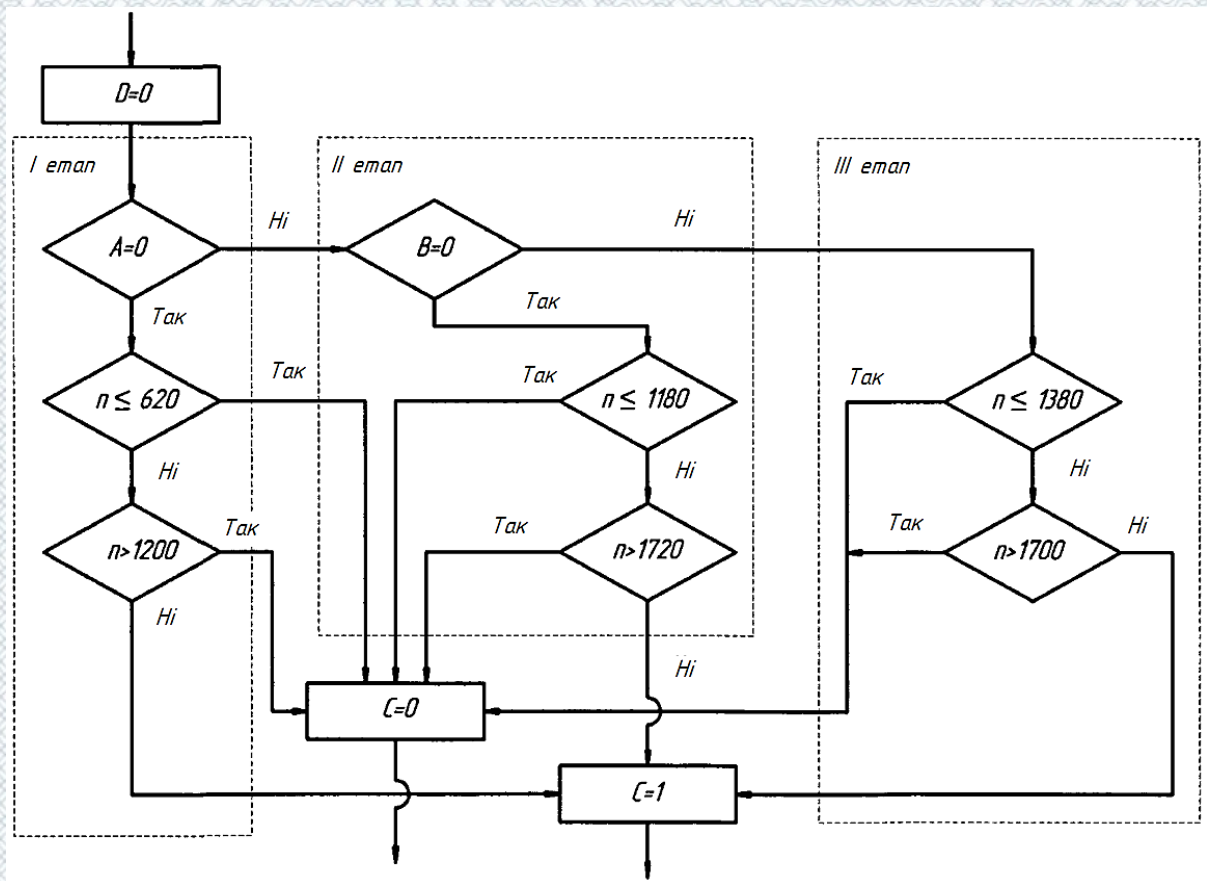


Рисунок 2.7 – Алгоритм логіки роботи електронного блоку управління ПБС

2.2.3 Математичний опис силових і кінематичних параметрів колеса з еластичною шиною

Колесо АТЗ є основною ланкою, що взаємодіє з опорною поверхнею. З одного боку АТЗ через колесо впливає на бігові барабани, з іншого боку стел, створюючи реакції на колесах, впливає на силову установку і трансмісію АТЗ.

Математичного моделювання характеристик взаємодії еластичною шини з опорною поверхнею присвячена велика кількість наукових праць і досліджень [9, 14, 34, 55 і ін.].

В основу математичного опису характеристик колеса з еластичною шиною, покладені рівняння стаціонарних характеристик [34, 55]. Процес взаємодії шини з опорною поверхнею характеризується її нормованою функцією $f_{(s)}$ [55]:

$$f(s) = \sin[a \cdot \arctg(b \cdot S)], \quad (2.23)$$

де a і b - коефіцієнти, що характеризують форму функції $f(s)$;

S - коефіцієнт проковзування лівої чи правої шини щодо опорної поверхні.

Реалізовані дотичні реакції R_x на лівому і правому колесах АТЗ відповідно, визначаються за формулами [55]:

$$R_{x_{\text{лев. кол.}}} = R_z \cdot f(s) \cdot \varphi_{\text{лев. кол.}}, \quad (2.24)$$

$$R_{x_{\text{прав. кол.}}} = R_z \cdot f(s) \cdot \varphi_{\text{прав. кол.}}. \quad (2.25)$$

де R_z - нормальна реакція опорної поверхні на дію вертикального навантаження на колесо, Н;

$\varphi_{\text{лів кол.}}$, $\varphi_{\text{прав кол.}}$ - значення коефіцієнтів зчеплення даної шини з даною опорною поверхнею лівого і правого коліс АТЗ.

Коефіцієнти прослизання лівого і правого коліс визначаються з виразів [55]:

$$S_{\text{лев. кол.}} = 1 - \frac{\omega_{\text{лев. б. б.}} \cdot r_{\text{б. б.}}}{\omega_{\text{лев. кол.}} \cdot r_{\text{к0}}}, \quad (2.26)$$

$$S_{\text{прав. кол.}} = 1 - \frac{\omega_{\text{прав. б. б.}} \cdot r_{\text{б. б.}}}{\omega_{\text{прав. кол.}} \cdot r_{\text{к0}}}. \quad (2.27)$$

Радіус кочення в веденому режимі $r_{\text{к0}}$ головним чином залежить від величини нормального навантаження на колесо і являє нелінійну залежність, яка визначається як [34]:

$$r_{\text{к0}} = r_0 \cdot (1 - C_1 \sqrt{R_z} + C_2 \cdot R_z), \quad (2.28)$$

де C_1 , C_2 - постійні для даної шини;

r_0 - статичний радіус колеса, м.

Сила опору коченню F_f вводиться в модель умовно. При русі АТЗ опір коченню обумовлений гістерезисними силовими втратами в шині при її радіальній, тангенційній і бічній деформаціях, швидкісними втратами, пов'язаними з ковзанням в зоні плям контакту шини з опорною поверхнею. У тяговому режимі розгону без пробуксовки коліс гістерезисні втрати в шині складають 90-95% від загальних втрат [55].

Сили опору коченню ведучих коліс АТЗ по бігових барабанах стенда визначаються за виразами для лівого і правого коліс відповідно [55]:

$$F_{f_{б.б.лев.кол.}} = f_{б.б.лев.кол.} \cdot R_Z, \quad (2.29)$$

$$F_{f_{б.б.прав.кол.}} = f_{б.б.прав.кол.} \cdot R_Z \quad (2.30)$$

де $f_{б.б.лев.кол.}$, $f_{б.б.прав.кол.}$ - коефіцієнти опору кочення лівого і правого коліс АТЗ відповідно.

Дослідження показують, що при збільшенні швидкості руху опір коченню інтенсивно збільшується. Коефіцієнт опору коченню для лівого і правого коліс по біговим барабанам визначається з виразів [55]:

$$f_{б.б.лев.кол.} = f_{об.б.} \cdot \left(1 + \frac{V_{лев.кол.}^2}{20000} \right), \quad (2.31)$$

$$f_{б.б.прав.кол.} = f_{об.б.} \cdot \left(1 + \frac{V_{прав.кол.}^2}{20000} \right), \quad (2.32)$$

де $f_{об.б.}$ - коефіцієнт опору коченню при $V_{лев.кол.} = 0$ і $V_{прав.кол.} = 0$;

$V_{лев.кол.}$ і $V_{прав.кол.}$ - окружна швидкість лівого і правого коліс АТЗ відповідно, км / год.

Окружна швидкість лівого колеса визначається за формулою:

$$V_{лев.кол.} = \omega_{лев.б.б.} \cdot r_{б.б.}, \quad (2.33)$$

де $\omega_{\text{лів.б.б.}}$ - кутова швидкість лівого бігового барабана, с^{-1} ;

$r_{\text{б.б.}}$ - радіус бігового барабана стенду, м.

Окружна швидкість правого колеса визначається аналогічно:

$$V_{\text{прав. кол.}} = \omega_{\text{прав. б.б.}} \cdot r_{\text{б.б.}}, \quad (2.34)$$

де $\omega_{\text{прав.б.б.}}$ - кутова швидкість правого бігового барабана, с^{-1} .

2.2.4 Математичний опис характеристик гальмівного механізму

Дослідженню процесів функціонування та розробці математичних моделей динаміки гальмівного механізму в процесі гальмування АТЗ присвячена велика кількість робіт вітчизняних і зарубіжних вчених [4, 8, 48, 50, 52 і ін.].

Для опису роботи гальмівного механізму була використана математична модель, розроблена А.І. Федотовим [50]. Дана математична модель враховує: гістерезисні втрати в гальмівному механізмі; його інерційність (запізнювання спрацьовування); зону нечутливості гальмівного механізму, що залежить від зазорів в його парах тертя; зміну гальмівного моменту від відносної швидкості переміщення елементів пари тертя. При цьому вона має відносну простоту і високу точність моделювання.

Інерційність гальмівного механізму описується рівнянням динамічної ланки першого ступеня [52]:

$$\frac{dP}{dt} = \frac{P_T - P_{TM}}{T_{TM}}, \quad (2.35)$$

де T_{TM} – постійна часу гальмівного механізму, с;

$\frac{dP}{dt}$ – швидкість зміни тиску робочого тіла в гальмівному механізмі;

P_T – тиск робочого тіла на вході в гальмівний механізм, МПа;

P_{TM} – тиск робочого тіла в гальмівному механізмі, МПа.

$$M_T = \begin{cases} 0, \text{ якщо } \frac{dP}{dt} > 0 \text{ і } P_{TM} \leq \Delta_0 \text{ або } P_{TM} \leq 0 \\ K_1 \cdot (P_{TM} - \Delta_0), \text{ якщо } \frac{dP}{dt} > 0 \text{ і } K_1 \cdot (P_{TM} - \Delta_0) - M_{TP} > 0 \\ K_2 \cdot P_{TM}, \text{ якщо } \frac{dP}{dt} \leq 0 \text{ і } K_2 \cdot P_{TM} - M_{T3} < 0 \\ M_{TP}, \text{ якщо } \frac{dP}{dt} > 0 \text{ і } K_1 \cdot (P_{TM} - \Delta_0) - M_{TP} \leq 0 \\ M_{T3}, \text{ якщо } \frac{dP}{dt} \leq 0 \text{ і } K_2 \cdot P_{TM} - M_{T3} \geq 0 \\ R_z \cdot \varphi_{\max} \cdot f_b \cdot r_{\kappa 0}, \text{ якщо } S_{\text{лев.кол.}} = 1 \text{ або } S_{\text{прав.кол.}} = 1 \end{cases}, \quad (2.36)$$

де Δ_0 - зона нечутливості гальмівного механізму при наростанні тиску у виконавчому механізмі, Н·м / МПа;

M_{T3} і M_{TP} - значення гальмівного моменту під час зміни знаку першої похідної тиску у виконавчому механізмі, Н·м;

K_1 і K_2 - коефіцієнти темпу наростання і зниження гальмівного моменту, Н·м / МПа.

Коефіцієнти темпу наростання і зниження гальмівного моменту коригуються з метою врахування зміни гальмівного моменту від зміни швидкості відносного переміщення пари тертя, тобто в залежності від величини кутової швидкості колеса виконується розрахунок коригуючих коефіцієнтів K_1 і K_2 [52]:

$$K_1 = K_{10} - K_{\omega_1} \cdot \omega_{\kappa}, \quad (2.37)$$

$$K_2 = K_{20} - K_{\omega_2} \cdot \omega_{\kappa}, \quad (2.38)$$

де K_{10} і K_{20} - відповідно коефіцієнти наростання і зниження темпу зміни гальмівного моменту при $\omega_{\text{лів кол}} \rightarrow 0$ або $\omega_{\text{прав кол}} \rightarrow 0$, Н·м / МПа;

$K_{\omega 1}$ і $K_{\omega 2}$ - коефіцієнти корекції темпів зміни гальмівного моменту від величини кутової швидкості обертання коліс $\omega_{\text{лів кол}}$ або $\omega_{\text{прав кол}}$, Н·м·с / МПа.

2.3 Алгоритм розрахунку силових і швидкісних параметрів при розгоні АТЗ з функціонуючою ПБС на стенді з біговими барабанами

Для аналітичного дослідження впливу параметрів технічного стану ПБС при її діагностуванні на стенді з біговими барабанами був розроблений алгоритм.

Алгоритм передбачає наступні процедури:

1. Введення вихідних даних (констант: радіусів коліс, коефіцієнтів нормування $f(s)$ діаграми; геометричних параметрів стенду: міжцентрових відстаней і радіусів бігових барабанів, моментів інерції махових мас стенду і т.д.).
2. Розрахунок початкових умов (вагові параметри автомобіля, радіус кочення колеса в веденому режимі і т.д.).
3. Розрахунок рівнянь, що моделюють роботу ЕБУ ДВЗ (частоти обертання колінчастого валу, крутного моменту).
4. Розрахунок рівнянь, що моделюють динаміку роботи гідротрансформатора (розрахунки передавального числа в ГТ; коефіцієнта моменту насосного колеса; коефіцієнта трансформації; коефіцієнта корисної дії гідротрансформатора, моментів на насосному і турбінному колесах, рішення рівнянь спільної роботи двигуна і ГТ).
5. Розрахунок рівнянь, що описують силові і кінематичні параметри колеса.
6. Розрахунок рівнянь, що описують динаміку диференціала.
7. Розрахунок рівнянь, що описують взаємодію АТЗ і стенду.
8. Розрахунок рівнянь, що моделюють роботу ЕБУ ПБС.
9. Розрахунок рівнянь, що описують роботу гальмівного механізму.
10. Процедура виведення результатів розрахунку представлена у вигляді графіків залежностей показників процесу розгону і їх значень.

Запропонований алгоритм (див. рис. 2.8) дозволяє аналітично досліджувати процес розгону АТЗ на бігових барабанах діагностичного стенда і отримувати розрахунковими методами значення силових і швидкісних параметрів при діагностуванні ПБС АТЗ.

