

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

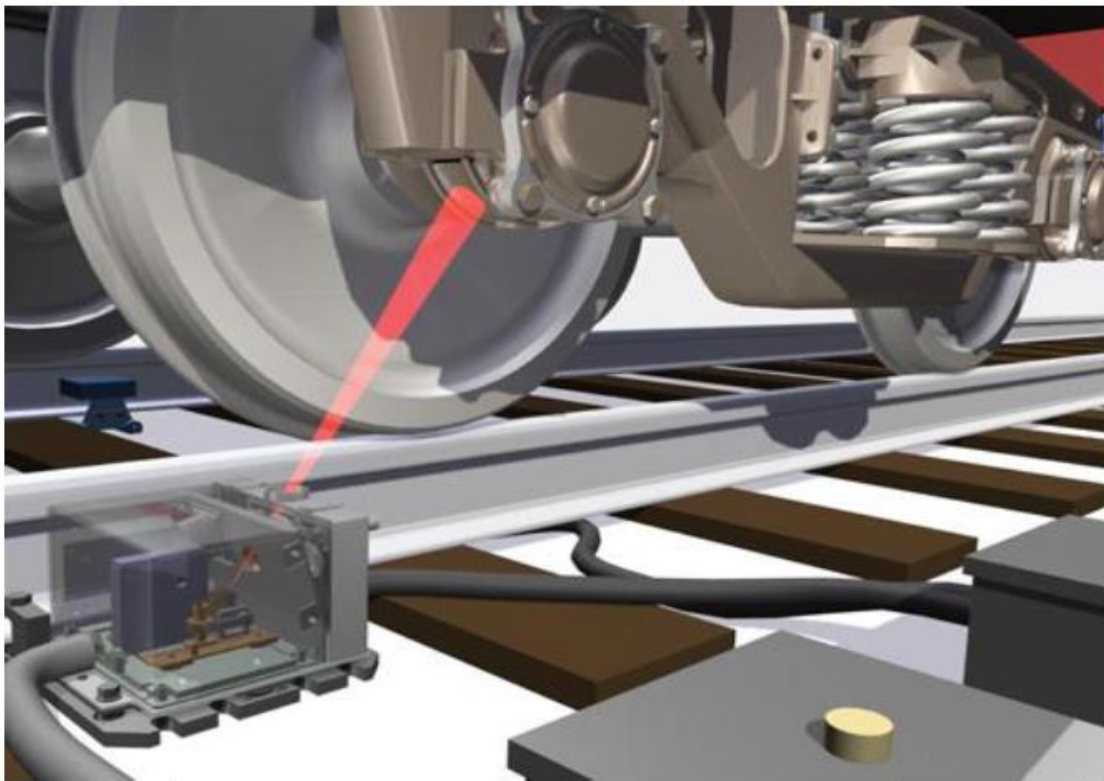
Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

В. Г. Равлюк

**ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД ТЕХНІЧНОГО УТРИМАННЯ
ВАГОНІВ**

Конспект лекцій

Частина 3



Харків – 2021

Равлюк В. Г. Передовий досвід технічного утримання вагонів : Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – Ч. 3. – 98 с.

У третій частині конспекту лекцій розглянуто основні відомості про сучасні системи, які дають змогу розпізнавати номер вантажного вагона під час його руху у процесі експлуатації. Описано основні способи й засоби технічного діагностування вузлів вагонів на шляху їх прямування й експлуатаційних підрозділах вагонного господарства. Також наведено класифікацію груп діагностичних засобів і методів вібродіагностування вузлів вагонів, які доцільно використовувати для виявлення дефектів на ранніх і середніх стадіях їх розвитку. У конспекті лекцій після кожної теми наведено контрольні питання, які дозволять студенту успішно підготуватися до модульного контролю або складання іспиту.

Іл. 41, табл. 3, бібліогр.: 12 назв.

Рекомендується для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт» освітньої програми «Вагони та вагонне господарство».

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри інженерії вагонів та якості продукції 22 лютого 2021 р., протокол № 7.

Рецензент

доц. В. В. Бондаренко

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Тема 8. Сучасні системи технічного розпізнавання номерів вантажних вагонів.....	6
8.1 Розподілена система технічного зору та реєстрації вантажних составів.....	6
8.1.1 Функціональні характеристики системи.....	6
8.1.2 Структура програмного забезпечення системи.....	8
8.1.3 Опис функціонування системи.....	15
8.2 Апаратно-програмна система розпізнавання номерів вагонів «ARSCIS».....	19
Контрольні питання.....	28
Тема 9. Ефективні способи діагностування вузлів вагонів у процесі експлуатації.....	28
9.1 Проблеми автоматизації контролю технічного стану вагонів.....	28
9.2 Діагностика. Основні поняття.....	33
Контрольні питання.....	41
Тема 10. Засоби діагностування технічного стану ходових частин вагонів у процесі експлуатації.....	42
10.1 Засоби автоматичного контролю технічного стану вагонів на шляху прямування поїзда.....	42
10.2 Автоматизована система контролю ходових частин.....	52
10.3 Автоматизована система діагностичного контролю букс	55
10.3.1 Загальні відомості.....	55
10.3.2 Робота апаратури підсистеми базової АСДК-Б.....	60
10.4 Встановлення порогових значень апаратури теплового контролю букс.....	61
Контрольні питання.....	64
Тема 11. Засоби технічного діагностування автозчіпного та гальмового обладнання вагонів у процесі експлуатації.....	65
11.1 Класифікація груп засобів діагностування вагонного парку.....	65
11.2 Перша група засобів діагностування вагонного парку...	65
11.3 Друга група засобів діагностування вагонного парку....	66

11.3.1 Призначення, будова і принцип роботи системи «САКМА».....	66
11.3.2 Технічні характеристики «САКМА».....	67
11.3.3 Налаштування системи орієнтації лазерних променів.....	72
11.3.4 Порядок роботи системи «САКМА».....	73
11.3.5 Апаратура автоматичного діагностування упряжного пристрою.....	75
11.4 Третя група засобів діагностування вагонного парку....	76
11.4.1 Пристрій для зарядження й випробування гальм УЗОТ-РМ.....	76
11.4.2 Пристрій УЗОТ-П.....	81
Контрольні питання.....	85
Тема 12. Підвищення якості технічного утримання вузлів вагонів шляхом застосування сучасних методів вібродіагностики.....	86
12.1 Завдання та методи вібродіагностики.....	86
12.2 Метод ПК-фактора.....	87
12.3 Метод прямого спектра.....	91
12.4 Метод спектра обвідної.....	92
12.5 Метод ударних імпульсів.....	94
12.6 Порівняльні характеристики методів вібродіагностики	96
Контрольні питання.....	97
Список літератури.....	98

ВСТУП

Внаслідок реформування залізниць система технічного обслуговування і ремонту вагонів у нових умовах ще не склалася. Зважаючи на ці обставини, при плануванні стратегії розвитку експлуатаційних депо слід враховувати зміну транспортних потоків.

У період реформування залізниці в Україні та в країнах пострадянського простору змінилося розміщення промислових підприємств, їхня спеціалізація і обсяги виробництва. Так само змінився характер перевезень вантажів: номенклатура, вантажопотоки, вимоги до збереження вантажів, обсяги відправлення. Також істотно змінилася потреба у вагонах певних типів, збільшився у відсотковому відношенні парк цистерн різного призначення; скоротився парк ізотермічних вагонів. Ці зміни вимагають корінних перетворень у вагонному господарстві: перегляду виробничої потужності й розміщення пунктів підготовки вагонів до перевезень, спеціалізації підприємств з планового ремонту вагонів тощо.

Водночас інфраструктура вагонного господарства і в цілому історично сформована система технічного утримання вагонів поки зберігається. В основному це пов'язано з такими причинами: збереженням типів і моделей вагонів, для обслуговування яких пристосоване існуюче господарство; збереженням сформованих умов експлуатації залізниць і економічними можливостями вдосконалення вагонного господарства.

У зв'язку з цим спрямовуються величезні зусилля керівництва й фахівців вагонного господарства на пошук інноваційних і ресурсозберігаючих технологій, які дозволять підвищити продуктивність і якість технічного обслуговування та ремонту вагонів за рахунок створення сучасних автоматизованих систем управління технологічними процесами.

Вивчаючи цей курс дисципліни, студенти дізнаються не тільки про теоретичні відомості щодо існуючих систем передового досвіду технічного обслуговування та ремонту вагонів, а й зможуть засвоїти й засади стосовно організації технічного утримання вагонів шляхом застосування сучасних систем автоматизованого контролю, засобів технічної діагностики та різних методів, які застосовуються в підрозділах вагонного господарства.

ТЕМА 8. Сучасні системи технічного розпізнавання номерів вантажних вагонів

8.1 Розподілена система технічного зору та реєстрації вантажних составів

8.1.1 Функціональні характеристики системи

Розподілена система технічного зору та реєстрації вантажних составів забезпечує комплексне вирішення завдання автоматизації введення інформації про состави, роботу в складі автоматизованої системи обліку та завантаження їх на відповідних терміналах.

Система технічного зору та реєстрації вантажних вагонів, якщо вона підключена до загальної мережі залізниці і поєднана з системою АРМ-ПТО, дозволить за допомогою автоматичного зчитування та передачі номера вантажного вагона визначити час, який залишився до подачі його в ремонт [8, 10].

Програмне забезпечення системи технічного зору (ПЗ СТЗ) призначено для автоматизованого формування в електронному вигляді первинних даних про вантажні вагони, з яких формується состав, що надходить на колію, яка контролюється. До первинних даних належать номери вагонів та інша інформація, розміщена безпосередньо на вагоні або рамі.

Основні функції системи:

- автоматичне виявлення моменту початку прослідування поїзда через камери з фіксацією цього часу;
- визначення напрямку руху поїзда;
- автоматичне виявлення моменту завершення прослідування поїзда через камери з фіксацією цього часу;
- запис відеоданих процесу прослідування поїзда з кожного боку у відеофайли спеціального формату;
- визначення кількості вагонів у составі й автоматична індексація кадрів відеоданих відповідно до порядкового номера вагона в составі, тобто формування для кожного вагона в составі списку номерів відповідних йому кадрів — повагонної карти кадрів;

- автоматичне розпізнавання номерів вагонів з ознакою успішного або неуспішного розпізнавання;
- вагонна візуалізація состава: швидке переміщення за списком вагонів состава й одночасно перегляд кадрів у межах вагона з обох сторін;
- візуальний контроль результатів розпізнавання з можливістю редагування та заповнення інших первинних даних про вагон;
- автоматичне заповнення первинних даних вагони в разі, якщо цей вагон вже проходив через дану СТЗ і оператор раніше заповнив ці дані;
- редагування повагонної карти кадрів відеоданих;
- зберігання всіх змін, внесених користувачем при редагуванні;
- генерація файла заданого формату з даними про вагон прохідного рухомого складу для передачі інформації зовнішнім системам;
- формування та друкування звітів заданого формату за даними про вагони прохідного або будь-якого раніше рухомого складу, що прослідував.

Відмінними рисами системи другого покоління є:

- розподілена архітектура: відеосервіс для управління двома відеокамерами; підсистема автоматичного розпізнавання номерів з декількома незалежними робочими місцями операторів; підсистема формування друкованих звітів про прохідний вантажний состав; підсистема віддаленого моніторингу СТЗ;
- формування списку вагонів рухомого складу і розпізнавання номерів у режимі, який є близьким до реального часу;
- підвищена надійність розбиття состава на вагони для забезпечення стійкості цього процесу до реверсивного характеру руху состава;
- координована робота відеокамер з обох сторін прохідного состава;
- формування номера вагона за результатами процедури розпізнавання номера з кожного боку вагона і верифікації з використанням кодового захисту системи нумерації рухомого складу й контейнерів;

– використання відкритого інтерфейсу підсистеми формування друкованих звітів про прохідний состав, можливість інтеграції в автоматизовані системи обліку;

– моніторинг системи технічного зору, у тому числі візуальний контроль роботи відеосервісу і формування повідомлень про апаратно-програмні збої та проблеми з освітленням;

– багаторівнева розподілена система архівування відеоданих, час доступу до яких залежить від терміну зберігання.

Використання розподіленої архітектури при реалізації системи дозволило підвищити допустиму швидкість рухомого складу до 11,11 м/с (40 км/год) і скоротити час обробки вагона до декількох секунд. Цей час істотно залежить від швидкості руху состава. Параметри програми налаштування дозволяють покращувати якість розпізнавання за рахунок збільшення часу обробки.

Система значно знижує навантаження на транспортного оператора, надаючи зручне середовище для контролю і редагування автоматично сформованого списку вагонів. Система технічного зору чітко працює при наявності широкого спектра факторів, що заважають: різні габарити вагонів, різні проміжки між вагонами, довільне розташування номера на вагоні, екстремальні умови освітленості (пряме сонячне випромінювання — високий контраст, освітлення окремих ділянок; недостатня освітленість — слабкий контраст, підвищений шум на зображенні), значний рівень забруднення вагонів, наявність нестандартного накреслення цифр номера на деяких вантажних вагонах.

8.1.2 Структура програмного забезпечення системи

Програмне забезпечення системи технічного зору складається з двох комплексів:

– комплекс системи реєстрації составів (вагонів), або комплекс відеосервісу;

– комплекс автоматизованого робочого місця транспортного оператора (АРМ ТО).

Комплекси ПЗ СТЗ територіально рознесені та взаємодіють між собою по локальній мережі.

При переході на розподілену архітектуру склада основні програмні модулі системи практично не змінилися, але істотно змінився спосіб їх взаємодії, розміщення (розподіл) з комп'ютерів, можливості масштабування системи як за кількістю відеокамер, так і за обчислювальною потужністю.

З комплексу ПЗ-сервера програмний модуль розпізнавання номерів був переміщений у комплекс АРМ ТО. Це пов'язано з необхідністю формування інформації про вагон відразу після його проходження через відеокамери й підвищення частоти введення кадрів (для збільшення допустимої швидкості проходження поїздів). Однак в умовах старої архітектури одночасна робота програмних модулів запису відео і розпізнавання номерів була практично неможлива через високе завантаження процесора при розпізнаванні номерів. Тому в рамках розподіленої архітектури ПЗ СТЗ модулі розпізнавання номерів були доповнені модулем автоматичної обробки склада і винесені на віддалені комп'ютери в комплекс АРМ ТО. Комплекс відеосервісу зараз забезпечує тільки запис кадрів прохідного рухомого склада, управляючи роботою відеокамер і формуючи відеофайли поїздів. Комплекс відеосервісу складається з трьох взаємодіючих між собою консольних додатків: програми упорядкування та двох програм для роботи з відеокамерами. Блок-схема комплексу відеосервісу наведена на рисунку 8.1.

Комплекс АРМ ТО включає власне інтерактивний додаток робочого місця транспортного оператора, додаток діагностичного монітора і запускаються у фоновому режимі додаток автоматичної обробки склада, додаток підсистеми друкування звітів про склад і додаток управління архівом відеоданих. Всі ці додатки можуть запускатися на будь-яких комп'ютерах, що утворюють локальну мережу підприємства. Блок-схема модулів додатка автоматичної обробки склада і додатки робочого місця транспортного оператора наведені на рисунку 8.2.

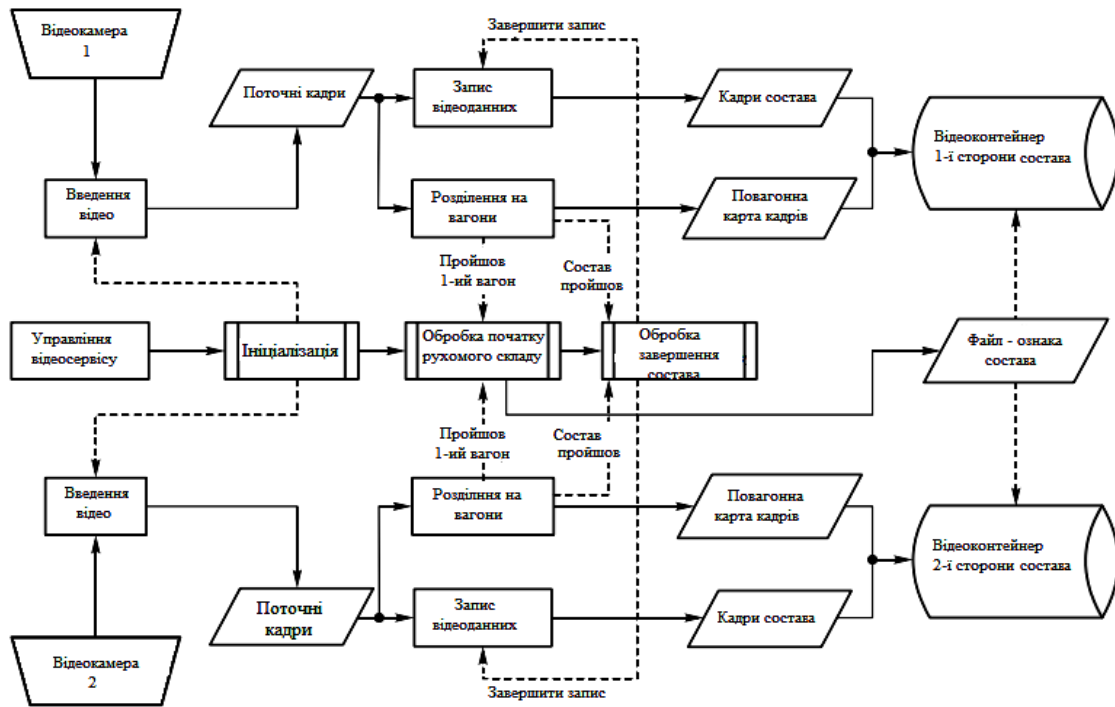


Рисунок 8.1 — Блок-схема комплексу програмного забезпечення відеосервісу

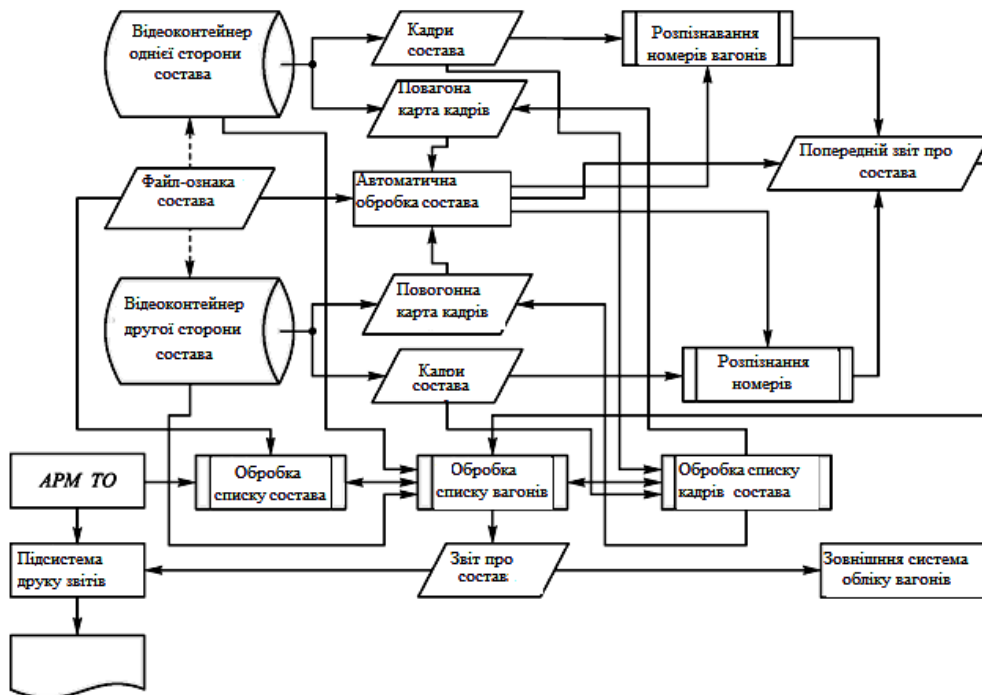


Рисунок 8.2 — Блок-схема програмних модулів додатка автоматичної обробки состава і програми робочого місця транспортного оператора

Додаток, що реалізує АРМ ТО, має *три режими роботи*.

У режимі роботи зі списком рухомих составів (поїздів) оператор може переглянути список попередніх составів з відображенням ознак їх обробки. З нього можливий перехід тільки в режим обробки списку вагонів шляхом вибору необхідного состава зі списку. У цьому режимі можливий перегляд і редагування номерів вагонів, а також ручне заповнення іншої первинної інформації про вагон (тип вагона, вантажопідйомність, ємність, вага тари, код країни).

Якщо оператор виявляє, що автоматичне розбиття на вагони виконано неправильно, тоді він переходить до режиму покадрової обробки відеоданих состава.

Цей режим є допоміжним, оскільки використовується при порушенні нормальних умов роботи СТЗ (наприклад недостатність освітлення фонових щитів або яскраве контрастне освітлення) і є засобом усунення наслідків форс-мажорної ситуації. Тут оператор переглядає дві послідовності кадрів всього состава (від кожної відеокамери), вказуючи на наявність або відсутність фонового щита на конкретному кадрі або послідовності кадрів. Після кожної такої зміни виконується переформування повагонної карти кадрів [9 – 11].

На рисунках 8.3 — 8.5 зображено інтерфейси всіх трьох режимів роботи програми АРМ ТО.

