

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

ТИМЧЕНКО ЯРОСЛАВ СТАНІСЛАВОВИЧ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗОНИ
ДІАГНОСТИКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.38 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Транспорт»**

Особистий підпис – _____ Я. С. Тимченко

Науковий керівник – _____ к.т.н., доцент Д. В. Савенок
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри – _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

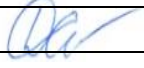
Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Тимченко Ярослав Станіславович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Транспорт»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Савенок Дмитро Валерійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Удосконалення технологічного процесу зони діагностики вантажних автомобілів
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Тимченко Я. С.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  _____ **Савенок Д. В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему «Удосконалення технологічного процесу зони діагностики вантажних автомобілів» містить 91 сторінку текстового документа, 16 використаних літературних джерел, 2 додатки, графічний матеріал в вигляді презентації.

Мета роботи: удосконалення технологічного процесу зони діагностики вантажних автомобілів.

Завдання:

- проаналізувати можливості, методи та засоби сучасної діагностики автомобілів;
- розглянути впровадження сучасних методів діагностики в технологічний процес ТО і ремонту вантажних автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту;
- розробити технологічний процес зони діагностики вантажних автомобілів автотранспортного підприємства;
- підібрати сучасне технологічне обладнання по критеріям ефективності для зони діагностики;
- розробити стенд діагностування тягових і гальмівних властивостей вантажних автомобілів;
- розглянути питання безпеки праці;

Об'єкт: технологічний процес зони діагностики вантажних автомобілів.

Предмет: зона діагностики вантажних автомобілів автотранспортного підприємства.

Методи дослідження: статистичні, математичні, чисельні, графічні.

Ключові слова: зона діагностики, алгоритм діагностування, тягові якості, гальмівна динаміка, технічна служба, компресометр, паливна економічність.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ I	
ОРГАНІЗАЦІЯ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	9
1.1 Задачі діагностики як системи	9
1.2 Системи діагностування	12
1.3 Процес втрати роботоздатності автомобіля як об'єкта експлуатації.....	16
1.4 Система управління технічним станом та місце контрольно- діагностичних робіт	17
1.5 Діагностичні моделі	19
1.6 Методи та засоби діагностування автомобілів	29
1.6.1 Методи діагностування автомобілів	29
1.6.2 Засоби технічного діагностування	36
Висновки до розділу I	38
РОЗДІЛ II	
ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ.....	39
2.1 Призначення зони діагностики	39
2.2 Характеристика зони діагностики.....	40
2.3 Розрахунок кількості робітників	41
2.4 Технологічний процес	42
2.4.1 Візуальний контроль автомобіля	43
2.4.2 Перевірка тягових властивостей та ефективність гальмової системи.....	43
2.4.3 Перевірка сходження коліс.....	43
2.4.4 Оцінка токсичності і димності відпрацьованих газів.....	44
2.5 Оснащення зони діагностування технологічним устаткуванням	44
2.6 Площа зони діагностики	45
2.7. Правила техніки безпеки	46
2.8 Санітарно-технічні вимоги	48

	6
2.9 Електротехнічні вимоги.....	49
Висновки до розділу II.....	51
РОЗДІЛ III	
РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДІАГНОСТИЧНОГО СТЕНДУ	53
3.1 3.1 Призначення стенду	53
3.2 Огляд існуючих аналогів конструкцій.....	53
3.3 Обґрунтування обраної конструкції	56
3.4 Технічна характеристика стенду	57
3.5 Устрій і принцип роботи стенду	58
3.6 Порядок роботи зі стендом.....	61
3.7 Розрахунок передачі гвинт-гайка опорно-натискного пристрою.....	64
3.8 Правила техніки безпеки при роботі зі стендом	69
3.9 Розрахунок економічної ефективності від впровадження діагностичного стенду	71
Висновки до розділу III	73
РОЗДІЛ IV	
ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	
ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ В ПАТ	74
4.1 Технічні заходи і засоби безпечної експлуатації електроустановок	74
4.2 Електрична ізоляція мереж.....	74
4.3 Захисне автоматичне відключення живлення	73
4.4 Розрахунок штучного освітлення у зоні загального діагностування автомобілів	78
Висновки до розділу IV	80
ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	82
ДОДАТОК А	84
ДОДАТОК Б.....	87

ВСТУП

Складність автомобілів, що випускаються автомобільною промисловістю, а також їх кількість зростають так стрімко, що важко уявити можливість забезпечення необхідного рівня їх технічної готовності без застосування сучасних методів та засобів визначення технічного стану. Наведене вище призводить не тільки до підвищення складності засобів діагностування, а й до підвищення складності алгоритмів діагностування. Це потребує високої кваліфікації технічних робітників, які впоралися б із своїми задачами, маючи на озброєнні лише напіваавтоматизовані й інтуїтивні методи виявлення та пошуку несправностей.

На даний час світові корпорації, які випускають сучасне діагностичне обладнання, все частіше знаходять рішення в поєднанні різних стратегій пошуку несправностей. Так функціональне діагностування ефективно доповнюється тестовим.

Все більшого поширення набуває комп'ютерна діагностика автомобіля, яка дозволяє при під'єднанні до спеціального роз'єму отримати інформацію з усіх електронних систем автомобіля за основними параметрами їх роботоздатності. При цьому може бути отримана інформація як про поточні помилки при роботі електронних систем, так і про помилки, які зберігаються на пам'ятовувальному пристрої. Також комп'ютерна діагностика дозволяє проконтролювати роботу всіх виконавчих елементів і датчиків.

Діагностика автомобілів є важливим етапом робіт із забезпечення роботоздатності автомобілів. Саме вона дозволяє визначити основні несправності автомобілів та спланувати роботи із відновлення роботоздатності транспортних засобів та матеріально-технічного забезпечення їх ремонту. Інформація, отримана в процесі діагностування автомобілів, є вихідною при прогнозуванні технічного стану.

Мета роботи: удосконалення технологічного процесу зони діагностики вантажних автомобілів

Завдання:

- проаналізувати можливості, методи та засоби сучасної діагностики автомобілів;
- розглянути впровадження сучасних методів діагностики в технологічний процес ТО і ремонту вантажних автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту;
- розробити технологічний процес зони діагностики вантажних автомобілів автотранспортного підприємства;
- підібрати сучасне технологічне обладнання по критеріям ефективності для зони діагностики;
- розробити стенд діагностування тягових і гальмівних властивостей вантажних автомобілів;
- розглянути питання безпеки праці;

Об'єкт: технологічний процес зони діагностики вантажних автомобілів.

Предмет: зона діагностики вантажних автомобілів автотранспортного підприємства.

Методи дослідження: статистичні, математичні, чисельні, графічні.

РОЗДІЛ І

ОРГАНІЗАЦІЯ ДІАГНОСТИЧНИХ РОБІТ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Задачі діагностики як системи

Технічна діагностика визначається як галузь знань, що охоплює теорію, методи і засоби визначення стану технічних об'єктів. Технічним станом називають множину властивостей технічного об'єкта, які зазнають змін в часі, а перелік і зміст їх регламентується технічною документацією.

Загальною метою технічної діагностики є підвищення надійності автотранспортних засобів. Отже, потрібно з'ясувати наявність чи відсутність несправностей, спрогнозувати момент і місце їх виникнення. Це дасть змогу вчасно виконати відповідні ремонтно-оглядові дослідження. Як правило, кінцевої інформації для цього немає. Щоб її здобути, потрібно витратити певні матеріальні й енергетичні ресурси. Тому основне завдання діагностування – розпізнати технічний стан в умовах невизначеності з мінімальними матеріальними й енергетичними втратами.

Аналіз технічного стану виконують в умовах експлуатації, у яких отримати інформацію непросто. У таких випадках застосовують часткове підрозбирання. Технічний об'єкт, стан якого визначають без його розбирання, або з частковим підрозбиранням, називають об'єктом діагностування. Ним може бути автомобіль, його системи, агрегати, вузли, механізми.

Складові частини об'єкта діагностування, з точністю до яких бажано проводити пошук дефектів, називають змінними блоками, припускаючи при цьому, що в кожному конкретному випадку змінний блок може складатися як з одного, так і з декількох вузлів (деталей). Точність виділення змінних блоків залежить від багатьох чинників: складності конструкції об'єкта діагностування, технічного рівня загальної діагностики, технології діагностування, обраних техніко-економічних критеріїв.

Процес діагностування можна розбити на елементарні, технологічно неподільні частини, кожна з яких характеризується окремим тестовим чи робочим впливом і відповіддю, що аналізується. Такі частини називають елементарними перевітками. Послідовність елементарних перевірок, що здійснюється з об'єктом діагностування у процесі діагностування, називають діагностичним тестом.

Відповіді об'єкта діагностування можуть зніматися з основних виходів, тобто з виходів, необхідних для застосування об'єкта діагностування за призначенням, так і з додаткових виходів, організованих спеціально для діагностування. Основні і додаткові виходи називають контрольними точками або контрольованими виходами. Виміряні на них параметри називають контрольованими або діагностичними параметрами. В одному контрольованому виході може вимірюватися декілька параметрів.

Технічна діагностика тісно пов'язана з теорією інформації та кодуванням. Основними термінами в цій теорії є дані, повідомлення, інформація. Під даними розуміють усі відомості, здобуті від навколишнього світу та подані у нормалізованому вигляді (літерами, цифрами, символами тощо), наприклад, покази цифрових індикаторів температури, частоти обертання, тиску. Дані, які підлягають передачі, називаються повідомленнями.

Технічна діагностика автомобілів – розділ експлуатаційної науки, в якому вивчаються, встановлюються і класифікуються відмови та несправності агрегатів, вузлів, і симптоми цих відмов та несправностей, а також розробляються методи і засоби для їх виявлення з метою визначення необхідних профілактичних і ремонтних дій на об'єкт для підтримки високого рівня його надійності і прогнозування ресурсу його справної роботи.

Діагностування дає змогу:

- оцінити технічний стан (справність та роботоздатність) автомобіля в цілому й окремих його агрегатів і вузлів без розбирання;
- виявити дефекти, які порушили справність і роботоздатність автомобіля;
- прогнозувати залишковий ресурс або ймовірність безвідмовної роботи автомобіля у міжконтрольний період.

Загальною метою технічної діагностики на автомобільному транспорті є підвищення надійності автотранспортних засобів.

Основне завдання діагностування – розпізнати технічний стан в умовах невизначеності з мінімальними матеріальними і енергетичними втратами.

За часом проведення діагностування поділяють на:

- періодичне (здійснюється після певного пробігу автомобіля);
- неперервне.

Залежно від завдань, які вирішуються, розрізняють два види діагностування [1, 4]:

- перше – загальна діагностика (Д-1);
- друге – поглиблена діагностика (Д-2).

Під час Д-1, що, як правило, виконується перед ТО-1 і в процесі його визначають технічний стан агрегатів та вузлів, які забезпечують безпеку руху й придатність автомобіля до експлуатації.

Під час Д-2, що здебільшого здійснюється перед ТО-2, оцінюють технічний стан агрегатів, вузлів і систем автомобіля, уточнюють обсяги робіт з ТО-2 та визначають необхідність ремонту.

Результати кожного діагностування автомобіля заносять до діагностичної і нагромаджувальної карт. За результатами діагностування приймають рішення про можливість подальшої експлуатації автомобіля з призначенням ресурсом після проведення технічного обслуговування або про потребу ремонту.

Обсяг робіт, що підлягають виконанню при технічному обслуговуванні і ремонті, визначають на основі діагностування.

Діагностична карта призначена для реєстрації результатів діагностування в усіх випадках діагностування і прийняття рішення про необхідні роботи при технічному обслуговуванні і ремонті автомобіля. Діагностична карта є вихідним документом при виконанні нагромаджувальної карти в усіх випадках діагностування.

Нагромаджувальна карта призначена для нагромадження інформації про зміни діагностичних параметрів у процесі експлуатації автомобіля, збирання вихідних даних для прогнозування залишкового ресурсу і ймовірності

безвідказної роботи в межах міжконтрольного періоду. Карта обліку робіт ведеться на кожен автомобіль протягом усього терміну його експлуатації. При передачі автомобіля в іншу організацію карту обліку робіт передають разом із ним.

Основним документом для організації технічного діагностування при експлуатації і ремонті автомобіля є «Інструкція для експлуатації» або «Інструкція для технічного обслуговування автомобілів і машин, що монтуються на їхній базі».

Однією із найважливіших задач діагностування стану об'єкта є пошук несправностей, тобто визначення місця та причин їх виникнення. Після усунення несправностей об'єкт може бути справним, роботоздатним або правильно функціонуючим.

Основні задачі [1] технічної діагностики наведено на рисунку 1.1.

1.2 Системи діагностування

Визначення технічного стану агрегату, вузла, автомобіля в цілому або об'єкта діагностування виконують за допомогою контрольно-діагностичних засобів. Взаємодія об'єкта діагностування та контрольно-діагностичних засобів складає систему діагностування, яка полягає у подачі на об'єкт багаторазових впливів (вхідних сигналів) і багаторазового вимірювання та аналізу відповідей (вихідних сигналів) об'єкта на ці впливи. Впливи на об'єкт можуть надходити від контрольно-діагностичних засобів або через зовнішні сигнали, що визначаються робочим алгоритмом функціонування об'єкта.

Системи діагностування призначені для перевірки справності, роботоздатності, функціонування і пошуку дефектів. Розрізняють такі види системи діагностування:

- за характером взаємодії між об'єктом і засобом діагностування: функціонального і тестового діагностування (у разі потреби можуть бути одночасно використані системи функціонального і тестового діагностування);
- за використовуваними засобами діагностування: з універсальними і спеціалізованими, вмонтованими і зовнішніми засобами діагностування;

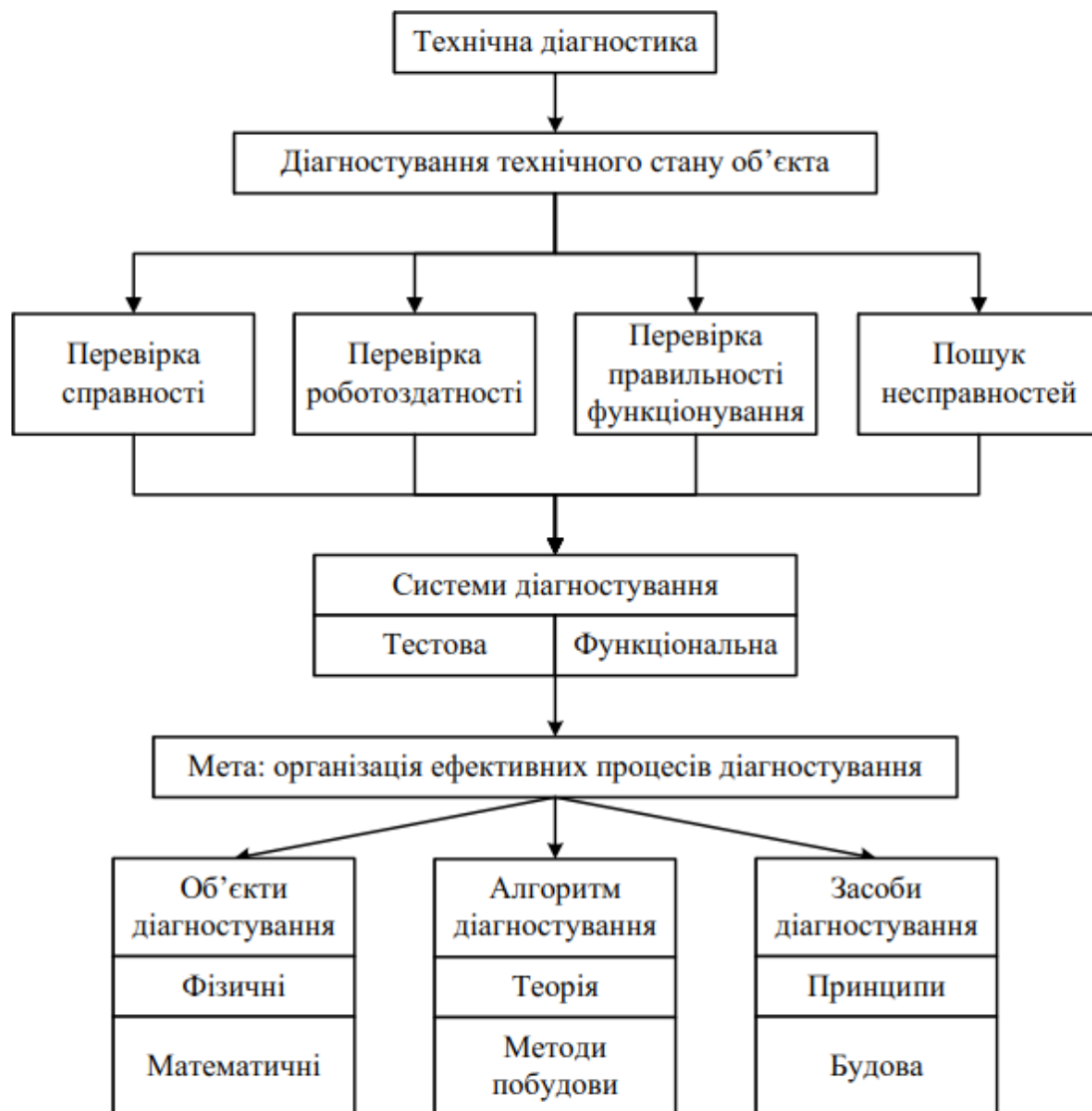


Рисунок 1.1 – Основні задачі технічної діагностики

- за ступенем автоматизації діагностування: автоматичні, автоматизовані, ручні;
- за ступенем охоплення виробу: локальні і загальні.

Узагальнені схеми функціональних та тестових систем діагностування зображені на рис. 1.2.

У системах функціонального діагностування впливи, що надходять на основні входи об'єкта, задані його робочим алгоритмом функціонування, їх називають робочими. Ці системи застосовують для перевірки правильності функціонування та пошуку несправностей найвідповідальніших агрегатів, вузлів

Системи функціонального діагностування надалі будуть розвиватися у напрямі інформування водія про паливну економічність, динамічність, ефективність гальмування, рівень забруднення навколишнього середовища. Найважливішою вимогою є можливість керування режимами руху автомобіля з метою отримання максимальної паливної економічності з дотриманням правил безпеки транспортного процесу.

У системах тестового діагностування впливи на об'єкт надходять від контрольно-діагностичних засобів (рис. 1.2). Склад і послідовність подачі цих впливів (тестових) вибирають з умов ефективності організації процесу діагностування. В результаті тестового діагностування вирішуються завдання перевірки справності, роботоздатності та пошуку несправності. Ці системи працюють, коли автомобіль не використовується за призначенням. Робота систем тестового діагностування при працюючому об'єкті також можлива, але тоді тестові впливи можуть бути тільки такими, які не заважають нормальному функціонуванню об'єкта.

Відповіді об'єкта на тестові і робочі впливи надходять на засоби діагностування. Вихідні сигнали можна знімати з основних виходів об'єкта, тобто необхідних для використання об'єкта за призначенням, а також з додаткових, призначених спеціально для діагностування. Основні та додаткові виходи називають контрольними точками. Від того, наскільки швидко й просто вони дозволяють одержати інформацію, значно залежить ефективність діагностування.