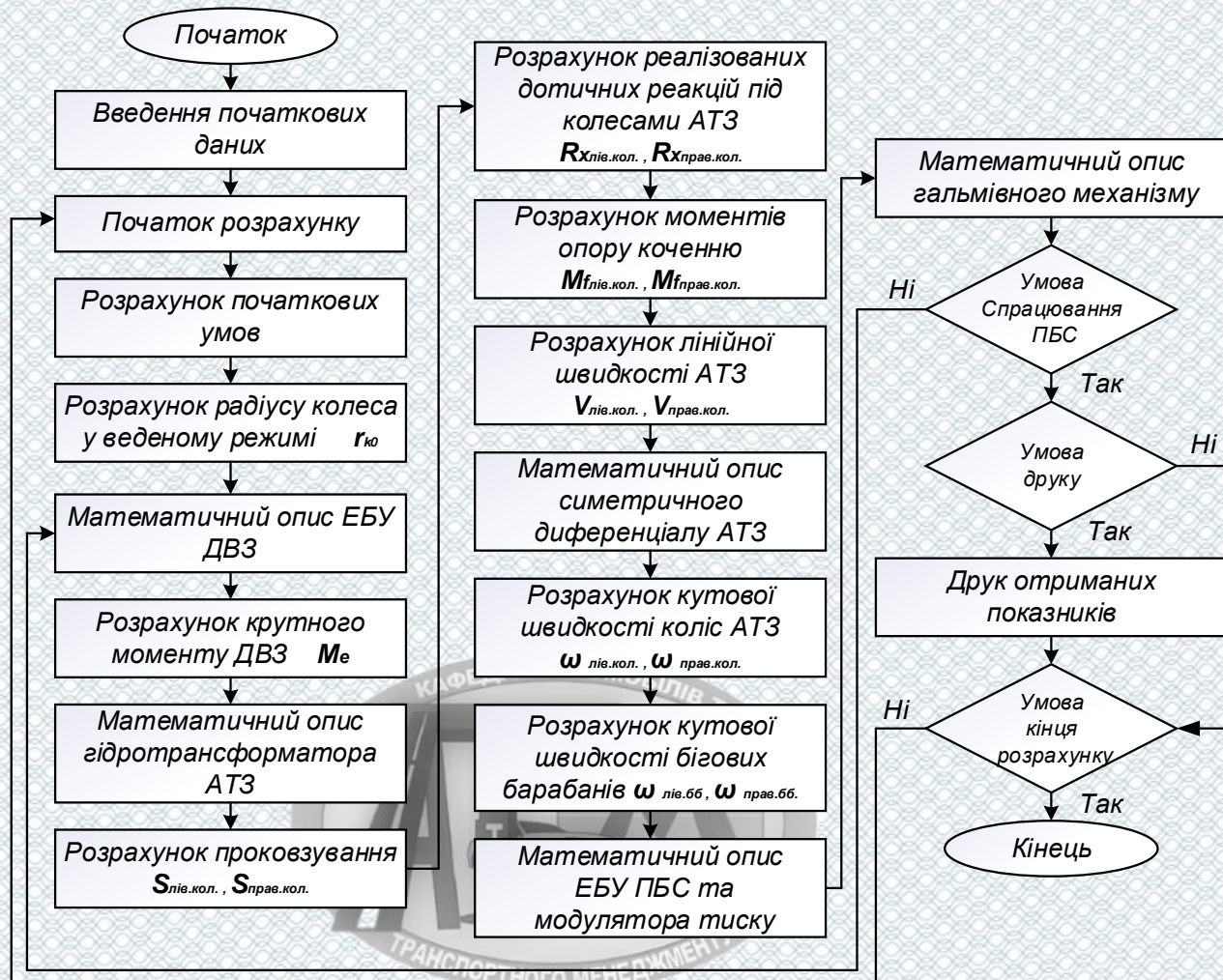


Рисунок 2.8 – Алгоритм розрахунку показників розгону АТЗ з функціонуючою ПБС на стенді з біговими барабанами

Висновки до розділу 2

Проведені теоретичні дослідження дозволили зробити наступні висновки:

Розроблена структурна схема системи «АТЗ з ПБС - стенд з біговими барабанами» дозволяє виконувати аналіз взаємозв'язків між елементами цієї системи, а також діагностичними параметрами і параметрами технічного стану ПБС АТЗ в процесі її діагностування на стендах з біговими барабанами.

Розроблена математична модель процесу розгону ведучих коліс АТЗ з функціонуючою ПБС на інерційному стенді з біговими барабанами дозволяє виконувати аналітичні дослідження впливу технічного стану елементів ПБС на її

силові та кінематичні параметри з урахуванням: характеристик і режимів роботи ДВЗ, логік роботи електронних блоків управління ДВЗ та ПБС, гальмівних механізмів, характеристик взаємодії ведучих коліс з поверхнями бігових барабанів стенду і його конструктивними елементами.

Математична модель дозволяє виконувати аналітичне дослідження щодо обґрунтування діагностичних параметрів, які характеризують технічний стан елементів ПБС при діагностуванні АТЗ на інерційних стендах з біговими барабанами.



РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА СТАНУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ВІННИЧЧИНА-АВТО»

3.1 Загальна характеристика підприємства

Підприємство «Вінниччина-Авто» було створене на базі Вінницької станції техобслуговування шляхом реорганізації 21 лютого 1975 року. З цієї дати підприємство отримало назву Вінницьке виробниче об'єднання «Вінницяавтотехобслуговування».

Протягом останніх 30 років підприємство здійснює весь комплекс робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

За час свого існування підприємство пережило ряд перетворень – з 26 листопада 1992 року підприємство було реорганізоване в «Організацію орендарів Вінницької СТО – Автосервіс», а 9 листопада 1994 року Наказом Фонду державного майна України на базі підприємства створено Відкрите акціонерне товариство (ВАТ) «Вінниччина-Авто». На підставі рішення позачергових Загальних зборів акціонерів від 27 грудня 2017 року ВАТ «Вінниччина-Авто» перейменовано на Приватне акціонерне товариство (ПрАТ) „Вінниччина-Авто”.

ПрАТ «Вінниччина-Авто» є структурним підрозділом Української автомобільної корпорації і офіційно представляє у Вінницькій області ЗАТ «Запорізький автомобілебудівний завод».

ПрАТ «Вінниччина-Авто» є однією з найбільш потужних в регіоні структур, яка надає послуги з гарантійного і післягарантійного ремонту автомобілів, технічного обслуговування автомобілів.

Підрозділи і головне підприємство ПрАТ “Вінниччина-Авто” оснащені необхідним сучасним обладнанням і приладами. Спеціалісти підприємства проходять навчання і підвищують кваліфікацію в учбових центрах Корпорації “УкрАВТО”.

Адреса підприємства: 21000, м. Вінниця, вул. Ватутіна, 172.

Якісна робота кожного підприємства певною мірою залежить від чітко сформованої під відповідне виробництво організаційної структури управління.

Дане СТО має генерального директора. йому підпорядковується заступник, заступнику - підпорядковується майстер, який керує спеціалізованими бригадами по видам виконуваних робіт.

Організаційна структура управління наведена на рисунку 3.1.

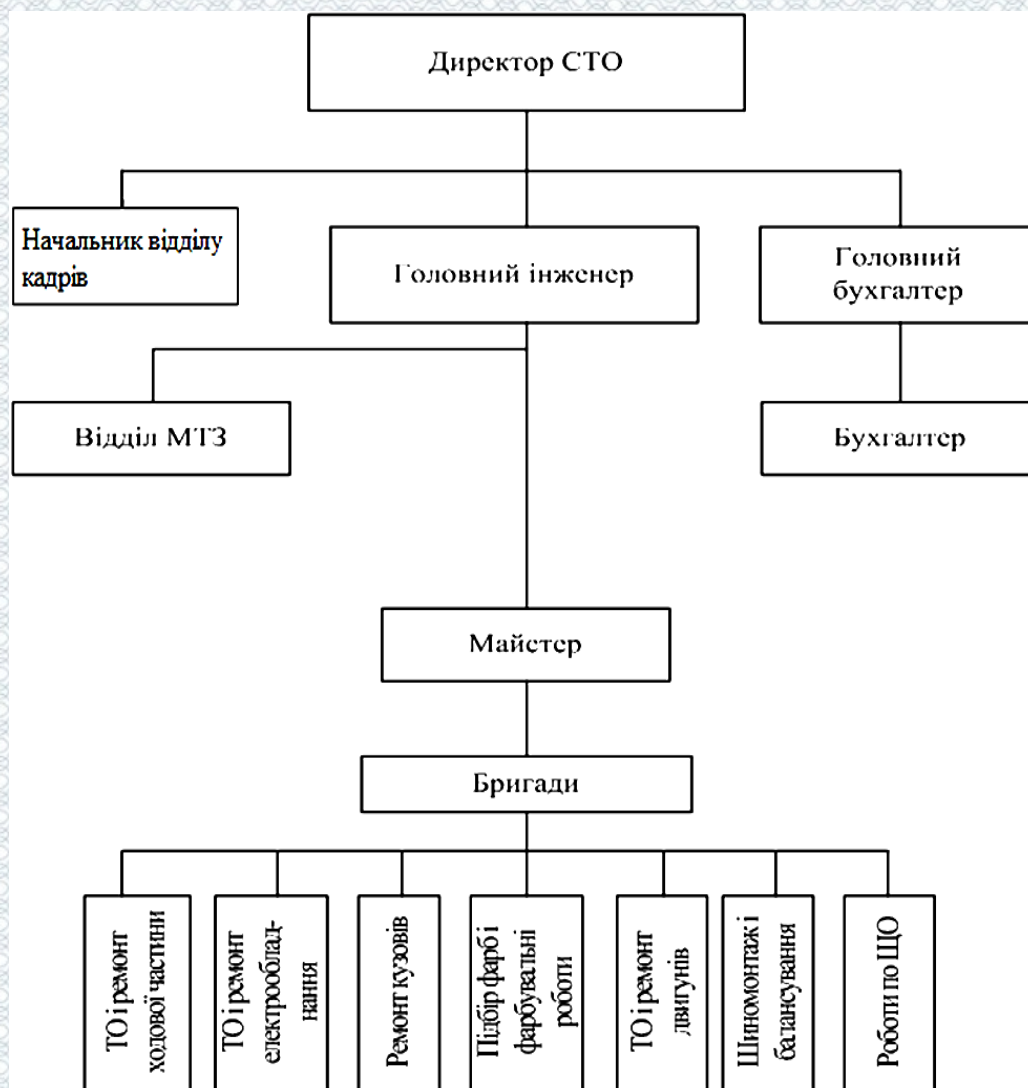


Рисунок 3.1 - Організаційна структура управління СТО

Структура підприємства ПАТ «Вінничина-АВТО» визначається в основному виробничою програмою, об'ємом і характером послуг, які надаються СТОА.

Виробнича структура управління СТО відображає розподіл праці між учасниками виробництва і призначена для рішення задач, що існують на підприємстві. Вона надає можливість підвищити продуктивність праці, покращити якість робіт.

Головний інженер здійснює технічне керівництво та контроль за відповідним технічним станом СТО і виконанням правил по проведенню ТО і ПР, за роботою відділу МТЗ.

Майстер здійснює керівництво відповідними бригадами, виписує наряд-замовлення, контролює проведення відповідних ТО і ПР, виконує інструктаж з техніки безпеки і охорони праці.

Кожна бригада має свого бригадира, який керує проведенням робіт по даному виду ТО і ПР, а також сам бере участь в цьому ремонті та ТО.

3.2 Предмет діяльності підприємства

Предметом діяльності підприємства є сервісне обслуговування та ремонт транспортних засобів; торгівля транспортними засобами, обладнанням, запасними частинами до них.

СТО надає такі послуги:

- комп'ютерна діагностика;
- заміна мастил і технічних рідин;
- обслуговування паливної системи (бензин, дизель);
- шиномонтаж, балансування коліс;
- встановлення кутів розвалу/сходження коліс на комп'ютерному стенді;
- обслуговування та ремонт ходової частини;
- перевірка та заміна свічок запалювання та проводів високої напруги;
- заміна ламп освітлення та акумуляторів.

На базі СТО функціонує магазин з широким вибором автомобільних товарів:

- авто-хімії, косметики, аксесуарів;
- автозапчастин;

- шин, дисків;
- електро- і ручного інструменту;
- витратних матеріалів.

Експлуатація та організація технічного обслуговування і ремонту приватних автомобілів має специфічні особливості, які необхідно враховувати при визначенні необхідного комплексу профілактичних та ремонтних робіт для підтримки їх в технічно справному стані.

Система обслуговування приватних автомобілів має такі особливості:

- ТО і ПР автомобілів в більшості випадків здійснюються на СТО на основі заявки власника. Застосовується самообслуговування;

- планово–попереджувальна система обслуговування рекомендує та частково регламентує власникам автомобілів періодичність ТО, але не передбачає відповідальність за невиконання цих вказівок. ТО частково здійснюється завдяки застосуванню сервісних книжок;

- власник користується правом на вибіркове проведення операцій по ТО і ПР;

- капітальний ремонт автомобілів не виконується. Виконується тільки капітальний ремонт вузлів та агрегатів.

Розподіл робіт у залежності від складності та часу виконання приведений у таблиці 3.1.

СТО автомобілів «Вінниччина-Авто» у залежності від місця втручання на автомобілі виконуватиме усі роботи. СТО обійматиме 1-шу, 2-гу та 3-тю категорії СТО. Вищі категорії матимуть більшу потужність і виконуватимуть всі види робіт підприємств нижчих категорій.

Крім СТО вказаних категорій, які виконують більший або менший комплекс робіт по ТО та ремонту автомобілів, можуть існувати окремі спеціалізовані виробництва по виконанню визначених видів робіт, таких, як, наприклад, миття автомобіля, швидка заміна мастил та експлуатаційних рідин, шиномонтаж, ремонт автоматичних коробок передач, капітальний ремонт окремих агрегатів, відновлення деталей и т.п.

Таблиця 3.1 - Розподіл робіт по ТО та ремонту автомобілів у залежності від часу їх виконання та категорія СТО [15]

Час виконання роботи	Категорія СТО	Види робіт
До 2 годин	1	Загальне та по елементне діагностування. Змащення. Заміна мастил та експлуатаційних рідин. Регулювання кутів встановлення коліс, гальм, приладів системи запалювання та живлення Заміна та балансування коліс. Шиномонтаж. Дрібний ремонт на базі заміни вузлів. Перевірка та регулювання токсичності двигуна. Мийно-прибиральні та косметичні роботи по кузову. Інші види робіт тривалістю до 2 годин.
2-4 години	2	ТО-1. Поточний ремонт агрегатів та вузлів, приладів систем запалювання та живлення. Інші види робіт тривалістю 2...4 години
4 - 8 годин	3	ТО-2. Дрібні та середні оббивно-арматурні, кузовні та фарбувальні роботи Середній ремонт агрегатів автомобіля. Антикоровійна обробка кузова. Інші види робіт тривалістю 4...8 годин
Більше 8 годин	4	Поновлювальний ремонт кузова Великі оббивно-арматурні та фарбувальні роботи Капітальний ремонт агрегатів та вузлів

Потенційна ємність послуг для проведення всього комплексу робіт з технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) автомобілів певної марки в заданому географічному сегменті може бути оцінена за формулою:

$$T_i = A_j \times L_{pj} \times t_{rj} / 1000, \text{ люд год/рік}, \quad (3.1)$$

де A_j - кількість автомобілів j -ої марки у сегменті;
 L_{pj} - середній річний пробіг одного автомобіля, км,
 t_{ij} - середня трудомісткість робіт по ТО та ремонту для одного автомобіля, люд год/1000 км.

Середню трудомісткість робіт по ТО та ПР на 1000 км пробігу можна знайти в технічній документації фірми-виробника автомобілів, або в разі відсутності такої інформації, прийняти орієнтовно по таблиці 3.2 [15].

Таблиця 3.2 - Нормативні трудомісткості ТО та ремонту автомобілі на 1000км пробігу

Клас автомобіля	Питома трудомісткість, люд.год./1000км
Особливо малий (до 1200 см ³)	2.0
Малий (1200... 1800 см ³)	2.3
Середній (1800... 3500 см ³)	2.7

Визначимо складові параметри формули 3.1 для визначення потенційної ємності сегменту.