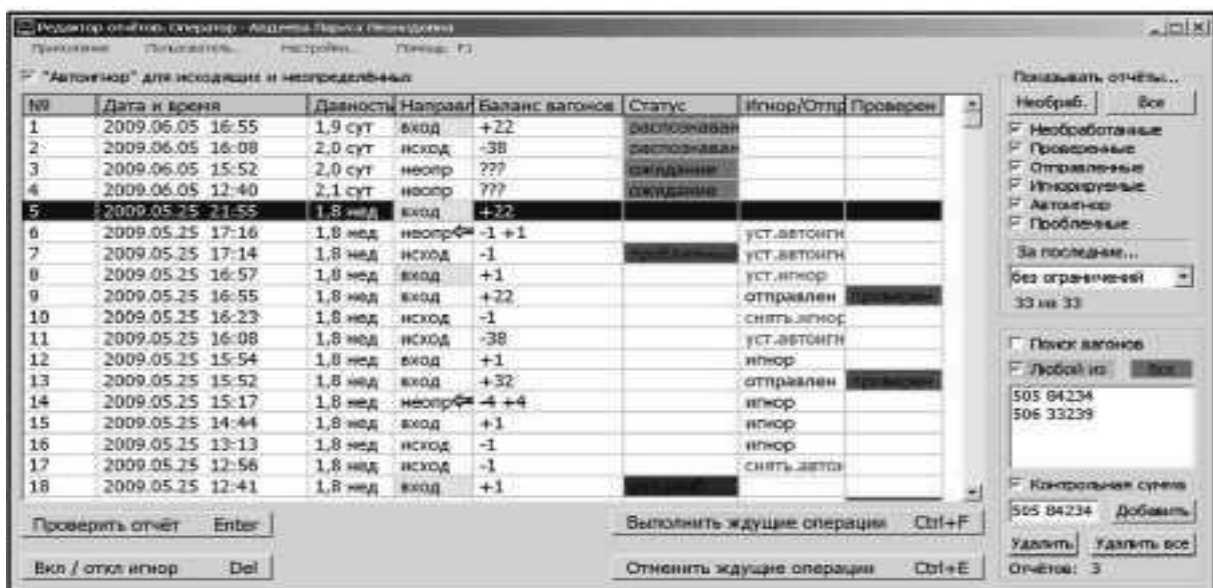
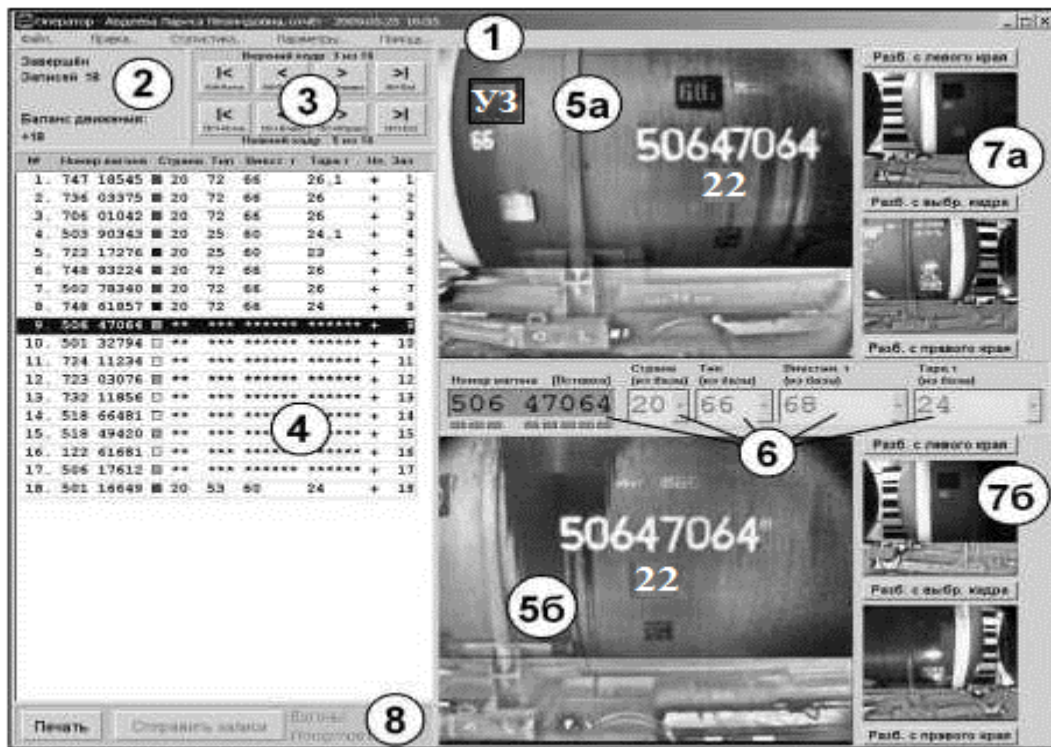


Рисунок 8.3 — Интерфейс програми АРМ ТО в режимі роботи зі списком составів (поїздів)



1 – заголовок і головне меню; 2 – поточний стан звіту;
 3 – управління переглядом кадрів поточного вагона; 4 – список вагонів; 5а і 5б – кадри поточного вагона; 6 – поля редагування номера, коду країни, типу, вантажопідйомності, місткості і ваги тари вагона; 7а і 7б – граничні кадри вагона і кнопки переходу в режим обробки списку кадрів состава для ручного редагування розбиття відеозаписів на вагони; 8 – панель друкування і відправлення записів звіту в систему контролю, що знаходиться вище

Рисунок 8.4 — Додаток АРМ ТО в режимі обробки списку вагонів состава



Рисунок 8.5 — Додаток ARM TO в режимі покадрової обробки списку вагонів состава

Окремий додаток забезпечує моніторинг системи технічного зору, у тому числі візуальний контроль роботи відеосервісу й формування повідомлень про апаратно-програмні збої і проблеми з освітленням. Інтерфейс цієї програми наведений на рисунку 8.6.

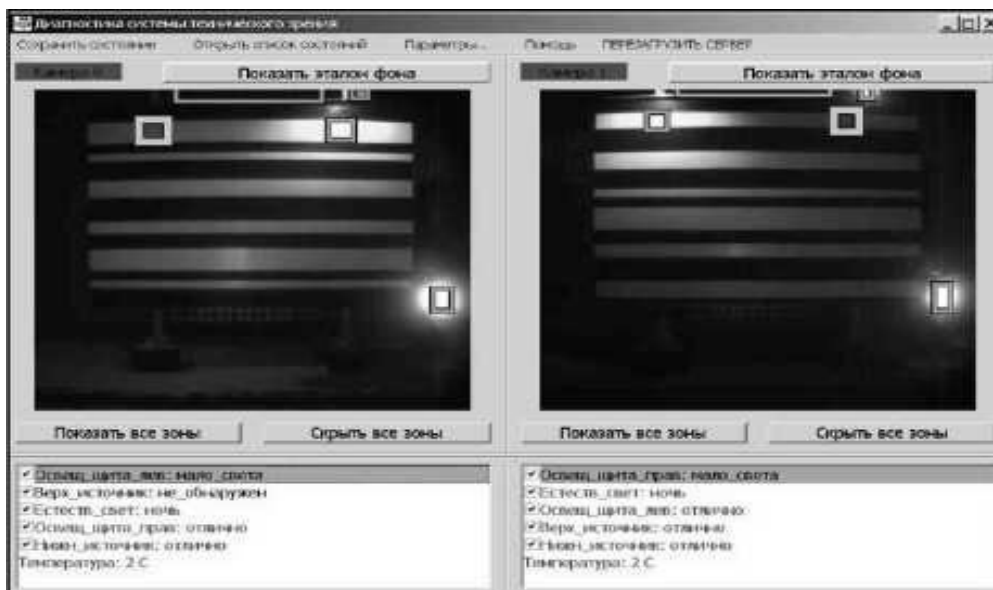


Рисунок 8.6 — Інтерфейс програми діагностичного монітора

Додатково в складі системи реалізовано управління архівацією даних і контроль вільного дискового простору системи. Ці функції виконують окремий додаток, що запускається за розкладом у той час, коли в розкладі руху поїздів настає технологічна перерва.

Програма архівації даних і контролю вільного дискового простору системи призначена для організації розподіленого зберігання відеоданих на декількох серверах. Зберігання здійснюється за каскадним принципом — спочатку в робоче сховище, з яким працює комплекс відеосервера, а далі вже в архівні сховища, кожне з яких містить відеодані за певний період часу. З заповненням робочого сховища дані переносяться в архів першого рівня, для чого в ньому попередньо звільняється місце шляхом передачі даних в архів другого рівня, і далі цей процес повторюється по всьому каскаду архівів. На останньому рівні найстаріші дані видаляються.

Для архівів останніх рівнів виконана апробація технології прагматичної компресії відеоданих поїздів. Відповідно до неї послідовність відеокадрів прохідного поїзда перетворюється в послідовність синтезованих панорамних зображень на окремих вагонах. Застосування цієї технології призводить до зменшення обсягу файлів більш ніж на 85 % (коефіцієнт стиснення більше 7), причому вихідні дані мають гарну якість і прийняти для зорового сприйняття. На рисунку 8.7 наведений результат роботи даної технології.



Рисунок 8.7 — Результат роботи технології прагматичної компресії – синтезований панорамний знімок вагона

8.1.3 Опис функціонування системи

Система за допомогою двох відеокамер здійснює спостереження з двох сторін за составом, що прямує через пост відеозображення. У поле зору кожної відеокамери за контрольованою залізничною колією розташований фоновий щит. За наявності/відсутності його в кадрі система розпізнає присутність перед відеокамерою состава і проміжки між вагонами. Зображення для фонового щита для кожної з відеокамер формується на етапі налаштування системи і завантажується в програму запису поїздів при її запуску.

Після запуску комплексу відеосервісу виконується ініціалізація управляючої програми та ініціалізація робочих програм відеокамер. Після цього програми введення з відеокамер переходять у режим виявлення фонового щита. При виявленні щита вони переходять у режим очікування появи состава [8].

Таким чином, якщо в момент запуску комплексу відеосервісу перед відеокамерами проходить состав, він не буде записаний, система дочекається повного проходження состава і тільки після цього перейде в режим очікування появи іншого состава.

У режимі очікування робочі програми відеокамер постійно контролюють наявність у кадрі фонового щита і періодично формують (обновляють) діагностичні повідомлення та зображення поточного кадру відеокамер за допомогою загального інформаційного середовища системи. Це дозволяє за віддаленою програмою діагностичного монітора відстежувати працездатність відеокамер і стан освітлення, повідомляти оператора про виниклі неполадки шляхом візуального та звукового оповіщення.

При появі состава перед відеокамерою перекривається фоновий щит, робоча програма розпізнає цю подію, фіксує час і формує повідомлення про виявлення поїзда. Модуль запису відео створює відеофайл в інформаційному середовищі системи.

Після повного проходження першого вагона перед відеокамерою робоча програма повідомляє про це управляючу програму. При отриманні цього повідомлення від будь-якої робочої програми модуль обробки початку состава робить запит

на інформацію від обох робочих програм про імена відеофайлів, які пишуться в цей момент, створює сигнальне повідомлення про появу поїзда, у якому розміщується інформація про імена у відеофайлах.

При проходженні состава виконується розбиття його на вагони, визначення напрямку руху вагона в кожен конкретний момент і здійснюється автоматична індексація кадрів відеоданих відповідно до порядкового номера вагона в составі (формування вагонної карти кадрів). Інформація про розбиття по вагонах і напрямок руху послідовно записується у файли відеоданих разом з кадрами зображень.

Після повного проходження состава через пост відеоспостереження відеофайли закриваються. Робочі програми переходять у режим очікування до появи іншого состава.

Після появи в інформаційному середовищі системи сигнального повідомлення про поїзд запускається підсистема розпізнавання АРМ ТО, у списку поїздів з'являється рядок, що відповідає поточному составу з відміткою, що звіт знаходиться в стадії автоматичного розпізнавання номерів вагонів, і оператор оповіщується про це за допомогою текстового і голосового повідомлення. Як тільки у звіті буде сформована інформація хоча б про один вагон, тоді звіт можна редагувати, зберігати, виводити на друк і відправляти записи про вагони, які наведені вище в системі.

Таким чином, оператор отримує інформацію про рухомий состав через систему відеоспостереження состава після повного проходження першого вагона перед однією з відеокамер.

Транспортний оператор може увійти в режим контролю і виконати редагування даного звіту або його ігнорування, якщо поїзд його не цікавить.

Оператор може дочекатися закінчення автоматичного розпізнавання номерів вагонів або перейти в режим перегляду і редагування інформації про вагони рухомого состава відразу після повідомлення про появу нового поїзда. При цьому в режимі роботи оператора зі списком вагонів состава, який обробляється, забезпечується автоматичне оновлення списку вагонів по мірі прямування поїзда через систему відеоспостереження і виконання автоматичного розпізнавання номерів вагонів.

У режимі перегляду і редагування інформації про вагони состава оператор має можливість перевірити кількість вагонів у поїзді і/або підтвердити або відредагувати номери вагонів. При цьому використовуються відеодані з двох відеокамер, отримані від комплексу відеосервісу, тобто для кожного вагона оператор бачить два кадри (з кожної камери), що містять номер вагона.

Результатом цього процесу є перевірений звіт про проходження состава, який зберігається у файлі. На основі цього звіту формується файл узгодженого формату з первинними даними про состав вагонів, що прослідував, який передається поставленій вище системі.

У будь-який момент, до завершення перевірки всіх вагонів у составі, інформація за обробленими вагонами може бути відправлена в систему, яка знаходиться вище.

При записі відеоданих состав автоматично розбивається на вагони, однак повністю виключити помилки розбиття неможливо. Ці помилки зазвичай проявляються в тому, що виникають вагони, у яких відеокадри присутні тільки з однієї сторони, незважаючи на наявність відеоданих з двох відеокамер. Для виправлення цієї ситуації використовується допоміжний режим покадрової обробки відеоданих.

Одночасно з розглянутими програмами в системі функціонує програма діагностичного монітора, яка зчитує службові дані про роботу системи технічного зору, показує поточні (оновлювальні з інтервалом у декілька секунд) кадри з відеокамер, а також, у випадку необхідності, повідомляє про недоступність діагностичних даних або відсутність їх оновлення.

Архітектурний поділ програмних комплексів розподіленої реєстрації відеоданих і розпізнавання номерів, а також перехід на розподілену систему зберігання і архівації — все це в комплексі забезпечує не тільки вирішення поставлених при розробленні завдань, а й «прозоре» для користувача нарощування функціональності СТЗ, підвищення якості роботи, формування нових інтелектуальних якостей системи.

Наявність у системі оператора, який підтверджує або коригує остаточний результат, відкриває додаткові можливості з удосконалення якості роботи технології розпізнавання. Знаючи правильний результат, можна шляхом апостеріорної

різноманітної обробки збереження відеоданих у фоновому ітераційному режимі оцінити якість формованих результатів, підібрати параметри алгоритмів обробки.

Виділення під сховище даних окремих обчислювальних потужностей дозволяє розширити мету апостеріорної обробки відеоданих. Така обробка дозволяє аналізувати і виявляти додаткову інформацію про розміщення в системі даних, знаходити особливі кадри, які мають інтерес для подальшого перегляду, інтерпретації тощо, формувати анотований список виявлених неоднорідностей процесу спостереження, що забезпечує швидкий доступ до них оператора. Подальший аналіз цієї інформації розробниками СТЗ також дозволяє удосконалювати алгоритми обробки і розпізнавання.

Ця інформація разом з новими методами прагматичної компресії для відеоданих дозволяє реалізувати нову багаторівневу систему архівування, що забезпечує істотне зниження обсягу даних, що зберігаються без втрати критично важливої інформації. Така система архівації реалізує важливий принцип вибірковості пам'яті залежно від терміну зберігання: чим довше зберігається інформація, тим менше подробиць вона містить при збереженні основної, критичної інформації.

Нові методи автоматизації процесу аналізу результатів розпізнавання і виявлення неоднорідностей (артефактів) у відеоданих дозволяють сформувати «зворотний зв'язок» для алгоритмів і параметрів налаштування СТЗ, проводити їх адаптацію на основі накопиченої інформації: чим довше функціонує СТЗ, тим більш інтелектуальною вона стає.

Адаптивність алгоритмів розпізнавання формується за рахунок розвитку теорії розпізнавання алфавітно-цифрової інформації на основі модифікованого алгоритму порівняння об'єкта з еталоном метрик Хаусдорфа, зокрема шляхом розроблення методів автоматичного формування або корекції алфавіту (набору шаблонів) підсистеми розпізнавання алфавітно-цифрової інформації, методів формування спеціалізованих алфавітів, адаптованих до навколишньої обстановки (умов освітлення, пори року, положення сонця тощо), а також використання інших методів розпізнавання.

Розподілена архітектура системи дозволяє забезпечити подальше підвищення швидкості обробки відеопотоків у реальному часі за рахунок масштабованості обчислень на апаратно-програмних платформах багатопроцесорних розподілень обчислювальних систем, у тому числі з використанням технології CUDA на апаратних засобах прискорення обробки інформації NVIDIA [10, 11].

8.2 Апаратно-програмна система розпізнавання номерів вагонів «ARSCIS»

Апаратно-програмна система (АПС) «ARSCIS» (рисунок 8.8) забезпечує виявлення і розпізнавання об'єктів рухомого состава (вагонів вантажного парку) на заданій ділянці залізниці. Ідентифікація вагонів проводиться шляхом оптичного розпізнавання їхніх реєстраційних номерів, нанесених на стінах (бортах, котлах) і хребтовій балці вагонів.

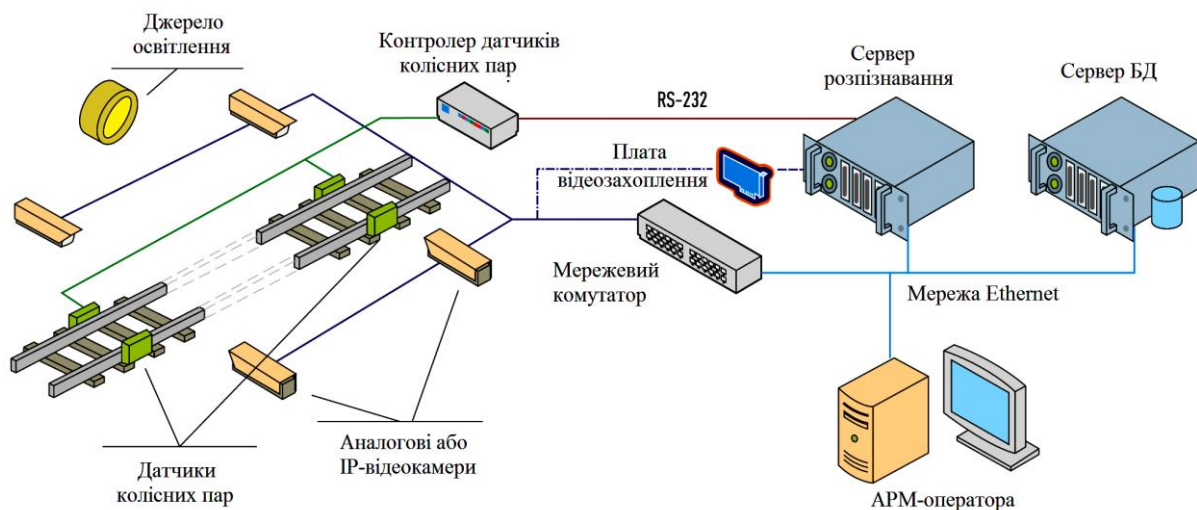
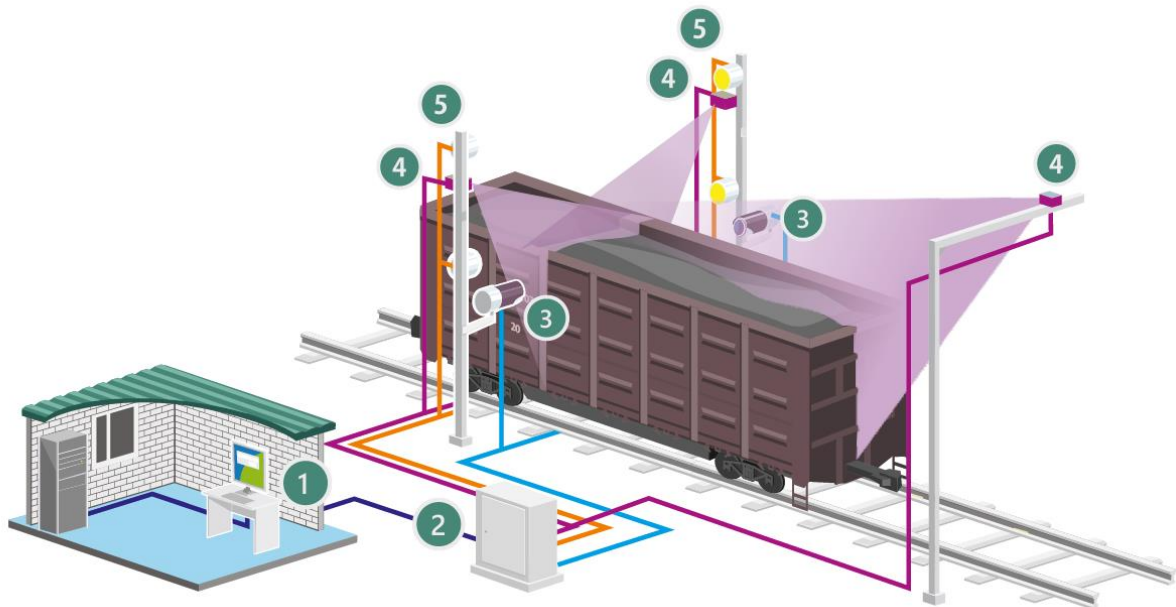


Рисунок 8.8 — Апаратно-програмна система «ARSCIS»

На рисунку 8.9 зображена система розпізнавання номерів вагонів «ARSCIS».

Система «ARSCIS» виконана на базі оптоелектронних та електронно-обчислювальних засобів. В основі її функціонування використовуються методи штучного інтелекту, алгоритми і програмні засоби аналізу зображень і розпізнавання образів. Кількість телевізійних камер, використовуваних у составі

комплексу, може варіюватися від 1 до 4 залежно від вимог, що висуваються до рівня достовірності вихідної інформації, а також наявності або відсутності апріорної інформації про об'єкти контролю. Наприклад, апріорною інформацією може служити повний список номерів або типів вагонів, які можуть потенційно пройти через зону контролю.



1 – АРМ-оператора (комп'ютер з програмним забезпеченням системи «ARSCIS»); 2 – шафа; 3 – відеокамери для розпізнавання;
4 – сканер габаритів; 5 – прожектори

Рисунок 8.9 — Система розпізнавання номерів вагонів «ARSCIS»

Основні функції АПС «ARSCIS»:

- формування і виведення в ЕОМ відеопослідовності зображень робочої сцени (дільниці залізничної колії);
- діагностика появи поїзда в зоні контролю;
- локалізація, супровід і підрахунок об'єктів рухомого состава;
- виявлення і розпізнавання номерів вагонів;
- створення передавальної відомості состава, що прямує (впорядкованого списку вагонів, які пройшли);
- запис інформації (у тому числі відеозображень окремих вагонів) про состав, що прямує;

- забезпечення додаткових функцій з роботи зі сформованими даними: архівація, перегляд, виведення на друк;
- взаємодія з іншими модулями і програмами, які використовуються в рамках автоматизованої системи управління вантажоперевезеннями верхнього рівня (АСУ станційними технологіями, вагова, бухгалтерія, метрологічні та інженерні служби промислового підприємства тощо).