При розробці системи діагностування для забезпечення взаємодії об'єкта і засобу діагностування мають бути вирішені такі завдання: техніко-економічне обґрунтування вибору виду і призначення системи діагностування; аналіз фізичних процесів, що відбуваються в об'єкті діагностування, для виявлення механізмів виникнення та ознак прояву пошкоджень і дефектів; збирання і вивчення апріорних даних про характерні пошкодження і дефекти аналогічних виробів або їхніх складових частин; вибір методу діагностування; розробка моделі об'єкта діагностування; розробка алгоритму діагностування; розробка конструктивних вимог до об'єкта діагностування для забезпечення його

діагностування і розробка відповідної технічної документації; вибір і розробка засобів діагностування; розробка пристроїв спряження об'єкта і засобів діагностування; розробка експлуатаційної і ремонтної документації для діагностування; випробування системи діагностування.

Для кожної галузі застосування системи діагностування визначають достовірність діагнозу і глибину пошуку дефекту з урахуванням надійності виробу та його складових частин, особливо тих, відмова яких пов'язана із небезпекою для людини; контролепридатність і здатність відновлюватись; вартість і трудомісткість діагностування.

1.3 Процес втрати роботоздатності автомобіля як об'єкта експлуатації

Показники якості автомобіля [1, 3] не залишаються постійними в експлуатації, а змінюються протягом часу і в просторі. Під якістю будь-якого виробу або виду продукції розуміється сукупність властивостей, що обумовлюють його придатність забезпечувати відповідні потреби в зв'язку з його призначенням. Складність будови автомобіля, чисельність окремих його властивостей та конструкцій, різноманітні залежності від умов та виду перевезень практично не дають можливості оцінити автомобіль одним загальним показником, який однозначно виражав би його якість. Тому якість автомобіля визначається комплексом значних його експлуатаційних якостей, запропонованих Е. О. Чудаковим.

Експлуатаційна якість автомобіля – це сукупність певних властивостей та конструктивних особливостей автомобіля, яка характеризується його вартістю та мірою споживчої досконалості щодо певних умов використання: місткість; використання маси; швидкість руху; прохідність; безпечність (гальмова якість, стійкість, керованість, обзорність, ефективність сигналізації, забруднення навколишнього середовища, безшумність); паливна економічність; довговічність; надійність; зручність використання (плавність ходу, комфортабельність, простота управління і дорожнього обслуговування, маневреність); простота технічного обслуговування. Цей комплекс дав загальну

оцінку автомобілю як транспортному засобу і є необхідним для оцінки його ефективності.

В процесі експлуатації автомобіль з різних причин (старіння матеріалів, спрацювання та зміна їх експлуатаційних характеристик, некваліфіковане водіння, дорожньо-транспортні пригоди, нестабільність з'єднань) втрачає певні якості – швидкість руху, безпечність, паливну економічність, надійність, довговічність, що знижує його продуктивність, збільшує витрати на перевезення, трудомісткість та енергомісткість перевезень, а також знижує безпеку для навколишнього середовища. Роботоздатність автомобіля визначається не тільки можливістю виконувати необхідні перевезення, але й тим, щоб його експлуатаційні якості знаходились в допустимих межах.

Надійність автомобіля під час експлуатації змінюється, що обумовлено втратою роботоздатності автомобіля і зниженням ефективності його використання. А оскільки автомобіль є відновлюваною системою, то визначення тактики і стратегії відновлення його роботоздатності має велике значення.

1.4 Система управління технічним станом та місце контрольно-діагностичних робіт

Система діагностування [1, 4], яка складається із об'єкта діагностування та контрольно-діагностичних засобів, відноситься до систем контролю. Але специфіка технічної діагностики заключається в направленості її методів на виявлення стану конкретного автомобіля та відновлення втраченої роботи здатності. При контролі зупиняються на дослідженні системи як цілого, а при діагностуванні досліджується не тільки система в цілому, а також окремі її елементи, бо стан системи є функцією поведінки її окремих елементів.

Діагностування можна розглядати як елемент системи управління. Задача всякого управління – організація і реалізація цілеспрямованої дії на об'єкт управління, яка є процесом пошуку і реалізації заходів для переведення об'єкта до бажаного стану. У даному разі під об'єктом управління будемо розуміти автомобіль в цілому або його окрему систему (агрегат, вузол, з'єднання тощо). При цьому мають виконуватися дві умови: на об'єкт можна впливати і цей вплив

може привести до бажаних результатів, тобто може змінити його стан в бажаному для нас напрямку.

На рисунку 1.3 наведена схема системи управління: Y – канал впливу навколишнього середовища на об'єкт; X – канал впливу об'єкта на середовище; U – канал впливу управління на об'єкт. При цьому поняття «вплив» при розв'язанні задач управління суто інформаційне. Виділення об'єкта управління і виявлення каналів впливу проводяться тільки з точки зору заданої цілі управління.

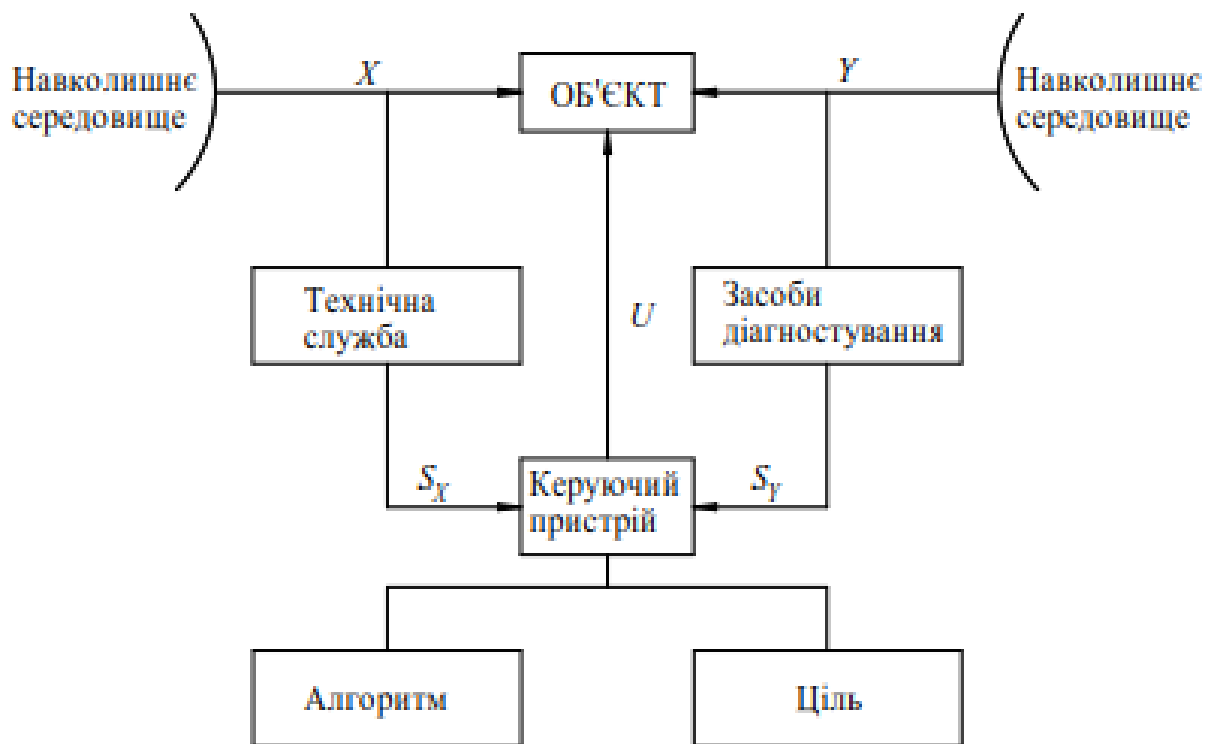


Рисунок 1.3 – Схема системи управління

Ціль управління – сукупність умов, властивостей та вимог, яким повинен відповідати об'єкт. Вона начебто генерує об'єкт управління. Наприклад, автомобільний двигун, як об'єкт управління з точки зору автотранспортного підприємства, виступає в ролі перетворювача теплової енергії X в механічну Y , а з точки зору санітарної інспекції він виступає в ролі генератора шкідливих речовин (оксиду вуглецю, оксиду азоту тощо). Таким чином, об'єкт управління і канали його взаємозв'язку з середовищем повністю визначаються цілями управління.

Під час експлуатації з різних причин об'єкт може і не відповідати цілям управління. Тому процес управління – це процес організації і реалізації цілеспрямованого впливу U на об'єкт. Процес організації також цілеспрямований, тому що він потребує вміння і навичок створювати ціленаправлений вплив. Ці властивості і визначає алгоритм управління.

Алгоритм управління – це сукупність правил, методів і засобів, які утворюють управління. Ціленаправлений вплив (управління) може бути лише тоді, коли відомий дійсний стан S у об'єкта управління. Тому організація ефективних процесів діагностування автомобіля в цілому і окремих його елементів – головна мета технічної діагностики автомобілів.

Таким чином, організація оптимального управління характеризується наявністю чотирьох елементів: організації й подачі управляючої дії U , діагностичної інформації S у про стан об'єкта в даний час та про стан технічної служби автопідприємства S_x ; конкретної мети управління та алгоритму управління. Достатньо виключити хоча б один з названих елементів, і управління об'єктом стає неможливим.

Наявність діагностичної інформації сприяє організації оптимального управління технічним станом автомобілів в умовах автотранспортного підприємства.

1.5 Діагностичні моделі

Технічна діагностика застосовується на кожному етапі життєвого циклу автомобіля. Проте, найвищі вимоги і найскладніші задачі стоять перед нею на етапі експлуатації.

Під час комерційної експлуатації автотранспортного засобу найчастіше використовують спостереження за функціональними параметрами автомобіля, такими як тягово-швидкісні, активної та пасивної безпеки. Перехід автомобіля у підсистему технічної експлуатації (технічного обслуговування і ремонту) здійснюється на підставі загального діагностування, після якого приймається рішення про його роботоздатність.

Поелементна діагностика застосовується для того, щоб виявити місце виникнення несправності. Якщо автомобіль роботоздатний, то результати діагностування використовують для подальшого прогнозування його залишкового ресурсу.

Отже, основними задачами технічної діагностики автомобілів є: визначення справності і роботоздатності об'єкта діагностування; виявлення відмови і локалізація дефектів; прогнозування залишкового ресурсу.

Розв'язування цих задач повинно супроводжуватись мінімальними витратами ресурсів на контрольно-вимірювальні операції, достатнім рівнем точності і, відповідно, вірогідністю результатів. Кожній з трьох задач відповідає певний методологічний апарат. Враховуючи, що для розв'язування діагностичних задач використовуються інформаційно-аналітичні бази, можна виділити загальну схему розв'язування.

Початковою у розв'язуванні є база знань, яка включає опис з певною мірою деталізації кожного з відомих технічних станів автомобіля; закономірності функціонування об'єкта діагностування; способи та засоби діагностування і фізичні процеси, пов'язані з ними.

Спосіб генерації діагностичної інформації дає відповідь на питання про те, як і де вимірювати вихідні параметри, як перетворити їх в ознаки технічного стану, якою є міра діагностичного сигналу? Вибір діагностичних параметрів залежить від властивостей об'єкта діагностування, засобів діагностування, обраних критеріїв.

Методика діагностичних досліджень включає в себе сукупність способів вимірювання діагностичних параметрів, а також методів їх опрацювання і прийняття рішення. Для забезпечення потрібного рівня вірогідності діагнозу діагностичні дослідження повторюють з уточненням умов за кожну ітерацію. Прийняте рішення порівнюють з результатами прогнозування, отриманими раніше.

Діагностична інформація, методи досліджень, властивості системи діагностування відображаються у діагностичних моделях.

Оптимальні рішення про ремонтно-обслуговувальні дії можуть бути отримані в результаті аналізування множини технічних станів, в яких об'єкт діагностування може знаходитися в період експлуатації. Для цього потрібно застосовувати методи, які ґрунтуються на дослідженні графоаналітичних подань властивостей об'єкта діагностування, що називаються діагностичними моделями, їх класифікація наведена на рис. 1.4.

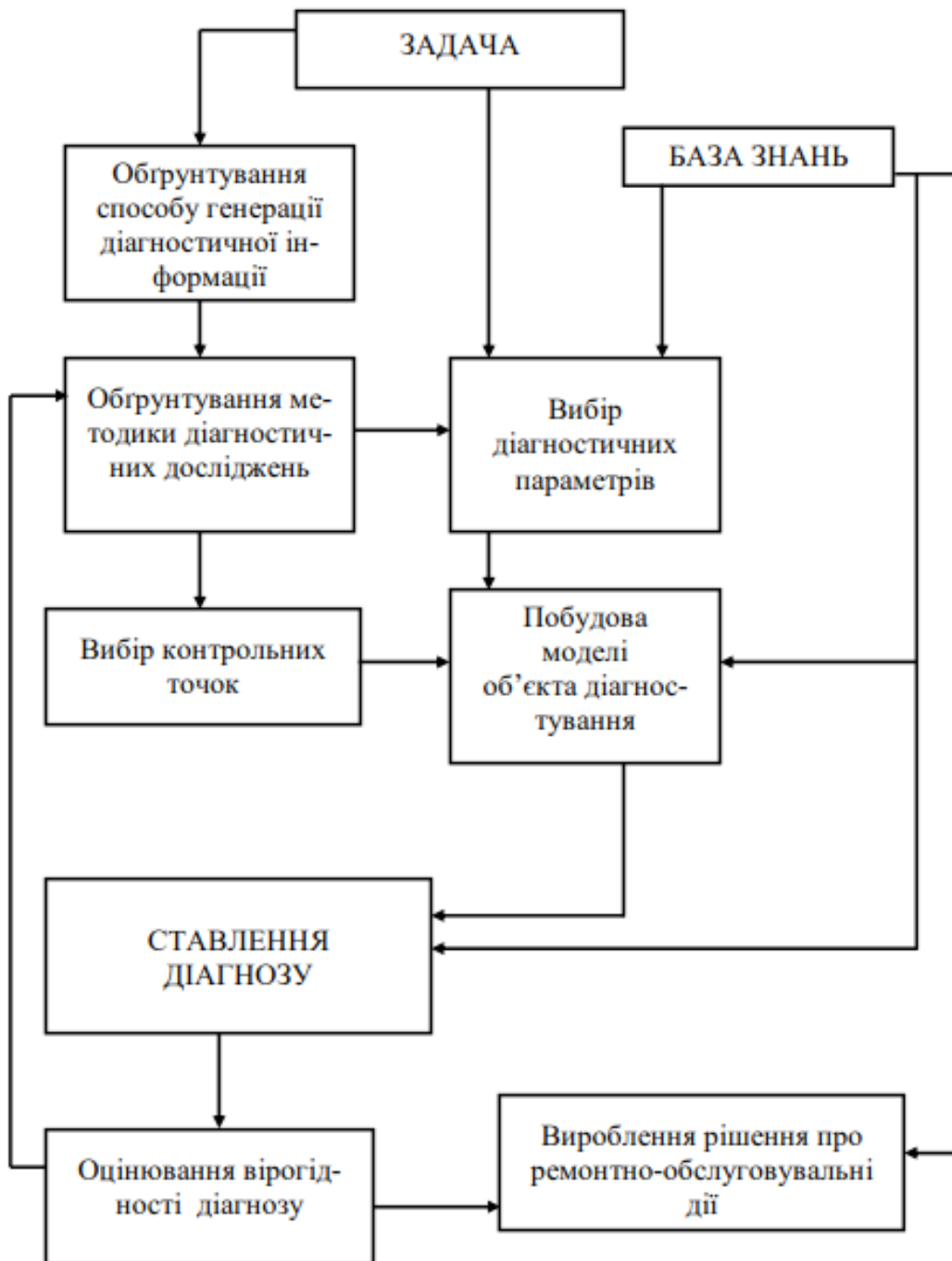


Рисунок 1.4 – Схема розв'язування діагностичних задач

Діагностична модель об'єкта діагностування може бути задана у явному або неявному видах. Явна модель об'єкта діагностування являє собою сукупність формальних описів справного об'єкта діагностування й усіх його несправних станів. Неявна модель об'єкта діагностування містить будь-який один формальний опис об'єкта діагностування, математичні моделі його несправностей і правила отримання за цими даними всіх інших потрібних описів. Найчастіше заданою є математична модель справного об'єкта діагностування, за якою можна побудувати моделі його несправних технічних станів. Загальні вимоги до моделей справного об'єкта діагностування, а також до моделей несправностей полягають у тому, що вони повинні з необхідною точністю описувати об'єкти діагностування.

Об'єкти діагностування, усі сигнали яких можуть набувати значень з неперервних множин, відносять до класу аналогових (неперервних). До класу дискретних об'єктів відносять ті об'єкти діагностування, значення сигналів яких задаються на скінченних множинах, а час відраховується дискретно. Характерно, що аналоговий об'єкт діагностування можна подати як цифровий, але не навпаки. Наприклад, аналоговий об'єкт діагностування – систему охолодження двигуна автомобіля можна описати вхідним параметром – частотою обертання вала вентилятора, та вихідним – температурою охолодної рідини. Обидва параметри є неперервними. Проте, якщо подати їх у дискретних інтервалах (наприклад, в інтервалах допустимих значень), то й сам об'єкт діагностування стає дискретним або цифровим. Якщо значення частини діагностичних параметрів об'єкта діагностування задані на неперервних, а значення інших – на скінченних множинах, то об'єкт є аналого-цифровим (гібридним).

Неперервні моделі описують стан аналогового або дискретного об'єкта діагностування в тому разі, коли змодельовані процеси проходять безупинно, а час є аргументом відповідних функцій. Неперервні моделі становлять найбільшу кількість, тому що основні процеси змін якості технічних об'єктів носять поступовий характер.

Справний чи несправний об'єкт діагностування подається як динамічна система, стан якої в кожен момент часу визначається значеннями вхідних,

внутрішніх і вихідних параметрів. В такому разі діагностичну модель називають динамічною. Окремим є випадок, коли стан об'єкта діагностування не залежить від часу. Така модель є статичною. Статичні моделі використовуються для опису електронних блоків автомобіля.

Існує низка діагностичних моделей, якими описують процеси, що проходять в об'єкті діагностування безвідносно часу, тому їх не можна віднести ані до дискретних, ані до неперервних. Такими моделями є інформаційні, функціональні та технічні характеристики.

Моделі інформаційних систем або інформаційні моделі, можна поділити на такі, що стосуються передачі даних; інформаційно-вимірювальні; перетворення інформації; інформаційно-пошукові; зберігання інформації; керування; експериментальних досліджень. Найпоширенішими у практиці діагностування автомобілів є моделі, які об'єднують під назвою системи передачі інформації. Такими є, наприклад, системні аналізатори двигуна (FSA 560 фірми BOSCH), мотор-тестери MOT-240, 251 цієї ж фірми.

Неперервний об'єкт діагностування під час розв'язування задач діагностування можна подати детермінованою моделлю – адекватним математичним (формальним) описом у вигляді сукупності функціональних співвідношень, диференціальних рівнянь або передатних функцій. Такі моделі широко використовуються для опису об'єктів будь-яких типів (механічних, електричних, електромеханічних або пневмогідравлічних). Вони являють собою залежності вихідних діагностичних параметрів від вхідних. При цьому несправності автомобіля моделюються як недопустимі зміни значень діагностичних параметрів.

Великий клас об'єктів діагностування припускає використання детермінованого моделювання через свою складну структуру, а створення повної аналітичної моделі ускладнене через відсутність відповідної інформації. У цьому разі для розв'язування задач розпізнавання технічних станів об'єктів механічного чи пневмогідравлічного типу використовують випадкові моделі. Найхарактерніші з них – це регресійні. Ці моделі будуються з допомогою методів математичної статистики, а саме дисперсного і регресійного аналізу. Регресійні

моделі відображають зв'язок або взаємозв'язок діагностичних, структурних, або параметрів надійності автомобіля.