Визначення кількість автомобілів A_j у сегмент .

Загальний парк автомобілів, які належать громадянам необхідно визначати з перспективою на майбутнє для конкретного району або міста в цілому.

Так за кількістю мешканців у місті можна визначити кількість автомобілів:

$$A_m = M_m \times U_a / 1000; \quad (3.2)$$

де M_m - кількість мешканців міста;

U_a - рівень автомобілізації, авт/1000мешканців.


Рівень автомобілізації в Україні на сьогоднішній день складає приблизно 232 автомобілів на 1000 мешканців. Прогноз на 2021 рік – 236 автомобілів на 1000 мешканців.

За статистикою у м. Вінниці проживає біля 370 тис. мешканців, тоді

$$A_m = 370000 \times 236 / 1000 = 87320 \text{ (авт.)}$$

При цьому враховується той факт, що тільки частина автомобілів обслуговується на СТО. Частину з них власники обслуговують самостійно.

Таким чином, кількість автомобілів, власники яких користуються СТО «Вінниччина-Авто» розраховують за формулою

$$A_j = A_m \times K_{o,m} \quad (3.3)$$


де $K_{o,m}$ - відповідно коефіцієнт обслуговування. Рекомендоване значення цього коефіцієнта [3]: $K_{o,m} = 0,22$. Тоді

$$A_j = 87320 \times 0,22 = 19210 \text{ (авт.)}$$

Ця кількість автомобілів використовуватиметься у подальших розрахунках при визначенні загального обсягу (трудомісткості) робіт по СТОА.

Для легкових автомобілів середній річний пробіг одного автомобіля $L_{p,j} \approx 15000$ км.

Приймаємо середню трудомісткість робіт по ТО та ремонту t_{ij} для одного автомобіля 2,5 людино годин/1000 км, тоді

$$T_i = 19210 \times 15000 \times \frac{2,5}{1000} = 720375 \text{ людино годин/рік.}$$

Адміністративний корпус загальною площею 1179 м², який в свою чергу з'єднаний з автосалоном площею 877 м² та головним виробничим корпусом площа якого 2890 м². Головний виробничий корпус з'єднаний дверима з малярним цехом площею 877 м² (див. рис. 3.3). При в'їзді на територію підприємства розташована прохідна площею 28 м², що забезпечує контроль та безпеку в'їзду-виїзду автомобілів з головного корпусу. Далі прохідної розміщена мийка площею в 182 м², на ній проводиться миття автомобілів перед заїздом у головний корпус, завдяки цьому забезпечується чистота у корпусі і на робочих місцях відповідно. Нижче мийки знаходиться СТО вантажних автомобілів площа якого 529 м². Далі розміщено склад запасних частин – 734 м², склад матеріалів – 1172 м² та кузовний цех - 1071 м². Нижче малярного цеху на генеральному плані розміщений транспортний підрозділ, який забезпечує підприємство необхідними матеріалами.

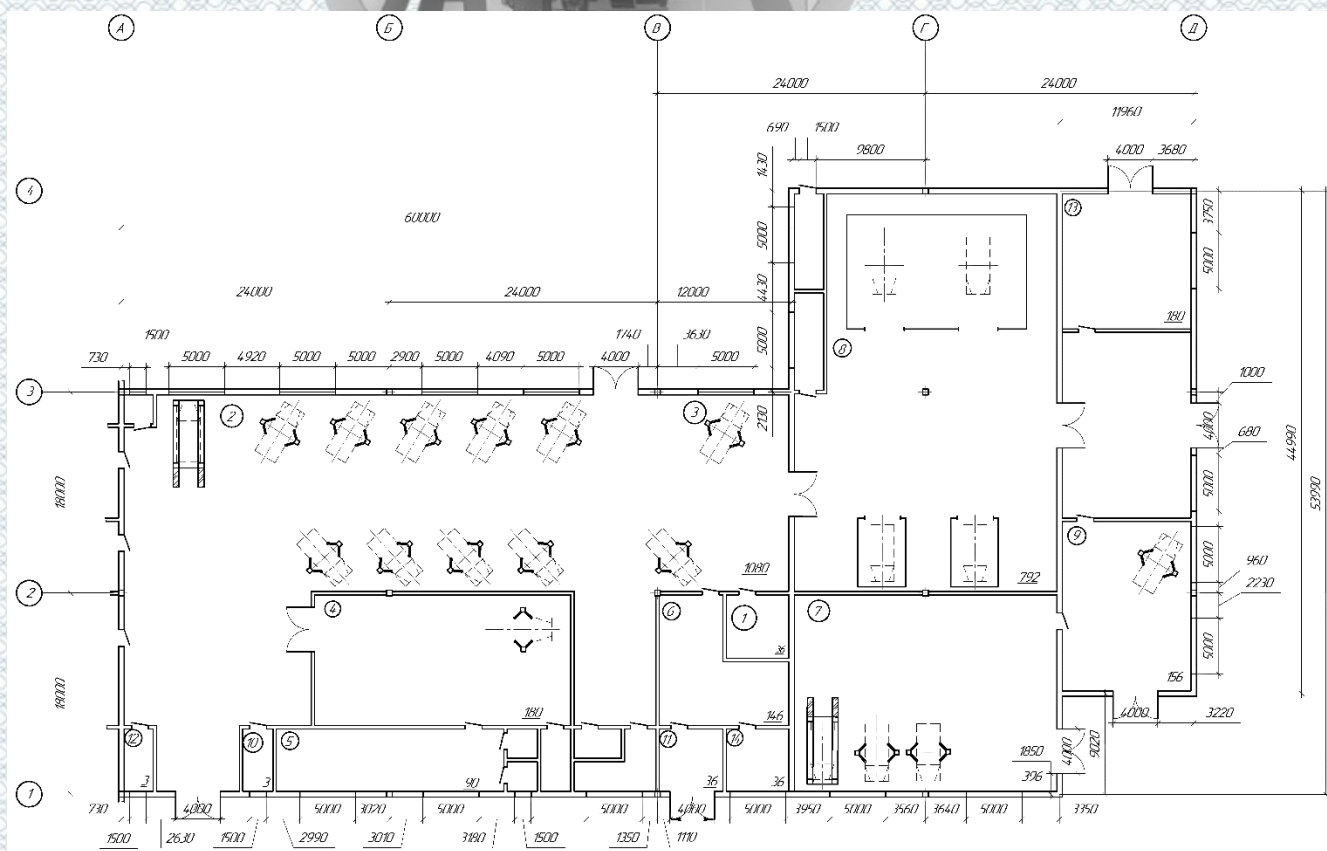


Рисунок 3.3 – Головний виробничий корпус СТО

Позаду автосалону та адміністративного корпусу; праворуч від головного корпусу знаходиться відкрита стоянка – склад товарних автомобілів, що продаються у автосалоні підприємства.

В склад виробничого корпусу входять наступні ділянки та приміщення: (1) мідницька ділянка площею 32 м²; (2, 3) зона ТО і ПР з постом діагностики – 1080 м²; (4) електротехнічна ділянка – 180 м²; (5) агрегатна ділянка – 90 м²; (6) склад запасних частин – 145 м²; (7) кузовна ділянка – 396 м²; (8) фарбувальна ділянка – 792 м²; (9) антикорозійна ділянка – 156 м²; (10) кімната майстра – 3 м²; (11) вбиральня – 9 м²; (12) котельня – 12 м²; (13) ізолятор браку – 180 м²; (14) склад експлуатаційних матеріалів – 136 м².

Важливим фактором внутрішнього середовища підприємства є стан його основних виробничих фондів, до них належать основні матеріальні та нематеріальні активи підприємства, групи основних фондів та майна підприємства [2].

Склад і вартість основних виробничих фондів підприємства визначаються на основі приміток до річної фінансової звітності, які зведені в таблиці 3.3.

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 3.3, можна зробити висновки про структуру основних виробничих фондів підприємства: будівлі, споруди та передавальні пристрої становлять 40,5% від загальної вартості; машини та обладнання – 24,8%; транспортні засоби – 8,3%; інструменти і прилади – 7%; малоцінні необоротні матеріальні активи – 4,6%; земельні ділянки – 14,1%.

Для детальнішого аналізу стану основних фондів можна використовувати такі показники: коефіцієнт відновлення, коефіцієнт вибуття, коефіцієнт придатності [2].

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

$$K_{\text{від}} = \frac{OB\Phi_{\text{в}}}{OB\Phi_{\text{к}}} n, \quad (3.4)$$

де $ОВФ_6$ – вартість основних фондів, що надійшли (вводяться в дію) протягом року, грн.;

$ОВФ_k$ – вартість основних фондів на кінець року, грн.

Таблиця 3.3 – Основні виробничі фонди

Група основних засобів	Код рядка	Залишок на початок року		Надійшло за рік	Вибуло за рік		Амортизація за рік	Залишилось на кінець року	
		Первісна вартість	Знос		Первісна вартість	Знос		Первісна вартість	Знос
Земляні ділянки	100	203,8	-	-	-	-	-	203,8	-
Будинки, споруди та передавальні пристрої	120	561,2	6,5	-	-	-	5,4	561,2	1,1
Машини та обладнання	130	343,6	3,2	-	7,2	0,1	5,7	336,4	8,9
Транспортні засоби	140	115,7	5,8	18	11,3	0,1	8,9	122,4	14,6
Інструменти, прилади	180	97,1	3,6	-	1,5	0,09	-	95,6	3,7
Малоцінні необоротні матеріальні активи	200	64	2,7	-	-	-	-	64	2,7
Разом	260	1385,4	21,8	18	19	0,29	20,2	1383,4	31

За даними таблиці 3.3 коефіцієнт відновлення становитиме:

$$K_{\text{від}} = \frac{18}{1385,4} = 0,013.$$

Коефіцієнт вибуття характеризує ступінь інтенсивності вибуття основних фондів:

$$K_{\text{виб}} = \frac{ОВФ_{\text{виб}}}{ОВФ_n}, \quad (3.5)$$


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

$ОВФ_n$ – вартість основних фондів на початок року, грн.

За даними таблиці 3.3 коефіцієнт вибуття становитиме:

$$K_{\text{виб}} = \frac{19}{1385,4} = 0,014.$$

Коефіцієнт придатності характеризує технічний стан основних фондів:



$$K_{\text{приб}} = 1 - \frac{ОВФ_{\text{зал}}}{ОВФ_{\text{перв}}} = 1 - K_3 = 1 - \frac{3}{ОВФ_{\text{перв}}}, \quad (3.6)$$

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

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

K_3 – коефіцієнт зносу;

3 – знос основних фондів, грн.

За даними таблиці 3.3 коефіцієнт придатності становитиме:

$$K_{\text{приб}} = \frac{31}{1383,4} = 1 - 0,022 = 0,978.$$

Аналізуючи виконані розрахунки, можна зробити такі висновки:

- основні виробничі фонди підприємства мають не значний знос (1,3%);
- інтенсивність вибуття основних фондів (1,4%);
- перевищує інтенсивність відновлення (0,1%);
- придатність основних виробничих фондів підприємства на сьогоднішній день становить (97,8%).

3.4 Аналіз існуючої системи та організації ТО та ПР на підприємстві

Автомобілі, що прибувають на СТО «Вінниччина-Авто» для проведення ТО і ПР, спершу проходять дільницю прибирально-мийних робіт і надходять на дільницю приймання для визначення необхідного обсягу і вартості робіт.

Схема надання автосервісних послуг на СТО показана на рисунку 3.4.

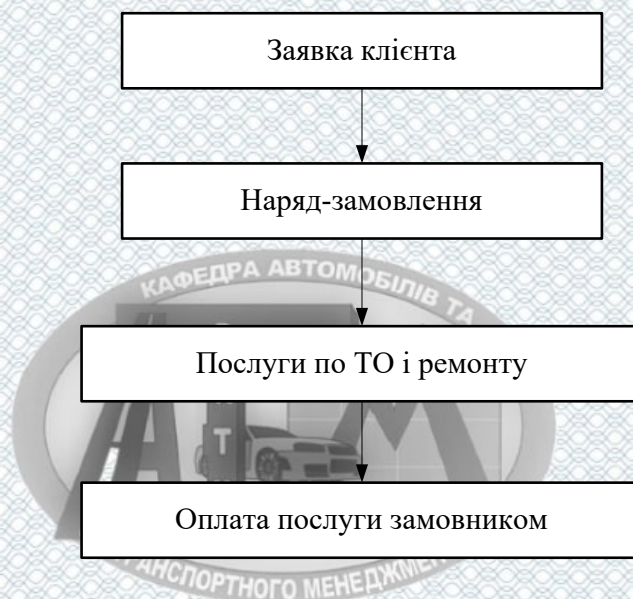


Рисунок 3.4 - Схема надання послуг на СТО

Організація ТО і ПР приватного транспорту має специфічні особливості, які необхідно враховувати при визначенні комплексу робіт по ТО і ПР, а саме:

- ТО і ПР в більшості випадків здійснюється на основі проведення діагностики, або відповідної заявки власника автомобіля;
- планово-попереджувальна система є, але для власника вона лише частково регламентує періодичність ТО і ремонту;
- перелік робіт по ТО і ПР пропонується власнику на основі діагностичних даних.

Потік документів при ТО і ремонті.

Основними документами для проходження гарантійного та післягарантійного обслуговування на СТО є:

- 1) Карточка техобслуговування.

2) Сервісна книжка.

3) Заява власника.

Гарантійні зобов'язання розповсюджуються на: двигун (блок циліндрів, піддон картер, головка блоку циліндрів, механізм газорозподілу, деталі, які пов'язані із циркуляцією мала, колінчатий вал, поршнева група); КПП (механізм КПП, приводні вали, шруси, карданний вал, редуктор заднього моста); паливну систему (елементи електронної системи упорскування за винятком бензонасоса); елементи системи керування (механізм керування з усіма внутрішніми деталями, тяги, елементи кермової трапеції за винятком кермової рейки); підвіску (амортизатори, поворотний кулак, важелі, стабілізатор поворотної стійкості, маточина); гальмову систему (головний і робочі гальмові циліндри, вакуумний підсилювач, регулятор і обмежувач гальмового зусилля); електричну систему (генератор з регулятором напруги, стартер, проводки); систему охолодження (радіатор, розширювальний бачок, водяний насос); кузов (наскрізна корозія).

Дія гарантійного сертифіката не поширюється на агрегати, вузли й деталі ТЗ які мають механічні ушкодження, а також вичерпали свій ресурс. До таких відносяться: витратні матеріали (свічки запалювання, проводи високої напруги, паливний фільтр, масляні фільтри, салонний фільтр гальмові колодки, електролампи (за винятком нерозбірних фар), запобіжники, двірники та інші гумовотехнічні деталі, ремінь ГРМ, приводні ремені), акумулятор, гальмові диски, диск і кошик зчеплення, амортизатори, втулки й сайленблоки, важелі, щітки електромоторів, щітки генератора, покриття (шини), система випуску відпрацьованих газів (каталізатор, резонатор, глушитель), трубопроводи, шланги високого тиску (гальмові).