Системи управління залізничними перевезеннями вантажів на базі АПС «ARSCIS»

Система «ARSCIS» ефективно використовується при створенні автоматизованих систем управління вантажоперевезеннями, наприклад у завданнях організації контролю пересування вагонів і цистерн територією великих промислових підприємств, підвищення ефективності та безпеки процесів розвантаження-навантаження. Значний інтерес для ряду підприємств (нафто-, газопереробної, хімічної, металургійної та інших галузей промисловості) має автоматизація процесу обліку вагонів і цистерн при їх зважуванні. Ведення такого обліку істотно спрощується при використанні АПС «ARSCIS».

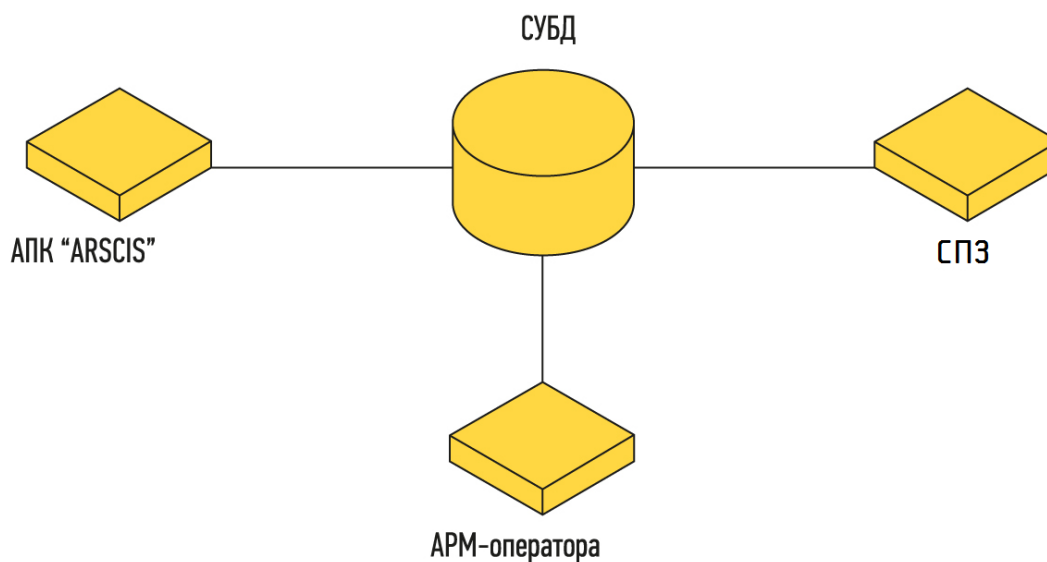
На базі АПС «ARSCIS» створено автоматизовану систему «ARSCIS. OilAccount», призначену для обліку нафтопродуктів, що відвантажуються залізничним транспортом. У наш час система «ARSCIS. OilAccount» впроваджена і ефективно використовується на підприємствах з вантажоперевезення нафтопродуктів, що здійснюються залізничним транспортом [8, 9].

Інформаційна оболонка системи «ARSCIS. OilAccount» може бути в найкоротші терміни перетворена і доопрацьована з метою створення системи обліку залізничних вантажоперевезень для підприємства будь-якої галузі промисловості.

Призначення та основні модулі автоматизованої системи обліку нафтопродуктів «ARSCIS. OilAccount» (рисунок 8.10).

Система «ARSCIS. OilAccount» забезпечує розпізнавання залізничних цистерн, що проходять через контрольний пункт системи зважування нафтопереробного заводу, та інтеграцію результатів ідентифікації з даними системи зважування вагонів з метою автоматичної реєстрації результатів зважування та обліку

продукції, що відвантажується. Результати розпізнавання і зважування обробляються програмою, подаються оператору і передаються в базу даних для подальшого зберігання та формування звітної документації за результатами зважування.



СУБД – система управління базою даних; СПЗ – системи повагонного зважування

Рисунок 8.10 — Автоматизована система обліку нафтопродуктів

Технічне забезпечення системи включає чотири чорно-білих відеокамери, що забезпечують спостереження за стінами (бортами, котлом) і хребтовими балками вагона з двох сторін. Програмне забезпечення системи «ARSCIS. OilAccount» (рисунок 8.11) встановлюється на чотири робочі станції, об'єднані в локальну мережу. На двох комп'ютерах виконується виявлення і розпізнавання номерів вагонів по чотирьох незалежних телевізійних каналах. Дані з «Обчислювачів» передаються на «Сервер» системи. На «Сервері» відбувається інтеграція результатів розпізнавання по кожному з відеоканалів з метою прийняття підсумкового рішення про ідентифікацію за спостерігаючими вагонами. Створюється список вагонів состава, який прослідував, у якому порівнюються результати зважування, що надійшли від вагонів. Підсумкові дані з «Сервера» системи надходять до бази даних під управлінням «СУБД MS SQL Server», доступ до якої забезпечується за АРМ оператора.

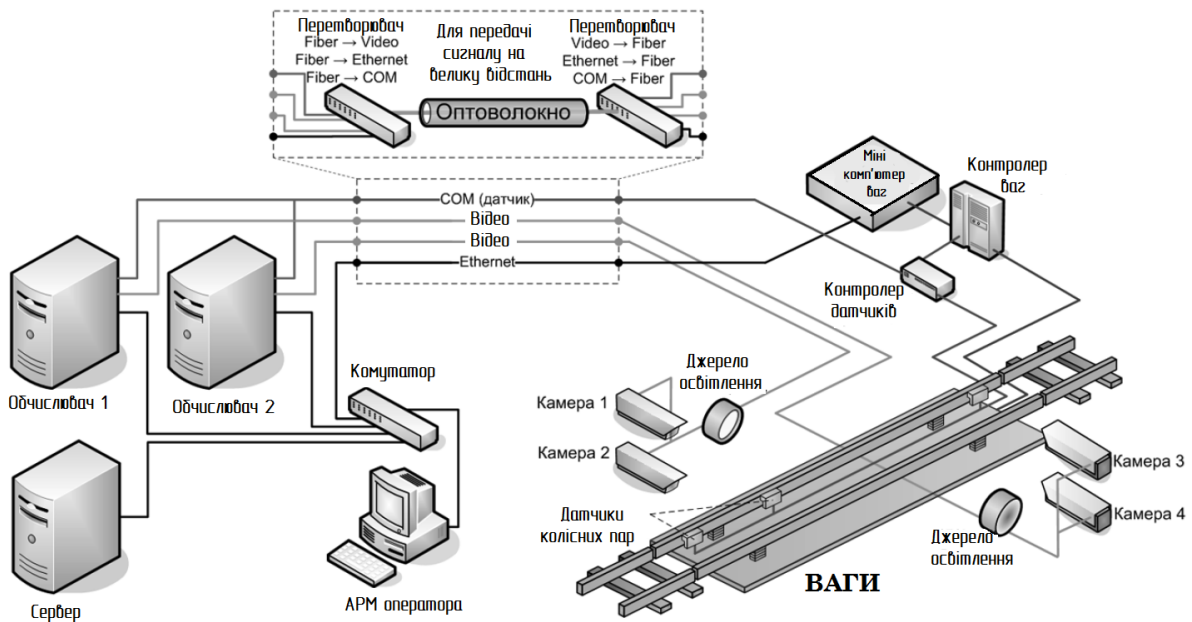


Рисунок 8.11 — Система розпізнавання вагонів «ARSCIS». OilAccount»

Основні функції системи «ARSCIS». OilAccount»:

- формування і виведення в ЕОМ відеопослідовності зображень зони контролю (ділянка залізничної колії на ваговій нафтопереробного заводу);
- діагностика появи состава в зоні контролю (діагностика здійснюється за даними датчиків рахунку осей, використовуваних у вагах);
- виявлення та розпізнавання реєстраційних номерів об'єктів рухомого состава залізничного транспорту (переважно цистерн), що проходять через зону контролю (вагову підприємства) зі швидкістю не менше 0,83 м/с (3 км/год) і не більше 11,11 м/с (40 км/год);
- формування списку состава, який прослідував;
- інтегрування даних розпізнавання вагонів з результатами їх зважування;
- формування тривожного сигналу (у вигляді підсвічування осередка на формі АРМ) при недостатньому рівні оцінювання надійності розпізнавання номера цистерни і надання зображень з нерозпізнаними або відсутніми номерами оператору для прийняття рішення;
- забезпечення перегляду зображень вагонів при їх зважуванні;

– підтримка ручного режиму порівняння результатів розпізнавання реєстраційних номерів цистерн, які прослідували з зображеннями цих номерів і коригування оператором (за необхідності) результатів розпізнавання;

– запис і довготривале зберігання в ЕОМ даних про попередні состави, які прослідували з інформацією про їх напрямки, час і дату, результати ідентифікації і зважування, відмітки про виконані коригування даних оператором тощо;

– автоматичне формування, збереження в файл і друкування за командою оператора звітів встановленого зразка про состави, які прослідували протягом заданого часового періоду, так і окремі вагони;

– зберігання зображень всіх вагонів составів з можливістю подальшого перегляду протягом встановленого терміну (максимальний обсяг залежить від параметрів технічних засобів, які використовуються);

– захист інформації від несанкціонованого доступу (зміна параметрів і доступ до системи здійснюється через систему паролів з розмежуванням прав доступу);

– ведення журналу роботи з системою: реєстрація часу і дати вмикання/вимикання системи, зміна оператора системи, реєстрація дій, виконаних при роботі системи.

АРМ оператора системи «ARSCIS. OilAccount» (рисунк 8.12) підтримує два режими роботи — адміністратора і для користувача. У режимі адміністратора забезпечується доступ до всіх параметрів АРМ, їх налаштування та модифікації, управління користувачами, модифікація налаштувань. У призначеному для користувача режимі оператору доступні функції стеження і управління ходом процесу контролю (прийняття рішень за результатами функціонування, коригування та підтвердження прийнятих в автоматичному режимі рішень), а також організований доступ до інформації, що зберігається в БД.

Основні технічні характеристики системи «ARSCIS. OilAccount» наведені в таблиці 8.1.

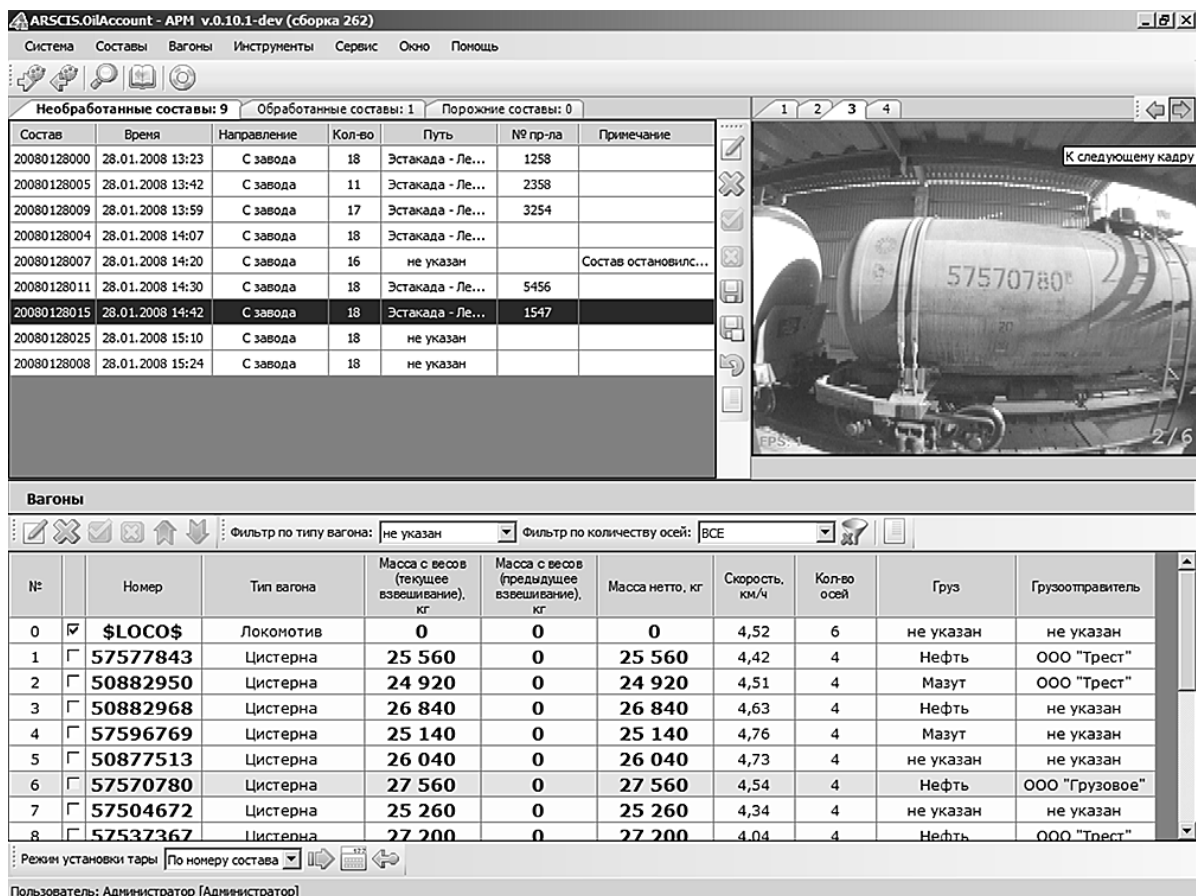


Рисунок 8.12 — АРМ оператора системы «ARSCIS. OilAccount»

Таблица 8.1 — Основні технічні характеристики АПК «ARSCIS»

Параметр	Значення	Примітка
1	2	3
1 Кількість контрольованих залізничних колій	1	на один комплект системи
2 Час повного циклу обробки одного зображення в процесі виявлення та розпізнавання реєстраційного номера, с	не більше 0,02	на один телевізійний канал
3 Імовірність правильної ідентифікації вагонів (при використанні навісу в зоні контролю для забезпечення стабільних характеристик освітлення), %	98 – 99	стосовно вагонів, які мають не менше трьох чистих примірників реєстраційного номера, нанесених на стіну (борт, котел) і хребтову балку вагона

Продовження таблиці 8.1

1	2	3
4 Надійність ідентифікації, %	99,9	достовірність наданої інформації
5 Допустима швидкість рухомого состава, км/год	3	мінімальна
	40	максимальна
6 Освітленість у зоні контролю, люкс	підсвічування не потрібно	вдень при нормальних зовнішніх умовах
	не менше 100	у нічний і сутінковий час доби
7 Відстань від об'єктива камери до осі залізничної колії, м	4-6	для зчитування номера на стіні (борті, котлі) вагона
	2-6	для зчитування номера на хребтовій балці вагона
8 Висота кріплення камери, м	1,0-1,2	для зчитування номера на хребтовій балці вагона
	2,5-2,6	для зчитування номера на стіні (борті, котлі) вагона
	6-7	для комерційного огляду вагона зверху над залізничним полотном
9 Ширина зони контролю, м	3-4	для зчитування номера на балці вагона
	6-8	для зчитування номера на стіні (борту, котлу) вагона
10 Відстань від місця кріплення камер і установлення датчиків до місця установлення ПК «Обчислювачів», м	до 50 м (без підсилювача)	при передачі відеосигналу по коаксіальному кабелю і сигналів датчиків по крученій парі

Продовження таблиці 8.1

1	2	3
	до 5 км	при передачі відеоданих і сигналів датчиків по оптоволоконному кабелю (з використанням додаткових перетворювачів сигналу)
11 Обсяг інформації, що зберігається, обмежується тільки ресурсами комп'ютера, Мбайт	10 зображень /1 Мбайт	зображення вагонів без стиснення
	до 100 зображень /1 Мбайт	зображення вагонів із стисненням (залежно від коефіцієнта стиснення)
	Від 10 до 30 Мбайт на один вагон по кожному відеоканалу	відеофрагмент з минулим составом
12 Можливість автоматичного запису і виявлення вагонів без номера або зі складним для розуміння номером	передбачена	оператор може отримувати і змінювати інформацію про такі вагони
Використовувана СУБД для зберігання даних про попередні состави	MS SQL Server	
Синхронізація процесу ідентифікації з процесом зважування	передбачена з вагами «Mettler Toledo»	
Можливість інтеграції з програмним забезпеченням, використовуваним у рамках зовнішньої системи управління залізничними перевезеннями вантажів, підключення додаткових модулів, що розширюють функціональні можливості системи, і передача даних з комп'ютерної мережі	передбачена (реалізується на основі додаткової угоди)	

Контрольні питання

- 1 Що являє собою система технічного зору (СТЗ) і які основні завдання вона вирішує?
- 2 Перелічити основні функції СТЗ.
- 3 Перелічити відмінні особливості СТЗ 2-го покоління.
- 4 Навести основні переваги використання СТЗ.
- 5 Описати роботу ПЗ СТЗ відеосервісу.
- 6 Що являє собою додаток системи АРМ ТО? Як він працює?
- 7 Назвати основні етапи функціонування СТЗ.
- 8 Яку основну роботу виконує оператор при роботі з СТЗ?
- 9 Що являє собою багаторівнева система архівування та яка її роль?
- 10 Для чого призначена АПС «ARSCIS» і які основні модулі входять до її складу?
- 11 Які основні функції виконує АПС «ARSCIS»?
- 12 Призначення автоматизованої системи «ARSCIS». OilAccount» та її основні функції.
- 13 Які основні завдання виконує система «ARSCIS». OilAccount»?
- 14 Перелічити основні технічні характеристики АПС «ARSCIS».

ТЕМА 9. Ефективні способи діагностування вузлів вагонів у процесі експлуатації

9.1 Проблеми автоматизації контролю технічного стану вагонів

У 50-х рр. минулого століття почалося використання засобів технічного діагностування (ЗТД) вагонів. На залізницях західних країн, потім на вітчизняних залізницях з'явилася апаратура для виявлення букс, що гріються (перегріваються), за інфрачервоним випромінюванням корпусу в поїздах, що рухалися. Таким чином запобігали зламам шийок осей вагонів на підшипниках ковзання, що мали масовий характер. На залізницях СНД ця апаратура отримала велике поширення і після переведення вагонів на роликові підшипники [1, 3].

У 80-90-х рр. розроблені ЗТД для виявлення інших несправностей вагонів:

- дефектів по колу кочення коліс;
- виходу частин вагона з габариту рухомого складу;
- завантаження вагонів понад норму (перевантаження);
- колісних пар, що заклинилися, тощо.

Однак ці засоби не отримали широкого розповсюдження. Розроблення ЗТД для контролю технічного стану вагонів під час їх експлуатації і технічного обслуговування проводиться у двох напрямках:

- дискретний контроль у процесі руху при прослідкуванні поїздом спеціальних контрольних пунктів;
- контроль у поїздах, які прибувають на сортувальні станції, а також при підготовці їх до відправлення.

Апаратура автоматичного контролю вагонів на сортувальних станціях не отримала великого поширення, хоча в 1990-х рр. було поставлено завдання переходу від системи контролю вагонів оглядачами до автоматизованих діагностичних систем.

На початку 2000-х рр. Департамент вагонного господарства почав реалізовувати ідею створення пунктів технічного обслуговування сітьового значення (СПТО). Ці пункти призначені для технічного обслуговування вагонів з метою їх безвідмовного утримання за подовженими гарантійними дільницями, що знаходяться на напрямках формування основного вантажопотоку. Довжину гарантійних дільниць передбачалося збільшити до 1200 км.

Розроблено регламент технічного оснащення цих пунктів. Регламентовано вимоги до діагностичного обладнання для оснащення парків прибуття і відправлення.

Для парків прибуття передбачалося розробити автоматизований діагностичний комплекс для розміщення на посту діагностики в горловині парку [1]. Комплекс має включати обладнання для виявлення таких несправностей:

- букс, що гріються;
- загальмованих коліс;
- дефектів на поверхні кочення коліс;
- тонкого обода і тонкомірного гребеня колеса;
- різниці діаметрів коліс колісної пари;

- порушення нижнього, бічного і верхнього габариту рухомого складу;
- ненормованих зазорів між ковзунами;
- перевантаження вагона понад норму;
- відкритих кришок люків;
- великого кута набігання коліс на рейку (перекіс візків);
- несправностей елементів гальмового обладнання та автозчіпного пристрою.

У парках відправлення доцільно використовувати обладнання централізованого випробування автогальм, виявлення витоків з гальмової магістралі, виявлення тріщин у дисках коліс. Планується розробити обладнання для вимірювання рівня фрикційних клинів, зазорів між ковзунами, виявлення послаблення торцевого кріплення підшипників, контролю виходу штока гальмового циліндра і стану авторегулятора.

Вирішення проблем автоматизації контролю технічного стану вагонів у процесі їх експлуатації пов'язане зі зміною всієї системи ремонту і технічного обслуговування вагонів, а також з показниками надійності та контролепридатності вагонів, що залежить від їхньої конструкції.

Безвідмовна робота вагонів у період між плановими ремонтами пов'язана з якістю діагностування відповідальних частин вагона в процесі планового ремонту.

При плановому ремонті має бути відновлений технічний ресурс вагона, що забезпечує безвідмовну роботу впродовж гарантійного терміну, тобто до наступного планового ремонту. У цьому випадку нема необхідності періодичного повного діагностування вагона, у процесі технічного обслуговування може бути встановлена періодична планова ревізія окремих елементів аналогічно єдиній технічній ревізії пасажирських вагонів. Пошкодження і відмови вагона в міжремонтний період з позиції теорії надійності слід розглядати як неправильне оцінювання (прогнозування) залишкового технічного ресурсу при випуску вагонів з ремонту або як необґрунтоване призначення тривалості міжремонтного періоду. У цьому випадку проявляються недоліки ЗТД і засобів неруйнівного контролю (НК), що використовуються в процесі планового ремонту вагонів.

Тому першочерговими мають бути заходи з удосконалення системи забезпечення безпеки руху, спрямовані на попередження аварійності. Департамент вагонного господарства передбачає розроблення і вдосконалення ЗТД і НК. Найбільш важливі з них:

- розроблення нових методів ультразвукового контролю колісних пар;
- розроблення і організація серійного виробництва нового типу ультразвукового перетворювача;
- розроблення автоматизованого стенда для дефектоскопії та вимірювання геометричних параметрів колісних пар;
- розроблення автоматизованих стендів для вібродіагностування колісних пар з буксовими вузлами та редукторів пасажирських вагонів;
- впровадження сучасних коткових стендів для підвищення якості ремонту вагонів шляхом випробовування;
- впровадження акустико-емісійних установок контролю надресорних балок і бокових рам візків.