Дискретні або топологічні моделі задаються в робочому діагностичному просторі параметрів у вигляді сукупності фізичних властивостей об'єкта діагностування і його структури у вигляді графа або бінарної матриці з причинно-наслідковими зв'язками між фізичними величинами. Якщо модель подається у вигляді графа, то вершинам відповідають параметри об'єкта діагностування (вихідні і входні, основні і допоміжні, структурні параметри), а дугам – відомі аналітичні чи статистичні залежності і якісні співвідношення між параметрами.

Різновидом топологічних моделей є двозначні логічні моделі, що охоплюють великий клас реальних технічних об'єктів, які зображаються блоковою функціональною чи структурною схемами: система запалювання, система освітлення та сигналізації система живлення з впорскуванням палива тощо. При побудові логічної моделі кожному функціональному елементу об'єкта діагностування ставиться у відповідність сукупність логічних блоків так, щоб вихід кожного логічного блоку характеризувався тільки одним параметром, і при цьому залишилися тільки ті входи, які формують цей вихід. Застосування логічної моделі ґрунтується на застосуванні порогових способів діагностування, які характеризуються тим, що висновок про правильність функціонування об'єкта діагностування робиться на підставі якісної оцінки деякої сукупності діагностичних параметрів. Якщо значення сигналу знаходиться в допустимих межах, то значення вихідного сигналу береться як логічна «1», в іншому випадку – логічний «0».

Багато формулювань та розв'язків задач технічної діагностики передбачають задавання формалізованого опису множини допустимих несправностей (моделей несправностей). Як правило, кожній несправності можна поставити у відповідність деяку зміну параметрів елементів об'єкта діагностування. Наприклад, часто як допустимі розглядаються несправності типу втрати герметичності, відсутності напруги, низької частоти. Зазвичай модель несправності залежить від елементної бази об'єкта діагностування, а

також від типу моделі об'єкта діагностування. Так, для об'єкта діагностування, що містить електричні елементи (електромашини, резистори, конденсатори, діоди, транзистори), несправностями можуть бути обриви і короткі замикання. Для об'єкта діагностування, що складається з гідравлічних і пневматичних елементів (клапанів, дроселів, акумуляторів, гідроциліндрів тощо) допустимі несправності – втрата гідро- і пневмоцільності, невідповідна витрата рідини, газу тощо. Для механічних об'єктів діагностування – зазори, натяги, деформації тощо.

Розрізняють одиничні і кратні несправності. Під одиничною розуміють несправність, взяту як елементарну, тобто таку, яка не може бути подана сукупністю декількох інших, «дрібніших» несправностей. Кратна несправність є сукупністю одночасно існуючих двох або більше окремих несправностей.

Класифікація діагностичних моделей показана на рис. 1.5.

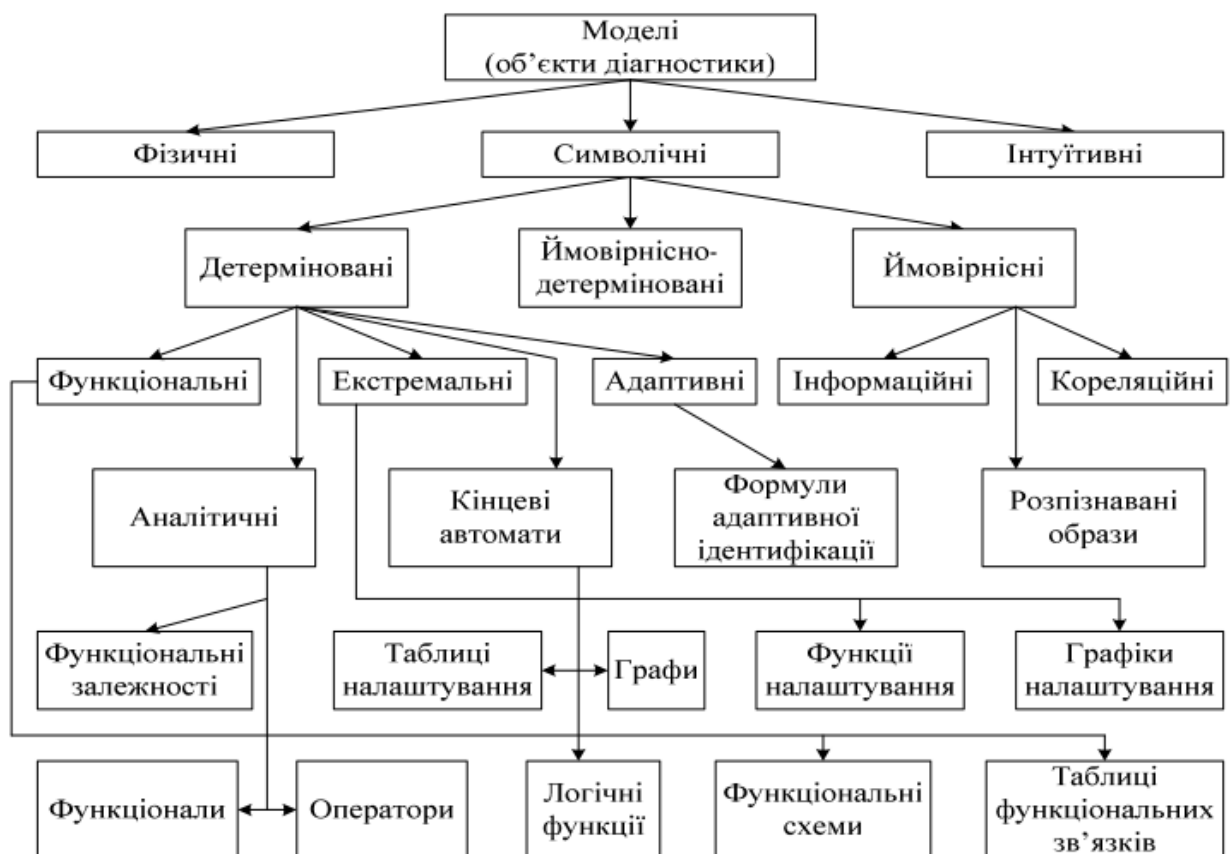


Рисунок 1.5 – Класифікація діагностичних моделей

Ймовірні моделі розділяються на інформаційні, розпізнавальні образи та кореляційні. В інформаційних моделях реальний об'єкт становить сукупність вихідних процесів, які несуть визначальну кількість інформації про його стан. Під ймовірними моделями розпізнавальних образів розуміють сукупність вихідних процесів, що належать одному класу сукупності значень структурних параметрів.

Кореляційні моделі визначають ступінь взаємозв'язку вихідних процесів і структурних параметрів. Детерміновані моделі можна розділити на аналітичні, функціональні, кінцеві автомати, адаптивні та екстремальні. Адаптивні моделі синтезують в процесі ідентифікації реального об'єкта і вихідної моделі, ідентичної реальному об'єкту при номінальних значеннях його структурних параметрів. Екстремальні моделі використовуються в разі, якщо стан реального об'єкта характеризують не значеннями структурних параметрів при фіксованому режимі його роботи, а залежностями узагальненого параметра реального об'єкта від узагальнених параметрів складових його частин при відповідних режимах його роботи. У цьому випадку під моделлю розуміють залежності, які одержують при оптимізації узагальненого параметра реального об'єкта за результатами налаштування узагальнених параметрів складових його частин при умові, що ці налаштування можна здійснити на реальному об'єкті.

Інтуїтивна модель характеризує уявлення людини про зв'язки вихідних процесів реального об'єкта та його структурних параметрів. Подання реального об'єкта тією чи іншою моделлю визначається ступенем наших знань про нього. Модель будується на підставі узагальнення таких даних експерименту або спостереження, які відображають властивості реального об'єкта як об'єкта діагностики.

В процесі моделювання в першу чергу вирішують питання про можливість одержати детерміновану модель. Вона проста і вказує конкретний шлях до вибору методу діагностування та засобів його реалізації без попередніх статистичних досліджень реального об'єкта або збору статистичної інформації про його функціонування в процесі експлуатації.

Діагностична модель визначає також методи діагностування, найпоширеніші з яких – методи діагностування дискретних об'єктів, їх функціонування описується апаратом математичної логіки. Розробку методу діагностування і його оптимізацію зводять до складання логічних функцій та їх оптимізації, тобто ця задача суто математична. Звичайно, задачу розробки методів діагностування неперервних об'єктів можна звести до математичної в разі, коли їх функціонування описується математичними залежностями.

Таким чином, метод діагностування першочергово визначають математичними залежностями, що достатньо точно описують функціонування об'єкта. В зв'язку з цим методи діагностування можна розділити на індикаційні, пошукові та інтуїтивні.

Індикаційні методи діагностування ґрунтуються на автоматичній індикації стану структурних параметрів функціонуючого об'єкта діагностики. Сигнали, які забезпечують індикацію значень структурних параметрів, знімають з датчиків, встановлених на об'єкті.

Пошукові методи діагностування. Ґрунтовані на визначенні в процесі пошуку виходу значень структурних параметрів за межі допусків. Розрізняють два види пошуку: послідовний та комбінаційний. При комбінаційному пошуку структурні параметри, що вийшли за межі допусків, визначають шляхом виконання заданої кількості перевірок, порядок проведення яких не має значення. При послідовному пошуку перевірки виконують у відповідному порядку. Результат кожної перевірки аналізують відразу після його отримання, і якщо не визначено структурні параметри, що вийшли за межі допуску, то проводять наступну по порядку перевірку.

Послідовний та комбінаційний пошуки можуть бути активними і пасивними. При активному пошуку визначають такі структурні параметри, які оптимізують узагальнений параметр об'єкта в даний момент експлуатації при незмінних структурних параметрах.

При ідентифікаційному пошуку встановлюють ідентичність об'єкта і його моделі структурним параметрам при діагностуванні. За вихідну беруть модель, ідентичну реальному об'єкту при номінальних значеннях структурних

параметрів. Такий пошуковий метод пасивний через те, що діагноз отримують за результатами порівняння значень структурних параметрів з їх номінальними значеннями.

Пошуковий метод можна трактувати і як задачу розпізнавання образів, що є частковим випадком статистичної задачі перевірки гіпотез. Тоді цей метод можна сформулювати так: за результатами деякої кількості вимірів параметрів вихідних процесів необхідно прийняти оптимальне рішення про належність його стану до того чи іншого класу загальної сукупності станів.

Інтуїтивний метод діагностування – це метод, при реалізації якого необхідну інформацію отримує оператор, порядок дій якого (стратегія пошуку) обумовлюється не коротким алгоритмом, а його особистим досвідом (інтуїцією).

Автомобіль як складна система має частини різної фізичної природи, в яких процеси описуються математичними залежностями. Це і визначає велику кількість розроблених різноманітних методів їх діагностування. Практично будь-який із цих методів може бути використаний для діагностування автомобіля. При цьому задача полягає в оптимальному виборі певного методу з точки зору отримання мінімуму вартості пошуку. Взагалі, перевага має бути на боці детермінованого методу як найпростішого, коректного та універсального. На противагу йому при ймовірнісно-детермінованих та ймовірнісних методах потребується початкове накопичення статистичної інформації за результатами випробування та експлуатації. Результат діагнозу при цьому має ймовірнісний характер. Головна вада цих методів – необхідність повторних накопичень статистичної інформації при конструктивних змінах та змінах умов експлуатації. Перевага детермінованих методів над ймовірнісними стає очевидною, коли глибину діагнозу визначають не узагальненим параметром системи, а її структурними параметрами. Потреба в такій глибині діагнозу виникає при прогнозуванні відмов елементів системи.

Вихідні процеси визначаються структурними параметрами, їх взаємозв'язком, збурюваннями та режимом функціонування. Найінформативнішими вихідними процесами є процеси при динамічному режимі дії механізму. Тому динамічний режим роботи механізму при його

нормальному функціонуванні найбільш сприятливий з точки зору діагностування цього механізму.

У загальному вигляді динамічний режим роботи механізму може бути описаний диференціальними рівняннями, які встановлюють зв'язки між вихідними процесами, збурюваннями, структурою та структурними параметрами механізму.

Аналітичні методи відповідають процесам системи, але при великій кількості структурних елементів та зовнішніх факторів, що діють на систему, вони бувають громіздкими. У зв'язку з цим широко використовують структурно-наслідкові моделі.

1.6 Методи та засоби діагностування автомобілів

1.6.1 Методи діагностування автомобілів

Складність конструкцій сучасних автомобілів і відповідальність за якість діагностичних досліджень зростають. Досягти потрібного рівня вірогідності і якості діагностичної інформації дають змогу сучасні методи діагностування. Методи діагностування поділяються на організаційні і технологічні. Організаційні методи визначають характер основних задач діагностування, застосування і вибір засобів діагностування, алгоритми та програми діагностування.

1. Технологічні методи діагностування – це множина способів і прийомів подачі вхідних, реєстрації вихідних сигналів, вимірювання діагностичних параметрів і виявлення діагностичних ознак технічного стану.

За застосуванням засобів діагностування методи діагностування поділяють на два класи: органолептичні (суб'єктивні), інструментальні (об'єктивні).

2. Органолептичні методи включають прослуховування, огляд, перевірку дотиком і нюхом. Прослуховуванням виявляють місця і характер ненормальних стуків, шумів, перебоїв у роботі двигуна, відмов у силовій передачі та ходовій частині (за шумом), нещільності (за шумом повітря, що проривається) і таке інше. Оглядом установлюють місця підтікання води, масла, палива, колір

випускних газів, диміння із сапуна, биття обертових частин, натяг ланцюгових передач тощо. Дотиком визначають місця і ступінь ненормального нагрівання, биття, вібрації деталей, в'язкість, липкість рідини тощо. Нюхом виявляють за характерним запахом несправність зчеплення, витікання бензину, електроліту, підгоряння електропровідників тощо.

3. Інструментальні методи застосовують для вимірювання і контролю всіх параметрів технічного стану, використовуючи при цьому засоби діагностування.

За періодичністю методи діагностування поділяють на такі, що застосовують у плановому регламентованому і в позаплановому, заявковому порядках. Діагностуванням, виконаним згідно з планом, розв'язують задачі перевірки роботоздатності, а також визначення залишкового ресурсу агрегатів і машини в цілому. З цією метою із усієї сукупності діагностичних параметрів виділяють узагальнені, котрі обов'язково вимірюють під час технічного обслуговування. Серед узагальнених є група ресурсних діагностичних параметрів, досягнення якими граничних значень, обумовлює капітальний ремонт об'єкта діагностування. До таких ресурсних параметрів відносяться витрата газів, що прориваються в картер, коефіцієнт витрати рідини гідроприводу коробки передач тощо.

Діагностування, виконане позапланово, у заявковому порядку, розв'язує задачу пошуку дефектів у тому разі, якщо за результатами вимірювань узагальненого параметра стану виявлено порушення роботоздатності складової частини серед множини інших.

Параметрами поглибленого діагностування (з метою пошуку дефектів) служать кут початку подачі палива, тиск, що створюється плунжерними парами, коефіцієнт подачі гідронасоса, втрати в розподільнику гідроприводу та інші. Методи діагностування, які застосовують до окремих типів автотransпортних засобів (вантажні й легкові автомобілі, автобуси), або до їх агрегатів і систем (паливна апаратура двигуна, коробка передач тощо), відрізняються між собою параметрами, що вимірюються, прийомами вимірювання й опрацюванням результатів (рис. 1.6).

За діагностичними параметрами усі методи поділяють на три групи, залежно від того, характеризує параметр робочий процес машини або її складової частини, супутній процес або безпосередньо структурний параметр.

4. Методи діагностування за параметрами робочих процесів дають змогу перевіряти вихідні параметри транспортних засобів (потужність, економічність, продуктивність, якість роботи) і силові робочі характеристики його складових частин (фазові параметри паливоподачі і газорозподілу, тиск, швидкість переміщення, витрата тощо). Точність вимірювання цих параметрів досить висока, тому що переважно здійснюють пряме вимірювання контрольованої фізичної величини.

5. Методи діагностування за параметрами супутніх процесів дають можливість побічно визначати ті самі параметри робочих процесів, а також структурні параметри деталей і спряжень, якщо їх не можна чи недоцільно вимірювати безпосередньо. У цьому разі вимірюють також показники генерованих процесів зовнішніми засобами діагностування. Це процеси вібрації і шуму, нагрівання, охолодження, розгону і зупинки обертових частин, наростання або спад тиску масла і повітря в момент пуску і зупинки механізмів, утворення забруднюючих речовин. Точність такого вимірювання діагностичного параметра нижча, ніж під час діагностування за параметрами робочих процесів.

6. Методи діагностування за структурними параметрами дають змогу прямими вимірюваннями, без розбирання об'єкта діагностування, визначати знос деталей, зазори у їх спряженнях, регулювання. Це методи, які застосовують для вимірювання зносу шин, шківів, зазору у спряженнях, прогину важелів тощо. В основі цих методів лежить вимірювання геометричних параметрів, взаємного розміщення чи розмірів деталей на автомобілі, який не працює.

7. За режимом роботи об'єкта діагностування можна виділити методи діагностування на сталому, перехідному і статодинамічному режимах роботи. Діагностування на сталому режимі виконують для об'єкта діагностування, що працює на стаціонарному режимі за постійного швидкісного, температурного і силового навантаження. Діагностування на перехідному режимі роботи застосовують для вимірювання параметра у нестационарних умовах (розгін,

вибіг, різке гальмування, зняття навантаження, прогрівання, або охолодження тощо).