Гарантійним сертифікатом також не покривається збиток, нанесений перерахованим вище деталям, вузлам і агрегатам, прийнятим на гарантію:

- у результаті дорожньо-транспортної пригоди (ДТП);
- при порушенні правил експлуатації автомобіля;
- при перевищенні експлуатаційно-допустимих навантажень на вузли й агрегати, а також на вісь причепу або багажне відділення;

- у результаті використання палива низької якості;
- після крадіжки або викрадення автомобіля;
- у результаті протиправних дій третіх осіб;
- у результаті стихійних лих;
- у результаті силового впливу;
- у результаті недостатньої сумлінності, неправильного, навмисного або зловмисного використання, а також у результаті участі автомобіля в заходах гоночного характеру, тренувальних поїздках, використання як службового транспорту або таксі;
- у результаті зміни первісної конструкції ТЗ (наприклад, тюнінг, установка додаткового обладнання без згоди гарантійної станції технічного обслуговування) або установка деталей і комплектуючих, які виробником не допускаються.

Перелік робіт, які виконуються на постах ТО і ПР СТО.

Контрольно - оглядові роботи. Перевіряється:

- наявність сколів, тріщин і місць корозії лакофарбового покриття кузова, пошкоджень мастики арок коліс і днища;
- стан елементів передньої і задньої підвісок, їх гумово-металевих шарнірів, втулок і подушок;
- стан рульових тяг, їх захисних ковпачків, захисних ковпачків, захисних чохлах рульового механізму, приводів коліс, пальців і шарніра тяги перемикачів передач; люфт стану демпфера;
- герметичність системи охолодження, живлення і гідравлічного приводу гальм, стан шлангів і трубок;
- герметичність ущільнень вузлів і агрегатів;
- рівень охолоджувальної рідини; стан натягнення ременів приводу генератора; рівень і щільність електроліту акумулятора;
- роботу генератора, освітлення, світлову і звукову сигналізацію, контрольні прилади, обігрівач, склоочисники, омивачі, обігрів заднього скла, систему

запалення; встановлення моменту запалення; правильність роботи вузлів і деталей коректора фар;

– роботу паливної системи і системи подачі повітря; працездатність термостата;

– наявність сторонніх шумів і стукотів двигуна, зчеплення, коробки передач і валів приводу передніх коліс; рівень масла в коробці передач;

– вільний хід на важелі вилки виключення зчеплення або хід педалі зчеплення;

– ефективність роботи гальм; регулювання гальма стоянки і вільний хід педалі; працездатність вакуумного підсилювача гальм; працездатність регулятора тиску; рівень гальмівної рідини;

– стан зубчатого ремня приводу механізму газорозподілу.

Регульовальні роботи. Підтяжка болтів кріплення головки блоку; комп'ютерну діагностику двигуна; підтяжка кріплення кришок розподільного валу; підтяжка кріплення агрегатів, вузлів і деталей шасі; регулювання натягу пасу механізму приводу газорозподілу.

Типові нормативи трудомісткості на ТО і ремонт наведемо у таблиці 3.4.

Структура системи ТО і ПР приватних легкових автомобілів показана на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 - Структура системи ТО і ПР приватних легкових автомобілів

Таблиця 3.4 – Типові нормативи трудомісткості на ТО і ремонт

Найменування операції	Трудомісткість, люд-год.	
	ВАЗ	Lanos
1. Миття автомобіля	0,25	0,24
2. Регулювання кута запалення	0,07	0,07
3. Перевірка роботи зчеплення	0,16	0,16
4. Перевірка ефективності гальм	0,27	0,27
5. Перевірка системи запалення	0,57	0,31
6. Регулювання зазорів клапанів	0,45	0,6
7. Перевірка і балансування коліс	0,12	0,12
8. Перевірка і встановлення кутів передніх коліс	0,78	0,8
9. Ремонт паливного насоса	0,3	0,38
10. Зняття і установка картера зчеплення при знятій коробці передач	0,12	0,27
11. Повна антикорозійна обробка	5,1	6,0
13. Усунення середнього перекосу кузова	15	15
- складного	20	20
- нескладного	7,2	7,2
14. Заміна порога	4,0	4,0
15. Заміна крила	6,5	1.0

Режим роботи СТО – однозмінний 8-ми годинний робочий день: понеділок – субота з 8 до 17. Обідня перерва 1 година на протязі робочого дня.

Як у кожного підприємства, що працює в відповідному сегменті ринку є свої конкуренти. Оскільки СТО має висококваліфікованих спеціалістів, сучасне технологічне обладнання, що обумовлює високу якість виконуваних робіт та дозволяє надавати гарантію на виконану роботу, дане СТО є конкурентоздатним. Присутні також суттєві ознаки для позиціонування пропозиції наданих послуг:

- скорочення часу, що витрачається на надання послуг;

- очікування споживача шляхом пропонування йому можливостей тимчасового використання іншого транспортного засобу, що є власністю самого підприємства;

- якість надання послуги.

Для стабільної роботи підприємства необхідно розширити перелік послуг що надаються клієнтам у порівнянні з існуючими СТО, наприклад шляхом надання послуги з діагностування протибуксувальних систем автомобілів, а також знизити собівартість послуг за рахунок підвищення механізації і зменшення часу виконання робіт. Це реалізується за рахунок створеної нової виробничо-технічної бази, впровадження нових технологій, відмови від морально застарілого обладнання та використанням сучасного обладнання.

3.5 Прогнозування попиту на автосервісні послуги

Для виконання прогнозування попиту на послуги станції технічного обслуговування автомобілів необхідно дослідити динаміку зміни автомобіле-заїздів на СТО ПрАТ «Вінниччина-Авто» за останні 3 роки. Кількість автомобіле-заїздів, які було зареєстровано за останні 3 роки на дане підприємство, занесено до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Кількість автомобіле-заїздів на СТО «Вінниччина-Авто»

Рік	Кількість автомобіле-заїздів
2017	11928
2018	13195
2019	13748

Як видно з таблиці 3.5 кількість автомобіле-заїздів на підприємстві збільшується. Збільшення числа автомобіле-заїздів пов'язано зі збільшенням кількості автомобілів у приватних власників, а саме завдяки масовому ввезенню в Україну вживаних автомобілів з-за кордону.

Вибір прогнозованої функції – найвідповідальніша частина при складанні прогнозів. Звичайно користуються такими функціями: лінійною – $y = a_0 + a_1 t$; показниковою – $y = a_0 a_1^t$. Кожна з наведених функцій є найпростішою моделлю динаміки зміни прогнозованого показника в часі (t) [35].

Оскільки результуючий показник є вибіркою з генеральної сукупності, не можна точно визначити невідомі значення параметрів, а можна знайти тільки їхні оцінки. Для вибору математичної функції, що описує траєкторію зміни того або іншого показника, необхідно: побудувати кореляційне поле; за характером розташування точок – значень показника – на кореляційному полі вибрати загальний вигляд функції регресії; скласти кореляційну таблицю; оцінити параметри a_0 й a_1 методом найменших квадратів; записати емпіричне рівняння регресії; обчислити коефіцієнт кореляції (у випадку лінійної регресії) або кореляційне відношення (у випадку нелінійної функції регресії); установити адекватність математичної моделі динаміці зміни показника автомобіле-заїздів в рік на СТО.

Оцінювання параметрів a_0 і a_1 знаходиться за формулами:

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}; \quad (3.7)$$

$$a_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (3.8)$$

На підставі вихідних даних складається кореляційна таблиця (табл. 3.6). При цьому як функція y_i приймається значення прогнозованого показника (β - автомобіле-заїздів в рік на СТО), як аргумент x_i – умовний рік (t), що відповідає даному значенню показника.

Таблиця 3.6 – Кореляційна таблиця прогнозування

Вихідні дані		Дані для розрахунку			
x_i		$y_i(\beta)$	$x_i y_i$	x_i^2	y_i^2
календ. рік	умовний рік (t)				
2017	1	11928	11928	1	142277184
2018	2	13195	26390	4	174108025
2019	3	13748	41244	9	189007504
–	$\sum_{i=1}^n x_i = 6$	$\sum_{i=1}^n y_i = 38871$	$\sum_{i=1}^n x_i y_i = 79562$	$\sum_{i=1}^n x_i^2 = 14$	$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 505392713$

Оцінювання параметрів a_0 і a_1 знаходиться за формулами (3.7; 3.8):

$$a_0 = \frac{38871 \cdot 14 - 6 \cdot 79562}{3 \cdot 14 - 6^2} = 11137;$$

$$a_1 = \frac{3 \cdot 79562 - 6 \cdot 38871}{3 \cdot 14 - 6^2} = 910.$$

Отже, математична модель для прогнозування β має такий вигляд:

$$\beta = 11137 + 910 \cdot t. \quad (3.9)$$

Проведемо прогнозування значення β на період до 2020 року. При цьому за початок координат (рік початку відліку) приймаємо 2017 рік. Таким чином, $t = 4$ і

$$\beta = 11137 + 910 \cdot 4 = 14777.$$

Графік прогнозу кількості автомобіле-заїздів на 2020 рік показано на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Прогноз кількості автомобіле-заїздів на 2020 рік

Коефіцієнт кореляції R вказує на тісноту лінійного зв'язку між показниками x_i й y_i , тобто між β і t . Він визначається за формулою:

$$R = \frac{n \sum y_i x_i - \sum y_i \sum x_i}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}}, \quad (3.10)$$

За формулою (3.10) і даними таблиці 3.5 визначається коефіцієнт кореляції

$$R = \frac{3 \cdot 79562 - 38871 \cdot 6}{\sqrt{(3 \cdot 14 - 14^2) \cdot (3 \cdot 505392713 - 38871^2)}} = 0,98.$$

Відомо, що якщо $|R|=1$, то зв'язок між величинами x та y лінійний функціональний, якщо ж $R=0$ – величини x та y незалежні й отримане рівняння не можна використовувати з метою прогнозування. Оскільки $R=0,98$, зв'язок між β і t лінійний функціональний.

За результатами прогнозування, зображених на рисунку 3.6, видно, що кількість автомобіле-заїздів на 2020 рік збільшилась порівняно з минулим роком і складає 14777 автомобіле-заїздів.

Збільшення попиту на сервісні послуги на СТО «Вінниччина-Авто» зумовлює необхідність підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів в умовах даного підприємства.

Висновки до розділу 3

Проведено аналіз діяльності станції технічного обслуговування ПрАТ «Вінниччина-Авто». Предметом діяльності підприємства є технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів (легкові автомобілі та мікроавтобуси), торгівля запасними частинами до них. Підприємство забезпечено зонами, дільницями та складами для якісного виконання робіт з ТО, ПР і діагностування автомобілів.

Результат аналізу існуючої системи організації ТО і ПР на підприємстві надав можливість визначити основний перелік робіт, що виконується на підприємстві. Для стабільної роботи підприємства необхідно розширити перелік послуг, шляхом надання послуги з діагностування протибуксувальних систем автомобілів, а також знизити собівартість послуг за рахунок підвищення механізації і зменшення часу виконання робіт.

Результат прогнозування кількості автомобіле-заїздів на 2020 рік показав зростання порівняно з минулим роком і склав 14777 автомобіле-заїздів. Прогноз на збільшення кількості автомобіле-заїздів можна пояснити збільшенням кількості автомобілів у приватних власників, а саме завдяки масовому ввезенню в Україну вживаних автомобілів із-за кордону.

РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОТИБУКСУВАЛЬНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ АВТОСЕРВІСНОГО ПІДПРИЄМСТВА

4.1 Функціональна схема процесу діагностування

Для розробки удосконаленої методики та алгоритму діагностування ПБС АТЗ, необхідно розглянути і обґрунтувати основні етапи процесу їх діагностування.

У загальному випадку процес діагностування складається з чотирьох основних етапів див. рис. 4.1.

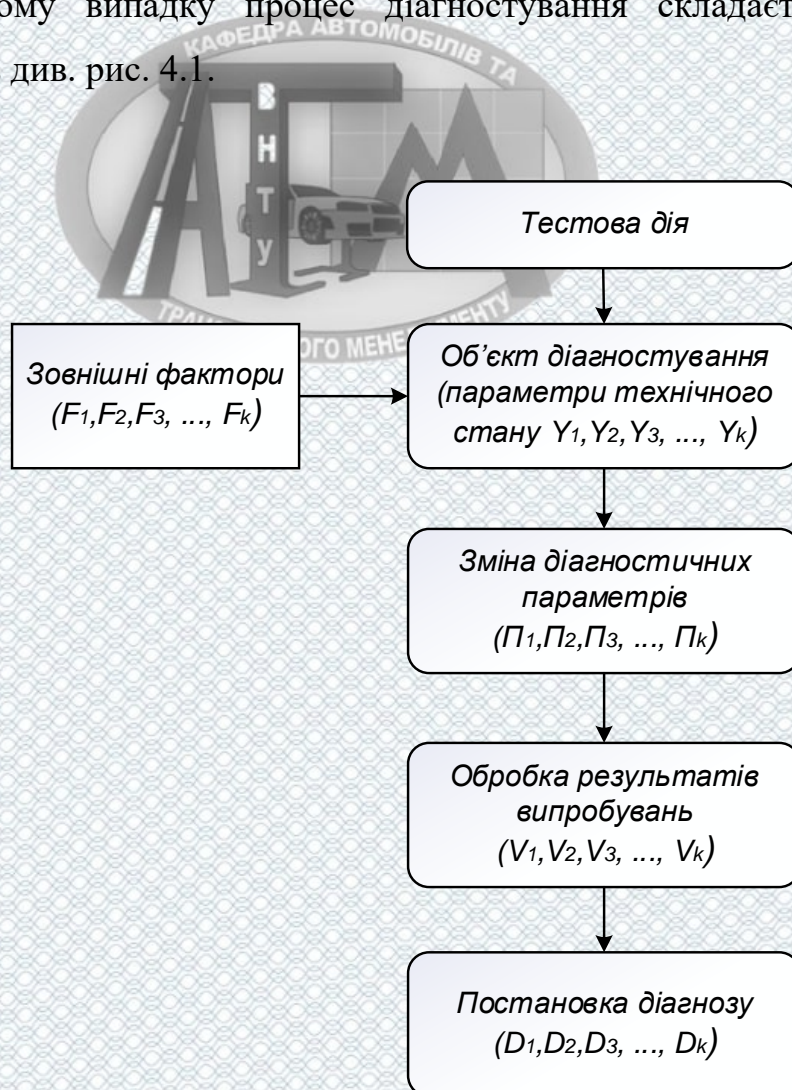


Рисунок 4.1 – Функціональна схема процесу діагностування

1. Тестовий вплив на об'єкт діагностування (здійснюваний як за допомогою спеціального обладнання, так і без нього).
2. Вимірювання параметрів процесу функціонування об'єкта.
3. Обробка параметрів процесу функціонування об'єкта і виявлення діагностичних параметрів.
4. Порівняння діагностичних параметрів з їх нормативними значеннями і постановка діагнозу.

4.2 Обґрунтування режимів тестового впливу на ПБС в процесі її діагностування на інерційних стендах з біговими барабанами

Найбільш інформативним режимом роботи ПБС є режим рушання АТЗ з місця при повній подачі палива (рис. 4.2).