У процесі вдосконалення системи «Вагон — вагонне господарство» основне значення має співвідношення витрат на створення і використання вагонів із високими показниками надійності й створення системи їх технічного обслуговування і ремонту, що забезпечують прийнятний (оптимальний) рівень показників надійності вагонів у заданих умовах експлуатації.

В умовах, коли показники контролепридатності вагонів не забезпечують прийнятний рівень безпеки руху (імовірність відмов вагонів на шляху прямування), розроблення і використання так званої «безлюдної» технології технічного обслуговування вагонів вимагає великих початкових витрат, а згодом витрат на обслуговування і ремонт технічних засобів.

Відмови вагонів на шляху прямування є рідкісними подіями. Тому апаратура теплового контролю букс на деяких контрольних постах виявляє одиничні випадки.

У деяких випадках нема чіткої межі значення діагностичної ознаки справного і несправного об'єкта (імовірне значення), наприклад в апаратурі теплового контролю букс. Тому для оптимального порогового значення діагностичної ознаки є ймовірність пропускання дефекту і неправдивих показань.

Є проблеми перевірки та ремонту діагностичного обладнання і засобів НК, а також підготовки дефектоскопістів і операторів ЗТД.

Класифікація засобів технічного діагностування у вагонному господарстві наведена в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Класифікація ЗТД у вагонному господарстві

Стадія життєвого циклу вагона	Складальні одиниці вагона						
	Колісні пари	Візки	Буксовий вузол	Автозчіпний пристрій	Автогальмо	Кузов	
Е К С П Л У А Т А Ц І Я	Принципи діагностування	За інфрачервоним випромінюванням. Віброакустичний. Фотоелектричний	Тензометричний	За інфрачервоним випромінюванням	Візуальний. Вимірювальний Фотоелектричний	Вимірювання тиску і витрат повітря	Візуальний
	Типи засобів	ДИСК-2 ПОНАБ АСДК-Б КТСМ УПГ ДДК	ТУ	ПОНАБ ДИСК-2 КТСМ АСДК-Б	САКМА Шаблони	УЗОТ-Р АСОТ УСОТ	АРМі
Р Е М О Н Т В А Г О Н І В	Принципи діагностування	Візуальний. Вимірювальний. Дефектоскопія	Дефектоскопія	Візуальний. Вимірювальний. Дефектоскопія	Візуальний. Вимірювальний. Дефектоскопія	Вимірювання тиску і витрат повітря	Ультразвуковий. За інфрачервоним випромінюванням
	Типи засобів	Вимірювальний інструмент. Дефектоскопи: ультразвуковий; магнітопорошковий; вихорострумний; МАИК	Дефектоскопи: вихорострумний; магнітний; ферозондовий	Вимірювальний інструмент. Дефектоскопи і установки: магнітний; вихреструмний; ультразвуковий	Шаблони. Дефектоскопи: вихорострумний; магнітний; ферозондовий	СИТОВ УКВР-2 УКАР-2м АСОТ УСОТ	ПОИСК А Line-32D ДУ-101-Б

Проблема організації ремонту, технічного обслуговування, перевірки і калібрування діагностичного обладнання і дефектоскопів на залізницях потребує важливих рішень у найближчому майбутньому.

9.2 Діагностика. Основні поняття

Технічна діагностика — це галузь знань, що включає теорію, методи і засоби визначення технічного стану об'єкта, який діагностується, або правильності його функціонування.

Система технічного діагностування — сукупність технічних засобів діагностування, об'єктів діагностування, а також виконавців, які здійснюють діагностування за правилами, встановленою нормативно-технічною документацією.

Засоби технічного діагностування (ЗТД) — це інформаційно-вимірювальні системи, що включають:

- а) апаратурні засоби;
- б) програмні засоби;
- в) експлуатаційну технічну документацію.

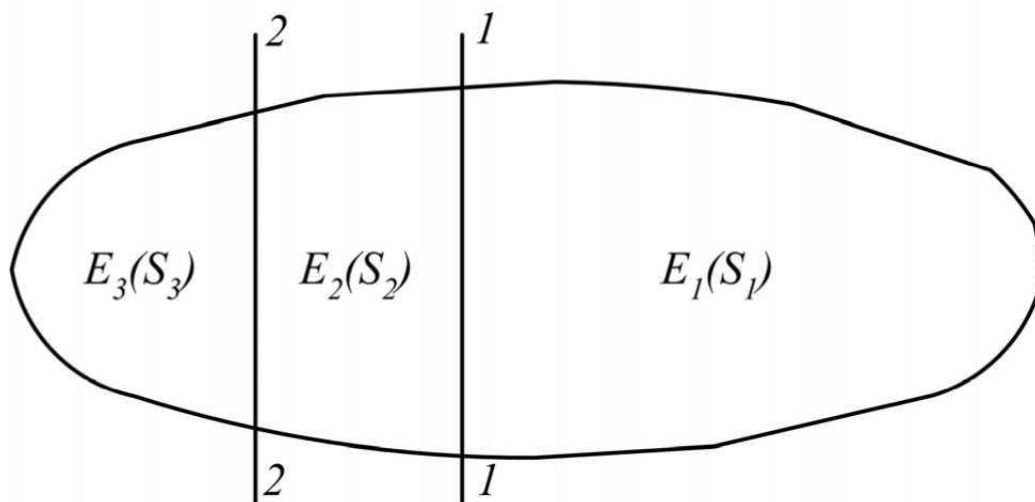
Діагностування — процес визначення технічного стану об'єкта діагностування за допомогою технічних засобів діагностування з визначеною точністю.

Мета технічного діагностування — підтримка встановленого рівня надійності, вимог безпеки і ефективності використання об'єкта діагностики. Існує поняття «контролепридатність», під яким розуміється властивість об'єкта, що характеризує його придатність до проведення контролю технічного стану заданими методами і ЗТД.

Теоретичною основою технічної діагностики є теорія розпізнавання. Основне завдання теорії розпізнавання — побудова систем для визначення приналежності об'єкта розпізнавання до одного з задалегідь виділених класів. Об'єктами є предмети (у даному випадку вагони і їхні частини), явища, процеси, ситуації, сигнали тощо. Принцип віднесення об'єкта до певного класу або образу заснований на виявленні характеристик, властивих об'єктам цього класу. Під **образом** у технічній діагностиці розуміють певний технічний стан об'єкта, що характеризується діагностичними ознаками. Методика

вирішення завдань технічного діагностування зводиться до виділення з множини технічних станів підмножини, до якого належить дійсний стан об'єкта в момент діагностування.

Таке виділення можна зобразити графічно у вигляді розділення множини (області) E на частини, що відповідають видам стану (рисунок 9.1).



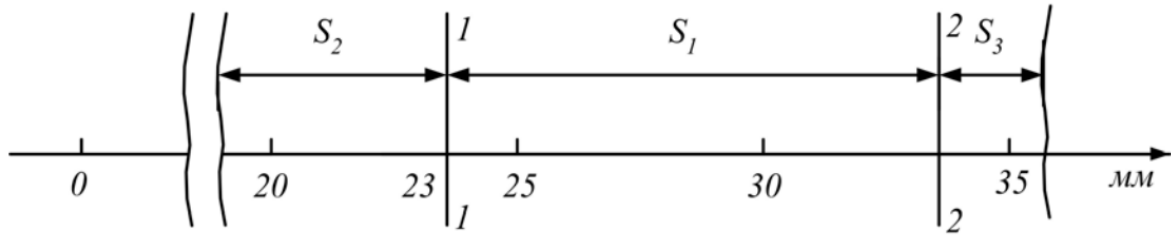
E_1 – стан S_1 ; E_2 – стан S_2 ; E_3 – стан S_3 ;
границі класів стану: 1–1 класів S_1 і S_2 ; 2–2 класів S_2 і S_3

Рисунок 9.1 — Схема виділення класів (видів) того, що складається з множини E

У діагностичній апаратурі використовують діагностичні ознаки (параметри), тобто ознаки для оцінювання технічного стану об'єкту за допомогою ЗТД. Діагностичні ознаки (параметри) включають дві групи:

– прямі, які співпадають з ознаками технічного стану, що задані в НТД, наприклад в інструкції оглядачу вагонів;

– непрямі, які не співпадають з ознаками технічного стану, але пов'язані з ними функціонально або статистичною залежністю. У простому випадку, коли враховується одна пряма діагностична ознака, границі класів можна подати на числовій осі, наприклад види технічного стану колеса за товщиною гребеня (рисунок 9.2).



S_1 – працездатний (справний); S_2 – непрацездатний (граничний);
 S_3 – непрацездатний

Рисунок 9.2 — Класи стану і границі класів на числовій осі,
що характеризує товщину гребеня колеса

Наприклад, глибина повзуна на колесі може бути виміряна безпосередньо як різниця висоти сегмента в центрі майданчика повзуна і величини прокату поряд з повзуном — **пряма ознака**. В автоматичній апаратурі контролю коліс у рухомому поїзді використовується діагностична ознака — **величина амплітуди віброприскорення** механічних коливань рейки від удару повзуна об рейку. Амплітуда віброприскорення пов'язана з глибиною повзуна складною функціональною залежністю, може бути порівняно легко виміряна і перерахована в розмір глибини повзуна.

Розрізняють також кількісні і якісні діагностичні ознаки.

До кількісних відносять ознаки, для яких важливе чисельне значення ознаки, наприклад повзун, що бракується за чисельним значенням його глибини.

До якісних відносять ознаки, для яких має значення сам факт наявності ознаки, незалежно від його розмірів, наприклад тріщини в осі колісної пари або диску колеса [1].

У процесі діагностування використовуються поняття «**порогове значення ознаки**» і «**чутливість методу**». **Порогове значення діагностичної ознаки** — це його чисельна величина, що є границею класів або видів технічного стану, наприклад працездатного або непрацездатного. **Чутливість методу** оцінювання технічного стану, а також чутливість апаратури діагностування, є найменшим чисельним значенням діагностичної ознаки, яке може бути виявлено і зареєстровано за

допомогою даного методу і даної апаратури. Встановлюється **пори́г реагування** — найменша зміна діагностичної ознаки, при якій ЗТД може зареєструвати перехід об'єкта з одного стану в інший (через границі класів). У випадку використання в апаратурі ЗТД імовірнісних значень діагностичних ознак визначається достовірність показання апаратури як для дійсного стану об'єкта.

Імовірність відповідності оцінки технічного стану до одного з класів стану визначається в процесі випробування апаратури. Мають бути також визначені чисельні характеристики помилок діагностування. Первинним завданням діагностичної системи є сприйняття фізичної величини діагностичної ознаки (параметра) за допомогою перетворення. У відповідності зі стандартом **вимірювальний перетворювач** це засіб вимірювання для вироблення сигналу інформації, що виміряна у формі, зручній для передачі, обробки, реєстрації і зберігання.

Помилки діагностування розрізняють двох видів:

- 1) пропускання дефекту або прийняття несправного об'єкта за справний;
- 2) неправдиве показання або прийняття справного об'єкта за несправний.

При розробленні ЗТД необхідно також визначити основні характеристики об'єктів діагностики:

- 1) алфавіт класів технічного стану (образів) об'єкта — для конкретизації мети діагностування;
- 2) словник ознак технічного стану об'єкта — для вибору методу діагностування;
- 3) характеристики чисельних значень кількісних ознак — для вибору порогових значень;
- 4) у разі використання непрямих діагностичних ознак знайти чисельні зв'язки між ознаками технічного стану та діагностичними.

У загальному випадку апаратурні ЗТД включають:

- вимірювальний перетворювач, зазвичай для перетворення сигналів про технічний стан об'єкта діагностування в електричних;
- блок або блоки обробки електричних сигналів від перетворювача у зручну форму для порівняння з заданими значеннями контрольованих параметрів;

– індикатор, сигналізатор або реєстратор результатів діагностування.

Блок-схема діагностичної апаратури наведена на рисунку 9.3.



ВП – вимірювальний перетворювач; БО – блок обробки електричних сигналів; I(P) – індикатор, сигналізатор або реєстратор результатів діагностування

Рисунок 9.3 — Блок-схема структури діагностичної апаратури

Як правило, виміряна величина перетворюється в електричний сигнал, найбільш зручний для обробки. У блоці обробки сигнал від вимірюваної величини порівнюється з пороговим значенням, на підставі цього формується і передається в реєстратор сигнал про віднесення виміряною величини ознаки до одного з класів, заданих в алгоритмі (у загальному випадку характеризує справний або несправний стан об'єкта) [6].

Використовують зазвичай такі види індикації:

- світлову (контрольні лампочки, світлодіоди тощо);
- звукову;
- цифрову на екрані;
- приладами зі стрілками;
- у вигляді кривих ліній на екрані.

Реєстрація результатів діагностування здійснюється у вигляді:

- запису на паперовій стрічці;
- у пам'яті ЕОМ з виведенням на дисплей або друкування.

Методи і пристрої технічного діагностування за характером отриманих від об'єкта сигналів включають такі основні групи:

а) з **детермінованим** значенням діагностичної ознаки численне значення, яке вимірюють з певною похибкою, наприклад діаметр колеса або товщину гребеня колеса;

б) **імовірнісним** розподілом чисельних значень діагностичної ознаки.

У випадку (б) розрізняють об'єкти діагностування, у яких можна зробити вимірювання:

- одиничного значення імовірнісної ознаки;
- параметрів реалізації випадкового процесу протягом заданого інтервалу часу.

Найчастіше використовують методи вимірювання амплітуд або частоти (періодичності) сигналів. У деяких діагностичних системах передбачається реєстрація проміжного стану і сигналізація про початок розвитку поступової відмови. **Наприклад**, у системах теплового контролю букс передбачається сигнал для оператора в разі підвищення температури букси вище певного рівня, який встановлений нижче за порогове значення. Поява такого сигналу вказує на необхідність стеження за технічним станом букси або організації її перевірки.

Кожен пристрій для діагностування функціонує за відповідним алгоритмом діагностування, під яким розуміють сукупність вказівок і послідовність операції діагностування.

За результатами діагностування, як правило, приймається одне з двох рішень:

- 1) об'єкт діагностики можна продовжувати експлуатувати (працездатний стан);
- 2) об'єкт має бути вилучений для відновлення працездатного стану або виключення з інвентарю (непрацездатний стан).

Система класифікації технічних засобів діагностування доволі складна, оскільки включає велику кількість засобів, всіляких за призначенням, принципами побудови, використанням тощо.

ЗТД включають у себе засоби НК матеріалів і виробів, тому за структурою, функціями і призначенням поділяються на такі основні види:

- 1) одиничні, наприклад дефектоскоп;
- 2) комплексні, які включають одиничні ЗТД, об'єднані в комплекс з єдиною структурою і багатоцільовим призначенням, наприклад автоматична система контролю рухомого складу в рухомих поїздах (контроль букс, коліс, габариту рухомого складу тощо);
- 3) системи стеження (моніторингу) — однорідні одиничні ЗТД, об'єднані в систему, що дозволяє контролювати технічний

стан об'єкта діагностики безперервно або дискретно через деякі проміжки часу, наприклад автоматизована система контролю рухомого складу (АСКРС), що включає апаратуру теплового контролю букс на декількох постах безпеки (на проміжних станціях), з'єднану з центральним постом на сортувальній станції.

За характером використання ЗТД можна поділити на такі групи:

1) універсальні для різних операцій контролю об'єктів діагностики, наприклад вихорострумний дефектоскоп для виявлення тріщин у металевих деталях;

2) вузькоспеціалізовані, наприклад система виявлення дефектів коліс, що створюють при коченні по рейці ударні імпульси.

За видом установа на об'єкт ЗТД можна поділити на такі групи:

1) зовнішні, виконані окремо від об'єкта діагностування, наприклад дефектоскопи;

2) спеціальні випробувальні стенди, на які встановлюються об'єкти діагностики для контролю, наприклад обладнання для вібродіагностування підшипників кочення;

3) вбудовані, тобто апаратні засоби, розміщені постійно безпосередньо на об'єкті діагностики (система сигналізації нагріву букс пасажирських вагонів).

За способом взаємодії з об'єктом діагностики розрізняють ЗТД:

1) тестові (від слова тест — випробування) — з посиленням тестових дій на об'єкт і здійснення подальшого аналізу параметрів проходження тестової дії через об'єкт. Тестова дія може бути механічною, електричною, магнітною тощо. Приклад: вихорострумний дефектоскоп;

2) пасивної локації — отримання сигналів від працюючого об'єкта або при імітації його роботи на випробувальному стенді. Приклад: пристрій теплового контролю букс у поїздах за інфрачервоним випромінюванням від корпусу букси.

За видом фізичних параметрів діагностування ЗТД поділяються на декілька груп. У вагонному господарстві застосовують зазвичай пристрої, у яких використовують такі параметри:

- а) кінематичні (час, швидкість, прискорення, період, частота періодичного процесу);
- б) геометричні (довжина, площа, об'єм, плоский кут);
- в) статичні та динамічні (сила, маса, імпульс сили, тиск, момент сили, коефіцієнт тертя, робота);
- г) механічні властивості (щільність, твердість, ударна в'язкість);
- д) теплові (температура, теплопровідність);
- е) акустичні (звуковий тиск, гучність звуку, акустичний опір);
- ж) електричні та магнітні (електричний опір, напруга магнітного поля, магнітна індукція, намагніченість).

Засоби технічного діагностування, які використовуються в процесі технічного обслуговування вагонів, об'єднані в групи:

- а) засоби автоматичного контролю технічного стану вагонів у поїздах на шляху прямування;
- б) ЗТД вагонів у поїздах, що прибувають на сортувальну станцію;
- в) системи випробування і контролю технічного стану гальм у поїздах;
- г) пристрої для індивідуального використання оглядачами вагонів.

Інженери вагонного господарства — фахівці з технічного обслуговування і ремонту вагонів, а також дефектоскопісти і оператори засобів технічного діагностування – є користувачами апаратури контролю технічного стану вагонів. Тому вони повинні знати:

- призначення апаратури контролю і фізичні основи методів контролю, загальну будову вимірювальних перетворювачів і реєстраторів результатів контролю;
- ознаки технічного стану контрольованих об'єктів, діагностичні ознаки, зв'язок ознак технічного стану і діагностичних, границі видів (класів) технічного стану об'єктів;
- місця та види пошкоджень об'єктів, оцінку небезпеки пошкоджень і дефектів для нормального функціонування об'єкта;
- види та причини помилок діагностування;
- порядок і послідовність вмикання апаратури, перевірки її справності й операцій контролю об'єктів;
- аналіз результатів контролю.

Технічне обслуговування і ремонт, перевірку і калібрування діагностичної апаратури здійснюють фахівці підрозділів Департаменту автоматики та телекомунікацій (дистанцій сигналізації і зв'язку), фахівці лабораторій і центрів засобів неруйнівного контролю і технічної діагностики. Ремонт і технічне обслуговування основних видів дефектоскопів на залізницях здійснюють дорожні лабораторії і центри. В окремих великих вагонних депо є фахівці з ремонту, налаштування і калібрування засобів технічного діагностування, які працюють під керівництвом інженера — метролога депо.

Питання вибору обладнання для контролю технічного стану вагонів і їхніх вузлів у наш час надзвичайно ускладнені. Є велика кількість організацій, що розробляють, виробляють і продають засоби технічного діагностування. Повідомлення про призначення і технічні характеристики цих засобів зазвичай носять рекламний характер, організації-виробники часто не мають досвіду розроблення і виробництва обладнання, не мають чітких особливостей вагоноремонтного виробництва і залізничного транспорту в цілому, поставляють обладнання, яке не випробовувалося.

Тому вибір обладнання в такій ситуації має ґрунтуватися на досвіді передових депо, що використовують засоби технічного діагностування. Їхня думка (висновок) про придатність того або іншого обладнання має бути основою для ухвалення рішення про придбання цього обладнання.

Контрольні питання

1 Наведіть основні напрями розвитку систем контролю технічного стану вагонів.

2 Які діагностичні системи технічного діагностування використовуються в парку прибуття вагонів?

3 Які діагностичні системи технічного діагностування використовуються в парку відправлення вагонів?

4 Перелічити найбільш важливі ЗТД і НК, які необхідно вдосконалити і розробити за завданням Департаменту вагонного господарства.

5 Надайте визначення «технічна діагностика», «система технічного діагностування» і «діагностування».

6 Що включають у себе ЗТД? Навести приклади.

7 Яка мета технічного діагностування?

8 Пояснити суть і мету основного завдання теорії розпізнавання.

9 Які основні відмінності між прямими та непрямими діагностичними ознаками? Навести приклад.

10 Пояснити основні відмінності між кількісними та якісними діагностичними ознаками. Навести приклад.

11 Пояснити, що таке «порогове значення ознаки» і «чутливість методу». Як встановлюється поріг діагностування?

12 Які основні характеристики об'єктів діагностики необхідно передбачити у процесі проектування ЗТД?

13 Що належить до апаратурних ЗТД?

14 Чим відрізняються детерміновані від імовірнісних діагностичних ознак? Навести приклад.

15 Як поділяються ЗТД за характером використання і видом установаження?

16 На які основні групи поділяються ЗТД за видом фізичних параметрів діагностування?

17 Що повинні знати фахівці з ТОР, які є користувачами апаратури контролю технічного стану вузлів вагонів?

ТЕМА 10. Засоби діагностування технічного стану ходових частин вагонів у процесі експлуатації

10.1 Засоби автоматичного контролю технічного стану вагонів на шляху прямування поїзда

Засоби автоматичного контролю технічного стану вагонів під час руху поїзда призначені для виявлення несправностей, що загрожують безпеці руху на гарантійних ділянках ПТО. Апаратура контролю розміщена дискретно, на проміжних станціях, а також перед крупними штучними спорудами: мостами і тунелями. Швидкість руху поїздів не обмежується. У разі виявлення несправності поїзд за показаннями апаратури

зупиняється на станції для перевірки вагона та прийняття рішення про можливість його подальшого знаходження у складі поїзда.

Найбільшого поширення набула апаратура теплового контролю технічного стану букс (підшипників) вагонів у рухомих поїздах. Призначення апаратури — виявлення нагріву підшипників вище встановленої граничної температури безконтактним способом, за інфрачервоним випромінюванням стінки корпусу букси за допомогою терморезисторів.

Апаратура розроблена ВНИИЖТом в 1960-х рр. спочатку для контролю букс з підшипниками ковзання, пізніше – в 1970-80 рр. – для контролю букс двох типів, тобто також і роликкових, а з кінця 1990-х рр. модернізується для контролю лише букс з роликковими підшипниками. Апаратура уловлює опромінення з довгої хвилі 1,7-15 мкм, тобто в областях ближньої та середньої частини інфрачервоної частини спектра. Таке випромінювання відповідає температурі стінки від — 60 до 100 °С.