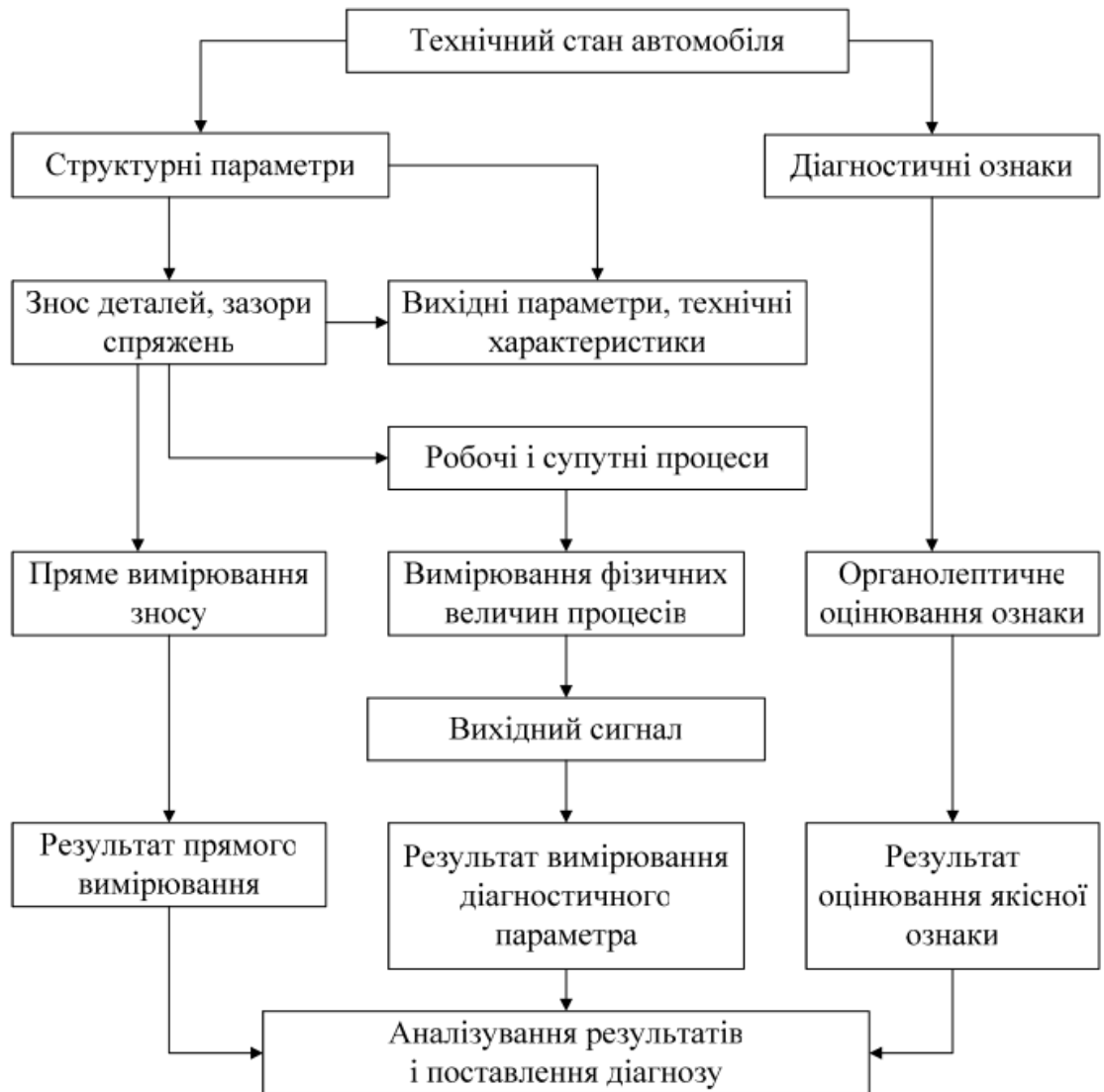


Рисунок 1.6 – Схема застосування технологічних методів діагностування

Статодинамічний метод у процесі діагностування використовується з чергуванням сталого і перехідного режимів роботи об'єкта діагностування. Під час діагностування автотранспортних засобів застосовують, переважно, сталі режими, рідше – перехідні і дуже рідко – статодинамічні. Із застосуванням електронних і автоматизованих засобів діагностування діапазон останніх двох методів розширюється. З їх допомогою визначають технічний стан автотранспортних засобів та їх складових частин за параметрами кутового прискорення колінчастого вала двигуна (вимірювання потужності), швидкості

збільшення і зменшення тиску в магістралі масла (перевірка роботоздатності гідропривода), час зупинки (оцінка роботоздатності силової передачі, масляної центрифуги) і таке інше. Статодинамічний метод може бути реалізований тільки в автоматизованому 3Д, тому що вимірюють параметр у чітко заданих за черговістю сталому і перехідному режимах. Такі режими можуть бути використані, наприклад, при вимірюванні витрати палива, потужності і деяких інших параметрів під навантаженням, що створюється періодичним автоматичним відключенням одного або декількох циліндрів бензинового двигуна (дизеля).

8. За фізичною суттю методи діагностування поділяються на енергетичний, пневмогідравлічний, кінематичний, тепловий, віброакустичний, електромагнітний, оптичний, радіоактивний. Кожен метод призначений для контролю певного фізичного процесу і заснований на застосуванні певного фізичного явища. Класифікація за фізичною суттю дає найбільшу можливість виявити технічну характеристику конкретного методу діагностування. Фізичний процес характеризується зміною фізичної величини за часом. В основі енергетичного методу лежить фізична величина – сила, потужність; пневмогідравлічного – тиск; кінематичного – переміщення, прискорення, швидкість; теплового – температура, кількість тепла; віброакустичного – амплітуда коливань на певних частотах. Зміну фізичного процесу можна спостерігати на зміні фізичної величини в часі (або залежно від шляху), тобто за двома координатами.

9. Одним із найстаріших є енергетичний спосіб діагностування, заснований на вимірюванні потужності або амплітуди вихідного сигналу. Діагностичним параметром при цьому може бути температура (перепад температур), тиск, шум, вібрація і багато інших фізичних параметрів. Сучасним розвитком енергетичних способів є інформаційна частотна технологія, що припускає виділення з вимірюваного сигналу складових у визначених частотних діапазонах і подальший енергетичний аналіз виділених складових. Енергетичний спосіб при використанні об'єкта діагностування на сталому режимі роботи служить для оцінювання технічного стану механізмів і систем, які виробляють, передають або

споживають енергію. Існує декілька різновидів такого діагностування: гальмівний, парціальний, диференціальний, безгальмівний. Енергетичний спосіб застосовують, у першу чергу, для визначення технічного стану двигунів внутрішнього згоряння за параметрами потужності. Гальмівний спосіб дає змогу визначати ефективну потужність, яка оцінюється мірою механічної енергії, отриманої в результаті згоряння палива в циліндрах, за реактивною силою або гальмівним моментом під час гальмування на стенді. Фізична величина – робота, а діагностичний параметр – сила. Під час діагностування двигуна його режим роботи є сталим, сила – практично постійною. Парціальний спосіб, для якого об'єкт діагностування (наприклад, двигун) працює з частиною виключених циліндрів, дає можливість випробовувати його на стендах малої потужності. Він також характеризується стаціонарним режимом і постійним рівнем діагностичного параметра. Диференціальний спосіб діагностування за ефективною потужністю, за якого вимірюється відхилення потужності від номінального значення по окремих циліндрах, аналогічний парціальному. Безгальмівний спосіб (без стенду) передбачає створювати навантаження на циліндри двигуна, які працюють, за рахунок виключених. За потреби створюють додаткове навантаження, наприклад, дроселюванням випускних газів або масла в гідроприводі машини.

10. Віброакустичний метод діагностування базується на вимірюванні параметрів вібрацій. Під час експлуатації автотранспортного засобу їх елементи зазнають переміщень, які змінюються в часі (вібропереміщення). Причинами виникнення вібропереміщень можуть бути циклічні процеси (обертання роторів, валів, періодичні навантаження), власні коливання тощо. У загальному випадку вібропереміщення можна подати у вигляді накладених елементарних гармонічних коливань. В зв'язку з цим основними параметрами вібрації є частота, віброприскорення, амплітуда, інтенсивність віброхвиль. Для задач технічної діагностики частота вимірюється у діапазоні 0-30 кГц залежно від чутливості вимірювальної апаратури; віброприскорення з верхньою межею вимірювань – 1000 м/с^2 ; амплітуда віброколивань – весь діапазон вібропереміщень; інтенсивність віброхвиль – весь діапазон переносу енергії за

одиницю часу (Вт/м^2). Віброакустичний метод діагностування використовують при сталому режимі роботи об'єкта діагностування. Зміну віброакустичних параметрів подають у вигляді періодичних загасаючих коливань.

11. Оптичні методи діагностування. Найпростішим способом виявлення несправностей деталей є візуальний огляд. У важкодоступних місцях він утруднений. Тому для виявлення дефектів у таких ситуаціях застосовують спеціальні оптичні прилади – технічні ендоскопи.

Ендоскопія двигуна проводиться з метою якісної оцінки величини зносу і виявлення поломок у деталях циліндро-поршневої групи. Легко виявляються прогар і ушкодження клапанів, днищ поршнів, головки блоку і прокладки головки блоку з боку камери згоряння. За слідами масла на стержнях і тарілках клапанів, у камері згоряння, краях днища поршня встановлюють ступінь зносу поршневих кілець. Це далеко не повний перелік прикладів застосування оптичної ендоскопії у діагностиці технічного стану автомобіля.

Застосування оптичних методів для діагностики автомобільних двигунів не обмежується ендоскопією. Спеціальні системи дозволяють заглянути усередину кожного циліндра працюючого двигуна і спостерігати за ходом процесу згоряння палива. Світлове випромінювання, що виникає при згорянні палива в циліндрах, несе величезну кількість діагностичної інформації. Її реєстрація і відповідне опрацювання дають змогу робити висновок про ступінь зношеності деталей, порушення у роботі систем керування двигуном, потребу відповідних регулювань конкретного двигуна.

12. Безгальмівні методи визначення тягових показників автомобільних двигунів за режимом діагностування класифікуються на статичні і динамічні. Принцип безгальмівних методів заснований на використанні як навантаження механічних втрат самого двигуна. У багатьох випадках для підвищення вірогідності діагностування застосовують довантаження двигуна, наприклад, способом дроселювання відпрацьованих газів у випускному тракті.

Найпростіші методи безгальмівного навантаження – за нерівномірністю обертання колінчастого валу ДВЗ, у тому числі метод навантаження за рахунок

вимикання циліндрів. Останній знайшов найбільше застосування у засобах діагностування двигунів і системи електроустаткування легкових автомобілів.

13. Усе більшого поширення набуває динамічний метод оцінки тягових характеристик двигунів за кутовим прискоренням колінчастого валу, який вимірюється в режимі вільного розгону і зупинення. Його перевагами є простота, невисока вартість і низька трудомісткість діагностування. Ефективна потужність двигуна визначається за кутовим прискоренням колінчастого валу. Під вільним розгоном розуміють перехід двигуна, вільного від зовнішнього навантаження, з режиму мінімально стійкої частоти обертання в режим максимальної частоти обертання колінчастого валу при різкому збільшенні до максимуму подачі палива в циліндри.

1.6.2 Засоби технічного діагностування

За виконанням засоби технічного діагностування поділяють на зовнішні, які не є складовою частиною об'єкта діагностування; вмонтовані – із системою вимірювальних перетворювачів (датчиків) вхідних сигналів, виконаних у спільній конструкції з об'єктом діагностування як його складова частина.

Зовнішні засоби технічного діагностування поділяють на стаціонарні, пересувні і переносні.

За функціональним призначенням засоби технічного діагностування поділяють на такі групи: комплексні – для діагностування машини в цілому; двигуна і його системи; органів керування, гальмових систем; системи зовнішніх світлових приладів; трансмісії; ходової частини і підвіски; електроустаткування; гідравлічних систем; робочого і спеціального обладнання.

За ступенем охоплення машин діагностуванням і видом застосовуваних систем діагностування засоби технічного діагностування поділяють: на ті, що входять до загальних систем діагностування машин у цілому; які входять до локальних систем діагностування окремих складальних одиниць або складових частин машин; засоби діагностування, що застосовуються окремо.

За ступенем автоматизації процесу керування засоби технічного діагностування поділяють на автоматичні, напіваавтоматичні, з ручним або ножним керуванням, комбіновані.

За видом застосовуваних засобів розрізняють стендове і портативне діагностування. Уже перші стенди технічної діагностики були обладнані стендами з біговими барабанами або роликівими стендами, як їх тепер ще називають. Ці стенди імітують рух автомобіля по дорозі.

Проте в реальних умовах автомобіль переміщується по нерухомій дорозі. При цьому деякі його агрегати недоступні для контролю технічного стану в процесі роботи. На стенді, навпаки, автомобіль стоїть на місці, а дорога (барабани, що обертаються під автомобілем) переміщується. Відомі також стенди, де замість бігових барабанів застосовується нескінченна стрічка типу гусеничного тракторного руху. Такі стенди називають стрічковими.

Якщо перші стенди з біговими барабанами були універсальними (на них перевіряли тягові якості автомобіля, його економічність, технічний стан силової передачі, ходової частини і гальм), то тепер у АТП застосовують також спеціалізовані стенди для діагностування тягових якостей, гальм і ходової частини.

Стенди для діагностування тягових якостей дають змогу імітувати характерні швидкісні і навантажувальні режими роботи автомобілів, вимірювати при цьому потужність, витрачання палива, опір трансмісії і робити відповідні регулювання. Потужність і економічні дані автомобіля – основні фактори його ефективності.

За даними досліджень, до 30 % автомобілів експлуатуються із значним недовикористанням потужності і перевитратою палива. Близько 50 % втрат потужності й економічності цих автомобілів можуть бути відновлені нескладними регулюваннями у АТП.

Крім того, на стендах тягових якостей можна визначати технічний стан агрегатів силової передачі автомобіля в процесі її роботи: зчеплення – за його пробуксовуванням; карданного валу – за його биттям; коробки передач і редуктора заднього моста – за нагріванням, рівнем шуму і вібрації та інше.

На стендах застосовують одинарні і найчастіше спарені барабани. Одинарні барабани великого радіуса добре відтворюють умови руху автомобіля по дорозі (поздовжній радіус горизонтальної ділянки дороги дорівнює безконечності). Перевага спарених барабанів – значно більша стійкість устанавленого на них автомобіля в процесі випробування.

Висновки до розділу I

В розділі проведено аналіз факторів, що впливають на технічний стан рухомого складу автомобільного транспорту. Знання основних причин зміни технічного стану агрегатів та систем автомобілів важливе для вибору найбільш ефективних заходів щодо виявлення та попередження несправностей в експлуатації і вибору найбільш ефективної моделі діагностування на підприємствах автомобільного транспорту.

Розглянуто систему управління технічним станом та місце контрольно-діагностичних робіт для ефективних процесів ТО і ремонту.

Виконано аналіз методів та засобів діагностування автомобілів для розробки технологічного процесу зони діагностики, з урахуванням наукового підходу, зокрема математичного моделювання.

РОЗДІЛ II

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ

2.1 Призначення зони діагностики

Діагностування – складова частина технологічних процесів приймання, технічного обслуговування і ремонту автомобіля [1, 10].

Для комплексних вантажних ПАТ крім планових діагностувань Д-1 та Д-2, автомобілі проходять вибіркове діагностування. У відділення Д-1 з КТП вибірково скеровуються автомобілі з несправностями систем і механізмів безпеки руху для їх уточнення, або із зони ПР для контролю якості ремонту. Ці потоки ДТЗ становлять приблизно 5 % від програми діагностувань Д-1 з періодичністю ТО-1. У відділення Д-2 з КТП може скеровуватись в середньому до 10% ДТЗ додатково до запланованих діагностувань Д-2 та 10 % із зони ПР для уточнення прихованих несправностей та вибіркової перевірки якості ремонту. Після виконання відповідних діагностичних робіт та їх контролю, яке сумісне з діагностуванням Д-1, автомобілі скеровуються на стоянку.

Практика впровадження типових технологічних процесів ТО-1 і ТО-2 автомобілів із застосуванням комплексного діагностування показала, що виконання контрольно-діагностичних і регулювальних робіт Д-1 на завершення ТО-1, порівняно з проведенням діагностування перед ТО-1, має значні переваги: збільшення пропускної здатності відділення Д-1 на 30-40 % за рахунок виконання підготовчих операцій у зоні ТО-1; недопущення недовиконання змінної програми ТО-1 через несвоєчасне усунення несправностей за результатами діагностування; зменшення кількості перегонів автомобілів перед відділенням Д-1 та зонами ПР і ТО-1; спрощення документообігу (відсутня діагностична карта Д-1); суміщення з діагностуванням систем контролю якості виконання робіт. Для дотримання технологічної дисципліни у названих вище роботах відділення Д-1 рекомендується підпорядкувати відділу технічного контролю. Проводити діагностування Д-1 перед ТО-1 недоцільно ще й тому, що значні несправності при Д-1 виявляються рідко. Регулювальні операції незначної

трудомісткості (5-10 люд.-хв.) доцільно проводити під час завершального діагностування.

Для знов створених підприємств по обслуговуванню вантажних автомобілів сучасної конструкції, діагностичні роботи дозволять ефективно проводити обслуговування та ремонт і підтримувати рухомий склад у постійній готовності для виконання специфічних задач. Тому виникає необхідність створення зони діагностики для скорішого та ефективного виконання робіт.

В зоні діагностування виконуються наступні роботи:

- оцінки технічного стану автомобіля і його окремих систем і агрегатів, зокрема стан яких не відповідає вимогам безпеки дорожнього руху і охорони навколишнього середовища, визначення місця і причини дефекту;

- уточнення несправностей і відмов в роботі систем і агрегатів автомобіля, вказаних в замовленні-наряді його водієм (чи екіпажом) або виявлених в процесі ТО і ремонту автомобіля;

- видачі інформації про технічний стан автомобіля і його систем і агрегатів для визначення раціонального маршруту руху автомобіля по технологічних зонах підприємства, для управління виробництвом ТО і ПР автомобіля;

- контролю якості при виконанні робіт по ТО і ремонту автомобіля.

Зона діагностування призначена для надання послуг, які дозволяють отримати індивідуальну інформацію про технічний стан вузлів і агрегатів автомобіля без їх демонтажу та розбирання.

Діагностування носить тестовий характер та проводиться в умовах імітації реальних режимів за допомогою спеціалізованого устаткування.

2.2 Характеристика зони діагностики

На підприємстві зона діагностування розташована в головному виробничому корпусі у поруч з зоною ТО –2 та дільницями електротехнічній, акумуляторній і ремонту приладів системи живлення. Послуги в зоні надаються на двох спеціалізованих постах.

2.3 Розрахунок кількості робітників

При розрахунку кількості виробничих робітників визначається технологічно необхідна P_T і штатна $P_{Ш}$ кількість робітників [6, - 8].

Технологічно необхідна кількість робітників:

$$P_T = T_{Ш} / \Phi_M \quad (2.1)$$

де $T_{Ш}$ – річна трудомісткість робіт зони діагностики, люд.год. Доля діагностичних робіт згідно розподілу [10] становить 5 %, тобто

$$T_D = 0,05 \cdot T_{ТОПР}; \quad (2.2)$$

Φ_M – річний фонд часу робочого місця (технологічно необхідного робітника), год.

Річний фонд часу робочого місця:

$$\Phi_M = (D_K - D_B - D_C) \cdot t_{3M} - D_{ПС} \cdot t_{СК}, \quad (2.3)$$

де $D_K, D_B, D_C, D_{ПС}$ – дні за рік відповідно календарні, вихідні, святкові, передсвяткові;

t_{3M} – тривалість зміни, $t_{3M} = 6,7$ або 8 год.;

$t_{СК}$ – час скорочення тривалості зміни в передсвяткові дні, $t_{СК} = 1$ год.

Річний фонд часу робочого місця для 2026 року становить згідно [5]:

- в умовах військового стану для 40-годинного (5-ти денного) робочого тижня (відсутність святкових днів) $\Phi_M = 2088$ год.;
- в умовах військового стану для 40-годинного (6-ти денного) робочого тижня $\Phi_M = 2087$ год..

Штатна кількість робітників:

$$P_{Ш} = T_{Pi} / \Phi_P, \quad (2.4)$$

де Φ_P – річний фонд часу штатного робітника, год.,

$$\Phi_P = (D_K - D_B - D_C - D_{ВД} - D_{ПП}) \cdot t_{3M} - D_{ПС} \cdot t_{СК}, \quad (2.5)$$

де $D_{\text{від}}$ – тривалість відпустки, робочих днів, $D_{\text{від}} = 24$ дні.;

$D_{\text{пп}}$ – кількість днів невиходу на роботу з поважних причин. Для чоловіків приймається 7 днів, для жінок – 30.

Річний фонд часу штатного робітника, год., $\Phi_p = 1881$ год.

2.4 Технологічний процес

Діагностичні роботи проводяться як перед проведенням ТО і виконанням ремонту, так і після закінчення робіт (для контролю якості проведення ТО та ПР).

Після проходження щоденного технічного обслуговування несправний автомобіль направляється до зони ТО або ПР, де визначається характер несправності, по можливості, причини її появи, технічний стан окремих елементів автомобіля. У випадку, коли технічний стан автомобіля або його окремого елементу не можливо визначити засобами, які використовуються у відповідних зонах ТО та ПР, автомобіль спрямовують до зони діагностування. До цієї зони спрямовують і ті автомобілі, які потребують контролю та регулювання кутів установки коліс.

Майже усі роботи в зоні діагностування виконуються на постах. Один пост призначений для діагностування тягових та гальмівних якостей, що характеризують технічний стан двигуна, трансмісії та ефективність гальмівної системи.

Крім того виконується контроль та регулювання світлотехнічних засобів, електронних систем управління двигуном.