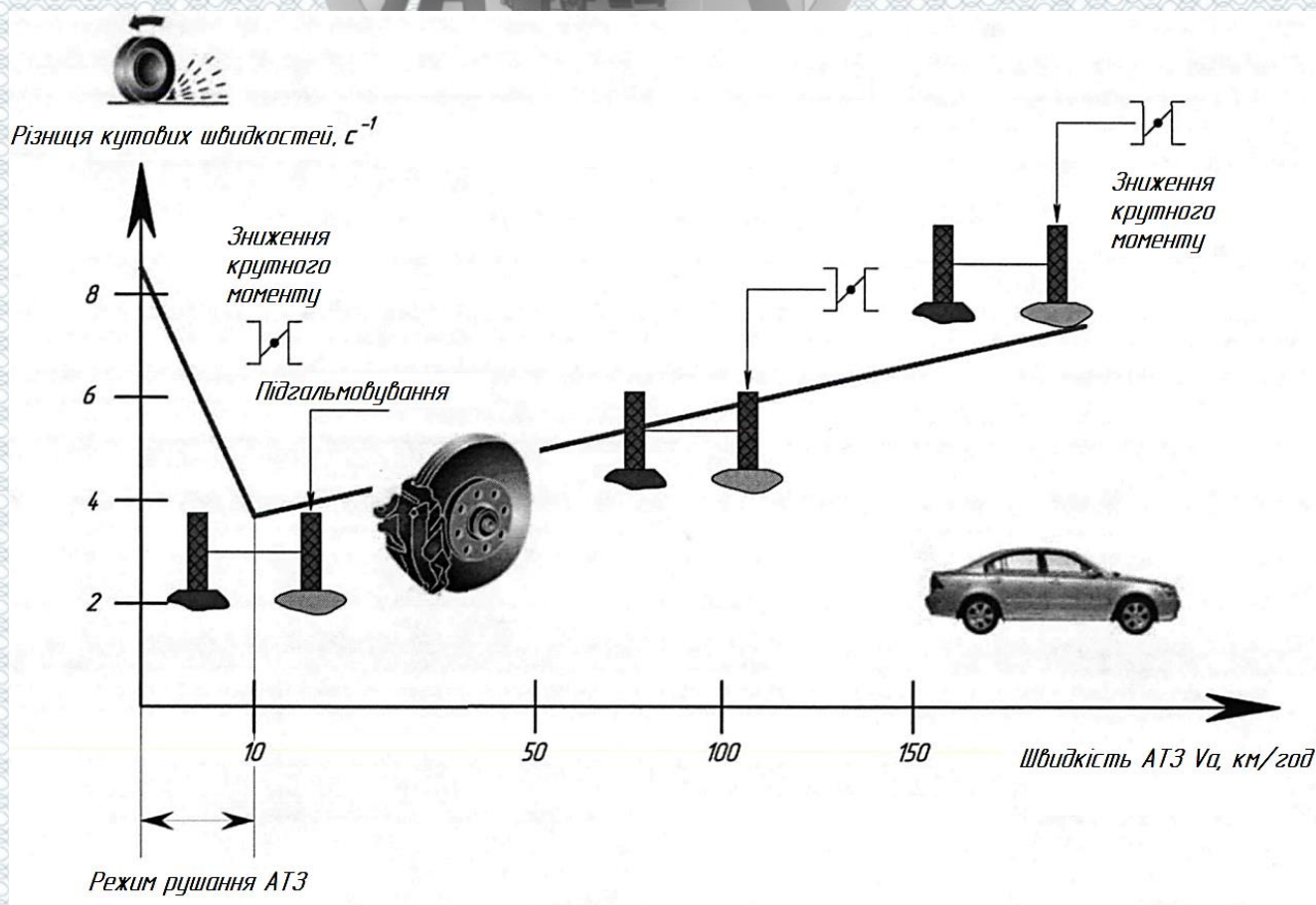


Рисунок 4.2 – Загальний принцип роботи ПБС

Пояснюється це наступним:

1. У режимі рушання АТЗ спостерігається найбільша різниця кутових швидкостей коліс, тобто саме в цьому режимі ПБС показує найбільшу ефективність своєї роботи.

2. Тільки в режимі рушання, при малих лінійних швидкостях руху АТЗ, ПБС регулює ступінь пробуксовки коліс щодо опорної поверхні за допомогою зміни положення дросельної заслінки і пригальмовування колеса, яке буксує. Тобто тільки при рушанні найбільш інформативно проявляється працездатність всіх виконавчих механізмів ПБС.

3. Тільки при 100% натисканні на педаль управління подачею палива і пробуксовці одного з ведучих коліс можна оцінити наскільки якісно регулює ЕБУ ДВЗ частоту обертання колінчастого валу.

4. Основною характеристикою ДВЗ є його зовнішня швидкісна характеристика, яка визначається при повній подачі палива і приводиться в технічній документації. При роботі двигуна при повній подачі палива і різкому збільшенні швидкості руху АТЗ, ПБС працює в режимі, який дозволяє найбільш ефективно виявляти наявні в ній несправності (несправності електронного блоку управління двигуном, модулятора тиску, гальмівних механізмів і т.д.).

Проведення випробувань ПБС в режимі розгону коліс АТЗ на стендах з біговими барабанами істотно безпечніше і набагато більш інформативніше випробувань в дорожніх умовах, тому що АТЗ залишається нерухомим, а кутові швидкості його коліс не перевищують значення $\sim 8 \text{ c}^{-1}$.

На підставі вищевикладеного доцільно і необхідно проводити діагностування ПБС на інерційних стендах з біговими барабанами в режимі розгону з повною подачею палива (100% натисканні на педаль управління подачею палива).

4.3 Обґрунтування вимірюваних параметрів, що характеризують технічний стан ПБС АТЗ

Основними вихідними характеристиками роботи ПБС є кутова швидкість $\omega_{\text{лів кол}}$ та $\omega_{\text{прав кол}}$ коліс АТЗ, момент на відстаючому лівому $M_{\text{Глів.кол}}$ або правому $M_{\text{Гправ.кол}}$ колесі та частота обертання n_e колінчастого валу двигуна.

З використанням розробленої математичної моделі було проведено аналітичне дослідження впливу параметрів технічного стану елементів ПБС на вихідні характеристики її роботи.

Для умов експлуатації ПБС характерні такі типові несправності:

1. Несправності, пов'язані з роботою ЕБУ ДВЗ.
2. Несправності, пов'язані з роботою ЕБУ ПБС.
3. Несправності системи управління механізмом дросельної заслінки.
4. Несправності, пов'язані з роботою гальмівної системи.
5. Осьове биття підшипника, що приводить до аномального сигналу індуктивного датчика кутової швидкості.

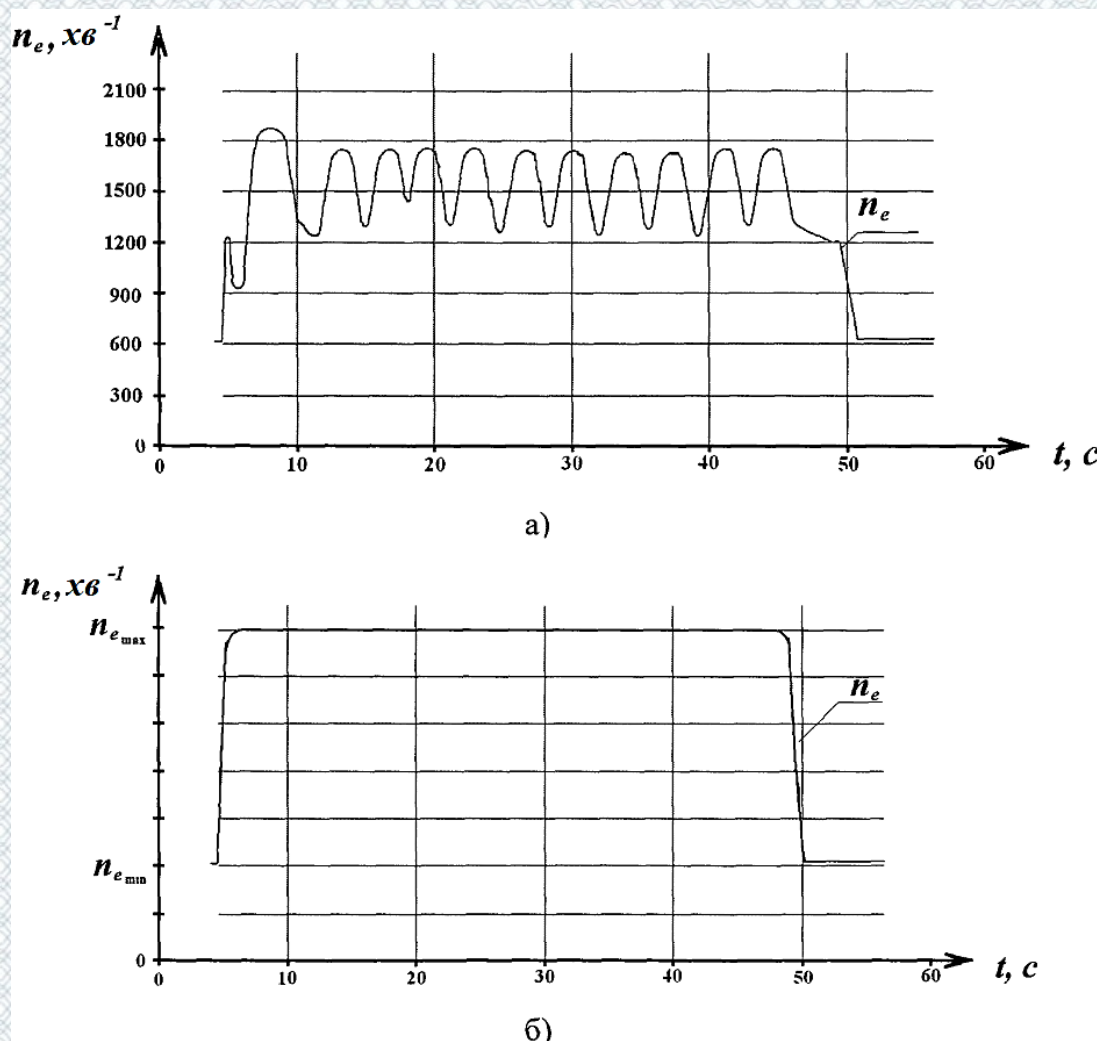
Слід зазначити, що перераховані вище несправності не можуть бути виявлені за допомогою систем самодіагностики АТЗ і за допомогою спеціальних діагностичних сканерів, оскільки електричні ланцюги при даних неполадках залишаються справними.

За допомогою розробленої математичної моделі були змодельовані перераховані вище несправності (несправності, пов'язані з системою управління механізмом дросельної заслінки, несправності, пов'язані з роботою гальмівної системи, осьове биття підшипника) і отримані графічні залежності основних параметрів, що характеризують роботу ПБС:

1. Несправності системи управління механізмом дросельної заслінки.

У справному стані ЕБУ двигуна керує його дросельною заслінкою в три етапи за допомогою керуючих команд, описаних п. 2.2.2 другого розділу, в вигляді імпульсів напруги, що подаються на кроковий електродвигун, що змінює положення заслінки.

Характеристики частоти обертання колінчастого валу при справній і несправній системі управління механізмом дросельної заслінки представлені на рисунку 4.3.



- а) при справному системі управління механізмом дросельної заслінки;
 б) при несправній системі управління механізмом дросельної заслінки

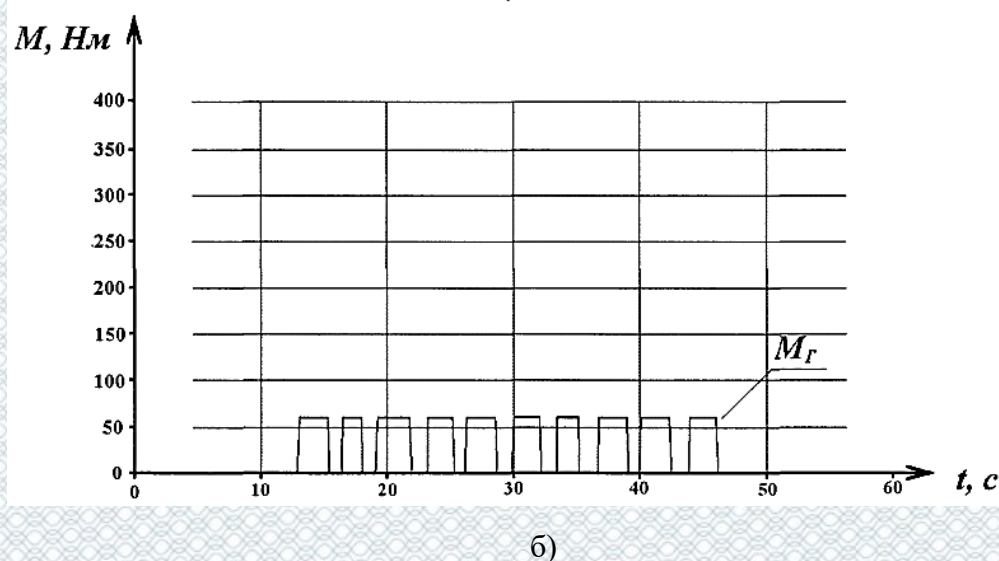
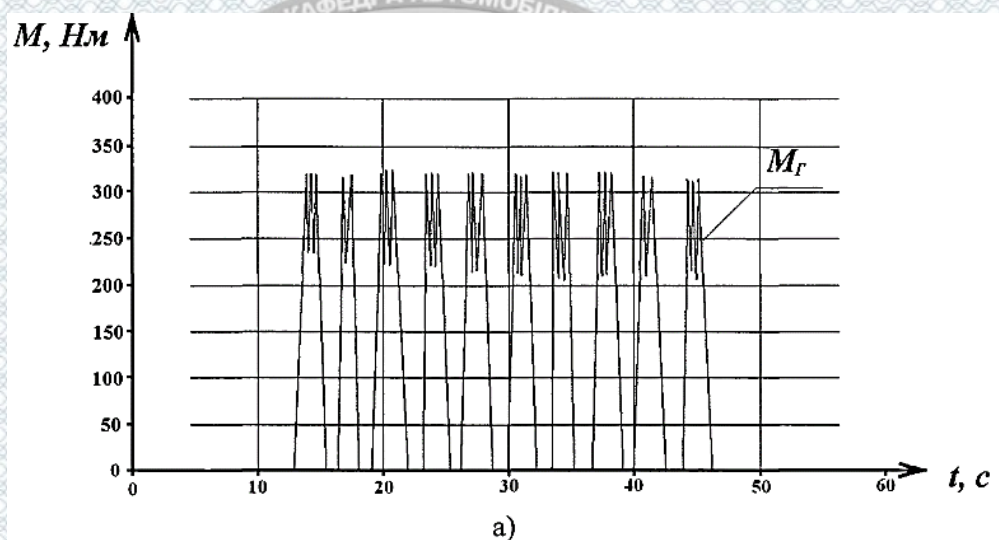
Рисунок 4.3 – Графіки залежності частоти обертання колінчастого валу

При виникненні несправностей пов'язаних з роботою системи управління механізмом дросельної заслінки, частота обертання колінчастого валу не регулюється і, при повній подачі палива, росте до максимального значення.

2. Несправності, пов'язані з роботою гальмівної системи.

У справному стані зі збільшенням частоти обертання колінчастого валу двигуна збільшується кутова швидкість буксуючого колеса. Індуктивні датчики кутової швидкості обертання коліс передають електричні сигнали в ЕБУ ПБС і вона, за допомогою команд, управляє роботою модулятора тиску, імпульсно пригальмовуючи колесо, що буксує.

При справній гальмівній системі на випереджаючому колесі створюється гальмівний момент, величина якого достатня, щоб реалізувати тягову силу на відстаючому колесі (рис. 4.4). Тобто на колесо, яке відстає, подається тяговий момент рівний за величиною гальмівному, який підведений до з випереджаючого колеса.