Відстань між пунктами контролю, на яких встановлена апаратура теплового контролю букс, залежить від темпу збільшення температури підшипників, тобто характеру несправності, а також завантаження вагона і швидкості руху. На підставі численних досліджень й аналізу статистичних даних експлуатації апаратури в наш час відстань між пунктами контролю встановлена в межах 25-35 км [1].

При такому розміщенні апаратури ризик (імовірність) зламу шийки осі за результатами аналізу, за тривалий період складає менше 0,4 % (одичні випадки).

Нижче перераховані основні типи апаратури теплового контролю букс [6].

ПОНАБ-3 (прилад виявлення букс, що нагрілися) випускався з 1969 по 1984 р.

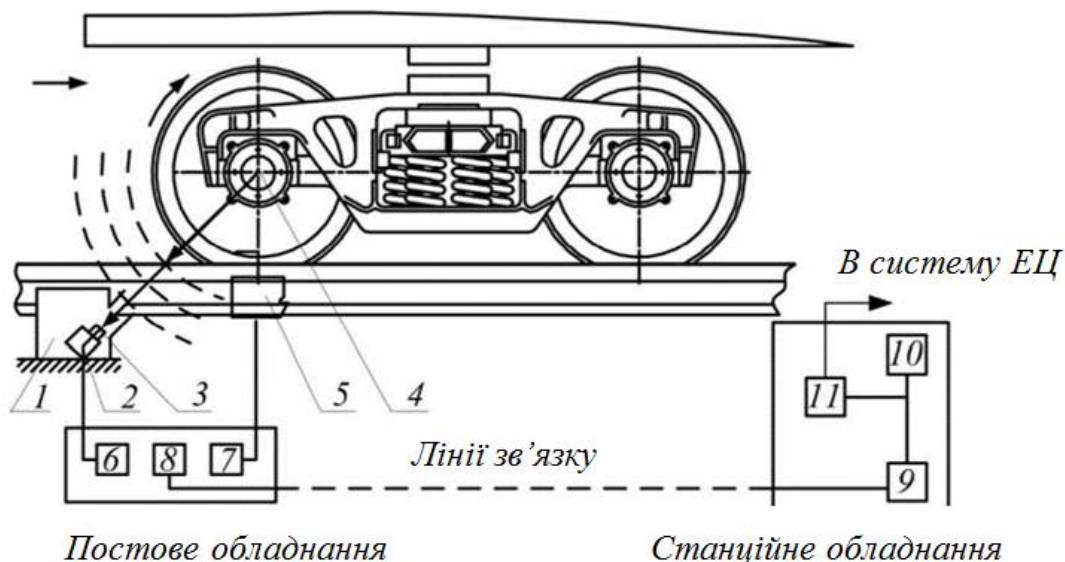
КТСМ-01 (комплекс технічних засобів багатофункціональний) – модернізована апаратура ПОНАБ-3 з мікропроцесором, використовується з 1998 р.

КТСМ-01Д — модернізована апаратура ДИСК-Б (рисунок 10.1).

КТСМ-02 апаратура теплового контролю букс з установленням приймальних камер інфрачервоного

випромінювання на рейках (в інших типів апаратури приймальні камери встановлюють на спеціальних фундаментах). ДИСК-Б – дистанційна інформаційна система контролю букс, аналогічна ПОНАБ (випускалася з 1984 по 1995 р.). Апаратура ДИСК-Б є базовою підсистемою комплексу (системи) ДИСК-БКВ, може використовуватися самостійно або до неї підключаються й інші підсистеми: ДИСК-К (дистанційна система автоматичного виявлення дефектів коліс за профілем кочення (повзуни, навари, вищербини, нерівномірний прокат), ДИСК-В (дистанційна система для автоматичного виявлення деталей, що волочуться, виходять за межі нижнього обрису габариту рухомого складу).

ДИСК2-Б – апаратура аналогічна ДИСК-Б (випускається з 1995 р.). На рисунку 10.1 наведена схема апаратури теплового контролю букс, розміщена на контрольному посту.



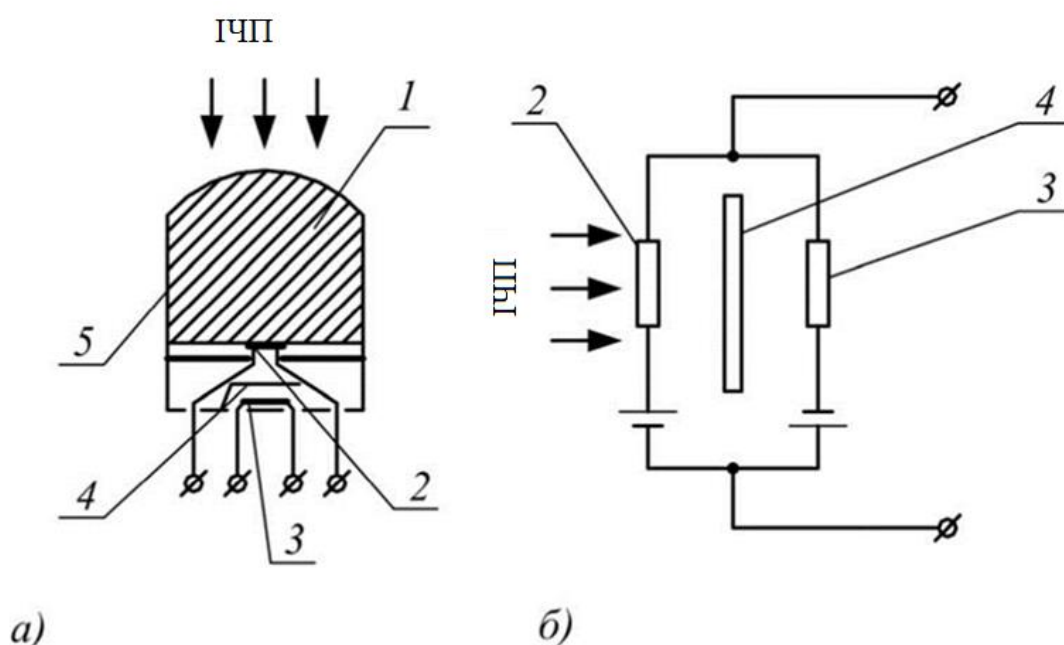
- 1 – польова камера; 2 – вимірювальний перетворювач;
 3 – оптична система; 4 – букса; 5 – датчик прослідування коліс;
 6 – пристрій первинної обробки інформації; 7 – блок управління;
 8, 9 – апаратура передачі інформації; 10 – реєстратор;
 11 – пристрій аварійної сигналізації

Рисунок 10.1 — Схема апаратури теплового контролю букс ДИСК-Б (КТСМ)

Розрізняють перегінне обладнання: польове, встановлене на залізничній колії в зоні контролю, і постове, розташоване в

приміщенні поблизу зони контролю, а станційне — у станційній будівлі. Зону контролю і постове обладнання слід розміщувати на відстані не менше 3 км від вхідного світлофора [4, 6].

В апаратурі теплового контролю букс як вимірювальний перетворювач використовують терморезистори — напівпровідники на основі титанату барію з легуючими добавками. При нагріванні терморезистора змінюється його електричний опір. Застосовують болометр (БП 1-2), що поєднує приймач інфрачервоних променів і приймальну оптику, допускає випромінювання з довжиною хвилі 1,7-15 мкм і фокусує промені на терморезистор (рисунок 10.2, а).



а)

б)

1 – лінза з германію; 2 – основний терморезистор;
 3 – компенсаційний терморезистор; 4 – екран; 5 – корпус;
 ІЧП – інфрачервоний промінь

Рисунок 10.2 — Схема болометра (а) і ввімкнення його у вимірювальну систему (б)

Терморезистор включають зазвичай в електричний міст постійного струму (рисунок 10.2, б). За відсутності освітлення інфрачервоними променями (ІЧП) міст збалансований. При короткочасному освітленні основний терморезистор нагрівається міст розбалансовується і у вимірювальну систему апаратури надходить сигнал.

Визначити температуру шийки осі за інфрачервоним випромінюванням стінки корпусу букси досить складно. Залежність температури стінки букси від температури шийки осі може бути подана як

$$Q = \frac{T_0 - t_3}{T_6 - t_3}, \quad (10.1)$$

де T_0 – абсолютна температура шийки осі, $^{\circ}\text{C}$;

T_6 – абсолютна температура стінки букси зовні, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – температура повітря навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$.

Істотний вплив на величину Q має обдув, тобто охолодження букси потоком повітря, що залежить від швидкості руху і сили вітру.

Кількість тепла, що випромінюється стінкою букси, у загальному випадку визначається залежністю

$$W = A\sigma\varepsilon(T_6^4 - t_3^4), \quad (10.2)$$

де A – площа поверхні, що випромінює тепло;

σ – постійна Стефана ($5,6688 \cdot 10^{-8}$ Вт/($\text{m}^2 \cdot \text{K}$));

ε – середній коефіцієнт випромінювання або ступінь чорноти випромінюючої поверхні.

Випромінювання залежить також від шорсткості поверхні. Тривалість теплового імпульсу визначається розмірами букси і швидкістю руху:

$$\tau = \frac{l_6}{v}, \quad (10.3)$$

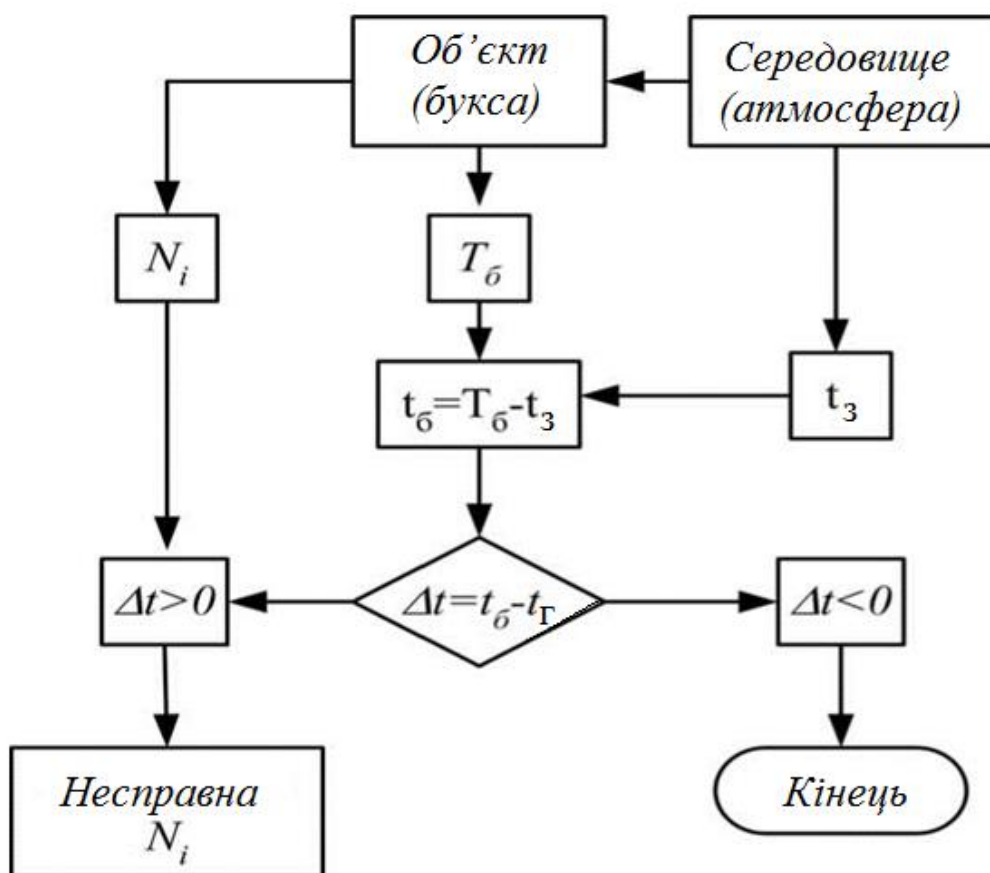
де l_6 – відстань між початком і кінцем огляду букси (зона огляду букси оптичною системою), м;

v – швидкість руху поїзда, м/с.

Вибір порогового значення температури стінки корпусу букси ускладнюється тим, що диференціальні функції розподілу ймовірностей діагностичних ознак (температури стінки корпусів букс) для справних і несправних букс частково перетинаються.

Тому при виборі порогового значення з мінімальною величиною диференціальної функції розподілу температури несправних букс призводить до значної кількості неправдивих показань. Рекомендовані температури налаштування апаратури слід уточнювати згідно з даними обліку роботи апаратури на конкретних дільницях.

У відповідності з викладеними вище особливостями алгоритм діагностування букс має вигляд, наведений на рисунку 10.3.



$T_б$ – абсолютна температура стінки корпусу букси;
 t_3 – температура повітря навколишнього середовища; $t_Г$ –
 граничне значення температури букси; $t_б$ – температура букси
 при температурі повітря $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; N_i – порядковий номер букси, що
 контролюється у рухомого складу; Δt – різниця між вимірним і
 пороговим значенням температури букси

Рисунок 10.3 — Алгоритм діагностування букс у рухомому складі (поїзді) методом теплового контролю (вимірюють температуру стінки корпусу букси)

У системах теплового контролю букс передбачається сигнал для оператора при підвищенні температури букси вище певного рівня, який встановлений нижче порогового значення. Поява такого сигналу вказує на необхідність організувати перевірку букси.

Відповідно до вимог НТД колісні пари, що викочуються з-під вагонів, у яких виявили перегріті букси, за показаннями апаратури теплового контролю букс, піддаються повній ревізії. При викочуванні таких колісних пар на колесах слід наносити спеціальний напис.

У процесі використання апаратури необхідно враховувати ряд додаткових обставин:

– при суттєвій зміні середньодобової температури повітря 15 °С (відповідно до НТД) має проводитися калібрування апаратури;

– імовірність появи перегрітої букси — рідкісна подія (для одного контрольного поста близько $1 \cdot 10^{-7}$), у результаті збільшується ймовірність помилок розпізнавання, оскільки граничне значення апаратури встановлюється постійним.

Налаштування апаратури (вибір порогового значення) проводиться з урахуванням статистичних даних по контрольному посту (розподіл кількості пропускання перегрітих букс і кількості помилкових показань).

Сучасну апаратуру рекомендується налаштовувати на такі умовні рівні: 13 – 15 рівні відповідають температурі шийки осі 80 – 89 °С, 17 – 19 рівні — 100 – 119 °С; 27 – 30 — 100 – 179 °С. Порогові значення встановлюються наказом начальника служби вагонного господарства. Технічне обслуговування, налаштування та калібрування апаратури виконують електромеханіки дистанцій сигналізації та зв'язку.

Апаратура видає оператору сигнали «Тривога 1», що вимагає зупинки поїзда на станції і «Тривога 2» (небезпечний нагрів), що вимагає негайної зупинки. **У разі високого нагріву машиністові** слід плавно зменшити швидкість, оскільки різке гальмування може призвести до зламу шийки осі перегрітої букси [6].

Апаратура теплового контролю букс використовується також на підходах до сортувальних станцій для виявлення

несправних букс на ранній стадії нагрівання. У цьому випадку реєстратор встановлюється в приміщенні оператора парку прибуття, який у разі отримання інформації про букси з підвищеною температурою нагріву повідомляє двостороннім гучномовним зв'язком або по радіо оглядачам вагонів порядковий номер вагона в рухомому складі.

Реєстратор апаратури видає інформацію оператору цифровим буквеним кодом на паперовій стрічці.

Отримала поширення автоматизована система стеження за температурою букс у поїздах у межах однієї або декількох диспетчерських дільниць — АСКРС (автоматизована система контролю рухомого складу).

Вибір станції для розміщення апаратури попередньо проводять працівники вагонного господарства. Місце для встановлення перегінного обладнання вибирається разом з працівниками дистанцій колії, сигналізації та зв'язку.

Електроживлення апаратури передбачено від високовольтної лінії автоблокування, а як канал технологічної апаратури зі станцією використовують провідні телефонні лінії.

Працівники вагонного господарства (оператори) ведуть облікову документацію: журнал форми ВУ-100 із записом показань реєстратора всіх поїздів, що контролювалися, і журнал форми ДУ-46 реєстрації випадків вимкнення апаратури.

У випадках пропускання вагонів із перегрітими буксами, а також порушень безпеки руху через несправності букс (на відстані до 10 км від напольних пристроїв) проводиться комісійне службове розслідування, регламентоване технічною документацією.

До складу комплексної апаратури ДИСК-БКВ-Ц включається апаратура для виявлення дефектів коліс по колу кочення: повзунів, навару металу на ободі, нерівномірного прокату, тобто дефектів, від яких виникають ударні імпульси (удари об рейку) при коченні. Використовується принцип вимірювання віброприскорень механічних коливань рейки за допомогою п'єзоелектричних акселерометрів, які розміщуються на рейках.

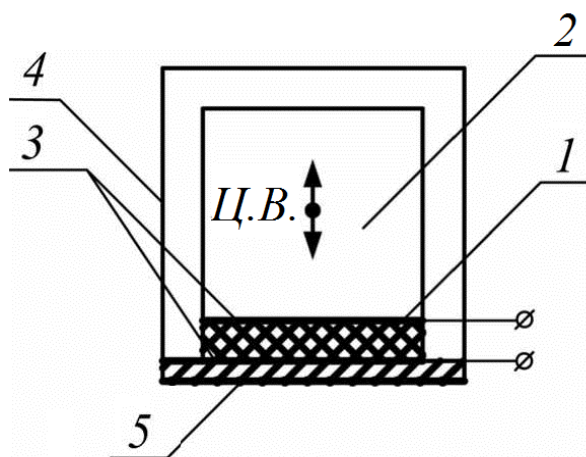
Випускається апаратура ДИСК-К, що є підсистемою ДИСК-БКВ-Ц. Підсистема ДИСК не може використовуватися самостійно і підключається до основної підсистеми ДИСК-Б.

Апаратура ДИСК-К розміщується на тій самій дільниці колії, що і ДИСК-Б (рисунок 10.1). Вздовж розгортки кола кочення колеса на рейку на шийці рейки кріпляться з кожного боку по три п'єзоелектричних перетворювачі.

У процесі кочення колісної пари по дільниці контролю дефекти колеса виробляють ударні імпульси (удари) від рейок. Тому швидкість руху поїзда через зону контролю має бути достатньо високою (60 км/год). У результаті удару об рейку порушуються механічні загасильні коливання, які сполучаються з вимірювальним перетворювачем. Для вимірювання віброприскорень використовується прямий п'єзоелектричний ефект — поляризація діелектрика під дією механічних напружень. При зміні напрямку напруження (стиснення, розтягнення) знак заряду на поверхні діелектрика змінюється на зворотний. Як чутливий елемент найчастіше використовують титанат барію або титанат-цирконат свинцю.

Основними характеристиками п'єзоакселерометра є резонансна частота коливань і коефіцієнт перетворення. Для апаратури ДИСК-К використовують перетворювач 1ПА6 з резонансною частотою 50 кГц і коефіцієнтом перетворення 2-4 мВ/м/с².

На рисунку 10.4 наведена схема п'єзоелектричного перетворювача.



- 1 – п'єзоелемент; 2 – інерційна маса (вантаж); 3 – електроди (металеві покриття на поверхнях п'єзоелемента); 4 – корпус; 5 – протектор; Ц. В. – центр ваги вантажу

Рисунок 10.4 — Схема п'єзоакселерометра

До складу ДИСК-БК можна включати апаратуру ДИСК-В — для виявлення так званих деталей вагона, що волочуться, точніше для виявлення деталей вагона, що виходять за габарит рухомого складу в нижній частині (за нижню лінію граничного поперечного обрису). Використовується контактний пристрій, що має пружні сталеві пластини, встановлені поперек осі колії на висоті нижньої частини габариту рухомого складу. Пластини включені в магнітопровід намагнічувальних і сигнальних котушок. У випадку удару в пластину магнітопровід розмикається і формується сигнал.

Апаратура ДИСК-В розміщується на дільниці контролю апаратури ДИСК-Б.

Для вмикання в комплексний діагностичний пристрій ДИСК розроблена апаратура (підсистема) виявлення загальмованих коліс (ДИСК-Т), заснована на вимірюванні температури ободів коліс за інфрачервоним випромінюванням. Використовувати ДИСК-Т можна тільки при підключенні до основної підсистеми ДИСК-Б.

Для апаратури ДИСК2 розроблені також підсистеми ДИСК2-К: ДИСК2-В; ДИСК2-Т, аналогічні відповідним підсистемам ДИСК.

Додатково для апаратури ДИСК2 використовують підсистеми ДИСК2-Р; ДИСК2-Ц. Перша призначена для виявлення відхилень габариту рухомого складу у верхній частині, у ній використовується оптичний пристрій. Друга призначена для виявлення перевантаження вагона, точніше навантаження від коліс на рейки більше допустимого за допомогою тензорезисторів, що встановлюються на рейках.

Комплекси апаратури ДИСК-БКВТ або з вмиканням окремих підсистем типу ДИСК-БК; ДИСК2-БКВТГ-Ц або типу ДИСК2-БК не отримали широкого розповсюдження.

При автономному використанні апаратури ДИСК-БКВ інформація про результати контролю поїзда видається на паперовій стрічці цифро-друкувальним пристроєм. Вказується номер поїзда, у разі виявлення дефекту — порядковий номер вагона й осі поїзда.

Після проходження поїзда автоматично перевіряється справність апаратури. Реєстратор у разі виявлення дефекту видає також звуковий і світловий сигнали.

Для контролю сходу рухомого складу перед станціями на відстані 1,5 км від вхідного світлофора встановлюється апаратура контролю сходу рухомого складу (УКСРС). При виявленні сходу сигнал надходить черговому по станції. Дія цієї апаратури заснована на розмиканні електричного кола контактного пристрою.

Системи ДИСК-БКВ-Ц включають підсистеми централізації інформації з декількох постів контролю на центральний пост для організації стеження за зміною технічного стану рухомого складу на дільницях колії порівняно великої протяжності (у межах диспетчерських дільниць).