Другий пост призначений для контролю та регулювання кутів установки коліс, технічного стану з'єднань передньої осі, рульового приводу і перевірки взаємного розташування передніх і задніх коліс.

Кількість постів діагностики, оснащеність їх обладнанням, а також їх спеціалізація визначається обсягом робіт, методом організації, а також задачами, котрі повинна вирішувати діагностика.

Діагностику можна проводити двома способами: комплексно, коли одночасно перевіряють стан декількох агрегатів, систем і механізмів, чи окремо, коли кожен з них перевіряють незалежно від другого.

2.4.1 Візуальний контроль автомобіля

Контрольний огляд автомобіля включає перевірку: герметичності систем живлення, мащення, охолодження, приводу гальм і зчеплення; дії приладів освітлення, світлової і звукової сигналізації; відсутності ушкоджень коліс і шин, трубопроводів і шлангів гальмової системи; наявності механічних ушкоджень і люфтів у шарнірних з'єднаннях кермового механізму і його приводу, кермових тяг, важелів і пружин підвісок; справності склоочисників і склоомивачів.

2.4.2 Перевірка тягових властивостей та ефективність гальмової системи

Технологія перевірки тягових властивостей та ефективність гальмової системи детально розглянута у розділі 3.6.

Для перевірки ефективності стояночного гальма прикладають до рукоятки зусилля в 200Н і вимірюють сумарну гальмову силу на обох колесах.

Потім, порівнюючи отримані результати випробувань з нормативними значеннями для даної категорії автомобілів, роблять висновок про ефективність гальм.

При необхідності регулюють стояночні гальма, прокачують робочу гальмівну систему й іспити повторюють.

2.4.3 Перевірка сходження коліс

Для перевірки сходження коліс автомобіль установлюють передніми колесами на барабани стенду ходових якостей. Включають приводи барабанів, і обертанням кермового колеса встановлюють керовані колеса автомобіля в положення прямолінійного руху (при цьому бічні сили на обох колесах повинні бути однакові). Вимірюють величину бічних сил і порівнюють її з нормативною для даної моделі автомобіля. При необхідності зміною довжини поперечних рульових тяг установлюють необхідне сходження керованих коліс. Аналогічно перевіряється сходження задніх коліс (при незалежній підвісці).

При неможливості установки керованих коліс у положення прямолінійного руху і по коливанню величини бічної сили судять про знос шарнірів рульових тяг і биття коліс.

2.4.4 Оцінка токсичності і димності відпрацьованих газів

При перевірці токсичності або димності відпрацьованих газів, до вихлопної труби автомобіля підключають шланг системи видалення вихлопних газів із пробовідбірником. Запускають двигун, і на відповідних тестових режимах перевіряють токсичність або димність відпрацьованих газів. При невідповідності отриманих результатів нормативним роблять нескладні регулювання паливної системи і випробування повторюють.

2.5 Оснащення зони діагностування технологічним устаткуванням

Устаткування в зоні діагностування [9, 11] підібране відповідно до вимог технологічного процесу і розташовується по постах. Відомість технологічного устаткування в зоні діагностування наведена у додатку А.

Основним устаткуванням, що використовується на посту діагностування є:

- стенд для діагностування тягових та гальмівних якостей автомобілів;
- тестер уводу;
- стенд перевірки керованих коліс;
- прилад для перевірки електроустаткування;
- комплект приборів і інструмента для обслуговування АКБ;
- мотор-тестери;
- діагностичні сканери.

В зоні діагностики передбачені витяжки для відсмоктування відпрацьованих газів, шафа для інструменту і пристосувань [9].

Планування зони діагностики і розташування технологічного обладнання наведено на рис. 2.1. На ділянці розташоване наступне обладнання: підіймач канавний (1); кран-балка (2); електрогайковерт для гайок коліс (3); гайковерт пневматичний (4); гайковерт (5); верстат слюсарний (6); візок інструментальний (7); манометр (8); прилад для перевірки світла фар (9); цифровий автомобільний

мультиметр (10); сканер електронних систем (11); пристрій для перевірки натягу ременів (12); пуско-зарядний пристрій (13); набір універсального інструменту (14); ключи динамометричні (15); лазерний стенд для перевірки та регулювання кутів установлення коліс (16); візок для транспортування (17); компресометр для дизельних двигунів (18); мультитестер для діагностування систем впорскування палива та запалювання двигунів (19); набір щупів (20); контейнер для відходів (21); стенд для діагностування тягових і гальмівних властивостей автомобілів (22); компресометр для бензинових двигунів (23); установка для діагностування дизельних двигунів (24); тестер тиску в системах впорскування палива (25); ультразвуковий детектор витікання рідини в системі охолодження, вакуумній системі, кондиціонування, дефекти у підшипниках ковзання (26).

2.6 Площа зони діагностики

Площа приміщення зони діагностики визначається наступними методами [7, 8]:

- по кількості працюючих (береться кількість працюючих на ділянці і по таблиці визначається площа);
- по площі підлоги, яку займає устаткування та коефіцієнту щільності розташування устаткування (визначається площа всього обладнання на ділянці (див. додаток А) і множиться на коефіцієнт щільності);
- графічно.

Площа зони діагностики при обслуговуванні і ремонту РС на тупикових постах:

$$F_z = f_a \cdot X_{II} \cdot K_a, \quad (2.6)$$

де f_a – площа підлоги, яку займає автомобіль (за габаритними розмірами), що обслуговується.

Розрахунок ведеться по найбільшій площі автомобіля.

X_{II} – кількість постів, розміщених в зоні діагностики,

K_a – коефіцієнт щільності розміщення автомобілів, $K_a = 6$ [6].

Одержані результати уточнюються графічно-планіровочним рішенням.

Оптимальне планування зони діагностики надано на рис. 2.1.

2.7. Правила техніки безпеки

До виконання діагностичних робіт допускаються особи, які мають відповідну кваліфікацію та пройшли інструктаж з техніки безпеки.

На робочих місцях повинні бути вивішені інструкції з техніки безпеки.

Аптечка з медикаментами повинна бути розташована у доступному місці.

Вимикачі, рубильники до електродвигунів і електроприладів повинні застосовуватися в захищеному виконанні та встановлюватися в доступних для обслуговування місцях.

Перед початком роботи

Перевірити і надіти спецодяг, старанно його заправити, щоб не було кінців, що мотиляються.

Підготувати робоче місце до безпечної роботи: переконатися, що інструмент і устаткування у справному стані. Розташувати інструмент у зручному для роботи порядку.

Під час виявлення несправностей інструменту, пристроїв, устаткування та електрообладнання необхідно повідомити майстра і не починати роботи, доки не будуть усунені несправності.

Переконатися, що робоче місце достатньо освітлене. Вимкнути витяжну вентиляцію.

Переконатися, що на підлогу не пролите мастило, а у випадку виявлення мастильних плям, на яких можна повсковзнутися, усунути їх.

Автомобілі, що спрямовуються до зони, повинні пройти увесь комплекс робіт, передбачених на ділянці прибирання та мийки.

Під час роботи

Під час роботи всі операції з поєднання агрегатів, вузлів, систем автомобіля, що перевіряються з діагностичними пристосуваннями та приборами, необхідно виконувати на непрацюючому двигуні.

Не допускається використання стендів та пристосувань не за призначенням.

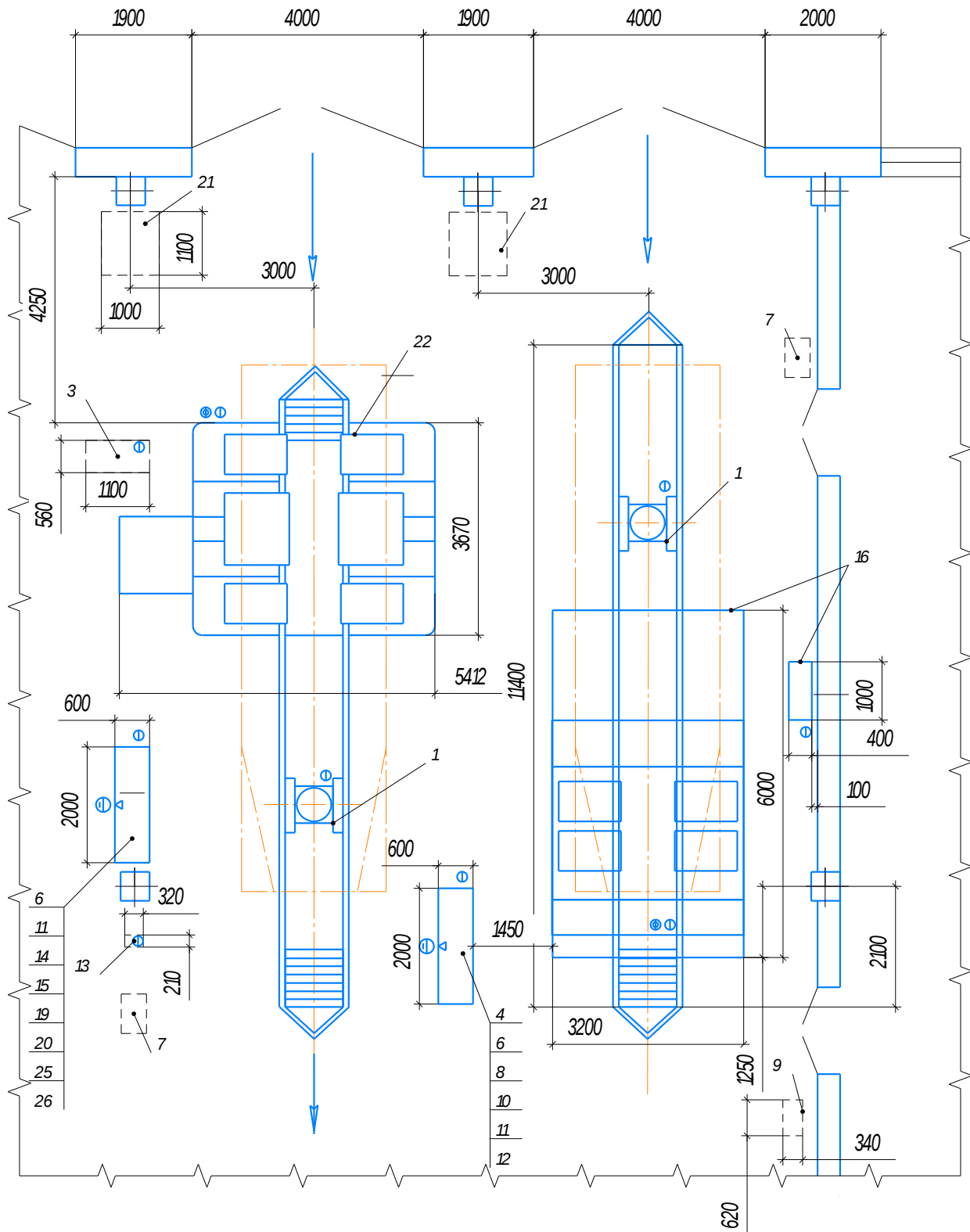


Рисунок 2.1 - Планування зони діагностики

Не допускається зміщувати автомобіль та запускати його двигун за допомогою двигуна приводу роликів стенду для контролю технічного стану гальмів. Заїжджати на стенд слід повільно з однаковою швидкістю та прямо встановленими колесами, щоб запобігати надлишкового навантаження. Виїжджати зі стенду слід тільки вперед при обертаючихся роликах.

Під час включення стендів обслуговуючий персонал не повинен знаходитися на їх компонентах.

Якщо контрольні стенди не використовуються, необхідно відключити подачу електроживлення за допомогою головного вимикача. Доступ до головного вимикача необхідно обмежити. Стенди закрити захисним щитом.

Не допускається продовження роботи при виході вимірних параметрів за допустимі межі.

Перед вмиканням електроінструменту, стендів, приладів в електричну мережу перевірити стан ізоляції струмоведучих проводів.

Необхідно стежити за справною роботою електричного устаткування. Не допускати обслуговування устаткування в процесі його роботи.

Зняття, транспортування і постановку вузлів та агрегатів на стенди проводити тільки за допомогою підйомно-транспортних засобів.

Не можна припускати влучення мастильних матеріалів на людину. При одержанні травми на виробництві потрібно негайно звернутися по допомогу і повідомити майстра.

Після закінчення роботи

Вимкнути з електромережі устаткування, освітлення і вентиляцію.

Упорядкувати робоче місце. Прибрати інструмент, пристосування у відведене для цього місце.

Спецодяг повісити у відведеному місці. Старанно вимити руки й обличчя з милом. Забороняється мити руки в мастилі, бензині, гасі та втирати їх дрантям, забрудненим тирсою і стружкою.

Доповісти майстру про справність використовуваного устаткування й інструмента, про усі хиби, виявлені під час роботи.

2.8 Санітарно-технічні вимоги

Опалення

Система опалення виконується за умови забезпечення температури повітря у приміщенні у холодний і перехідний періоди +16°C. Виконання - повітряне,

разом з припливною вентиляцією і центральне з місцевими нагрівальними приладами, у вигляді теплоносія використовується вода з параметрами 70-95°C.

Вентиляція

Для запобігання переохолодження робочих ліній у в'їзних та виїзних воріт створюються повітряно-теплові завіси, заблоковані з приводом воріт. Повітряно-теплові завіси працюють на рециркуляцію і повинні забезпечувати температуру повітря в зоні воріт у межах 12-14°C.

Вентиляція служить для забезпечення нормальних параметрів повітряного середовища. Передбачається загальна припливно-витяжна вентиляція, а також місцева витяжна. Об'єм повітря визначається залежно від кількості речовин, які виділяються (окисли вуглецю, аерозолі свинцю, пари бензину), від годинної пропускної спроможності зони і часу роботи двигуна при маневрах. Місцеве відсмоктування передбачається від посту діагностування. Загальнообмінна витяжна вентиляція влаштовується за рахунок вентиляторів та світових вікон. Припливне повітря подається у робочу зону.

Водопостачання

Водопостачання складається з подачі води до протипожежних кранів. До протипожежних кранів вода подається з розрахунковим видатком 2,5 м³/хв. кожний. Протипожежні крани влаштовуються поблизу евакуаційних виходів і монтуються у підвісних шафах на висоті 1,35 м від рівня підлоги. Джерелом водопостачання є внутрішнє водопостачання приміщень.

2.9 Електротехнічні вимоги

Силове електрообладнання

За мірою надійності електрозабезпечення усі споживачі зони діагностування відносять до 2-ої категорії. Електрозабезпечення здійснюється від місцевих сіток напругою 380/220 В. Силові розподільчі пункти серії СПА 63 з захистом відхідних ліній автоматичними вимикачами серії АЗ100. Можливе застосування силових пунктів серії СПМ 65 з захистом відхідних ліній запобіжниками. У вигляді пускової апаратури рекомендуються магнітні пускачі серії ПА, ПМЕ, ПС. Кнопкові пости керування, що влаштовуються поблизу

механізмів технологічного устаткування, рекомендуються серії ПКЕ. Споживча і розподільча мережі виконані, в основному, кабелем марки А8ВГ на скобах і провідником марки АВП, що прокладаються в сталевих чи пластмасових трубах. Для забезпечення пересувних споживачів електроенергією використовується гнучкий кабель марки КРПСН.

Блокування і сигналізація. В зоні діагностування передбачаються наступні блокування і сигналізація: включення приводу воріт заблоковано з повітряно-тепловими завісами, системою припливної вентиляції, автоматично на в'їзні ворота подаються сигнали «Пост вільний», «Пост зайнятий».

Електричне освітлення

Рекомендовані джерела світла, розрахункова освітленість, типи світильників, вид електропроводки для зони наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Характеристика освітлення та його приборів у зоні діагностування

Об'єкт освітлення	Характеристика об'єкта по умовам середовища	Джерело світла	Освітленість, лк	Тип світильників	Марка проводу, кабелю, способу прокладки
Приміщення зони діагностування	Нормальне	ГЛ*	300	ПВЛМ – Р	АВВГ на скобах

*ГЛ - газорозрядні лампи

Для раціонального освітлення автомобілів, що на постах, рекомендуються світильники загального освітлення. Їх розташовують не над автомобілями, а збоку. Для захисту світильників від механічних пошкоджень рекомендується закривати ніші шибкою з захисною сіткою. Для підключення переносного освітлення у оглядових канавах повинні бути передбачені штепсельні розетки напругою 36 В. Мережа напруги 36 В підключається до ящика з понижуючим трансформатором типу ЯТП-0, 25, 220/36.

Захисне заземлення

Усі корпуси електродвигунів, розподільчих пунктів, пускової апаратури і корпуси світильників повинні бути заземлені. В якості заземлення використовують металеві конструкції зі сталених труб і спеціальної смуги 3х40 мм, до яких прокладається провід. Опір заземляючого приладу не повинен перевищувати 4 Ом.

Пожежна сигналізація і пожежогасіння

Зона діагностування згідно наказу МВС України №779 від 20. 11. 97 р. (розділ 2.3 пункт 9) та відповідно до СніП2.04.09-84 «Пожежна автоматика зданий и сооружений» обладнана сигналізацією на базі приймально-контрольного прибору «Орион». В якості пожежних повідомлювачів використані автоматичні датчики типу ДТЛ (теплові). Для резервного живлення приймальної станції передбачена акумуляторна батарея. Приймальна станція розташовується у приміщенні з цілодобовим чергуванням (диспетчерська). Розподільча мережа зроблена з проводу ТРП 1х2х0,5 відкрита. Для пожежогасіння у зоні повинні передбачатися пожежний кран і первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники ОУ-5, ящики з піском, відра та інше).

Висновки до розділу II

Виконано оптимальну організацію роботи зони діагностики. Описано технологію робіт, підібрано сучасне технологічне обладнання. Рекомендовано оптимальне планування зони діагностики, враховуючи принцип раціонального розташування обладнання відповідно до технологічного процесу, що сприяє підвищенню продуктивності праці, якості виконуваних робіт, зниженню витрат часу, а відповідно і трудомісткості робіт. Запропоновано методику добору кількості працівників та розрахунку площі приміщення зони діагностики.

Важливою складовою удосконалювання технологічних процесів є перелік та раціональна послідовність виконуваних операцій, їх трудомісткість, кваліфікація виконавця (оператора-діагноста), обладнання та інструменти, які використовуються, технічні умови на виконання робіт. У переліку операцій - підготовчі, контрольно-діагностичні та регулювальні роботи, які

рекомендуються до виконання із застосуванням засобів технічного діагностування. Під час розроблення технологічного процесу діагностування та вибору номенклатури діагностичних параметрів керуються вимогами діючих стандартів, інструкцій з експлуатації автомобілів, положень та іншою нормативно-технічною документацією, враховуючи при цьому функціональні та метрологічні особливості діагностичного обладнання, а також можливість коректування обсягів і послідовності діагностичних та регулювальних робіт.

Технологічне переоснащення діючих виробництв, придбання, розробка та впровадження нового, більш досконалого технологічного обладнання є актуальною задачею технічної служби ПАТ.

РОЗДІЛ III

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДІАГНОСТИЧНОГО СТЕНДУ

3.1 Призначення стенду

Стенд для діагностування тягових і гальмівних властивостей вантажних автомобілів та призначений для технічного діагностування двигунів, трансмісій і гальм сімейств автомобілів які схожі за конструктивним компонуванням та мають приблизно однакові геометричні параметри на транспортних підприємствах и станціях технічного обслуговування.

Динамометричні стенди (або стенди тягових якостей автомобіля) дозволяють імітувати характерні швидкісні й навантажувальні режими роботи автомобілів і вимірювати при цьому потужність, витрату палива й опір трансмісії.