а) гальмівна система справна; б) присутня несправність в гальмівній системі

Рисунок 4.4 – Графік регулювання моменту ПБС

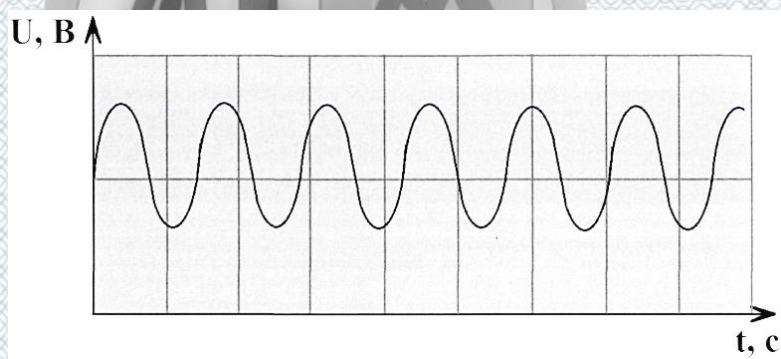
За будь-якої несправності в гальмівній системі, гальмівний момент буде дуже маленьким, або рівним нулю, і колесо, яке відстає залишиться нерухомим. До несправностей, пов'язаних з роботою гальмівної системи, можна віднести:

1. Підтікання робочої рідини з гальмівного циліндра на колодки.
2. Попадання мастила на колодки гальмівного механізму з підшипника.
3. Знос фрикційних накладок гальмівних колодок.
4. Знос гальмівних барабанів (дисків) і ін.

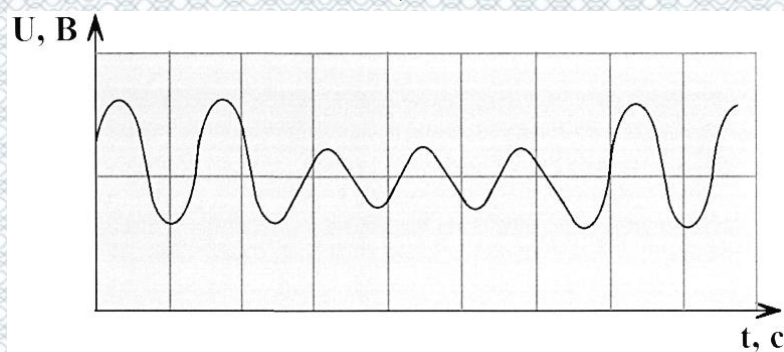
Як було вже зазначено, всі перераховані вище несправності, пов'язані з роботою гальмівної системи, не відслідковуються системами самодіагностики і діагностичними сканерами.

3. Осьове биття підшипника.

При осьовому битті підшипника в маточині одного з коліс з'являється люфт. Зазор між індуктивним датчиком і його ротором в процесі обертання колеса зазвичай сильно змінюється. Це призводить до спотворення форми електричних сигналів датчика кутової швидкості колеса АТЗ (рис. 4.5).



а)



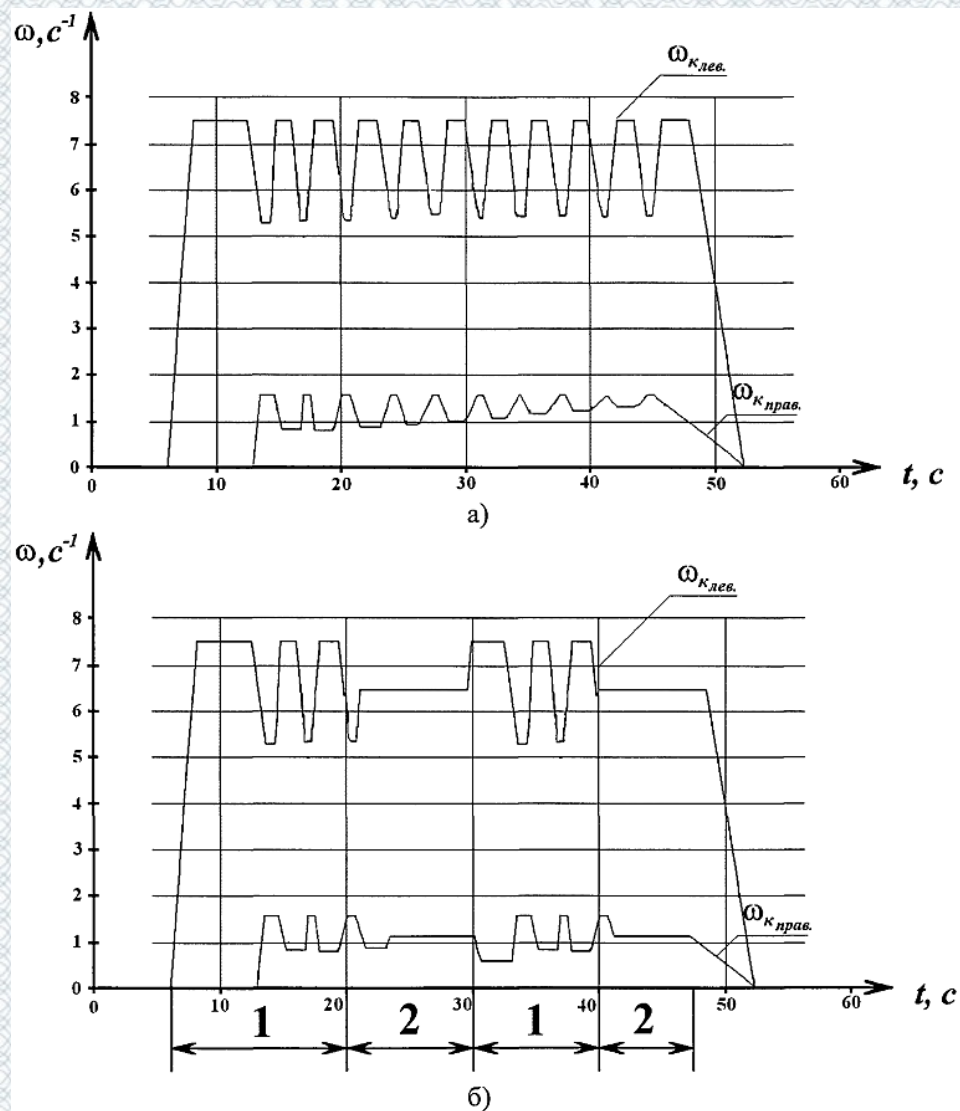
б)

- а) підшипник маточини колеса справний; б) підвищений люфт в підшипнику маточини колеса

Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд осцилограм сигналу від індуктивного датчика кутової швидкості колеса

При такій несправності ЕБУ ПБС, керуючи роботою модулятора тиску, в момент спотворення сигналу від датчика кутової швидкості колеса підтримує тиск в гальмівному приводі постійно малим, в межах 100-150 Н·м і менше.

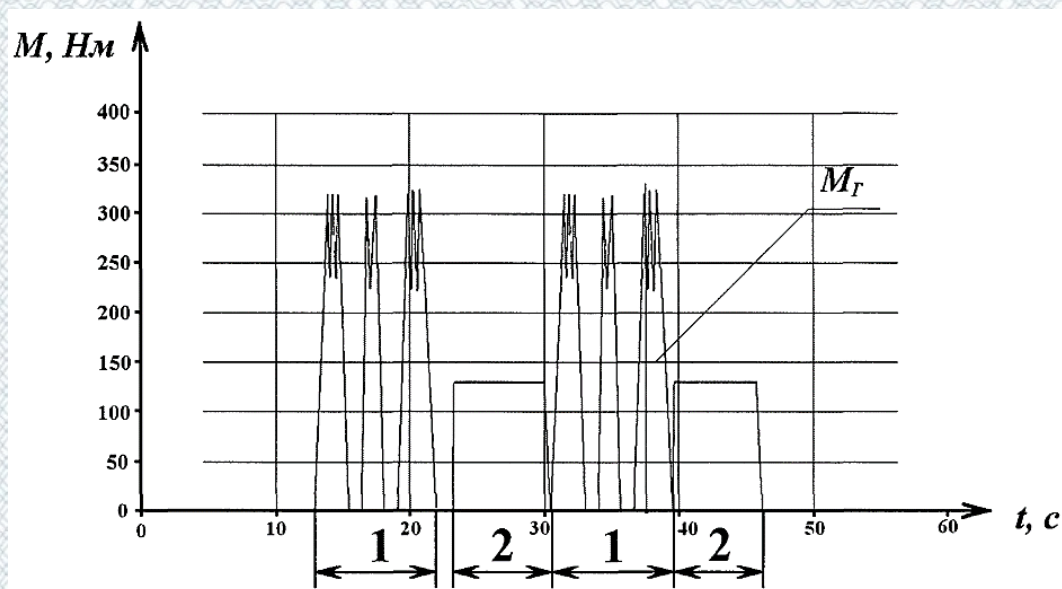
Графіки залежностей кутових швидкостей коліс АТЗ представлені на рисунку 4.6.



- а) підшипник маточини справний; б) підшипник маточини несправний;
 1 - робота ПБС з нормальним сигналом від датчика кутової швидкості;
 2 - робота ПБС зі спотвореним сигналом від датчика кутової швидкості

Рисунок 4.6 – Графіки залежності кутової швидкості коліс АТЗ

Графік залежності моменту на колесі, яке відстає показано на рисунку 4.7.



- 1 - робота ПБС з нормальним сигналом від датчика кутової швидкості;
 2 - робота ПБС зі спотвореним сигналом від датчика кутової швидкості

Рисунок 4.7 – Графік залежності гальмівного моменту при великому зазорі в підшипнику

Результати дослідження показують, що для отримання діагностичної інформації при функціонуванні ПБС на стендах з біговими барабанами необхідно і цілком достатньо вимірювати наступні параметри:

1. Кутову швидкість $\omega_{\text{лів кол}}$ та $\omega_{\text{прав кол}}$ коліс АТЗ.
2. Момент M_T на відстаючому колесі.
3. Частоту обертання n_e колінчастого валу двигуна.

Таким чином, діагностичні параметри, які необхідні для контролю параметрів технічного стану ПБС при їх діагностуванні на інерційних стендах з біговими барабанами, визначено.

4.4 Розробка методики та алгоритму діагностування ПБС АТЗ на інерційному стенді з біговими барабанами

Алгоритм діагностування – це структурне відображення раціональної послідовності діагностичних впливів на об'єкт діагностування [25-27].

При розробці методики та алгоритму діагностування ПБС АТЗ на стендах з біговими барабанами, вироблялася оптимальна послідовність дій щодо виявлення конкретних несправностей в ПБС. Алгоритм діагностування включає в себе підготовчі операції, попередні операції і основні випробування. Випробування повинні проводитися при стандартних умовах (температура навколишнього повітря + 20° С, атмосферний тиск (700 - 760) мм. рт. ст., вологість повітря (40 - 90%).

1. Попередні операції, включають:

- проведення зовнішнього огляду АТЗ;
- перевірка стану і відповідності шин;
- перевірка тиску в шинах АТЗ, при необхідності доведення його до нормативних значень;
- перевірка рівня гальмівної рідини.

За підсумками підготовчих операцій виявляються явні ознаки несправностей і робиться висновок про доцільність подальшого діагностування ПБС.

2. Підготовчі операції складаються з наступних дій:

- встановлення діагностованого АТЗ з ПБС на стенд з біговими барабанами;
- кріплення АТЗ на стенді для запобігання його переміщення;
- підключення системи вимірювання частоти обертання колінчастого валу до штатного датчику АТЗ;
- підключення сканера до діагностичного роз'єму;
- включення систем вимірювання моментів і кутових швидкостей бігових барабанів стенду і коліс АТЗ та прогрівання систем вимірювань;

- запуск на комп'ютері програми збору та реєстрації даних;

3. Проведення випробування включає наступні процедури:

- установка на стенд махових мас із заданими моментами інерції, що імітують різницю коефіцієнтів зчеплення ($\varphi_{\text{лів кол}} = 0,1$ та $\varphi_{\text{прав кол}} = 0,8$);
- запуск на комп'ютері програми L-Graph в режим збору даних;
- переведення діагностичного сканера в режим збору даних;
- перший етап тестового впливу (розгін) АТЗ;

- реєстрація параметрів системами вимірювань;
- збереження отриманої діагностичної інформації від систем вимірювання стенда в програмі L-Graph на персональному комп'ютері у форматі *txt*;
- установка на стенд махових мас із заданими моментами інерції, що імітують різницю коефіцієнтів зчеплення ($\varphi_{\text{лів кол}} = 0,8$ та $\varphi_{\text{прав кол}} = 0,1$);
- другий етап тестового впливу (розгін) АТЗ;
- реєстрація параметрів системами вимірювань;
- збереження отриманої діагностичної інформації від систем вимірювання стенда в програмі L-Graph на персональному комп'ютері у форматі *txt*;
- запуск програми Microsoft Excel та імпорт в неї збережених файлів у форматі *txt* з програми L-Graph та з діагностичного сканера;
- побудова динамічних характеристик функціонування ПБС в процесі розгону АТЗ на інерційному стенді з біговими барабанами;
- розрахунок діагностичного параметра - показник технічного стану ПБС;
- перевірка ПБС АТЗ за показником технічного стану ПБС;
- постановка діагнозу на основі порівняння значення діагностичного параметра з його нормативним значенням. Якщо значення діагностичного параметра більше або дорівнює допустимому, то ПБС визнається справною. Якщо ж значення параметра менше допустимого, проводиться діагностування з контролем параметрів, на основі яких визначаються конкретні несправності;
- розрахунок діагностичних параметрів, для виявлення конкретних несправностей;
- послідовний аналіз отриманих значень діагностичних параметрів;
- постановка локального діагнозу на основі порівняння значень діагностичних параметрів з їх нормативними значеннями.
- відключення систем вимірювання та виїзд АТЗ зі стенду.

Розроблена методика діагностування ПБС АТЗ на стендах з біговими барабанами, дозволяє виявляти конкретні несправності в ПБС АТЗ. Структурна схема алгоритму діагностування ПБС на стендах з біговими барабанами представлена на рисунку 4.8.