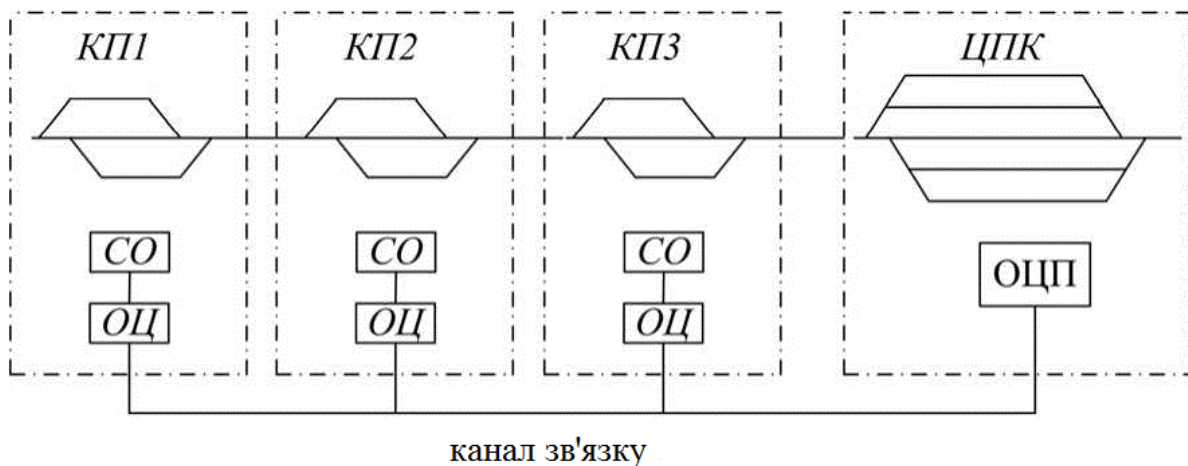
10.2 Автоматизована система контролю ходових частин

Автоматизована система може включати до 25 контрольних постів на відстані більше 200 км. Після організації центру управління перевезеннями (ЦУП) вся інформація про технічний стан вагонів, що проходять у поїздах через контрольні пости, зосереджена в оператора АРМ ЦУП.

На дільницях, не обладнаних диспетчерською централізацією, оператор АСКРС приймає рішення про зупинення поїзда за показаннями апаратури (на відеомоніторі) і передає вказівку про зупинення поїзда черговому по станції, наступному після контрольного поста. На дільницях з диспетчерською централізацією оператор АСКРС передає рішення про зупинення поїзда поїзному диспетчеру [6].

На рисунку 10.5 наведена схема розміщення контрольних постів (лінійних пунктів контролю) апаратури ДИСК-БКВ-Ц (аналог АСКРС) на централізованій дільниці.

На контрольних постах розміщена апаратура теплового контролю букс.



КП1–КП3 – контрольні пости (на проміжних станціях);
 ЦПК – центральний пост контролю; СО – станційне обладнання;
 ОЦ – обладнання централізації, ОЦП – обладнання центрального поста

Рисунок 10.5 — Схема розміщення АСКРС на централізованій дільниці

Контрольні пости зв'язані з центральним постом контролю (ЦПК) каналами зв'язку. Центральний пост контролю обладнаний автоматизованим робочим місцем (АРМ), яке забезпечує:

- автоматичне введення і передачу по каналах зв'язку до АРМ ЦПК інформації про кількість проконтрольованих апаратурою поїздів;
- введення і передачу по каналах зв'язку графікового номера проконтрольованого поїзда;
- відображення на екрані відеомонітора інформації, що надійшла, для порівняння теплових рівнів букс із заданими граничними значеннями «Контроль», «Увага», «Зупинка» і вмикання світлової і звукової сигналізації при перевищенні цих значень;
- накопичення інформації, що надійшла, перегляд оператором інформації про проконтрольовані поїзди за поточну та минулі доби, роздруківку інформації щодо вибору оператора;
- автоматичний контроль комплексу технічних засобів і каналів зв'язку з виведенням на канал відеомонітора аварійних повідомлень.

Оператор АРМ ЦПК працює у відповідності з технологічною інструкцією, розробленою для конкретної дільниці.

Загальні обов'язки оператора АРМ ЦПК:

– стежити протягом зміни за інформацією в режимі «хворі вагони»;

– при появі вагона з рівнем нагріву відповідним пороговим значенням «Контроль», «Увага» запросити номер поїзда, передати повідомлення на найближчий ПТО на цьому напрямку і стежити за рівнем нагріву букс при проходженні поїзда через наступні КП;

– при появі рівня «Зупинка» повідомити інформацію ДСП станції, яка знаходиться найближче за напрямком руху поїзда, для зупинки поїзда й огляду букси.

Інформація про несправні вагони, що надійшла з КП, автоматично заноситься в базу даних про несправні вагони.

Для обліку несправних вагонів в АРМ ЦПК використовується режим «Журнал оператора». На кожен несправний вагон оператор формує карту несправного («хворого») вагона, що включає дані, необхідні для подальшого службового розслідування випадку нагрівання букс.

Інформація в карту несправного вагона заноситься за результатами огляду букс.

Якщо на проміжній станції нема оглядачів вагонів, тоді огляд букс покладено на локомотивну бригаду.

На дільницях з диспетчерською централізацією або для станції, де нема ДСП, інформація оператора АРМ ЦПК передається поїзному диспетчеру. У разі відмови апаратури на КП оператор повідомляє про це черговому електромеханіку, диспетчеру зв'язку і змінному майстру ПТО, куди прибуває поїзд. Рівні налаштування апаратури по кожному КП, відповідні сигналам «Контроль», «Увага», «Зупинка» встановлюються керівництвом вагонного депо за погодженням з дирекцією залізничних перевезень і службою вагонного господарства. Оператори АРМ ЦПК АСКРС — це працівники вагонного господарства, вони повинні бути навчені роботі на АРМ ЦПК, знати принцип дії пристрою і правила експлуатації апаратури ДИСК-БКВ, знати конструкцію вагонів, несправності вагонів,

скласти іспит з ПТЕ, Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи, Інструкції з сигналізації, Інструкції оглядача вагонів, Інструкції з розміщення, встановлення та експлуатації засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу на ходу поїзда, Місцевої інструкції з експлуатації апаратури контролю за станом рухомого складу на шляху прямування поїздів на дільниці контролю або централізованій дільниці контролю.

У цілому по регіональних філіях (залізницях) використання апаратури типу ДИСК-Б досить ефективно.

10.3 Автоматизована система діагностичного контролю букс

10.3.1 Загальні відомості

Автоматизована система діагностичного контролю букс (АСДК-Б) являє собою стаціонарний комплекс телеметричної апаратури, розташованої вздовж залізничного полотна і призначеної для виявлення перегрітих буксових вузлів поїздів, передачі та реєстрації на станції інформації про кількість і розташування таких буксових вузлів у поїзді, що прослідував.

В апаратурі підсистеми базової АСДК-Б (рисунок 10.6) використовується мікропроцесорна техніка, що дозволяє розширити функціональні можливості апаратури шляхом модифікації прикладного програмного забезпечення та підключення додаткових датчиків, а також використовувати апаратуру АСДК-Б для створення розподілених систем збирання й оброблення інформації, інтегрування її в систему диспетчерської централізації [6]. Виявлення буксових вузлів з перегрітими буксами для системи АСДК-Б складає 95 %, імовірність виявлення – 94 %.

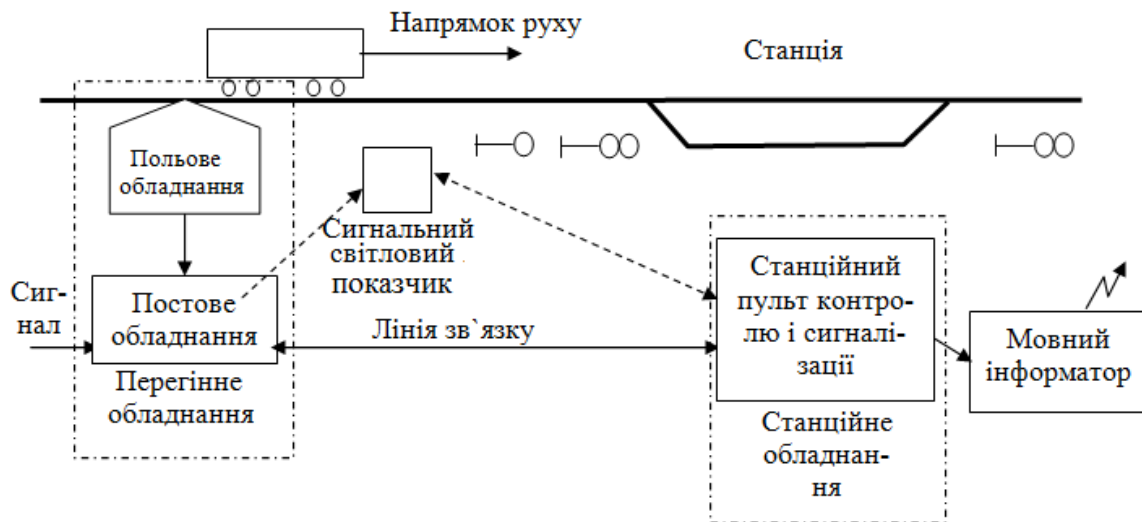


Рисунок 10.6 — Схема розташування обладнання АСДК-Б

Обсяг даних, що реєструються на один проконтрольований поїзд:

- найменування станції, де встановлене станційне обладнання;
- найменування контрольного поста, де встановлене перегінне обладнання;
- дата реєстрації поїзда: число, місяць, рік;
- час реєстрації поїзда перегінним обладнанням: години, хвилини;
- стан підсистеми базової АСДК-Б (калібрування перед проходженням поїзда, підсумкова інформація про проходження поїзда та інше);
- температура повітря (°C) у місці встановлення перегінного обладнання;
- призначений поріг за температурою шийки осі для пункту контролю;
- номер поїзда за порядком;
- швидкість поїзда при проходженні пункту контролю (км/год);
- кількість рухомих одиниць у поїзді;
- кількість виявлених вузлів, температура яких перевищила поріг «Тривога 0» (рисунок 10.7), «Тривога 1», «Тривога 2» [6].

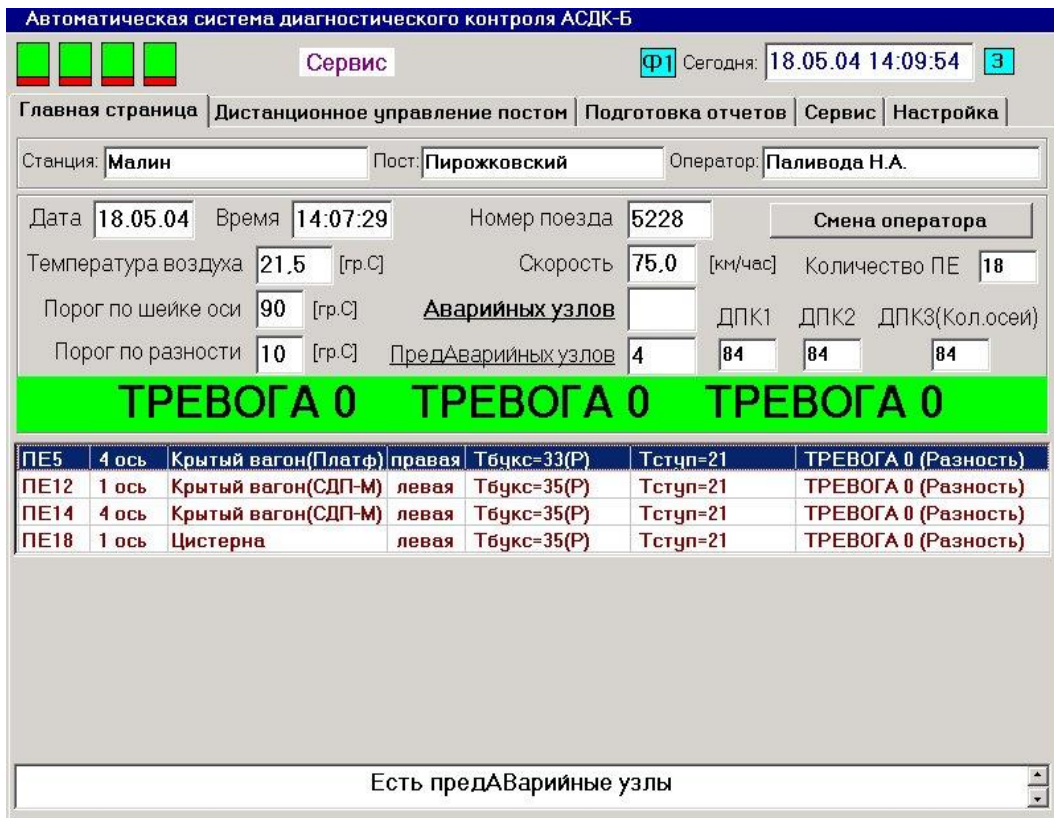


Рисунок 10.7 — Відображення на моніторі станційного пульта контролю і сигналізації за наявності в поїзді перегрітих буксових вузлів («Тривога 0»)

За наявності в контрольованому поїзді буксових вузлів з рівнем нагріву, який перевищує поріг «Тривога 0», додатково надається таблиця з інформацією про буксові вузли, у якій містяться:

- номер за порядком рухомої одиниці з голови поїзда;
- тип рухомої одиниці;
- порядковий номер осі в указаній рухомій одиниці;
- сторона рухомої одиниці по ходу поїзда;
- місце перегріву — корпус букси або маточина;
- виміряна температура вузла (°C);
- відповідний (розрахований за виміряною температурою вузла) поріг тривоги («Тривога 0», «Тривога 1», «Тривога 2»).

Інформація про аварійні буксові вузли передається в перших рядках таблиці.

Апаратура підсистеми базової АСДК-Б поділяється на перегінне (рисунок 10.8) і станційне обладнання (рисунок 10.9).



Рисунок 10.8 — Перегінне обладнання системи АСДК-Б



Рисунок 10.9 — Загальний вигляд стійки управління перегінним обладнанням системи АСДК-Б

Перегінне обладнання розташовується на підході до станції, де передбачається зупинка поїзда для ремонту перегрітих букс, і поділяється на польове й постове.

Польове обладнання розташовується безпосередньо на колії, до його складу входять:

- чотири польові камери;
- датчики проходження коліс — 3 шт.;
- чотири платформи для встановлення камер польових;
- чотири кожухи з пристроєм обігріву для захисту камер польових від сонячної радіації та снігових заносів;
- чотири огороження для захисту камер польових від предметів, що волочуться [1, 6].

Постове обладнання розташовується в спеціальному приміщенні поблизу місця встановлення польового обладнання з урахуванням габариту наближення споруд і допустимої довжини кабелів польових пристроїв (не більше 20 м). До складу постового обладнання входять:

- стійка управління перегінним обладнанням;
- датчик температури навколишнього середовища (далі ДТНВ);
- щиток ввідно-ізолюючий для захисту апаратури і обслуговуючого персоналу від небезпечних напруг і струмів, що виникають у лінії зв'язку;
- щиток ввідно-силовий (щиток квартирний типу ЩК-15).

Крім того, для отримання сигналу про наближення поїзда використовується двопровідна лінія передачі сигналу СПП (вита пара).

Станційне обладнання розташовується в приміщенні ПТО або чергового по станції. До складу станційного обладнання входять:

- станційний пульт контролю і сигналізації (системний блок, монітор, принтер з інтерфейсним кабелем, блок безперебійного живлення, колонки акустичні);
- щиток ввідно-ізолюючий для захисту апаратури і обслуговуючого персоналу від небезпечних напруг і струмів, що виникають у лінії зв'язку;
- щиток ввідно-силовий (щиток квартирний типу ЩК-15).

Постове і станційне обладнання з'єднані між собою відокремленою двоточною лінією зв'язку, яка являє собою два-чотири провідники, скручені попарно.

10.3.2 Робота апаратури підсистеми базової АСДК-Б

Польові камери приймають інфрачервоне випромінювання від вказаних конструктивних елементів коліс, перетворюють випромінювання в електричний сигнал і передають сигнали на стійку управління перегінним обладнанням. При цьому перші дві (по ходу поїзда) польові камери забезпечують контроль температури оглядової кришки задньої стінки корпусу букси лівого і правого колеса колісної пари і називаються буксовими – ліва і права буксові. Дві наступні польові камери забезпечують контроль температури маточинної частини лівого і правого колеса колісної пари і називаються маточинними — ліва і права маточинні.

Датчики проходження коліс генерують імпульсні сигнали в момент проходження колеса над датчиком. У комплексі АСДК-Б використовуються три датчики (ДПК1, ДПК2 і ДПК3). Сигнали датчиків проходження коліс використовуються:

- для формування команд «Модулятор» і «Шторка», за якими вмикається привод модулятора і відкривається шторка кожної польової камери при заходженні поїзда в зону контролю (за сигналом ДПК1);

- формування часового інтервалу, прив'язаного до моменту проходження колісної пари відносно польових камер. У цьому інтервалі за сигналами ДПК2 і ДПК3 здійснюється контроль температури об'єкта, що знаходиться в полі зору польової камери;

- рахування осей поїзда, що проходить (за сигналом ДПК3);

- вимірювання швидкості поїзда (за вимірюванням часових інтервалів між сигналами ДПК1 і ДПК2).

Для формування сигналу про входження поїзда на блок-дільницю, що передує дільниці, де встановлене перегінне обладнання, використовується сигнал СПП, за яким формується команда початку калібрування польових камер перед проходженням поїзда.

Сигнали від польового обладнання потрапляють по кабелях до постового обладнання — на стійку управління перегінним обладнанням.

Контролер, що входить до складу стійки управління перегінним обладнанням, перетворює аналогові електричні сигнали, отримані від камер польових, у цифрові і виконує їх оброблення з метою виявлення тих, які відповідають перегрітим вузлам.

Модем 1200 (ISA), що входить до складу контролера стійки управління перегінним обладнанням, забезпечує за запитом станції передачу накопиченої на посту інформації (результати контролю поїзда) на станційний пульт контролю і сигналізації.

Модем 1200 (PCI), що входить до складу станційного пульта контролю і сигналізації, формує запит на пост про накопичену інформацію (результати контролю поїзда) і забезпечує приймання результатів контролю.

Станційний пульт контролю і сигналізації сповіщує про результати контролю у вигляді візуального відображення на екрані монітора, звукового сигналу через акустичні колонки і виготовлення твердої копії повідомлення на пристрої друку.

Після подачі живлення підсистема АСДК-Б забезпечує безперервний і цілодобовий режим роботи з автоматичним переходом з режиму очікування в режим контролю буксових вузлів при появі рухомого складу на дільниці контролю [6].

10.4 Встановлення порогових значень апаратури теплового контролю букс

Основну роль в успішному використанні апаратури теплового контролю букс відіграє вибір порогових значень температури нагріву шийки осі: «Тривога 0», «Тривога 1», «Тривога 2» або в АСКРС: «Контроль», «Увага», «Зупинка». У НТД з теплового контролю букс для визначення порогових значень при калібруванні і налаштуванні апаратури прийнята умовна температура шийки осі. Спочатку це була дійсна температура шийок осей з підшипниками ковзання. У подальшому апаратурою контролювали букси з двома типами підшипників, а потім тільки з роликівими підшипниками. У

зв'язку з тим, що до такого позначення звикли працівники вагонного господарства і дистанцій сигналізації та зв'язку (граничні температури закладені в нормативно-технологічну документацію з використання та обслуговування апаратури), допустимо вважати ці чисельні значення як умовні. У 1990-х рр. введені рівні інформації, яка видається на реєстратор у діапазоні температури шийки осі від 0 до 270 °С — 44 рівні. Для букс з роликівими підшипниками контроль за температурою стінки корпусу букси пов'язаний з температурою зовнішнього кільця і рівні відповідають значенням температури зовнішнього кільця, яка також істотно відрізняється від температури нагрівання роликів підшипника. Тому в практиці слід використовувати умовні значення температури шийки осі.

У нормативно-технічній документації задано граничні значення температури нагрівання шийки осі.

Засоби виявлення перегрітих букс для видачі аварійного сигналу «Тривога 1» мають бути налаштовані [6]:

- при розміщенні польових пристроїв перед станціями, що мають ПТО, ППВ, і перед кінцевими станціями руху пасажирських поїздів для виявлення в діагностичному режимі буксових вузлів у початковій стадії нагрівання (калібрування апаратури на нагрівання від 90 до 100 °С за умовною температурою підшипника залежно від пори року);

- розміщенні польових пристроїв перед станціями, що мають ПКТО (ПОТ), ППВ, де всі поїзди мають зупинку за графіком руху поїздів для технічних цілей, виявлення перегрітих букс із нагріванням від 100 до 120 °С за умовною температурою підшипника;

- розташуванні польових пристроїв перед станціями з ПКТО, ППВ, де зупинка поїзда за графіком руху не передбачена, для виявлення перегрітих букс із нагріванням від 120 до 140 °С за умовною температурою підшипника;

- розташуванні польових пристроїв перед станціями, що знаходяться між ПТО, ПКТО, ППВ, КП, і перед штучними спорудами на вантажонапружених напрямках для виявлення перегрітих букс із нагріванням від 140 до 160 °С за умовною температурою підшипника.

При відстані до сусіднього пункту встановлення перегінного обладнання засобів контролю одного напрямку понад 30 км рівень налаштування систем встановлюється в межах від 100 до 120 °С, а на малодіяльних ділянках – у межах від 90 до 100 °С за умовною температурою підшипника.

При будь-якому із перерахованих варіантів налаштування систем виявлення перегрітих букс сигнал «Тривога 2» має видаватися при значенні рівня, який передається на реєстратор інформації, що перевищує (на 35-50 %) значення рівня сигналу «Тривога 1». Передаварійний сигнал «Тривога 0» рекомендується видавати при значенні рівня менше (на 25-30 %) значення рівня сигналу «Тривога-1». При налаштуванні систем на станціях з ПТО, ППВ (калібрування апаратури на нагрівання від 90 до 100 °С) видавати сигнал «Тривога 0» не рекомендується.

Апаратура типу АСДК-Б вимірює та реєструє абсолютну температуру буксового вузла з прив'язкою до відповідної умовної температури підшипника. Апаратура АСДК-Б калібрується автоматично і не потребує налаштування порогових значень.

Для комплексу засобів контролю типу АСДК-Б відношення між рівнями сигналів «Тривога 0», «Тривога 1», «Тривога 2» може задаватися в табличній формі на моніторі ПЕОМ з наведенням відповідних значень абсолютної умовної температури підшипника індивідуально для кожного конкретного встановлення.

Для систем, які визначають тип рухомої одиниці, рівень налаштування для локомотивів встановлюється Департаментом локомотивного господарства АТ «Укрзалізниця».

Рівень налаштування апаратури систем виявлення перегрітих букс для конкретної станції встановлюється службою вагонного господарства залізниці з урахуванням місцевих умов.