Крім того, при діагностуванні на стенді можна визначати технічний стан основних агрегатів і систем (зчеплення - по ступеню буксування, карданного валу - по биттю, редуктора - за рівнем шуму й вібрацій, спідометра - по частоті обертання барабанів стенда й т.д.).

3.2 Огляд існуючих аналогів конструкцій

Діагностичні стенди в залежності від параметрів які вимірюються підрозділяються на стенди гальмівних властивостей, тягових властивостей та комбіновані стенди.

Стенди гальмівних властивостей призначені для імітації руху автомобіля і вимірювання при цьому параметрів ефективності його гальм.

Стенди тягових властивостей призначені для імітації роботи автомобіля у різних швидкісних і навантажувальних режимах та вимірювання при цьому його тягово-економічних показників. Розрізняють також за режимами діагностування (швидкісним і навантажувальним) силові та інерційні стенди.

Комбіновані ж стенди призначені для діагностування автомобіля в розгінному і в постійному режимах.

Розглянемо декілька різних типів діагностичних стендів [11, 12].

Стенд КИ-4998 призначений для діагностування гальмівних властивостей вантажних автомобілів, автобусів і причепів, які мають навантаження на вісь до 4 т.

Таблиця 3.1 – Характеристика стенду КИ-4998

№ з/п	Найменування показників	Параметри
1	Максимальна потужність, кВт	650
2	Максимальна швидкість, км/год	120
3	Кількість барабанів	4
4	Колісна база:	
	- мінімальне значення, мм	1520
	- максимальне значення, мм	2480
5	Діаметр барабану, мм	4000
6	Ширина барабану, мм	1000
7	Максимальна ширина вісі, мм	2700
8	Максимальне навантаження на вісь, кг	8000

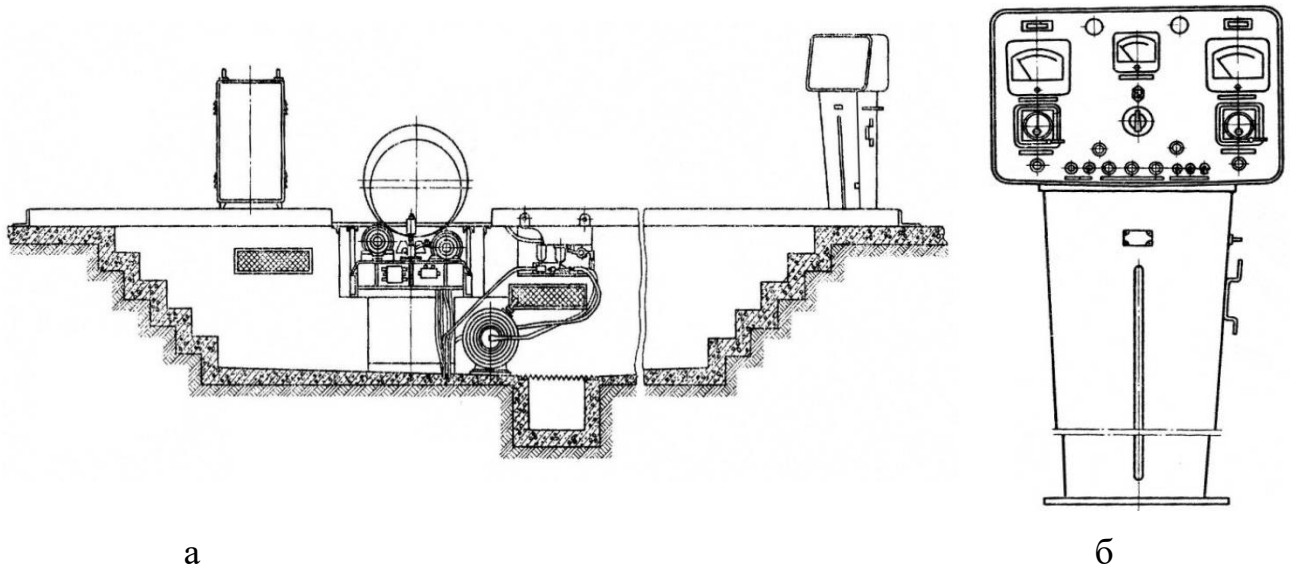


Рисунок 3.1 – Стенд КИ-4998; а – загальний вигляд стенда; б - пульт керування стенду

Стенд КИ-4856 призначений для визначення технічного стану двигуна і трансмісії вантажних автомобілів типів ГАЗ і ЗІЛ.

Таблиця 3.2 – Характеристика стенду КИ-4856

№ з/п	Найменування показників	Параметри
1	Максимальна потужність, кВт	750
2	Максимальна швидкість, км/год	110
3	Кількість барабанів	4
4	Колісна база:	
	- мінімальне значення, мм	1480
	- максимальне значення, мм	2440
5	Діаметр барабану, мм	3700
6	Ширина барабану, мм	1000
7	Максимальна ширина вісі, мм	2550
8	Максимальне навантаження на вісь, кг	6000

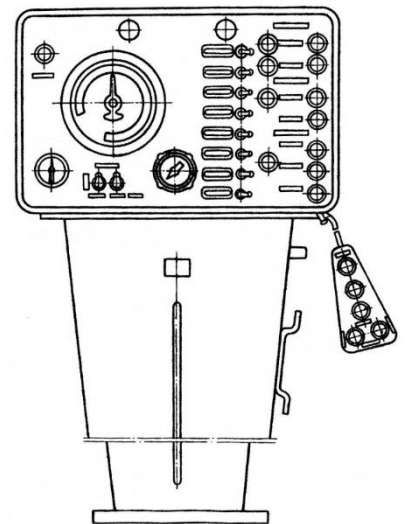
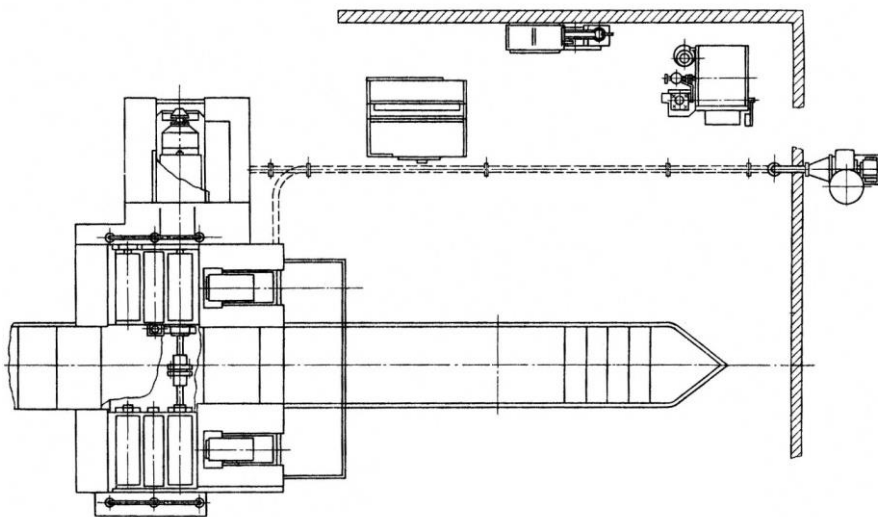


Рисунок 3.2 – Схема стенду КИ-4856

Рисунок 3.3 – Пульт стенду КИ-4856

Стенд тягово-економічних властивостей Dyno Jet 424xLC².

Таблиця 3.3 – Характеристика стенду Dyno Jet 424xLC²

№ з/п	Найменування показників	Параметри
1	2	3
1	Максимальна потужність, кВт	1100
2	Максимальна швидкість, км/год	322
3	Кількість барабанів	2
4	Колісна база:	
	- мінімальне значення, мм	2235,2
	- максимальне значення, мм	3556

Продовження таблиці 3.3

5	Діаметр барабану, мм	609,6
6	Ширина барабану, мм	2057,4
7	Максимальна ширина вісі, мм	2057,4
8	Максимальне навантаження на вісь, кг	1360,8

Рисунок 3.4 – Стенд Dyno Jet 424xLC²Рисунок 3.5 – Wi-Fi-блок керування
стендом Dyno Jet 424xLC²Рисунок 3.6 – Інтерфейс програми
стенду Dyno Jet 424xLC²**3.3 Обґрунтування обраної конструкції**

Розглянувши конструкції вище згаданих діагностичних стендів, проаналізувавши принцип роботи кожного, оцінивши їхні переваги і недоліки був вибраний комбінований стенд СТТ-3 діагностування тягових і гальмівних

властивостей. Це інерційно-силовий тяговий стенд. Його особливою перевагою є те, що на відміну від інерційних та силових тягових стендів, де навантаження двигуна і трансмісії здійснюється або масами роликів, або гальмівним пристроєм, навантаження двигуна і трансмісії здійснюється одразу ж гальмівним пристроєм та масами роликів, що обертаються, та інших елементів тягового стенду, кінематично пов'язаних з роликами. Це дає змогу отримувати більш точні результати іспитів автомобіля.

3.4 Технічна характеристика стенду

Технічна характеристика стенду наведена у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика стенду

№ з/п	Найменування показників	Параметри
1	Тип стенду	Стаціонарний, діагностичний, роликовий проїзний, інерційно-силовий з дистанційним керуванням
2	Об'єкти діагностування	Сімейства вантажних автомобілів: ЗІЛ, ГАЗ, МАЗ, КрАЗ, КамАЗ, УРАЛ, Шкода, Татра, Прага
3	Діагностичні параметри, які перевіряються системами стенду:	
	- швидкість, км/год	10...100
	- генераторна (гальмівна) потужність, яка короткочасно розвивається не балансирним навантажувально-привідним пристроєм стенду, кВт	40...180
	- потужність двигуна, яка розвивається навантажувально-привідним пристроєм, кВт	10...65
	- максимальне уповільнення коліс при перевірці гальм, м/с ²	4...18
	- час гальмування коліс з моменту натиснення на гальмівну педаль до повної зупинки, с	2...6
	- час спрацювання гальма кожного колеса, с	0,2...2
4	Компенсація вагового навантаження, що бракує	За рахунок притиснення коліс об'єкту діагностування до роликів працюючого агрегату стенду

Продовження таблиці 3.4

5	Максимальне притискне зусилля одного підіймача-імітатора вагового навантаження, Н	25000
6	Управління гальмівною педаллю автомобіля	За рахунок пневмопривідного пристрою
7	Діаметр і довжина роликів-маховиків, мм	370; 1000
8	Діаметр і довжина підтримуючих роликів, мм	195; 1000
9	Габаритні розміри, мм	
	- робочого роликового агрегату	5179×1396×1000
	- підтримуючого роликового агрегату	1275×690×433
	- підіймача-імітатора вагового навантаження	1000×500×(870...1230)
	- пристрою управління гальмівною педаллю:	
	- пневмоциліндру	(230...260) × 90 × 80
	- пневмоблоку	475×255×115
	- кронштейну	(475...615) × 185 × (205...235)
10	Загальна маса стану, кг	8000

3.5 Устрій і принцип роботи стану

Загальна схема стану СТТ-3 зображена на рисунку 3.7.

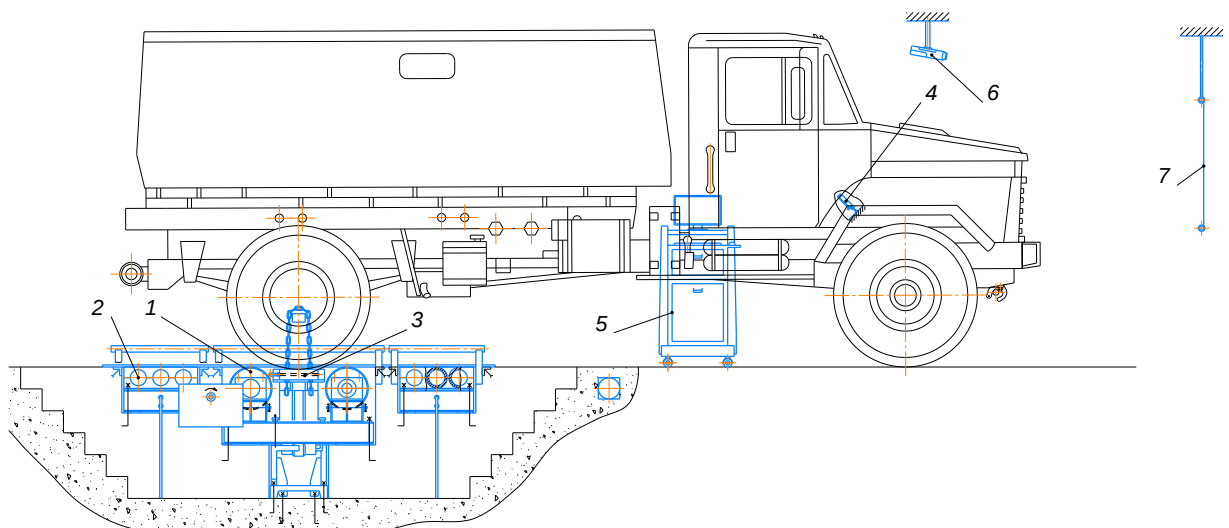


Рисунок 3.7 – Загальна схема стану СТТ-3

Стенд СТТ-3 діагностування тягових і гальмівних властивостей складається з агрегату робочого роликового 1, агрегату підтримуючого роликового 2, підіймача-імітатора вагового навантаження 3, пристрою для

управління гальмівною педаллю автомобіля 4 та центрального пульта керування 5. Інформація, яка була отримана після діагностування, може виводитись на екран монітора пульта керування 5 або за допомогою проектора 6 на проекційний екран 7.

Агрегат робочий роликовий призначений для обертання з заданою швидкістю і навантаженням коліс об'єкту діагностування, які беруть участь у перевірці.

Агрегат забезпечує:

- статичну стійкість об'єкту діагностування – стан, яких включає виїзд його з роликів робочого агрегату під дією статичних сил до і після перевірки;
- динамічну стійкість об'єкту діагностування – стан, який включає виїзд його з роликів робочого агрегату під дією динамічних сил під час перевірки;
- фрикційну (протиковзаневу) стійкість об'єкту діагностування – стан, який виключає ковзання коліс по роликах робочого агрегату під час перевірки.

Агрегат складається з трьох секцій, на рамах яких встановлені привідні та не привідні ролики-маховики, а також машина постійного струму.

Привідні ролики-маховики отримують обертання від машини постійного струму через втулково-пальцьові та електромагнітні муфти. Останні призначені для розімкнення кінематичних зв'язків між привідними роликами-маховиками і машиною постійного струму під час перевірки гальм об'єкту діагностування на інерційному вибігу.

Агрегат підтримуючий роликовий призначений для забезпечення вільного обертання коліс які не беруть участі в перевірці об'єкту діагностування.

Агрегат забезпечує встановлення коліс трьохвісного об'єкту діагностування, які не беруть участь в перевірці, на свої ролики без переміщення останніх відносно роликів робочого агрегату стенду.

Агрегат складається із рами зварної конструкції, на якій встановлені: підтримуючі ролики, які обертаються в підшипниках і механізм фіксації підтримуючих роликів.

Підіймач-імітатор вагового навантаження призначений для безударного заїзду на стенд і виїзду з нього об'єкту діагностування та для створення

необхідного зчеплення між роликами робочого агрегату і колесами об'єкту діагностування.

Підіймач-імітатор вагового навантаження включає в себе рухому і нерухому рами.

На опорній площадці рухомої рами кріпиться колесовідбійний ролик, який обмежує поперечне зміщення автомобілю під час діагностування і ланцюговий силовий пристрій для захвату вісі, що випробовується та притиснення її коліс до роликів робочого агрегату.

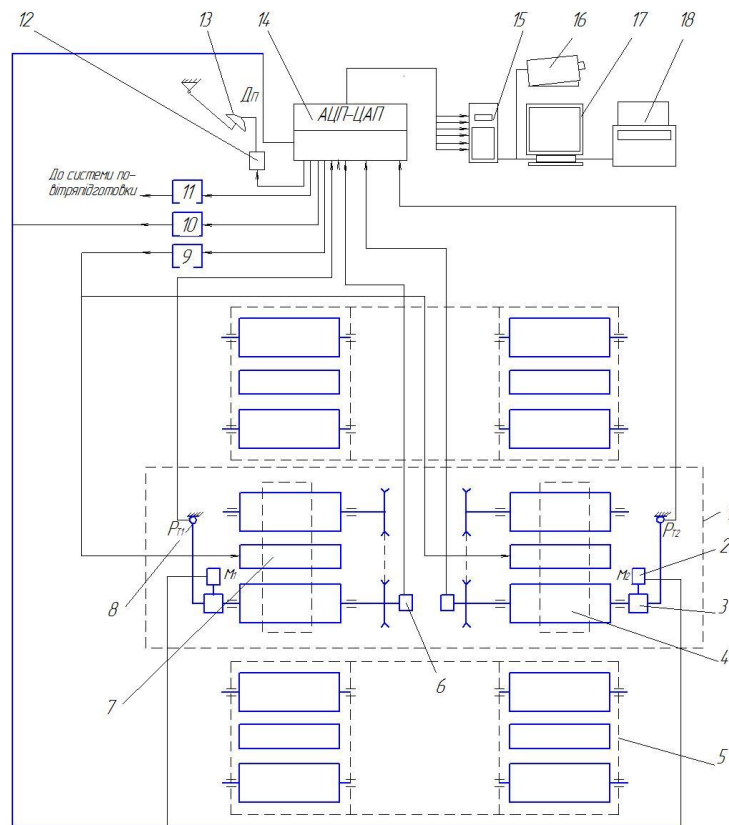


Рисунок 3.8 – Комбінована схема стенду: 1 – рама стенду; 2 - електрична машина постійного струму; 3 – привод роликів; 4 - приводний ролик-маховик; 5 – блок підтримуючих роликів; 6 - датчик обертів; 7 - підіймач-імітатор вагового навантаження; 8 – датчик реактивного моменту; 9 – блок керуючої автоматики електричної машини постійного струму; 10 – пневморозподільвач підіймача-імітатора вагового навантаження; 11 – центральний пневморозподільвач; 12 - пневморозподільвач пристрою для управління гальмівною педаллю 13 - пристрій для управління гальмівною педаллю; 14 – АЦП-ЦАП; 15 – системний блок; 16 – проектор; 17 – монітор; 18 – принтер.

Зворотньо-поступальний рух до рухомої рами передає пневмоциліндр, встановлений усередині нерухомої рами. Рухома рама контактує з нерухомою рамою через проміжні елементи – опорні ролики.

Необхідне додаткове навантаження на вісь, яка випробовується, задається регулятором тиску. Швидкість переміщення пневмоциліндрів регулюється пневмодрозелями.

Пристрій для управління гальмівною педаллю автомобіля призначений для забезпечення стабільної швидкості переміщення гальмівної педалі об'єкту діагностування з заданим зусиллям.

Пристрій для управління гальмівною педаллю автомобіля складається з: пневмоциліндру, який своїм штоком натискає на гальмівну педаль автомобіля; пневмоблоку, який обладнаний манометром, що контролює тиск стислого повітря в ресивері, вентилем скидання надлишкового тиску з ресиверу до атмосфери і пневморозподільвача, який подає повітря в пневмоциліндр або відводить від нього повітря до атмосфери; кронштейну, на якому закріплюється пневмоциліндр.

Центральний пульт керування призначений для забезпечення централізованого керування стендом і візуального контролю діагностичних параметрів, які вимірюються системами стенду за відповідними вимірювальними приладами.

До складу пульта керування входить блок приладів, в якому розміщені командні пристрої, АЦП-ЦАП системний блок з монітором та проектором.

3.6 Порядок роботи зі стендом

Стенд обслуговує одна людина (оператор).