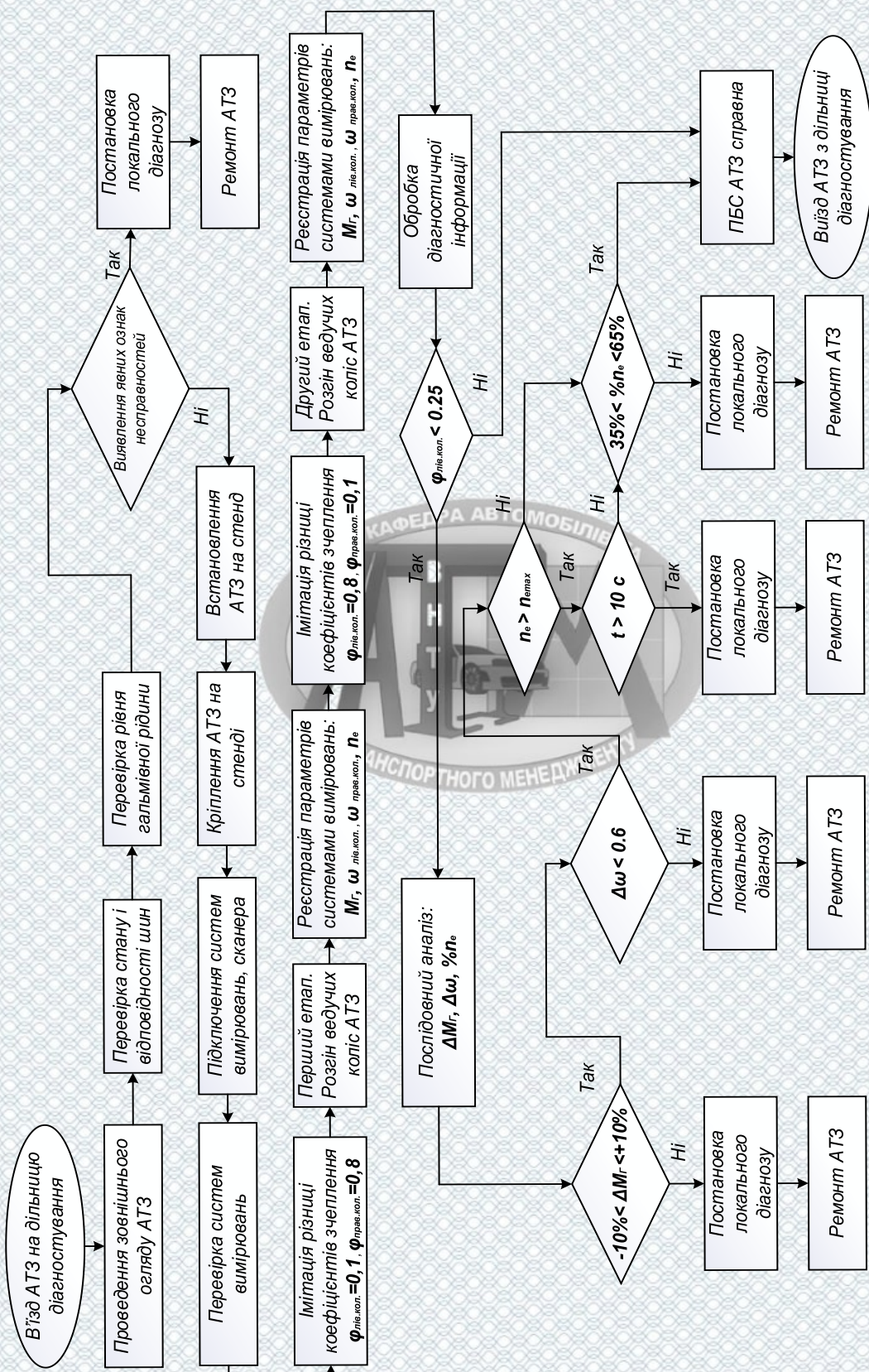


Рисунок 4.8 – Структурна схема алгоритму діагностування ПБС на стендах з біговими барабанами

Висновки до розділу 4

Розроблена удосконалена методика дозволяє виконувати дослідження процесу розгону ведучих коліс АТЗ з функціонуючою ПБС на інерційному стенді з біговими барабанами і отримувати динамічні характеристики процесу роботи ПБС у вигляді функціональних залежностей гальмівного моменту, зміни величин кутових швидкостей ведучих коліс АТЗ та частоти обертання колінчастого валу двигуна.

На основі удосконаленої методики розроблено структурну схему алгоритму діагностування ПБС на стендах з біговими барабанами.

Розроблений алгоритм діагностування протибуксувальних систем автотранспортних засобів на інерційних стендах з біговими барабанами дозволяє з високою інформативністю та малими часовими витратами в певній послідовності визначати технічний стан ПБС і її конкретні несправності (несправності, пов'язані з системою управління механізмом дросельної заслінки, несправності, пов'язані з роботою гальмівної системи, осьове биття підшипника тощо) в умовах підприємств автосервісу.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Безпека праці, як галузь практичної діяльності, спрямована на створення безпечних і нешкідливих умов праці. На сучасному етапі розвитку виробництва вона набуває все більш важливого значення.

Створення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві вимагає значних матеріальних витрат, впровадження знань і рішень науково-дослідних робіт в галузі охорони праці. Поки поміж тим, що ми знаємо про методи і засоби охорони праці, і тим, що реалізовано на виробництві, різниця все ще велика. Звести цю різницю до мінімуму повинні професійно підготовлені фахівці не тільки в галузі екології та охорони навколишнього середовища, але й в галузі забезпечення безпечних, нешкідливих, здорових умов праці на виробництві. Тому роль знань з питань охорони праці інженерно-технічними працівниками має дуже велике значення.

5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

В зоні діагностики проводять роботи по перевірці технічного стану автомобіля, його агрегатів, механізмів та вузлів.

В процесі виконання даних робіт виникають наступні шкідливі виробничі фактори: підвищена загазованість приміщення відпрацьованими газами автомобілів; підвищений рівень шуму; випари бензину; метеоумови, які не відповідають допустимим; недостатнє або нераціональне освітлення та інші.

До небезпечних виробничих факторів відносяться: падіння в оглядову канаву робітників; наїзд автомобіля; небезпека ураження людини електричним струмом напругою 220/330 В; використання несправного інструменту; заїзд автомобіля в оглядову канаву; гострі кромки ріжучого інструменту; опіки від розігрітих частин автомобіля.

До психо-фізіологічних факторів відносяться: незадовільний психологічний клімат в колективі; незадоволеність працею; можливий стан алкогольного сп'яніння.

5.1.1 Обладнання приміщення та робочого місця

Технічний стан автомобіля та його агрегатів необхідно перевіряти в основному при непрацюючому двигуні та загальмованих колесах, за винятком перевірки тягово-динамічних характеристик автомобіля на стенді, перевірки роботи систем живлення та запалення, а також при прослуховуванні працюючих агрегатів автомобіля.

При огляді допускається користуватися переносною лампою з запобіжною сіткою та напругою не вище 42 В, при роботі в оглядові канаві напруга не повинна перевищувати 12 В.

Регулювати системи та агрегати необхідно при непрацюючому двигуні (окрім регулювання системи живлення та запалення).

Робоче місце діагностика-оператора обладнано регульованим по висоті стільцем який обертається. Пост діагностики обладнаний ефективним відсмоктувачем для видалення відпрацьованих газів.

Конструкція устаткування і його окремих частин повинна виключати можливість їх падіння, опускання, перекидання та довільного зміщення при всіх передбачених умовах експлуатації.

Частини устаткування (у т.ч. трубопроводи гідро- та пневмосистем, запобіжні клапани, кабелі тощо), механічне пошкодження яких може викликати виникнення небезпеки, повинні бути захищені або розташовані так, щоб запобігти їх випадковому пошкодженню.

Пристрої для зупинки та пуску устаткування повинні розміщуватись так, щоб ними можна було зручно користуватися з робочого місця та виключалась можливість самовільного їх включення і створення небезпечних ситуацій через порушення працюючими послідовності дій на органи керування.

Поверхні пристроїв і елементів виробничого устаткування, що можуть служити джерелом небезпеки для працюючих, повинні фарбуватися згідно галузевих нормативних документів.

Усі контрольно-вимірювальні прилади необхідно утримувати у справному стані, періодично перевіряти. Забороняється використовувати прилади з простроченим терміном перевірки.

Вибракування інструменту, пристроїв проводиться у відповідності з установленим графіком, але не рідше одного разу на 3 місяці.

5.1.2 Електробезпека приміщення

Діагностична дільниця відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою враження електричним струмом (струмопровідні підлоги).

Для захисту людей від небезпеки ураження електричним струмом використані такі технічні засоби захисту: виконане занулення корпусів електричних машин, електричних апаратів, освітлювачів, каркасів розподільчих щитів, щитів керування, металевих кабельних конструкцій; блокування рубильника, пускачів електроприладів.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Метеорологічні умови (мікроклімат) виробничих приміщень визначається діючими на організм людини сукупністю температури, вологості та швидкості руху повітря, а також температури оточуючих поверхонь.

В приміщенні діагностичної дільниці метеорологічні умови залежать від технологічного процесу та від зовнішніх погодних умов.

Нормальні метеорологічні умови в приміщенні дільниці забезпечуються раціональною вентиляцією і опаленням на рівні допустимих значень температури

повітря, відносної вологості та швидкості руху повітря згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Нормативні параметри мікроклімату на дільниці наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормативні параметри мікроклімату на дільниці

Категорія робіт	Період року	Температура, °С			Відносна вологість, % ;		Швидкість руху, м/с	
		Оптим.	Допустима на постійних робочих місцях		Оптим.	Допустима на постійних робочих місцях	Оптим.	Допустима на постійних робочих місцях
			Верхня межа	Нижня межа				
Середньої важкості II б	холодний	15-18	21	15	55-70	75	0,1-0,3	не більше 0,4
	теплий	20-25	27	16	50-65	примітка 1	0,2-0,4	0,2-0,5

Інтенсивність теплового випромінювання не повинна перевищувати 100 Вт/м² при опромінюванні до 25% поверхні тіла.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Шкідливі речовини на дільниці виділяють двигуни внутрішнього згорання в складі відпрацьованих газів, агрегати при роботі автомобіля при їх негерметичності та шини автомобіля при визначені тягово-економічних показників. Шкідливі речовини, які виділяються на дільниці наведені в табл. 5.2. Це в основному речовини, які містяться в відпрацьованих газах двигунів.

Для захисту від шкідливих речовин, які знаходяться в повітрі робочої зони діагностування застосовують такі заходи:

1) обладнання приміщення дільниці загально-обмінною припливно-втяжною механічною вентиляцією;

- 2) обладнання постів діагностування автомобілів місцевими відсмоктувачами відпрацьованих газів;
- 3) спеціальна підготовка та інструктаж обслуговуючого персоналу;
- 4) своєчасний якісний ремонт вентиляційного обладнання;
- 5) регулярне прибирання приміщення;
- 6) застосування засобів індивідуального захисту працюючих (спецодяг, захисні окуляри, тощо);
- 7) попереджувальні та періодичні медичні огляди, профілактичне харчування і дотримання правил особистої гігієни.

Таблиця 5.2 - Шкідливі речовини та їх ГДК

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Особливість дії на організм
Акролеїн	0.2	П	II	
Азоту окис (NO ₂)	5	П	III	0
Бенз(а)пирен	0.0001	П	I	К
Бензин паливний	100	П		
Дизпаливо	300	П	IV	
Гас	300	П	IV	
Окис вуглецю (CO)	20	П	IV	0
Масла мінеральні	5	A	III	
Свинець та його сполуки	0.01/0.005	A	I	
Пил мінеральний	6	A	III	Ф
Тетраетилсвинець	0.005	П	I	0

Система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря в зоні, можливість місцевого регулювання і вимикання, зручність в експлуатації, а також доступ при ремонті.

Чергове опалення забезпечує підтримку температури повітря в зоні в неробочий час не нижче $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Відновлення нормованої температури забезпечується системою основного опалення до початку роботи.

Температура припливного повітря, яке подається в оглядову каналу в холодний період року знаходиться на рівні $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ і не вище $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вхідні двері зони мають справний механічний пристрій примусового закриття. Аварійна вентиляція в зоні діагностики забезпечує кратність повітряобміну загально-обмінної вентиляції.

Викиди в атмосферу із системи вентиляції розташовані на відстані від приймальних пристроїв для зовнішнього повітря більше 10 м. по горизонталі, викиди із системи місцевого відсмоктувача розташоване на висоті більше 2 м. над найвищою точкою покрівлі.

Оглядова канава не забезпечується достатньою кількістю повітря, тому необхідно забезпечити надходження необхідної кількості повітря за допомогою припливної вентиляції

Припливна вентиляція в оглядових канавах організовується з подачею повітря з розрахунку $125\text{ м}^3/\text{год}$. на 1 м^3 канави. Подача повітря здійснюється з швидкістю $2 - 2,5\text{ м/с}$ [40].

В мережу вентиляції необхідно встановити:

- 1) фільтр для очистки подаваного повітря;
- 2) калорифер для обігріву подаваного повітря в холодну пору року.

5.2.3 Виробниче освітлення

Для освітлення діагностичної дільниці застосовується штучне освітлення газорозрядними лампами, які забезпечують освітленість на автомобілі в 150 лк. Природне освітлення не застосовується.

Штучне освітлення в дільниці повинно забезпечуватися в достатній мірі для безпечного виконання робіт, перебування і переміщення людей, Забезпечувати освітленість необхідно згідно з нормами

Таблиця 5.3 – Нормування освітленості

Місце виміру, площа нормування освітленості	Розряд зорової роботи	Нормована
Оглядова канава, Г - низ автомобіля	VI	150
Приміщення дільниці. В – на автомобілі	Va	200

В приміщенні дільниці забезпечується необхідний рівень освітленості робочих поверхонь.

5.2.4 Виробничий шум

Джерела шуму та вібрації являються автомобілі, які рухаються по дільниці, працюючі ДВЗ та інші агрегати автомобіля, компресори, вентиляційні системи.

Шум та вібрація погіршують умови праці, викликають шкідливу дію на організм людини, сприяють виникненню травматизму й приводять до зниження якості обслуговування автомобілів, тому необхідно приділяти належну увагу до контролю рівня шуму та вібрації на дільниці й захисту від їх шкідливої дії.

Допустимі значення вібрації вказані в табл. 5.4, шуму – в табл. 5.5 На дільниці рівні шуму та вібрації знаходяться в допустимих межах і загрозу здоров'я працюючих не створюють, це було досягнуто такими заходами: в якості акустичних засобів захисту від шуму були застосовані звукопоглинальне облицювання та малошумні технологічні процеси.

В якості засобів захисту необхідно проводити організаційні заходи, які включають контроль за монтажем обладнання, правильною експлуатацією, своєчасним і якісним планово-попереджувальним обслуговуванням і ремонтом.

Таблиця 5.4 - Допустимі значення вібрації [38]

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Значення	Нормативні коректовані по частоті та еквівалентні коректовані значення			
				Віброприскорення		Віброшвидкість	
				a_n , м/с ²	$L_{ан}$, дБ	$V_n \cdot 10^{-2}$ м/с	L_{Vn} , дБ
Локальна	-	X_L, Y_L, Z_L	Нормативне	2,0	126	2,0	112
			Фактичне	0-1,6	10-110	0-1,7	0-100
Загальна	3 тип "а"	X_0, Y_0, Z_0	Нормативне	0,10	100	0,20	92
			Фактичне	0,06-0,08	60-80	0,04-0,12	30-70

Таблиця 5.5 - Допустимі значення шуму [38]

Значення	Рівні звукового тиску, дБ, і активні полоси, з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звука і еквівалентність рівня звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативні	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

5.2.5 Психофізіологічні фактори

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

Загальні енергозатрати організму: до 174 Вт.

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

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

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

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

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

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

Заключна оцінка фактичних значень параметрів;

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

Сенсорні навантаження:

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

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

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

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

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

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

Режим праці:

– тривалість робочого дня – більше 8 год;

– змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

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

5.3 Пожежна безпека

Дільниця відноситься до відноситься до класу вибухонебезпечності В-Па та пожежонебезпечності П-Па, оскільки вибухонебезпечна концентрація пилу і

волокон може утворюватися лише внаслідок аварії або несправності., згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек.

Дільниця оснащена засобами гасіння пожежі: один вогнегасник ОХП-10, один - ОП-5 та ящик з піском об'ємом 0,5 м³. Табличка на дверях при вході в дільницю інформує про категорію пожежної небезпеки дільниці.

Технічні рішення системи протипожежного захисту. Протипожежний захист приміщення здійснюється за такими чотирма напрямками.