Для забезпечення можливості спостереження за динамікою розвитку несправностей програмно-апаратними засобами систем централізованого контролю рівні сигналів, що видаються на друк принтера і збереження в базі даних АРМ ЦПК, мають бути на 50 % менше рівня сигналу «Тривога 1».

У кожному вагонному депо реєструються фактично встановлені рівні налаштування систем виявлення перегрітих

букс по всіх пунктах контролю даного вагонного депо відповідно до вимог, заданих службою вагонного господарства залізниці, із зазначенням терміну дії встановленого рівня налаштування по кожному з пунктів контролю.

Керівники експлуатаційних підрозділів вагонного господарства повинні систематично аналізувати роботу АСКРС і в необхідних випадках уточнювати задані граничні значення для налаштування апаратури.

Слід визначити оптимальне порогове значення, оскільки зниження рівня налаштування призводить до збільшення неправдивих показань, а збільшення рівня налаштування призводить до пропускання дефектних букс.

Контрольні питання

1 Яка мета і завдання застосування засобів для автоматичного контролю вузлів вагонів у процесі експлуатації?

2 Перелічити типи апаратури для виявлення за допомогою теплового контролю буксових вузлів.

3 Для чого призначені та де розміщують діагностичні системи ДИСК-БКВ?

4 Які додаткові обставини необхідно враховувати у процесі використання діагностичної апаратури?

5 Назвати умовні рівні та їхні відповідні температури шийки осі, які використовуються при налаштуваннях порогових значень для теплових апаратів.

6 Яка роль і функції системи АСКРС у вагонному господарстві?

7 Описати роботу діагностичної системи ДИСК-К.

8 Описати роботу діагностичної системи ДИСК-В.

9 Що контролюють та які дії виконують на АРМ ЦПК?

10 Які загальні обов'язки оператора АРМ ЦПК?

11 Що повинні знати оператори АРМ ЦПК АСКРС?

12 Який обсяг даних реєструється у АСДК-Б на один контрольований поїзд?

13 Якщо при спрацюванні АСДК-Б встановилася «Тривога 0» з рівнем нагрівання, що перевищує поріг, які дані надаються в додатковій таблиці?

- 14 Що входить до складу польового обладнання АСДК-Б?
- 15 Що входить до складу постового обладнання АСДК-Б?
- 16 Який принцип дії апаратури підсистеми АСДК-Б?
- 17 Які умови налаштування засобів виявлення перегрітих букс для видачі аварійного сигналу?

ТЕМА 11. Засоби технічного діагностування автозчіпного та гальмового обладнання вагонів у процесі експлуатації

11.1 Класифікація груп засобів діагностування вагонного парку

Засоби технічні діагностування вагонів у процесі експлуатації на пунктах технічного обслуговування включають такі групи:

а) засоби автоматичного контролю технічного стану вагонів (попередня тема 10) встановлюються на під'їздах до станцій, перед якими розміщені ПТО;

б) засоби автоматичного контролю технічного стану вагонів у поїздах, які прибувають, розміщуються в горловині парку прибуття;

в) автоматизовані пристрої для перевірки дії автогальм розміщені в парках відправлення;

г) індивідуальні ЗТД, які носять оглядачі вагонів і використовують їх у парках прибуття і відправлення.

11.2 Перша група засобів діагностування вагонного парку

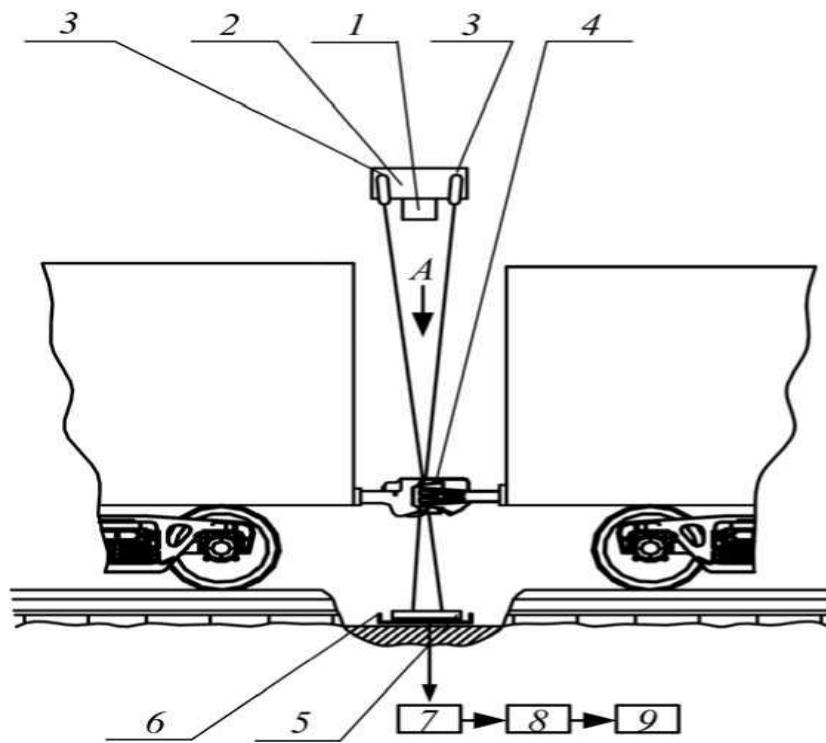
Перша група включає в основному прилади теплового контролю букс (АСДК-Б, ДИСК-Б, КТСМ), порушення габариту рухомого складу в нижній частині (ДИСК-БВ) і пристрої контролю сходу рухомого складу (ПКСРС). Засоби цієї групи були розглянуті в попередній темі.

11.3 Друга група засобів діагностування вагонного парку

Друга група включає в основному невелику кількість видів обладнання ЗТД на ПТО. До цієї групи належить система автоматичного контролю механізму автозчепу (САКМА), апаратура автоматичного діагностування упряжного пристрою і спеціальна апаратура реєстрації несправностей вагонів (АРНВ) [12].

11.3.1 Призначення, будова і принцип роботи системи «САКМА»

«САКМА» призначена для підвищення безпеки руху поїздів, підвищення якості та зниження трудомісткості технічного обслуговування вантажних вагонів на ПТО за рахунок автоматичного виявлення на ходу поїзда несправностей автозчіпних пристроїв (рисунок 11.1).



1 – траверса на опорах; 2 – блок лазерів; 3 – лазер; 4 – корпус автозчепу; 5 – фотоприймач; 6 – камера фотоприймача; 7 – підсилювач; 8 – компаратор (порівнюючий пристрій); 9 – блок логічної обробки інформації та реєстратор; А – напрямок дії променів лазерів

Рисунок 11.1 — Схема пристрою автоматичного контролю автозчепу від саморозчеплення в рухомих поїздах

Це обладнання встановлюється на початку колій парку прибуття. Проте найбільш раціональними місцями встановлення «САКМА» є:

- дільниці витяжки поїздів з парку формування в парк відправлення;

- дільниці після «гірки» і входи станції.

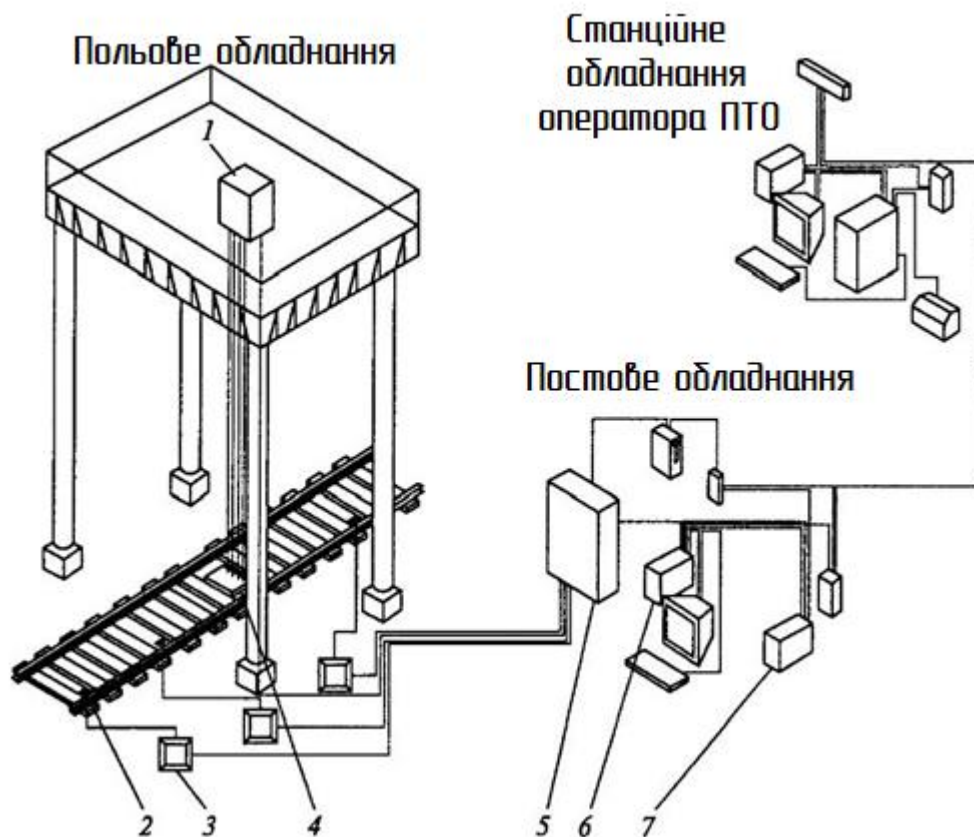
Перед встановленням системи «САКМА» на конкретній дільниці залізниці проводиться її обстеження з метою визначення ефективності застосування даної апаратури в технологічному процесі роботи [12].

11.3.2 Технічні характеристики «САКМА»

Система розрахована на безперервну цілодобову роботу. Інтервал робочих температур становить від -60 до +60 °С. Електроживлення системи здійснюється від мережі змінного струму частотою 50 Гц і напругою 220 В ± 10 %, при цьому споживана потужність становить не більше 2 кВт. Швидкість руху поїздів на контрольованій дільниці може досягати 20 км/год. Висота встановлення перекриття на ригельних опорах для кріплення блока (блоків) лазерних випромінювачів може змінюватися від 9,5 до 13,5 м. Гранична дальність передачі інформації від польового обладнання до приміщення на перегоні, де встановлена стійка сполучення, становить 30 м. Вихідні дані системи зберігаються на вінчестері комп'ютера і за командою оператора ПТО можуть друкуватися на папері. Залежно від варіанта виконання система «САКМА» може здійснювати одночасно контроль составів на одній з двох або трьох колій.

Загальний вигляд і структурна схема системи «САКМА» зображені на рисунках 11.2 і 11.3.

У системі передбачений самоконтроль технічного стану оптичного каналу. При несправності оптичного каналу системи (забруднення вхідного вікна польової камери, вихід променя лазера і т. п.) останній рядок повідомлення на моніторі комп'ютера, встановленого в приміщенні оператора ПТО, доповнюється індексом «ОК».



1 – блок лазерних випромінювачів; 2 – датчики підрахунку осей, 3 – колійні муфти; 4 – польові камери; 5 – стійка з'єднання з комп'ютером; 6 – системний блок живлення; 7 – блок безперебійного живлення

Рисунок 11.2 — Структурна схема системи «САКМА»

Блок лазерних випромінювачів (БЛВ) встановлюється на ригельну поперечину над колією залізної колії (для кожної колії встановлюється один блок з двома лазерами). Він призначений для сканування на ходу поїзда за допомогою лазерних променів контрольованої зони поверхонь замків зчеплених автозчепів з метою визначення величини зазорів між замком і ударною поверхнею зів'язаних суміжних автозчепів [12].

Конструктивно блок виконаний у вигляді металевої шафи розмірами 1200x600x600 мм. Корпус шафи і його нижня частина з внутрішньої сторони теплоізолювані азбестовим листом. На підставці встановлені електричні нагрівальні елементи – ТЕНи, що підтримують всередині шафи (у зимовий час) температуру в діапазоні від +12 до +25 °С.



Рисунок 11.3 – Загальний вигляд системи САКМА

Порядок розміщення блока лазерних випромінювачів на ригельній поперечній балці наведений на рисунку 11.4. Стінки шафи забезпечують легкий доступ до лазерних випромінювачів, що спрощує монтаж, налаштування та оптичну орієнтацію лазерних випромінювачів на контрольовану поверхню автозчіпних пристроїв і оптичне вікно польової камери.



Рисунок 11.4 – Загальний вигляд розміщення блока лазерних випромінювачів на ригельній поперечній балці

Польова камера, що розміщується в міжшпальному колодязі колії залізниці для кожного шляху (рисунок 11.5), призначена для приймання з використанням фотоприймальної матриці лазерного випромінювання, що проходить через контрольовану порожнину між замком і ударною поверхнею суміжного автозчепу, і перетворення прийнятого лазерного випромінювання в електричні сигнали, що характеризує величину контрольованого зазора. Камера являє собою корпус звареної конструкції прямокутної форми, внутрішні поверхні якого покриті азбоцементною плиткою. На внутрішні поверхні бокових стінок польової камери кріпляться електронагрівальні елементи, що забезпечують у зимовий час заданий температурний режим всередині корпусу польової камери, виключаючи випадки появи на поверхні скла оптичного вікна кришки інею. Для кріплення до фундаменту корпус камери має кріпильні фланці.

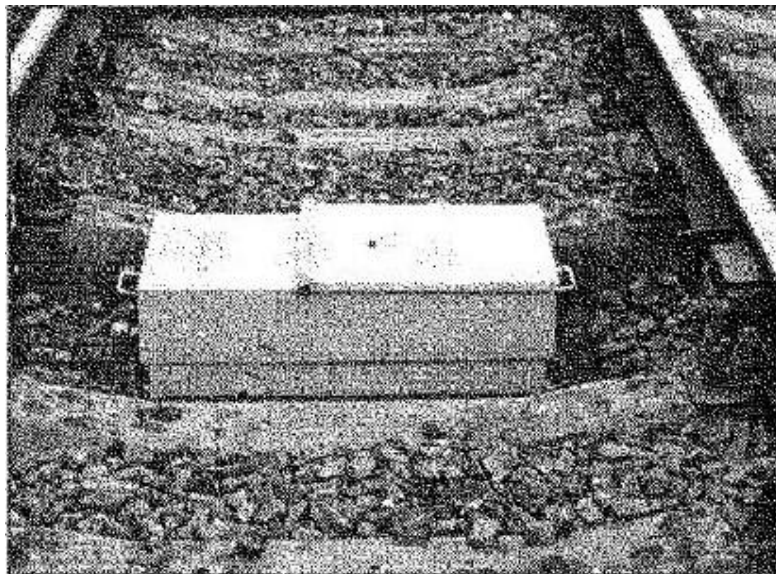


Рисунок 11.5 – Загальний вигляд і місце розташування польової камери

Усередині корпусу камери встановлюється прямокутна металева капсула, у якій розміщується фотодіодна матриця і блоки перетворювачів. Для переміщення матриці уздовж поздовжньої осі капсули (при налаштуванні системи) передбачена напрямна. Корпус капсули виконаний герметичним (кришка капсули встановлюється на герметичні прокладки).

Верхня частина камери закривається захисною кришкою з заслінкою за допомогою автоматично керованого електропривода.

Вхідне вікно відкривається для приймання лазерного випромінювання (при заходженні поїзда в контрольованій зоні) і закривається при проходженні поїзда зазначеної зони. Фотоматриця виконана у вигляді набору фотодіодів, які розміщуються у двох секторах, уздовж осі колії залізниці. Фотодіоди виконують функцію приймання лазерного випромінювання, що проходить через кожен з контрольованих порожнин у зонах замків зчеплених автозчепів. Для автоматичного управління орієнтацією лазерних променів на поверхню фотоматриці (при температурних зсувах поперечини і опор) передбачений блок перетворювачів, який включає 56 незалежних робочих каналів. Конструкція польової камери дозволяє змінити орієнтацію фотоматриці у двох взаємно перпендикулярних площинах. Це забезпечує можливість регулювання спрямованості фотоматриці відносно оптичної осі лазерних випромінювачів і значно зменшує фонову складову сонячного випромінювання. При затіненні фотодіодів в автоматичному режимі промінь лазера переміщується:

- по ходу або проти руху поїзда;
- вліво або вправо відносно руху поїзда.

Постове обладнання, що розміщується у спеціальному приміщенні, включає:

- стійку з'єднання;
- комп'ютер;
- модем, встановлений у безпосередній близькості від комп'ютера і призначений для передачі інформації на комп'ютер оператора ПТО вагонів.

Обладнання, яке встановлюється на посту оператора ПТО (станційне обладнання), включає:

- комп'ютер;
- принтер;
- модем;
- блок безперебійного живлення (ББЖ).

11.3.3 Налаштування системи орієнтації лазерних променів

Механізм автоматичної орієнтації лазерних випромінювачів на контрольовані зони автозчепних пристроїв (рисунок 11.6) призначений для наведення променів лазерів на автозчпні пристрої та фотоматрицю, а також для автоматичної їх фіксації в заданому напрямку при температурних зсувах поперечини і опор.

Конструктивно механізм виконаний у вигляді штатива. До його вертикальної стійки жорстко кріпляться два лазерних випромінювачі 1. На підставці штатива встановлені електродвигуни 2 тип РД-09, вихідні вали 3 яких через тягу приєднані до вертикальної стійки з лазерами. Зазначена конструкція дозволяє при вмиканні двигунів зміщувати механізм з лазерами у двох взаємно перпендикулярних напрямках (відповідно уздовж і поперечно колії). Вмикання електродвигунів здійснюється автоматично сигналами від субблока управління орієнтації лазерів.

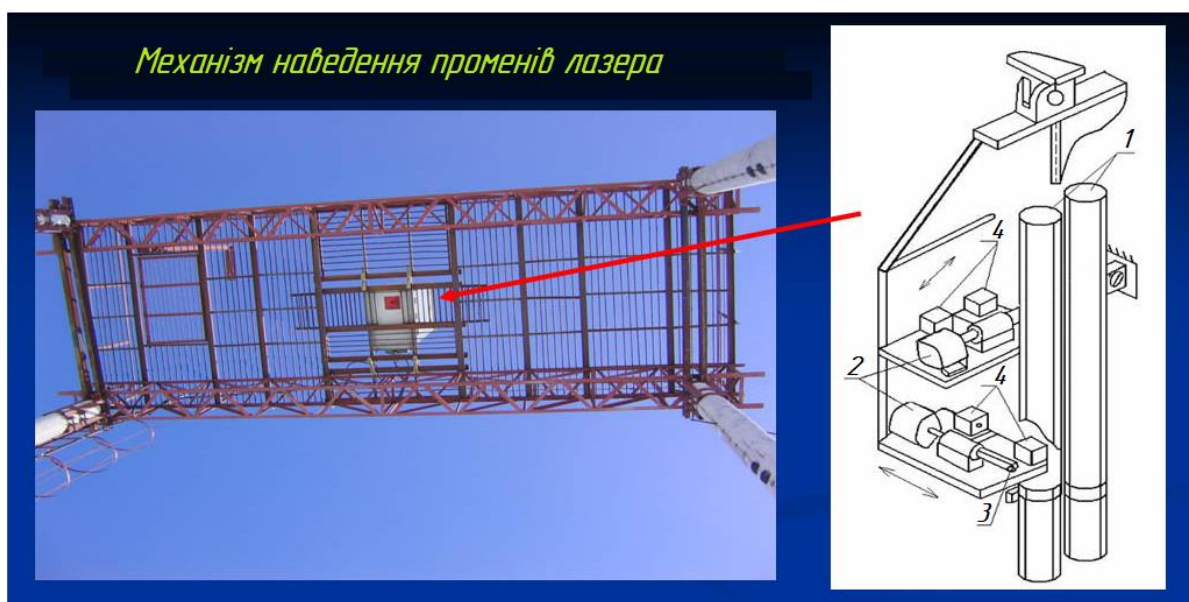


Рисунок 11.6 – Механізм автоматичної орієнтації лазерних випромінювачів

Для обмеження зсуву стійки в разі виходу з ладу блока управління роботою електропривода механізму передбачені кінцеві вимикачі 4.

11.3.4 Порядок роботи системи «САКМА»

За принципом дії «САКМА» є оптико-електронною системою, що базується на оптичному методі контролю геометричних розмірів зазора між замком і ударною поверхнею зіва суміжного автозчепу.

На спеціальній ригельній поперечині з настилом-перекрыттям над контактною мережею встановлюється блок лазерних випромінювачів (Л) з механізмом автоматичної орієнтації променів. Під опорою в міжшпальному колодязі розміщується польова камера з фотоматрицею і субблоками перетворення прийнятого лазерного випромінювання в електричні сигнали [12].

У створі з польової камери (з боку однієї з торцевих стінок) кріпиться датчик реєстрації проходження колеса ДС2 на відстані приблизно 3,5 м від зазначеного датчика, у напрямку наближення до контрольованої системи дільниці до рейки кріпиться другий датчик ДС1 реєстрації проходження колеса. Обидва вказані датчики використовуються при рахуванні вагонів у фізичних одиницях. На відстані 60-70 м від польової камери в бік поїзда, що наближається, до рейки кріпиться датчик реєстрації проходження поїзда Дп1; на відстані 7-8 м від польової камери в бік поїзда, що віддаляється, до рейки кріпиться датчик Дп2. Датчики Дп1 і Дп2 використовуються для автоматичного управління роботою електропривода заслінки для польової камери. Польові камери, блок лазерних випромінювачів, датчики реєстрації проходження колеса і проходу поїздом кабельної лінії з'єднується зі стійкою сполучення ССК. За допомогою рознімачів до стійки підключений комп'ютер для обробки інформації, яка надходить від польового обладнання.

При появі поїзда на дільниці наближення до контрольованої системою зони сигнал від датчика Дп 1 надходить у блок автоматичного управління електричним приводом заслінки (БУК). Заслінка відкриває вхідне вікно польової камери для приймання лазерного випромінювання, що проходить через порожнину між замком і ударною поверхнею зіва суміжних автозчепів.

З цього моменту починається відбір інформації про параметри контрольованого зазора. Лазерне випромінювання, що проходить через зазор між замком і ударною поверхнею зіва автозчепу, надходить на фотоматрицю, встановлену у польовій камері. Лазерне випромінювання, яке проходить через зазор між замком і ударною поверхнею зіва суміжних автозчепів, перетворюється в електричний сигнал, який по кабельній лінії надходить до постового комп'ютера для обробки інформації.