1. При діагностуванні автомобіль встановлюється по черзі передніми, середніми (в разі використання трьохвісної схеми) і задніми колесами на роликах робочого агрегату. Колеса, що не беруть участі в випробуваннях, встановлюються на роликах підтримуючих агрегатів (при випробуванні коліс середньої або задньої вісі).

2. Після того, як на моніторі (проекторі) з'явиться надпис «Площадки підняті, підтримуючі ролики загальмовані» (це означає – опорні площадки рухомих рам підіймачів-імітаторів вагового навантаження підняті у крайнє верхнє положення, а ролики підтримуючого агрегату загальмовані), своїм ходом встановлюють автомобіль колесами передньої вісі на площадки підіймачів-імітаторів вагового навантаження, після чого вимикають його двигун.

3. Захоплюють ланцюговими пристроями підіймачів-імітаторів вагового навантаження передню вісь тягача та фіксують ланцюги фіксаторами на рухомих рамах.

4. В меню вибрати команду «Площадки вниз» тим самим, плавно встановлюються колеса вісі, яка випробуються, на ролики робочого агрегату стенду.

5. Встановлюють в кабіні автомобіля пристрій для керування гальмівною педаллю.

Встановлення слід проводити в наступній послідовності:

- розфіксувати болти кріплення кронштейну і контргайку;
- встановити кронштейн на педаль зчеплення та зафіксувати болтом;
- встановити пневмоциліндр по центру гальмівної педалі, щоб вісь штоку була перпендикулярна (допустиме відхилення $\pm 5^\circ$) гальмівній педалі та зафіксувати болтом;

- встановити упор на максимально можливій відстані від педалі зчеплення з метою її розвантаження від виникаючого моменту, що вигинає, і зафіксувати болтом;

- перемістити опору до упора її п'яти до полу кабіни таким чином, щоб кінець штоку пневмоциліндру пересунув педаль гальма на 2...3 мм, і зафіксувати опору контргайкою.

6. В меню «Вимір» встановити необхідне зусилля натиснення на гальмівну педаль автомобіля.

7. В меню «Вагове навантаження» встановити навантаження, необхідне для імітації вагового навантаження, що бракує, передньої вісі тягача.

Тиск на вісь не повинен перевищувати допустимого паспортного навантаження.

8. В меню «Вагове навантаження» вибрати команду «Площадки вниз» для опускання площин підіймачів-імітаторів вагового навантаження і розгальмування підтримуючого агрегату.

9. Проводять необхідні випробування гальм коліс передньої вісі.

10. Прибрати з кабіни пристрій для керування гальмівною педаллю.

11. В меню «Вагове навантаження» вибрати команду «Площадки нагору» - відбувається підйом площин підіймачів-імітаторів вагового навантаження і гальмування роликів підтримуючого агрегату.

12. Після того, як на моніторі (проекторі) з'явиться надпис «Площадки підняті, підтримуючі ролики загальмовані» визволити передню вісь автомобіля від цепних захватних пристроїв і з педалі зчеплення зняти кронштейн із закріпленим на ньому пневмоциліндром та вішають на гак, розташований на задній стінці блоку приладів центрального пульта керування.

13. Встановити своїм ходом автомобіль колесами середньої вісі (у разі використання трьохвісної компоновальної схеми автомобіля) на площадки підіймача-імітатора вагового навантаження. Колеса задньої вісі встановлюються на роликах підтримуючого агрегату. Провести операції підготовки до діагностування аналогічні операціям для коліс передньої вісі.

14. Підключити пристрій відсмоктування відпрацьованих газів.

Випробування тягових властивостей і технічного стану трансмісії автомобіля проводять при положенні важеля керування коробки передач, яке відповідає прямій або вищій передачі.

15. Провести послідовно випробування і знімання параметрів двигуна, трансмісії і гальм середньої вісі.

Повторити пункти 12 і 13.

16. Прибрати з путі руху автомобіля пристосування для відводу відпрацьованих газів.

17. Встановити своїм ходом автомобіль колесами задньої вісі на площадки підіймачів-імітаторів вагового навантаження. Колеса середньої вісі (у разі наявності) встановлюються на роликах підтримуючих агрегатів.

18. Провести випробування гальм коліс задньої вісі (аналогічні випробування гальм коліс передньої і середньої вісей).

Повторити пункти 12 і 13.

Убрати автомобіль з роликів агрегатів стенду.

3.7 Розрахунок передачі гвинт-гайка опорно-натискного пристрою

Для забезпечення роботи гальмівної системи автомобіля водію необхідно докласти зусилля на педалі 700 Н. У екстрених випадках тиск на педалі зростає до 1800 Н.

Приймаємо матеріал гвинта сталь 20 [13] з допустимою напругою $\sigma_T = 240$ МПа, матеріал гайки СЧ 20. Визначаємо допустиму напругу для матеріалу гвинта, МПа:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{3},$$

$$[\sigma] = \frac{240}{3} = 80 \text{ МПа.}$$

Напруги, що допускаються, для матеріалу гайки на розрив $[\sigma] = 30$ МПа, на той, що зімне $[\sigma] = 45$ МПа, [13].

Тиск для пари, що допускається, сталь-чавун, [13], $[q] = 4$. Оскільки навантаження в передачі одностороннє, приймаємо трапецийдальную різьбу з коефіцієнтом висоти гайки $\psi_h = 1,0$.

Коефіцієнт робочої висоти профілю зуба визначають табличний, [13], $\psi_h = 0,45$.

Середній діаметр різьби d_2 визначаємо за формулою, мм:

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi * \psi_H * \psi_h [q]}}, \quad (3.1)$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{1800}{\pi * 1,0 * 0,45 * 4}} = 20 \text{ мм.}$$

Згідно [13] приймаємо однозаходну трапеційдальну різьбу з діаметром по висоті зуба $d = 19,25 \text{ мм}$, крок різьби $P = 1,5 \text{ мм}$.

Розраховуємо кут підйому різьби із співвідношення:

$$\text{tg } Y = \frac{P * z_p}{\pi * d_2}, \quad (3.2)$$

де P – крок різьби, мм;

z_p – прийнятий рівним 1, [13];

$$\text{tg } Y = \frac{1,5 * 1}{\pi * 19,25} = 0,0248;$$

$$Y = 1^{\circ}42'.$$

Приведений кут тертя розраховуємо з формули:

$$\varphi' = \text{arctg} \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.3)$$

де f - коефіцієнт тертя ковзання, [13];

$\frac{\alpha}{2}$ - кут нахилу робочої грані витка, [13];

$$\varphi' = \text{arctg} \frac{0,13}{\cos 15^{\circ}} = 7^{\circ}40'.$$

Оскільки $Y < \varphi$, то гвинтова пара самогальмівна.

Визначаємо висоту гайки H із співвідношення, мм:

$$H_r = \psi_H * d_2, \quad (3.4)$$

де ψ_H - коефіцієнт висоти гайки;

d_2 – середній діаметр гвинта, мм;

$$H_r = 1,0 * 19,25 = 19,25 \text{ мм.}$$

Приймаємо висоту гайки $H_r = 20 \text{ мм.}$

Число витків різьби в гайці:

$$z = \frac{H_r}{P}, \quad (3.5)$$

де P – крок різьби, мм;

$$z = \frac{20}{1,5} = 13.$$

Зовнішній діаметр гайки D розраховуємо за формулою, мм:

$$D = \sqrt{\frac{5 * Q}{\pi [\sigma_p]} + d^2}, \quad (3.6)$$

де $[\sigma_p]$ - напруга розтягування, що допускається, [13];

$$D_1 = \sqrt{\frac{5 * 1800}{\pi * 30} + 20^2} = 24 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр D , фланця гайки визначаємо за формулою:

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi [\sigma_{cm}]} + D^2}, \quad (3.7)$$

де $[\sigma_{cm}]$ - напруга, що допускається, на той, що зімне, [13];

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 * 1800}{\pi * 45} + 24^2} = 26,14 \text{ мм.}$$

Приймаємо зовнішній діаметр фланця $D_1 = 28 \text{ мм.}$

Висоту гайки фланця визначають за формулою, мм:

$$a = 0,25 \dots 0,3 H_r, \quad (3.8)$$

$$a = 0,3 * 19,25 = 6 \text{ мм.}$$

Перевіряємо висоту гайки на зріз:

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{\pi * D * a} < [\tau_{cp}], \quad (3.9)$$

де $[\tau]$ - напруга на зріз, що допускається, МПа, для чавуну прийнята рівною 30 [13];

$$\tau_{cp} = \frac{1800}{\pi * 20 * 6} = 4,8 < [\tau_{cp}].$$

З умови зносостійкості зовнішній діаметр опорної поверхні чашки:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi [q]} + d_0^2}, \quad (3.10)$$

де $[q]$ - питомий тиск, що допускається, прийнято рівним 0,4; [14];

d_0 – внутрішній діаметр опорної поверхні чашки, мм, прийнятий рівним 0,7d.

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 * 1800}{\pi * 0,4 * 10^3} + (0,7 * 20)^2} = 24,25 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр опорної поверхні чашки приймемо 24.

Висота чашки опорної поверхні, h, мм:

$$h_4 = 1,35 d = 27 \text{ мм.}$$

Діаметр головки гвинта D_2 визначають за формулою, мм:

$$D_2 = D_0 + 2 = 20 + 2 = 22 \text{ мм.} \quad (3.11)$$

Висота головки гвинта h_2 , мм:

$$h_2 = 1,5 d, \quad (3.12)$$

$$h_2 = 1,5 * 20 = 30 \text{ мм.}$$

Перевіряємо гвинт на стійкість.

Визначаємо довжину стислої частини гвинта, мм:

$$l = l_0 + h_2 + \frac{H_f}{2}, \quad (3.13)$$

де l_0 – довжина вильоту наполегливого гвинта, мм;

$$l = 150 + 30 + \frac{20}{2} = 190 \text{ мм.}$$

Знаходимо гнучкість гвинта λ , за формулою:

$$\lambda = \frac{\mu * l}{i_{\min}}, \quad (3.14)$$

де μ - коефіцієнт приведення довжини стислої ділянки гвинта, [14];

$i_{\min}$ – мінімальний радіус інерції поперечного перетину гвинта, [14];

$$i_{\min} = \frac{d_3}{4}, \quad (3.15)$$

де d_3 – діаметр западин зубів гвинта, мм;

$$i_{\min} = \frac{18,25}{4} = 4,56 \text{ мм;}$$

$$\lambda = \frac{1,8 * 192}{4,56} = 75,8.$$

Для $\lambda = 80$ коефіцієнт зменшення напруги $\varphi = 0,7$. осьове навантаження, що Тоді допускається, на гвинт буде рівне:

$$Q_{\text{доп}} = [\sigma_{\text{сін}}] * F * \varphi = [\sigma_{\text{сін}}] \frac{\pi * d_3^2}{4} \varphi, \quad (3.16)$$

$$Q_{\text{доп}} = 80 * \frac{\pi * 18,25}{4} * 0,7 = 14641 \text{ (МПа)} > Q.$$

Еквівалентна напруга в найбільш небезпечному перетині гвинта:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\left(\frac{4 * Q}{\pi * d_3^2}\right)^2 + 3 * \left(\frac{T}{0,2 * d_3^2}\right)}, \quad (3.17)$$

де $T = T_p$ – момент тертя в різьбі;

$$T_p = Q * \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(Y + \varphi'), \quad (3.18)$$

$$T_p = 1800 \cdot \frac{19,25}{2} \operatorname{tg}(1^0 42' + 7^0 40') = 2675 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 1800}{\pi \cdot 18,25^2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{36,75}{0,2 \cdot 18,25^2}\right)} = 21,6 (\text{МПа}) < [\sigma].$$

Момент тертя в опорі $T_{\text{оп}}$ визначають за формулою:

$$T_{\text{оп}} = \frac{1}{3} * Q * f * \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2}, \quad (3.19)$$

$$T_{\text{оп}} = \frac{1}{3} * 1800 * 0,13 * \frac{24^3 - 14^3}{24^2 - 14^2} = 2801 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

3.8 Правила техніки безпеки при роботі зі стендом

До роботи зі стендом допускаються особи, які пройшли спеціальний інструктаж з техніки безпеки і ознайомились з «Технічним описанням і інструкцією з експлуатації» та «Технічним описанням і інструкцією з експлуатації (електрична частина)».

При виявленні несправності необхідно припинити роботу, знеструмити стенд і повідомити про це начальника цеха або інженера з техніки безпеки.

При діагностуванні автомобіля оператор повинен знаходитись в кабіні автомобіля.

Пневморозподільувач, який керує підіймачами-імітаторами вагового навантаження повинен бути включений таким чином, щоб при зникненні напруги в електричній мережі стисле повітря подавалось до пневмоциліндру на опускання рухомої рами підіймача-імітатора вагового навантаження і гальмівних колодок механізму фіксації підтримуючих роликів.

Пуск нового або відремонтованого стенду, повинен проводитись тільки з дозволу начальника цеху або інженера з техніки безпеки.

Робота зі стендом при несправних вимірювальних приладів забороняється.

Перед приєднанням трубопроводів слід перевірити якість різьбових з'єднань.

Міцність і щільність змонтованих трубопроводів перевірити, створюючи тиск в пневмосистемі – 0,75 МПа (7,5 кгс/см²).

При випробуванні трубопроводів підвищення тиску повинно проводитись наступними ступенями:

I ступінь (попереднє випробування) – 0,05...0,2 МПа (0,5...2 кгс/см²);

II ступінь – 0,05 МПа (0,5 кгс/см²);

III ступінь – до 0,6 МПа (6 кгс/см²);

IV ступінь – 1,25 МПа.

Тиск 1,25 МПа повинно витримуватись впродовж 5 хв.

Тиск контролювати манометром МТП 100-10-1.

Категорично забороняється:

- знаходитись в оглядовій канаві або стояти на путі руху під час заїзду автомобіля на стенд та виїзду його зі стенду;

- знаходитись в оглядовій канаві під час діагностування автомобіля;
- ходити по роликам працюючого і підтримуючого агрегатів стенду;
- торкатися частин трансмісії автомобіля і стенду, що обертаються, під час його роботи;

- розкривати стінки пульту керування та електрошафі, виконувати регулювання пристроїв і приладів стенду при поданому електричному струмі на стенд;

- виконувати діагностування автомобілів при несправному механічному і електричному обладнанні стенду;

- виконувати діагностування двигунів автомобілів при непідключеному пристрою для відсмоктування відпрацьованих газів і не ввімкненій витяжній вентиляції;

- працювати з несправними ланцюговими органами підіймачів імітаторів вагового навантаження;

- працювати зі стендом при несправному його захисному заземленні або недостатньо міцної електричної ізоляції;

- проведення технічного обслуговування і ремонту стенду до відключення від нього пневматичного і електричного енергоджерел;

- проводити огляд трубопроводів під тиском стиснутого повітря;
- простукування трубопроводів під час випробування;
- затягнення накидних гайок трубопроводів під тиском.

3.9 Розрахунок економічної ефективності від впровадження діагностичного стенду

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності від впровадження діагностичного стенду, що дозволяє знизити трудомісткість діагностичних робіт, наведені в таблиці 3.2.

Кількість операцій орієнтовно прийнята 500 од.

Вартість проведення однієї операції:

$$C_{Б,Н} = 1,4 \cdot t_O \cdot t_{Г}. \quad (3.20)$$

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку

Показник	Одиниця виміру	Умовне позначення	До впровадження	Після впровадження
1. Трудомісткість однієї операції	люд.год	t_O	1,15	0,45
2. Годинна тарифна ставка робітника	грн	$t_{Г}$	100	100
3. Кількість операцій на рік	од.	n_O	500	500
4. Витрати на експлуатацію	грн	B_E	300	250
5. Додаткові капітальні вкладення на впровадження	грн	IC_D		175000

Приведені витрати, грн.:

- до впровадження

$$B_B = C_B + B_E / n_O; \quad (3.21)$$

- після впровадження

$$B_H = C_H + B_E / n_O + IC_D \cdot E_H / n_O. \quad (3.22)$$

Річний економічний ефект:

$$E_P = (B_B - B_H) \cdot n_O. \quad (3.23)$$

Приріст прибутку за рахунок економії по статті ФЗП:

$$\Delta\Pi_{\text{ФЗП}} = (C_B - C_H) \cdot n_O. \quad (3.24)$$

Додатковий балансовий прибуток АСП:

$$\Delta\Pi_B = \Delta\Pi_{\text{ФЗП}} - B_E. \quad (3.25)$$

Інтегральний економічний ефект:

$$E_I = \Delta\Pi_B - E_P \cdot IC_D. \quad (3.26)$$

Термін окупності додаткових вкладень:

$$T = IC_D / \Delta\Pi_B. \quad (3.27)$$

Коефіцієнт обігу:

$$K_{OB} = 1 / T. \quad (3.28)$$

Результати розрахунку економічної ефективності від впровадження діагностичного стенду наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Показники економічної ефективності від впровадження діагностичного стенду

Показник	Умовне позначення	Чисельне значення
Вартість проведення однієї операції, грн:		
- до впровадження;	C_B	161,00
- після впровадження	C_H	63,20
Приведені витрати, грн:		
- до впровадження;	B_B	161,60
- після впровадження	B_H	116,00
Річний економічний ефект, грн	E_P	22800,00
Приріст прибутку за рахунок економії за статтею ФЗП, грн	$\Delta\Pi_{\text{ФЗП}}$	49000,00
Додатковий балансовий прибуток ПАТ, грн	$\Delta\Pi_B$	48750,00
Інтегральний економічний ефект, грн	E_I	225000,00
Термін окупності додаткових вкладень, років	T	3,59
Коефіцієнт обігу	K_{OB}	0,28

Висновки до розділу III

В розділі проведено аналіз існуючих конструкцій діагностичних стендів для визначення тягово-швидкісних показників, гальмівної динаміки та загального стану двигуна та трансмісії. Для зниження трудомісткості діагностичних робіт прийнято до впровадження універсальний тягово-гальмівний стенд. Обґрунтовано вибір оптимальної конструкції.

В конструкцію додано систему контролю зусилля на педалі гальм та електронну систему реєстрації показників, що спрощує та пришвидшує процес діагностування при високій точності.

Розроблено інструкція по виконанню вимірювань діагностичних параметрів на стенді, а також правила безпеки при виконанні робіт.

Виконано необхідні перевірочні та проектувальні розрахунки. Розрахований економічний ефект від впровадження діагностичного стенду, термін окупності якого склав 3,59 року.

РОЗДІЛ IV

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ В ПАТ

4.1 Технічні заходи і засоби безпечної експлуатації електроустановок

Способи і засоби, що використовують для забезпечення безпеки людини під час роботи з електроустановками, використовуються залежно від умов дотику до струмоведучої частини. Глибоке розуміння умов дотику і ступеня небезпеки ураження в кожному випадку дозволить обрати необхідну комбінацію способів і засобів захисту. Треба розуміти, що захист від прямого дотику запобігає ураженню електричним струмом за відсутності пошкодження ізоляції провідників, проте захист у разі непрямого дотику – у випадку одиничного пошкодження.

До захисту людини від прямого дотику належать:

- основна ізоляція струмоведучих частин;
- бар'єри, огорожі і оболонки;
- розміщення поза зоною досяжності;
- захисне автоматичне відключення живлення, що спрацьовує від диференціального струму (ПЗВ). Використовується як додаткова міра.

До захисту від непрямого дотику належать:

- подвійна (посилена) ізоляція;
- використання наднизької напруги;
- електричне розділення мереж.
- системи заземлення IT і TN (захисне автоматичне
- відключення живлення, що спрацьовує від надструму).