1. Обмеження розмірів та поширення пожежі:

- розміщення будівель та споруд на території об'єкта із дотриманням протипожежних розривів та інших вимог пожежної безпеки;
- дотримання обмежень стосовно кількості поверхів будівель та площі поверху;
- правильне планування та розміщення виробничих цехів, приміщень, дільниць у межах будівлі;
- розміщення пожежонебезпечних процесів та устаткування в ізольованих приміщеннях, відсіках, камерах;
- вибір будівельних конструкцій необхідних ступенів вогнестійкості;
- встановлювання протипожежних перешкод у будівлях, системах вентиляції, паливних та кабельних комунікаціях;
- обмеження витікання та розтікання легкозаймистих та горючих рідин у разі пожежі;
- облаштування систем автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння.

2. Обмеження розвитку пожежі:

- обмеження кількості горючих речовин, що одночасно знаходяться в приміщенні;
- використання оздоблювальних будівельних та конструкційних матеріалів з нормативними показниками вибухопожежонебезпечності;

- своєчасне звільнення приміщень від залишків горючих матеріалів;
- застосування для пожежонебезпечних речовин спеціального устаткування із посиленням захистом від пошкоджень.

3. Забезпечення безпечної евакуації людей та майна:

- вибір такого об'ємно-планувального та конструктивного виконання будівлі, щоб евакуація людей була завершена до настання гранично допустимих рівнів чинників пожежі;
- застосування будівельних конструкцій будівель та споруд відповідних ступенів вогнестійкості, щоб вони зберігали несучі та огорожувальні функції протягом всього часу евакуації;
- вибір відповідних засобів колективного та індивідуального захисту;
- застосування аварійного вимкнення устаткування та комунікацій;
- облаштування систем протидимового захисту, які запобігають задимленню шляхів евакуації;
- влаштування необхідних шляхів евакуації (коридорів, сходових кліток, зовнішніх пожежних драбин), раціональне їх розміщення та належне утримання.

4. Створення умов для успішного гасіння пожежі:

- встановлення в будівлях та приміщеннях установок пожежної автоматики;
- забезпечення приміщень нормованою кількістю первинних засобів пожежогасіння;
- облаштування та утримання в належному стані території підприємства, під'їздів до будівельних споруд, пожежних водоймищ, гідрантів.

У приміщенні на випадок виникнення пожежі для обмеження її розповсюдження знаходиться переносний вуглекислотний вогнегасник типу ВВК-5, що відповідає нормам Наказу міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». Підходи до засобів первинного пожежогасіння та відключення електросхем устаткування вільні.

ВИСНОВКИ

При перевірці ПБС в дорожніх і стаціонарних умовах використовують сучасні діагностичні сканери. Очевидним недоліком діагностики з використанням сканера є те, що вони не здатні контролювати технічний стан механічних, гідравлічних, пневматичних та інших елементів ПБС. В результаті процес діагностування ПБС і його елементів має високу трудомісткість, низьку інформативність і викликає довгий простій АТЗ при знаходженні несправності.

На інерційних стендах з біговими барабанами реалізується принцип оборотності руху, коли АТЗ не рухається, а його системи функціонують так само, як вони б функціонували в дорожніх умовах. На жаль, ці методи не розроблені для діагностування протибуксувальних систем.

Розроблена структурна схема системи «АТЗ з ПБС - стенд з біговими барабанами» дозволяє виконувати аналіз взаємозв'язків між елементами цієї системи, а також діагностичними параметрами і параметрами технічного стану ПБС АТЗ в процесі її діагностування на стендах з біговими барабанами.

Розроблена математична модель процесу розгону ведучих коліс АТЗ з функціонуючою ПБС на інерційному стенді з біговими барабанами дозволяє виконувати аналітичні дослідження впливу технічного стану елементів ПБС на її силові та кінематичні параметри з урахуванням: характеристик і режимів роботи ДВЗ, логік роботи електронних блоків управління ДВЗ та ПБС, гальмівних механізмів, характеристик взаємодії ведучих коліс з поверхнями бігових барабанів стенду і його конструктивними елементами.

Математична модель дозволяє виконувати аналітичне дослідження щодо обґрунтування діагностичних параметрів, які характеризують технічний стан елементів ПБС при діагностуванні АТЗ на інерційних стендах з біговими барабанами.

Проведено аналіз діяльності станції технічного обслуговування ПрАТ «Вінниччина-Авто». Предметом діяльності підприємства є технічне

обслуговування та ремонт транспортних засобів (легкові автомобілі та мікроавтобуси), торгівля запасними частинами до них.

Для стабільної роботи підприємства необхідно розширити перелік послуг, шляхом надання послуги з діагностування протибуксувальних систем автомобілів, а також знизити собівартість послуг за рахунок підвищення механізації і зменшення часу виконання робіт.

Результат прогнозування кількості автомобіле-заїздів на 2020 рік показав зростання порівняно з минулим роком і склав 14777 автомобіле-заїздів. Прогноз на збільшення кількості автомобіле-заїздів можна пояснити збільшенням кількості автомобілів у приватних власників, а саме завдяки масовому ввезенню в Україну вживаних автомобілів із-за кордону.

Розроблена удосконалена методика дозволяє виконувати дослідження процесу розгону ведучих коліс АТЗ з функціонуючою ПБС на інерційному стенді з біговими барабанами і отримувати динамічні характеристики процесу роботи ПБС у вигляді функціональних залежностей гальмівного моменту, зміни величин кутових швидкостей ведучих коліс АТЗ та частоти обертання колінчастого валу двигуна.

Розроблений алгоритм діагностування протибуксувальних систем автотранспортних засобів на інерційних стендах з біговими барабанами дозволяє з високою інформативністю та малими часовими витратами в певній послідовності визначати технічний стан ПБС і її конкретні несправності в умовах підприємств автосервісу.

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, визначено параметри освітлення у зоні діагностування, визначені заходи електробезпеки та пожежної безпеки.

Отже, в результаті виконаних досліджень в даній магістерській кваліфікаційній роботі, були вирішені такі завдання:

- виконати науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів;
- виконати математичне моделювання процесів в системі «автотранспортний засіб з протибуксувальною системою – стенд з гальмівними барабанами»;
- провести аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази приватного акціонерного товариства «Вінниччина-Авто»
- сформулювати рекомендації щодо підвищення ефективності діагностування протибуксувальних систем автомобілів в умовах автосервісного підприємства;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

Завдання, поставлені в магістерській кваліфікаційній роботі, виконані.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аринин И.Н. Техническая диагностика автомобилей / И.Н. М.: Транспорт, 1981. - 146 с.
2. Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку : монографія / В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 268 с.
3. Біліченко В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навч. посіб. / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенський, Ю. Ю. Кукурудзяк, С. В. Цимбал. - Вінниця : ВНТУ, 2012. - 118 с.
4. Бойко А.В. Совершенствование методов диагностики тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации на силовых стендах с беговыми барабанами: дис. канд. техн. наук: 05.22.10: защищена 25.06.08/ Бойко Александр Владимирович. - Иркутск, 2008.-217 с.
5. Бортницкий П.И. Охрана труда на автомобильном транспорте / П.И. Бортницкий. - К.: Вища школа, 1988. – 263 с.
6. Борц А.Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А.Д. Борц, Я.Х. Закин, Ю.В. Иванов. - М.: Транспорт. 1979. - 160 с.
7. Быков Р.В., Драгунов Г.Д., Келлер А.В. Полноприводные АТС: нужны ли им отключаемые мосты / Р.В. Быков, Г.Д. Драгунов, А.В. Келлер // Автомобильная промышленность, 2003, №8, с. 14 - 16.
8. Бухарин Н.А. Тормозные системы автомобилей / Н.А. Бухарин. М. - Л.: Машгиз, Ленинградское отд-ние, 1950. - 292 с.
9. Вишняков, Н.Н., Вахламов, В.К., Нарбут, А.Н. Автомобиль. Основы конструкции: Учебник для вузов / Н.Н. Вишняков, В.К. Вахламов, А.Н. Нарбут, и др. - М.; Машиностроение, 1986. - 304 с.
10. Волков В. П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / Под ред. В. П. Волкова ; В. П. Волков, В. П. Матейчик, О. Я. Никонов и др. – Донецк : Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2013. – 398 с.

11. Гладов Г.И., Лобанов, С.Д. Системы регулирования крутящих моментов на колёсах автомобиля / Г.И. Гладов, С.Д. Лобанов // Автомобильная промышленность, 2003. №1. - С. 35-38.

12. Говорущенко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001.- 272 с.

13. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта / Н.Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков: ХГАДТУ, 1998. – 468 с.

14. Дик А.Б. Описание характеристик проскальзывания тормозящего колеса / А.Б. Дик // Надежность и активная безопасность автомобиля : сб. науч. тр. / МАМИ. - М., 1985. - С. 205 - 216.

15. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудзяк / Вінниця 2010. – 332 с.

16. Загальні принципи діагностування електронних систем керування автомобіля: навч. посіб. і О.Ф. Дашенко, В.Г. Максимов, О.Д. Ніцевич [та ін.]; за ред. М.Б. Конитчука. О. : Наука і техніка, 2012. 392 с.

17. Кашканов В. А. Аналіз методів та засобів діагностування протибуксувальних систем автомобілів / В. А. Кашканов, О. Г. Сухецький // Матеріали конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021)" : Електронне наукове видання матеріалів конференції. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/view/10953>

18. Келлер А.В., Драгунов, Г.Д. Распределение крутящего момента при работе противобуксовочной системы / А.В. Келлер, Г.Д. Драгунов // Автомобильная промышленность, 2003. №1. - С. 11 - 13.

19. Келлер А.В., Драгунов, Г.Д. Алгоритмы управления распределением мощности между ведущими колесами АТС / А.В. Келлер, Г.Д. Драгунов // Автомобильная промышленность, 2004. №1. - С. 10-12.

20. Кристальный С.Р. Критерии оценки автотранспортных средств, оснащенных противобуксовочными системами: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Сергей Робертович Кристальный. - Москва, 2007. - 269 с.

21. Лейдерман С.Р. Характеристика автомобильных двигателей / С.Р. Лейдерман // Автомобильная промышленность, 1948, №9.

22. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Підручник. – К.: Вища школа, 2008. – 527 с.

23. Малюков А.А. Научные основы стендовых испытаний автомобилей на активную безопасность: дис. ... докт. техн. наук / А.А. Малюков. - М. - 348с.

24. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство / Уклад. В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 65 с.

25. Мигаль В. Д. Системы контроля и диагностики автомобиля: учеб, пособие / В. Д. Мигаль. - Х.: Майдан, 2017. - 606 с.

26. Мигаль В. Д. Теория технической диагностики автомобилей [Текст] : учеб, пособ. / В. Д. Мигаль. - Х. : Майдан, 2014. - 472 с.

27. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы : учеб, пособ. / В. Д. Мигаль. - Х. : Изд-во «Майдан», 2014. - 516 с.

28. Мирошников, Л.В. Методы и средства диагностики автомобилей / Л.В. Мирошников // Автомобильный транспорт. - 1970. - №1.

29. Мирошников Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. - М.: Транспорт, 1977. - 264 с.

30. Михлин, В.М. Прогнозирование технического состояния машин / В.М. Михлин. - М.: Колос, 1976.

31. Портнягин Е.М. Метод контроля тормозной эффективности и устойчивости автомобилей с ABS при их диагностировании на роликовых стендах: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10: защищена 25.11.09/ Портнягин Евгений Михайлович. - Оренбург, 2009. - 217 с.

32. Потапов А.С. Динамический метод диагностирования противобуксовочных систем автотранспортных средств на стендах с беговыми барабанами / А.С. Потапов // Дисс. ... канд. техн. наук. - Иркутск, 2011. – 260 с.

33. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-р> (дата звернення 14.04.2020). – Назва з екрана.

34. Работа автомобильной шины / под общ. ред. В.И. Кнороза. - М.: Транспорт, 1976. - 238 с.

35. Русак Н. А. Экономический анализ предприятия / Н. А. Русак - Минск: ООО «Меркавание», 2005. - 148 с.

36. Селифонов В.В., Гируцкий, О.И. Устойчивость автомобиля против заноса и опрокидывания: Учеб. пособие / В.В. Селифонов, О.И. Гируцкий // МАМИ, -М., 2001. - 48 с.: ил.

37. Селифонов В.В., Кусаинов, А.К., Ломакин, В.В. Теория автомобиля: Учебное пособие / В.В. Селифонов, А.К. Кусаинов, В.В. Ломакин // МАМИ. - М., 2007. -115 с.: ил.

38. СН 3223-85. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочем месте. М., 1985.

39. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

40. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

41. СНиП П-4-79. Естественное и искусственное освещение. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

42. Степанов А.Н. Метод последовательного диагностирования тормозной системы АТС с функционирующей ABS на одноплатформенном стенде с беговыми барабанами / А.Н. Степанов // Дисс. ... канд. техн. наук. -Иркутск, 2010. - 184с.

43. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов // под ред. Крамаренко Г.В. - М.: Транспорт, 1983. - 488 с.

44. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Е.С. Кузнецова. - 3-е изд., Перераб. и доп. - М.: Транспорт, 2009. - 413 с.
45. Техническая эксплуатация автомобилей : Теоретические и практические аспекты: учебное пособие для ВУЗов / В.С. Малкин. - М.: «Академия», 2007. - 288 с.
46. Уве Рокош. Бортовая диагностика. Перевод с нем. ООО «СтарСПб». - М.: ООО «Издательство «За рулем», 2013. - 224 с.
47. Федоткин И. В. Метод диагностирования гидродинамических передач автомобилей на инерционных стендах с беговыми барабанами / И.В. Федоткин. - Иркутск, 2010.- 170 с.
48. Федотов А.И. Качение тормозящего колеса, нагруженного переменной нормальной нагрузкой / А.И. Федотов, А.Б. Дик // Активная и пассивная безопасность и надежность автомобиля: сб. научн. тр. - М.: МАМИ, 1984. - С. 94-110.
49. Федотов А.И. Обоснование конструкции стенда для контроля эффективности торможения автомобилей с АБС / А.И. Федотов, Е.М. Портнягин // Технические науки, технологии и экономика: материалы межрегиональной научно-практической конференции. - Чита: ЧитГТУ, 2002. -Ч. IV.-С. 115-127.
50. Федотов А.И. Технология и организация диагностики при сервисном сопровождении: учебник для студ. учреждений высш. образования / А.И. Федотов. - М.: Издательский центр «Академия». 2015. - 352 с.
51. Фрумкин А.К., Алышев, И.И., Попов, А.И. Современные антиблокировочные и противобуксовочные системы грузовых автомобилей, автобусов и прицепов / А.К. Фрумкин, И.И. Алышев, А.И. Попов. - М.: ЦНИИТ ЭИАВТОПРОМ, 1990. - 57 с.
52. Фрумкин А.К., Алышев И.И., Попов А.И., Антиблокировочные и противобуксовочные системы легковых автомобилей / А.К. Фрумкин, И.И. Алышев, А.И. Попов. - М: ЦНИИТ ЭИАВТОПРОМ, 1989. - 52 с.

53. Харазов А.М. Диагностирование легковых автомобилей на станциях технического обслуживания: [Учеб, пособие для проф. обучения рабочих на пр-ве] / А.М. Харазов. Е.И. Кривенко. - М.: Высш. шк., 1987. - 271 с.

54. Antilock-Braking System (ABS) with Integrated Drive Slip Control (ASR) for Commercial Vehicles; WABCO Westinghouse Automotive Products Group, Hannover, W.- Germany, 1987.

55. Pacejka H.B. Some recent investigations into dynamics and frictional behavior of pneumatic tires / H.B. Pacejka // Phys. Tire tract.: Theory and Exp. -New - York - London, 1974.