Розглянемо всі вищеперелічені засоби докладніше.

4.2 Електрична ізоляція мереж

Важливість якості ізоляції мережі, тобто електричної ізоляції струмоведучих провідників або частин електроустаткування, тобто шару діелектрика або конструкції, виконаної з діелектрика, яким вкривається

поверхня струмоведучих частин, або яким струмоведучі частини відділяються одна від одної. Ізоляція запобігає протіканню струмів через неї завдяки великому опору.

Стан ізоляції характеризується її електричною міцністю, діелектричними втратами та електричним опором. Вибір діелектриків для ізоляції залежить від умов її експлуатації. Наприклад, для ізоляції електричних машин (генераторів, двигунів) велике значення має нагрівостійкість, у цьому випадку ізоляцію найчастіше виготовляють зі слюди. Для ізоляції повітряних ліній електропередачі особливо важливі вологостійкість і механічна міцність, тому найбільш відповідні матеріали – фарфор і скло. У трансформаторах, електричних конденсаторах і кабелях застосовують комбіновану ізоляцію, що складається з мінерального масла і просоченої ним целюлози (паперу, електрокартону, пресшпану).

Ізоляція в електроустановках до 1000 В поділяється на наступні види.

Основна (робоча) ізоляція є шаром діелектрика, який покриває струмоведучі частини.

Додаткова ізоляція – самостійна ізоляція, призначена для забезпечення захисту у разі пошкодження основної ізоляції. Звичайно нею покривають відкриті провідні частини, захищаючи людину від непрямого дотику.

Подвійною ізоляцією називається сукупність основної і додаткової ізоляції. Вона забезпечує більш надійний захист і може бути використана в будь-яких електроустановках, устаткуванні і електрифікованому інструменті, наприклад, електричний дріль у пластмасовому корпусі, мультиметр, монітор, клавіатура і «мишка» комп'ютера та ін.

Поліпшена робоча ізоляція, що забезпечує такий самий ступінь захисту, як і подвійна, називається посиленою ізоляцією.

З метою забезпечення надійної роботи ізоляції здійснюються профілактичні заходи задля запобігання погіршення якості ізоляції, що може бути викликано різними причинами:

- механічними пошкодженнями випадкового характеру;
- старінням матеріалу, яке крім часу може бути у результаті впливу різних

включень, що проникають у пори і тріщини діелектрику (пил, волога, пари кислот, лугів і т.ін.).

Протягом часу виникають місцеві дефекти, в зв'язку з чим опір ізоляції починає різко знижуватися, а струм втрат – зростати. В місці дефекту з'являються часткові розряди, ізоляція вигорає. Відбувається так званий пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, яке може призвести до пожежі або до ураження струмом. З метою запобігання цього здійснюється періодичний і безперервний контроль ізоляції, який полягає у вимірі її активного опору з метою виявлення дефектів.

Періодичний контроль ізоляції передбачає вимірювання активного опору ізоляції у встановлені ПУЕ–2015 терміни, а також при виявленні дефектів.

Також проводяться приймально-здавальні випробування у разі введення в експлуатацію електроустановок, у тому числі після ремонту. Вимірювання опору ізоляції здійснюється на вимкненій електроустановці за допомогою мегомметра. За допомогою даного методу є можливість отримання числового значення опору ізоляції, але є складність, пов'язана з необхідністю відключення ділянки мережі або устаткування, а також низька точність, викликана вимірюванням на низькій напрузі.

Безперервний контроль проводиться в процесі експлуатації електроустановок. Він здійснюється методом «трьох вольтметрів», що дозволяє побудувати векторну діаграму напруг, яка відповідає показанням вольтметрів.

За нею можна лише якісно судити про зміни ізоляції мережі, тобто про те, які фазні провідники пошкоджені і яка з фаз пошкоджена більшою мірою. Такі зміни зазвичай відбуваються при аваріях і носять випадковий характер. Метод «трьох вольтметрів» також не дозволяє оцінювати одночасну зміну опору ізоляції фаз унаслідок старіння її матеріалу, яке виявляється поступово і носить систематичний характер.

Згідно з «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів», мінімально допустимий опір ізоляції в мережах з напругою до 1000 В складає 0,5 МОм.

4.3 Захисне автоматичне відключення живлення

Цей засіб може здійснюватися пристроями двох типів:

- пристроями, що спрацьовують від надструму – струм, значення якого перевищує найбільше робоче (розрахункове) значення струму електричного кола. Застосовуються для захисту від непрямого дотику. Принцип роботи цього засобу захисту буде розглянуто у рамках системи заземлення TN, основним компонентом якої він є;

- пристроями, що спрацьовують від диференційних струмів (ПЗВ – пристрій захисного відключення). Можуть застосовуватися для захисту від прямого і непрямого дотику, згідно з ПУЕ–2015 і ДБН В.5.5–27–2006, у системах TN, IT і TT за винятком системи TN–С. Диференційним струмом називається векторна сума струмів, які одночасно проходять через пристрій.

ПЗВ – це швидкодіючий захист, що реагує на замикання фази на корпус, на землю, на дотик людини. Робота ПЗВ заснована на роботі трансформатора струму з трьома обмотками. З появою диференційного струму в сердечнику з’являється магнітний потік і електро механічне реле струму відключає живлення за допомогою контактної групи. Для надійного захисту людини від ураження електрострумом найближче до устаткування ПЗВ має спрацьовувати при диференціальному струмі не більше 30 мА.

Максимально допустимий час спрацьовування ПЗВ у ланцюгах з робочими струмами до 32 А і напругою між лінійним провідником і землею 220В складає 0,4 с (при змінній напрузі) і 5 с (при постійній напрузі).

Під час роботи з переносним електричним інструментом, з переносними світильниками при пошкодженні ізоляції та з появою напруги на корпусі підвищується небезпека ураження струмом. У таких випадках застосовуються наднизькі напруги – напруги між будь-якими провідниками або провідником і землею, яка не перевищує 50 В змінного струму і 120 В – постійного. При напрузі до 50 В струм, який проходить через тіло людини, безпечний.

Використання наднизької напруги дозволяє зменшити небезпеку ураження електричним струмом, однак повну безпеку не гарантує, особливо у разі

двофазного дотику. Тому разом з наднизькими напругами необхідно застосовувати й інші заходи захисту.

Наднизька напруга забезпечується шляхом застосування низьковольтного устаткування, підключеного до мережі через знижуючий трансформатор (рис. 4.1), акумулятори, перетворювачі, випрямлячі, батареї гальванічних елементів. З метою виключення переходу високої напруги на низьку напругу при пробії ізоляції між обмотками знижуючого трансформатора розташовують заземлений екран.

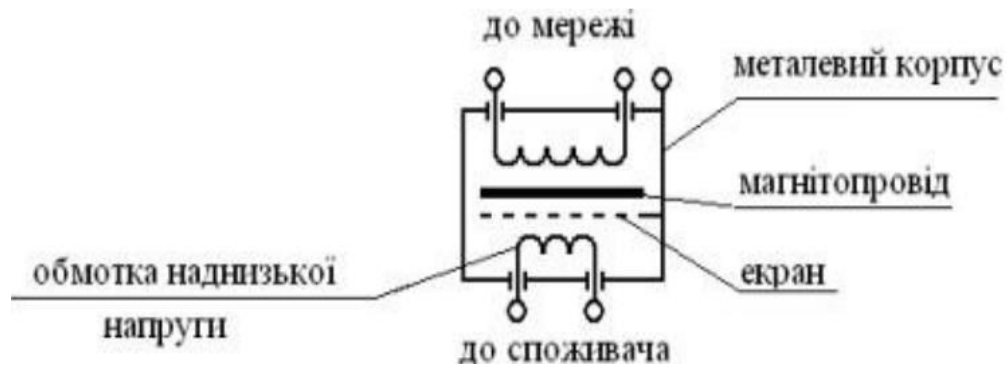


Рисунок 4.1 - Схема понижувального трансформатора для однофазного електрообладнання

Застосування автотрансформаторів або реостатів для отримання малих напруг заборонено, оскільки споживач енергії електрично пов'язаний з мережею високої напруги.

4.4 Розрахунок штучного освітлення у зоні загального діагностування автомобілів

Розміри приміщення:

довжина $a = 18$ м, ширина $b = 12$ м, висота $H = 4,5$ м.

Приміщення має світлу побілку:

Коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{ст.}} = 50\%$, $\rho_{\text{підл.}} = 10\%$. Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду III і становить $E = 300$ лк. [15]. Як світлові пристрої приймаємо світильники ПВЛМ – Р (з двома лампами ЛД – 80), які доцільно використовувати в нашому випадку.

Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення $h_0 = 4,5$ м, що не суперечить вимогам СнП II – 4-79, відповідно до яких $h_{0\min} = 2,6 - 4$ м, коли у світильнику менше 4 – х ламп, і коли $h_{0\min} = 3,2 - 4,5$ м, коли ламп 4 і більше.

Визначимо висоту над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 4,5 - 0,5 = 4 \text{ м.} \quad (4.1)$$

Показник приміщення і становить:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a + b)} = \frac{18 \cdot 12}{4(18 + 12)} = \frac{216}{120} = 1,8.$$

Коефіцієнт використання дорівнює:

$$\eta = 0,55, \quad \Phi_{\text{л.б} - 80} = 5400 \text{ [15].}$$

Потрібну кількість світильників для забезпечення необхідної нормованої освітленості розраховуємо за формулою використання світлового потоку

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{ESK_3Z}{Nn\eta}, \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість, лк ;

S – площа приміщення, що освітлюється, м^2 ;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості за рахунок забруднення та старіння ламп; табл.3.24 [15];

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (для ламп люмінесцентних, дорівнює 1,2)

N – кількість світильників;

n – кількість ламп у світильнику;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Знаходимо кількість світильників:

$$N = \frac{ESK_3Z}{2\Phi_{\text{л}}\eta} = \frac{300 \cdot 216 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{2 \cdot 5400 \cdot 0,55} = 19,6 \text{ ламп.}$$

Приймаємо 20 світильників, які для забезпечення рівномірного освітлення розташовуємо у 4 ряди по 5 штук в кожному.

Визначимо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні:

$$\Sigma P_{\text{св}} = P_{\text{л}} \cdot N \cdot n = 80 \cdot 20 \cdot 2 = 3200 \text{ Вт.}$$

Висновки до розділу IV

З огляду на те що в зоні діагностики використовується електричне обладнання з високою напругою, в даному розділі було розглянуто технічні заходи і засоби безпечної експлуатації електроустановок, розроблені рекомендації щодо електричної ізоляції електромереж.

Рекомендовано також впровадження системи захисного автоматичного відключення живлення для надійного захисту людини від ураження електрострумом.

Виконано розрахунок штучного освітлення у зоні загального діагностування автомобілів.

ВИСНОВКИ

При сучасному рівні складності автотранспортної техніки знання основ технічного діагностування стає обов'язковим для фахівців у галузі розробки й експлуатації автомобілів. Застосування методів і засобів технічного діагностування є ефективним способом забезпечення високої надійності транспортних засобів, дозволяє скоротити терміни та трудомісткість технічного обслуговування і ремонту.

Проведення запропонованих заходів щодо удосконалення технологічного процесу зони діагностики дозволять швидко та точно здійснювати пошук несправностей при обслуговуванні та ремонті вантажної техніки, а також прогнозувати їх ресурс, що, в свою чергу, дає змогу підтримувати високий коефіцієнт технічної готовності РС.

В роботі детально розроблене технологічне планування зони діагностування, у відповідності з її технологічним процесом і раціональним використанням виробничих площ.

Наведена конструкція стенда для діагностування тягових та гальмівних властивостей вантажних автомобілів, який дозволяє значно підвищити продуктивність праці та ефективність діагностичних робіт.

Проект виконаний з урахуванням сучасних жорстких вимог економічності і безпеки виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коваленко В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підручник / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. – Київ: Літера ЛТД, 2017. – 224 с.
2. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. К.: Мінтранспорт України, 1998. 10 с.
3. ДСТУ 3649-97. Автотранспортні засоби. Вимоги до безпеки до технічного стану й методи перевірки. К. : Вид-во стандартів, 1998. 83 с.
4. Мороз С. М. Діагностування при державному технічному огляді й технічному обслуговуванні автомобілів. Київ : КНУ, 2005. 325 с.
5. Норми тривалості робочого часу на 2026 рік. Бухгалтер. URL: <https://buhgalter.com.ua/dovidnik/normi-robochogo-chasu/normi-trivalosti-robochogo-chasu-na-2026-rik/>
6. Технологічне проектування підприємств автосервісу: навчальний посібник / За ред. І. П. Курнікова. К.: Видавництво «Іван Федоров», 2003. 262 с.
7. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: підручник. К.: Каравела, 2009. 368 с.
8. Волков В. П., Мармут І. А., Кривошапов С. І., Белов В. І. Проектування підприємств автомобільного транспорту : посібник. Харків : ХНАДУ, 2014. 388 с.
9. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Романюк С. О., Смирнов Є. В. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту: Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 182 с.
10. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. К.: Вища шк., 2007. 527 с.: іл
11. Коробочка О. М., Чернета О. Г., Волощук Р. Г. Технологічне обладнання для ремонту автомобілів : навч. посіб. Кам'янське : ДДТУ, 2017. 215 с.

12. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. / М. В. Красота, Ю. В. Кулешков, С. О. Магопець, І. В. Шепеленко, О. В. Бевз, Р. А. Осін, Т. В. Руденко. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. 208 с.
13. Малащенко В. О., Янків В. В. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів: навч. посіб. Львів : “Новий Світ-2000”, 2013. 264 с.: іл.
14. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.
15. Практикум із охорони праці / За ред. В. Ц. Жидецького. Львів, Афіша, 2000. 352 с.
16. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. Кам'янське : ДДТУ, 2017. 369 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Відомість технологічного устаткування зони діагностики

№ з/п	Найменування устаткування	Кількість	Тип (модель)	Коротка характеристика	Σ площа м ²
1	2	3	4	5	7
1.	Підіймач канавний	2	RAV KP118 N	Електромеханічний. $Q = 13,5$ т. $h = 500$ мм. $N = 1,5$ кВт. 1000×850	1,7
2.	Витяжка відпрацьованих газів	1	Ecoargo n due 75/5	Підвісна Двохпостова з вентилятором. Ø шлангу 75 мм. $P_B = 700$ м ³ /год. $N = 0,37$ кВт.	0
3.	Електрогайковерт для гайок коліс	1	ТУРБО 2000	$N=1,5$ кВт; $M=2200$ Н×м; $n=1400$ об/хв; 1100×560 мм	0,616
4.	Верстат слюсарний	2	FVL 007	Двотумбовий. $2000 \times 600 \times 920$	2,4
5.	Гайковерт пневматичний	1	ЛТС- 3921	$M=625$ Н×м; $350 \times 80 \times 140$ мм	0,028
6.	Гайковерт для гайок коліс	1	Makita TD 0101F	$N=230$ Вт; $M=100$ Н×м; $n=3600$ об/хв; $310 \times 60 \times 90$ мм	0,026
7.	Візок для інструментів	2	02.006- 5015	6 полиць. Центральний замок. Мاستилостійкі резинові колеса. 758×465	1,75
8.	Лазерний стенд для перевірки та регулювання кутів установлення коліс	1	СДЛ-4	Підлоговий. Діапазон виміру: розвал, сходження $\pm 3^\circ$, поздовжній нахил осі повороту $\pm 15^\circ$. Погрішність виміру не більш 5 %. 6000×3200	19,2
9.	Сканер електронних систем	1	AT 511	Діагностика електронних систем автомобіля. 200×75	0,02
10.	Мультитестер	1	PMS 100	Діагностування систем впорскування палива та запалювання двигунів 2- або 4-тактних з числом циліндрів до 8. 281×140	0,04
11.	Компресометр для бензинових двигунів	1	MT 308L	Діапазон виміру 0–1,7 МПа. 3 комплект переходників. 350×240	0,08

12.	Компресометр для дизельних двигунів	1	КМ-201	Діапазон виміру 0–60 кгс/см ² . 500×60	0,03
13.	Пневмотестер	1	К 272 М	Виконує перевірку герметичності надпоршневого простору бензинових та дизельних двигунів. $V_{ПОВ} = 1,6 \text{ м}^3/\text{год.}$ $P_{ПОВ} = 2,5\text{--}8 \text{ кгс/см}^2$. $P = 1,6 \text{ кгс/см}^2$. 220×315	0,07
14.	Аналізатор потужності двигуна	1	ИМ-1	Переносний. Аналоговий. Вимір по величині умовного кутового прискорення в режимі вільного розгону (без зовнішнього навантаження). $n = 0\text{--}6000 \text{ об/хв.}$ $a_K = 200\text{--}500 \text{ с}^{-2}$. 270×170	0,05
15.	Установка для діагностування дизельних двигунів	1	ЛТ 181D	Діагностика паливних систем 4-х тактних двигунів. Вимірює $n = 200\text{--}6000 \text{ об/хв.}$; динамічне випередження початку подачі палива; тиск у трубопроводі високого тиску; положення ВМТ. 313×118	0,05
16.	Діагностичний пістолет	1	ЛТ 51	Вимірювання числа обертів двигуна, напруги, струму, кута випередження запалення (КВЗ), кута замкненого стану (КЗС) контактів переривача, опору, частоти струму, ємності конденсаторів. 224×195	0,04
17.	Стробоскоп	1	МТ 1241	Вимірювання КВЗ в механічних та електронних системах запалювання.	0
18.	Тестер тиску в системах впорскування палива	1	FIT 443A	Манометр з комплектом адаптерів для усіх сучасних систем впорскування. $P_{ПАЛ} = 0\text{--}7 \text{ кгс/см}^2$. 378×290	0,11
19.	Тестер тиску в системі мащення двигунів	1	МТ 37 А	3 набором перехідників. 0–6 МПа. 360×258	0,09
20.	Тестер систем охолодження (3	1	SVT 400	Перевірка системи охолодження під тиском. Перевірка роботи термостата,	0,14

	набором перехідників)			електронних датчиків температури. Перевірка розігріву двигуна. 440×310	
21.	Тестер тиску гальм	1	SVT 700	Дозволяє вимірювати залипання гальмівних циліндрів, нерівномірний знос гальмівних накладок, знос головного циліндра, несправності підсилювача. Робочий діапазон 0–34500 кПа. 500×380	0,19
22.	Детектор витікання рідини	1	EELD5 00APB	Ультразвуковий. Дозволяє визначати витікання в системі охолодження, вакуумній системі, системі кондиціонування. Визначає дефекти у підшипниках ковзання, клапанах. 400×350	0,14
23.	Детектор витікання газу	1	ACT80 80	Дозволяє визначати витікання у вихлопній системі, системі охолодження, клапанах, фітінгах ДВЗ. 300×75	0,02
24.	Пристрій для перевірки натягу пасів приводу ГРМ	1	GA424 A	Робочий діапазон виміру натягу 130–180 Нм. 100×250	0,03
25.	Пристрій контролю сумарного люфту рульового керування автомобілів	1	ИСЛ 401	Вимірює кут повороту рульового колеса до моменту початку руху керованих коліс. Ø рульового колеса 360–500 мм. $U = 10\text{--}26\text{ В}$. $\phi = 0\text{--}40^\circ$. 415×135	0,06
26.	Пристрій для виміру зусилля на педаль гальмування	1	BSA 100	Електронний. 195×73	0
27.	Засіб діагностування світлотехнічних приладів	1	2700	Пересувний. Межі установки висоти оптичної камери $H = 100\text{--}1300\text{ мм}$. 500×600	0,3
28.	Разом:				59,34

ДОДАТОК Б

[illegible]