У разі появи в зоні візування лазерів несправних автозчіпних пристроїв (зазор між замком і ударною поверхнею зіва корпусу суміжних автозчепів перевищує 25 мм) у комп'ютері фіксуються порядкові номери вагонів, що проходять у контрольованій зоні.

При цьому на моніторі комп'ютера жовтим кольором виділяються вагони, у яких величина контрольованого зазора становить 25 мм. Огляд таких автозчепних пристроїв у відповідному парку слід проводити особливо ретельно.

Якщо величина контрольованого зазора перевищує 25 мм, то в цьому випадку фізичні номери таких вагонів на моніторі виділяються червоним кольором, а вагони з виділеними автозчіпними пристроями слід перевіряти в розчепленному стані згідно з існуючою технологією.

Після проходження поїздом контрольованої ділянки на комп'ютер оператора ПТО передається інформація, де вказуються:

- номер колії, якою пройшов поїзд;
- величини контрольованих зазорів автозчіпних пристроїв, що перевищили допустимий рівень;
- порядкові номери вагонів з несправними автозчепами;
- дата і час проходження поїзда по контрольованій ділянці;
- кількість рухомих одиниць, що пройшли контрольовану ділянку.

Після проходження поїздом контрольованої ділянки з затримкою приблизно 3 хв видається сигнал на закриття заслінки вхідного вікна підлогової камери і система переходить в режим очікування наступного поїзда. Система «САКМА» розрахована на безперервну цілодобову роботу, а вихідні дані зберігаються на вінчестері комп'ютера і за командою оператора ПТО можуть друкуватися на папері.

11.3.5 Апаратура автоматичного діагностування упряжного пристрою

Апаратура автоматичного діагностування упряжного пристрою призначена для виявлення поглинальних апаратів з пружинами, що просіли або зламані в поїздах, які прибули. Виявляються також тягові хомути з розривом з'єднувальних планок і тягових смуг, злам клина тягового хомута.

У цій апаратурі використовується оптичний метод. Пристрій розміщується між рейками і заглиблений у ґрунт. З пристрою направляється промінь світла на нижню частину хвостовика автозчепу. У разі збільшеного переміщення корпусу, наприклад через просідання пружин поглинального апарата, поздовжні переміщення корпусу автозчепу збільшуються, і на нижній поверхні хвостовика утворюється блискучий майданчик, від якого відбивається промінь світла у фотоприймач пристрою. У цьому випадку формується сигнал [12].

Широкого поширення ці пристрої не отримали.

Розроблена для оглядачів вагонів, які зустрічають поїзд, спеціальна апаратура реєстрації несправностей вагонів (АРНВ), застосовувана при зустрічі з ходу поїздів, що прибувають. Місце для оглядача винесено в горловину парку або на початок колії приймання. Для оглядача вагонів передбачено невелике приміщення, у якому розміщений маніпулятор АРНВ. На пульті маніпулятора є кнопки, що відповідають несправностям, які можуть бути виявлені при огляді поїзда, який прибуває, наприклад повзун на колесі, вібрації важільної передачі візка, злам або відсутність пружин візка тощо.

У разі виявлення несправності оглядач натискає відповідну кнопку, і на пульт оператора ПТО надходить сигнал. Апаратура може бути доповнена системою підрахунку осей. Для використання АРНВ має бути дещо змінена технологія технічного обслуговування поїздів у парку прибуття. Особливо ефективно використання апаратури, якщо в парку прибуття є кілька пучків колій приймання поїздів, витягнутих у довжину. У цьому випадку для зустрічі поїздів з ходу виділяється спеціальний оглядач вагонів, який постійно знаходиться на

робочому місці в горловині парку. Інформацію про результати огляду оглядач передає оператору ПТО. Оглядові бригади в таких парках змушені витратити багато часу на переходи від поїзда до поїзда і не завжди мають можливість зустріти поїзд, який прибуває з ходу.

Широкого поширення ця апаратура не отримала.

11.4 Третя група засобів діагностування вагонного парку

Третя група ЗТД на ПТО включає апаратуру для перевірки дії гальм у парку відправлення. Використовується спосіб заряджання і повного випробування гальм від станційної магістралі.

Операції з заряджання і випробування гальм виконує оператор ПТО за командами оглядачів-автоматників, які працюють у парку. Переговори оператора з оглядачами здійснюються по гучномовному двосторонньому парковому зв'язку.

Розроблено кілька видів пристроїв автоматизованої перевірки гальм (повного випробування):

- пристрій випробування гальм (УЗОТ) за проектом ПКБ ЦВ;
- автоматизована система випробування гальм (АСОТ) за проектом ВНИИЖТ (не використовується з початку 1990-х рр.);
- пристрій заряджання і випробування гальм (УЗОТ-Р) з реєстратором результатів випробування гальм.

Автоматизовані пристрої для випробування гальм мають блокову конструкцію з елементів гальмових пристроїв, які використовуються на рухомому складі залізниць. Завдяки цьому автоматизована система може бути виконана на будь-яку кількість колій парку відправлення простим об'єднанням блоків [2].

11.4.1 Пристрій для зарядження й випробування гальм УЗОТ-РМ

УЗОТ-РМ призначений для зарядження й випробування гальм рухомого складу залізниць на ПТО в парках відправлення з

формуванням і збереженням в електронному вигляді звітів з обробки гальм поїзда, довідок ВУ-45, добових звітів і передачею даних у систему АСУ ПТО.

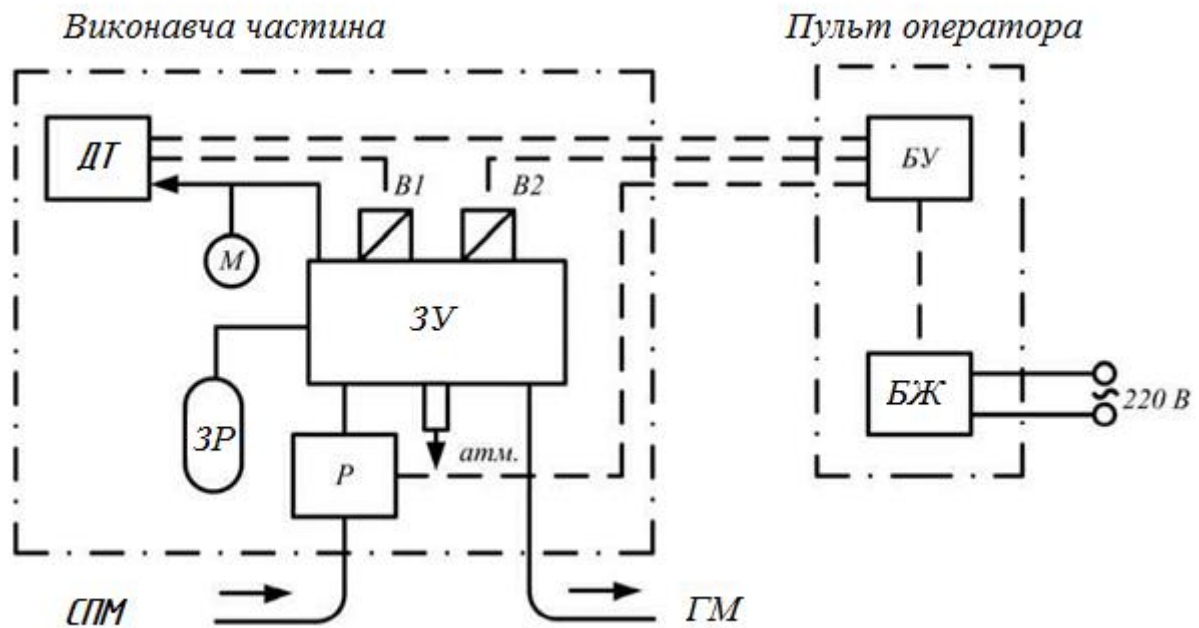
До складу пристрою УЗОТ-РМ входять блок живлення, блок управління і виконавча частина. Виконавчу частину встановлюють у спеціальному неопалювальному приміщенні, блок управління і реєстратор – на пульті оператора, блок живлення — у приміщенні оператора. Блоки управління об'єднують у групу із зазначенням на кожному блоці номера колії. УЗОТ-РМ доповнюється блоком запису процесів гальмування.

Основою виконавчого блока служить зрівняльний орган на базі реле тиску (умовний номер 404) з витратоміром та електромагнітними вентилями впуску і випускання повітря. До зрівняльного органу приєднаний зрівняльний резервуар. Вся ця система заміняє кран машиніста і нею управляє оператор за допомогою елементів управління, розміщених на лицьовій панелі блока управління. Додаткові пристрої призначені для такої мети: датчик тиску — установа необхідного тиску повітря в станційній магістралі; витратомір — безперервне вимірювання витоку повітря.

На рисунку 11.7 наведена блок-схема УЗОТ-РМ.

На лицьовій панелі блока управління є елементи управління і контролю за процесом заряджання і повного випробування гальм:

- ручка встановлення величини зарядного тиску (чотири ступені);
- ручка встановлення ступеня гальмування (три ступені);
- кнопка вмикання перевірки витікання;
- електроконтактний манометр перевірки витікання повітря з магістралі;
- світловий індикатор довільного спрацьовування гальм;
- клавіші управління: вмикання, зарядження, гальмування, відпускання.



БУ – блок управління; БЖ – блок живлення; В – електромагнітні вентилі (В1 – відпускання; В2 – гальмування); ЗО – зрівняльний орган; Р – витратомір; ЗР – зрівняльний резервуар; М – манометр; ДТ – датчик тиску; СПМ – станційна повітропродувна мережа; ГМ – гальмова магістраль складу вагонів; — — — — повітряні труби; · — · — — кабелі управління

Рисунок 11.7 — Блок-схема пристрою автоматизованого випробування гальм у складі поїзда

Від виконавчої частини пристрою заряджання і випробування гальм виведена на міжколійї парку відправлення труба станційної магістралі (повітророзбірна колонка). На кінці труби є кінцевий кран і рукав з'єднувальний для підключення до гальмової мережі состава вагонів. Поблизу приміщення оператора встановлюється також повітророзбірник об'ємом 10 м³.

УЗОТ-РМ (рисунок 11.8) дозволяє автоматизувати процеси підготовки гальм рухомого складу в парках відправлення, здійснювати контроль за якістю підготовки гальм і дотриманням технологічної дисципліни в парку [1, 2].



Рисунок 11.8 — Загальний вигляд пристрою УЗОТ-РМ

Пристрій УЗОТ-РМ забезпечує:

- управління від одного пульта оператора парку (ПОП) декількома пристроями УЗОТ;
- одночасну обробку до п'яти поїздів з одного пристрою УЗОТ;
- контроль пневматичної частини гальм локомотива, у тому числі від будь-якої колонки;
- продування ГМ стисненим повітрям під тиском 0,16-0,19 МПа при з'єднанні гальмових рукавів;
- прискорене (за 8-20 хв) заряджання гальмової магістралі завищеним тиском з наступною автоматичною ліквідацією його темпом, що не призводить до спрацьовування гальм;
- перевірку гальм на м'якість із контролем спрацьовування при ліквідації надзарядного тиску темпом м'якості (0,02 МПа за 80 – 120 с);
- виявлення мимовільного спрацьовування;
- перевірку щільності гальмової мережі состава довжиною до 500 осей в автоматичному й ручному режимах;
- перевірку цілісності гальмової магістралі складу при продуванні гальмової магістралі відкриванням кінцевого крана хвостового вагона;
- перевірку автоматичних гальм на гальмування ступенями;

- перевірку автоматичних гальм на відпускання зарядним тиском;
- безперервний контроль щільності й тиску повітря в гальмовій магістралі;
- безперервний контроль тиску повітря в напірній магістралі парку з сигналізацією зниження тиску;
- реєстрацію ходу випробування й параметрів гальмових процесів у складі;
- формування й збереження в електронному вигляді звітів з обробки гальм поїзда, довідок ВУ-45, добових звітів;
- роздрукування форм звітності на паперовому носії;
- передачу форм звітності в АСУ ПТО.

Схема роботи пристрою УЗОТ-РМ наведена на рисунку 11.9, а схема розміщення з одним і двома комплектами УЗОТ у парку відправлення на п'ять колій наведена на рисунку 11.10.

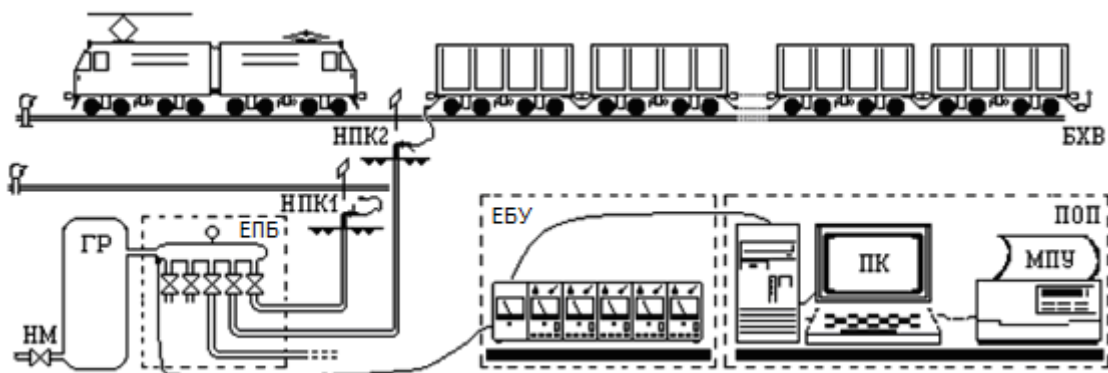


Рисунок 11.9– Схема роботи пристрою УЗОТ-РМ

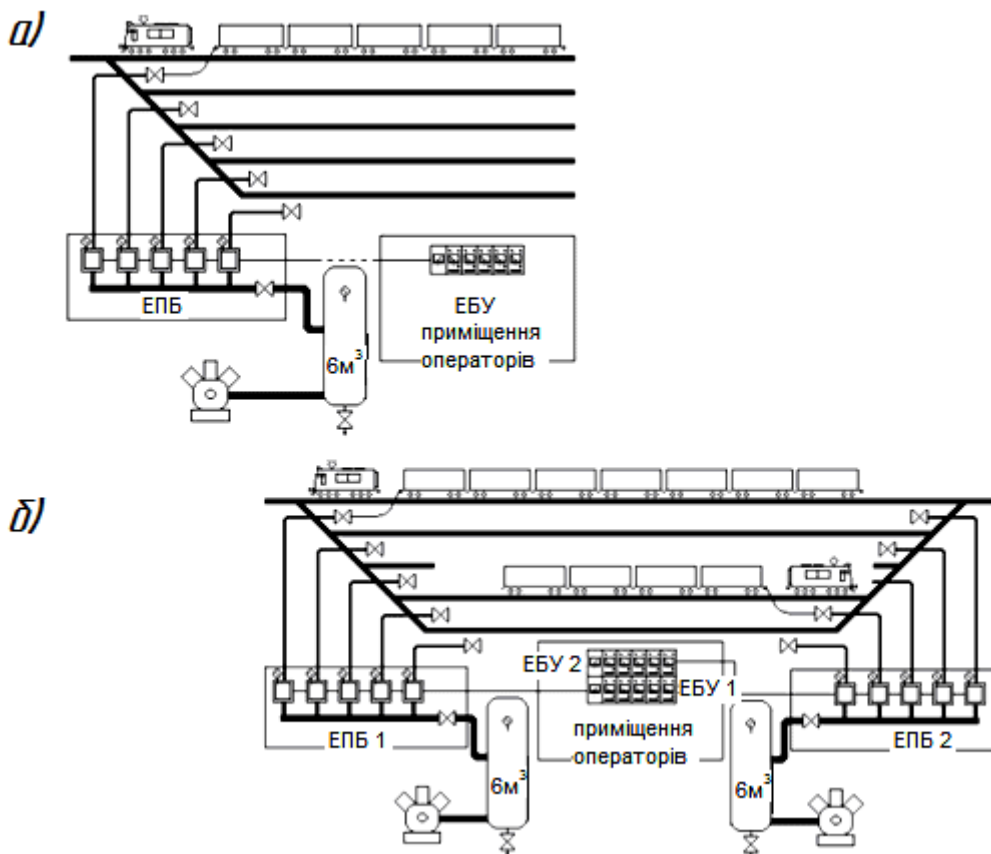


Рисунок 11.10 — Схема розміщення УЗОТ-РМ у парку відправлення з одним (а) і двома (б) комплектами на п'ять колій

11.4.2 Пристрій УЗОТ-П

Пристрій УЗОТ-П призначений для зарядження й випробування пневматичних автогальм і випробування електропневматичних гальм на станціях формування й обороту поїздів перед відправленням поїзда з реєстрацією параметрів гальм (у пам'яті ЕОМ і на паперовому носії).

Пристрій дозволяє автоматизувати процеси підготовки гальм рухомого складу в парках відправлення, здійснювати контроль за якістю підготовки гальм і дотриманням технологічної дисципліни в парку відправлення [1, 2, 7].

Пристрій забезпечує (виконує):

- обробку гальм при підключенні гальмової мережі поїзда до стаціонарних польових живильних колонок, які розташовуються між коліями парку відправлення (до 5 колонок);
- одночасну обробку автоматичних гальм у п'яти составів і електропневматичних в одному з составів;

- можливість продування гальмової магістралі стисненим повітрям під тиском 0,15 МПа при з'єднанні гальмових рукавів;
- підтримку поїзного тиску й можливість регулювання його значення з пульта управління (УП) або (при ручному управлінні) з панелі управління БЕПГ;
- виконання автоматичного ступеня гальмування автоматичних гальм з підтриманням заданої величини й можливості її регулювання з пульта (УП) або (при ручному управлінні) з панелі управління БЕПГ;
- безперервний контроль тиску повітря в нагнітальній магістралі з сигналізацією зниження тиску;
- безперервний контроль витікання й тиску повітря в гальмівній магістралі;
- вимірювання в автоматичному й ручному режимі нещільності гальмової магістралі при зарядному тиску в гальмовій магістралі і при ступені гальмування;
- контроль кількості спрацьовування автоматичних гальм;
- управління електропневматичними гальмами з режимами гальмування, перекриття і відпускання електропневматичних гальм;
- випробування дії електропневматичних гальм при напрузі живлення «+40 В»;
- визначення короткого замикання в колах електропневматичних гальм (коротким замиканням вважається струм споживання більше 8,5 А);
- вимірювання струму споживання електропневматичних гальм при режимах гальмування й перекриття;
- виконання автоматичного ступеня гальмування електропневматичних гальм з підтриманням заданої величини й можливості її регулювання з пульта УП або (при ручному управлінні) з панелі управління БЕПГ;
- безперервний контроль на моніторі ПК за зміною витікання й тиску повітря в гальмовій магістралі і тиску в живильній магістралі для складу, що обробляється;
- реєстрацію процесів підготовки гальм, що включає для кожного складу, що обробляється в реальному часі, запис графіка зміни величини:

а) тиску повітря в живильній магістралі з відміткою про неприпустиме зниження тиску;

б) тиску в гальмовій магістралі;

в) витікання повітря з гальмової магістралі з відмітками: контролю оператором нещільності гальмової магістралі і її величини; контролю цілісності гальмової магістралі (відсутності перекритих кінцевих кранів при продуванні гальмової магістралі кінцевим краном хвостового вагона); спрацьовування автоматичних гальм при проведенні зарядження й випробування;

– напруги управління ЕПГ;

– струму споживання ЕПГ із відміткою величини вимірюваного струму;

– створення пакета документів про роботу ПТО (ВУ-45 тощо).

Пристрій призначений для роботи в умовах парку відстою рухомого складу або ранжирного парку. Забороняється установлення пристрою на коліях, обладнаних електричною тягою. При установленні пристрою на коліях, обладнаних рейковими колами системи централізації допускається підключати шину до рейки одночасно тільки одну польову колонку.

Пристрій УЗОТ-П складається з таких основних частин (рисунок 11.11):

– пульт оператора парку ППП, що включає ПК із монітором і принтером ПУ, блок зв'язку (БЗ) і призначений:

а) для управління процесами підготовки АГ і ЕПГ;

б) приймання й обробки сигналів від вимірювачів;

в) передачі команд управління БЕПГ і польових пристроїв БПК відповідно до закладених алгоритмів роботи й режимів, що задаються оператором парку;

г) оброблення даних про параметри гальмової системи складу;

д) інформування оператора про стан гальм рухомого складу;

е) зберігання результатів випробувань у базі даних на магнітних дисках;

ж) забезпечення пошуку, аналізу й документування результатів;

– блок управління ЕПГ, призначений:

а) для ретрансляції команд управління від ППП до БПК і даних назад при роботі блока в автоматичному режимі;

б) управління АГ і ЕПГ при роботі блока в ручному режимі, у тому числі при проведенні перевірки вимірювачів;

в) комутації каналів управління ЕПГ (один з п'яти): напруга ЕПГ і її зворотний зв'язок, лінія передачі даних;

г) формування напруги управління ЕПГ;

д) вимірювання струму споживання ЕПГ;

е) живлення схем БПК напругою +40 В;

– блоки польових живильних колонок БПК, призначені:

а) для підключення АГ і ЕПГ складу до виконавчих пристроїв УЗОТ-П через з'єднувальний рукав;

б) тиску повітря на виході блока відповідно до алгоритмів роботи пристрою за командами від ППП або БЕПГ (у ручному режимі);

в) вимірювання тиску повітря в НМ і ГМ і витікання повітря з ГМ і передачі даних на БЕПГ і ППП;

г) передачі напруги живлення ЕПГ від БЕПГ до з'єднувального рукава;

д) електричних комунікацій, призначених для обміну інформацією між блоками пристрою й подачі керуючої напруги ЕПГ від БЕПГ до польових БПК;

е) пневматичних комунікацій, призначених для підведення стисненого повітря від живильної мережі парку до БПК.

УЗОТ-П виконаний у вигляді встановленого в приміщенні оператора парку відправлення пульта ППП зі стаціонарною антеною, підключеною до БС. Пристрої з'єднані з установленими в горловині парку роз'єднувальними кранами і ресиверами НМ. Блоки БЕПГ, установлені в горловині парку, можна встановлювати в приміщенні оператора відповідно до нормативних вимог щодо силових кабелів ЕПГ.

Встановлено між коліями живильні колонки БПК із кінцевим краном №190 і з'єднувальними рукавами № 369А при випробуванні ЕПГ рухомого складу, а корпус БПК, що підключається до нього, має бути підключений до рейки. У парках прокладено між коліями трубопроводи НМ, кабелі зв'язку й силові кабелі від БЕПГ до БПК.

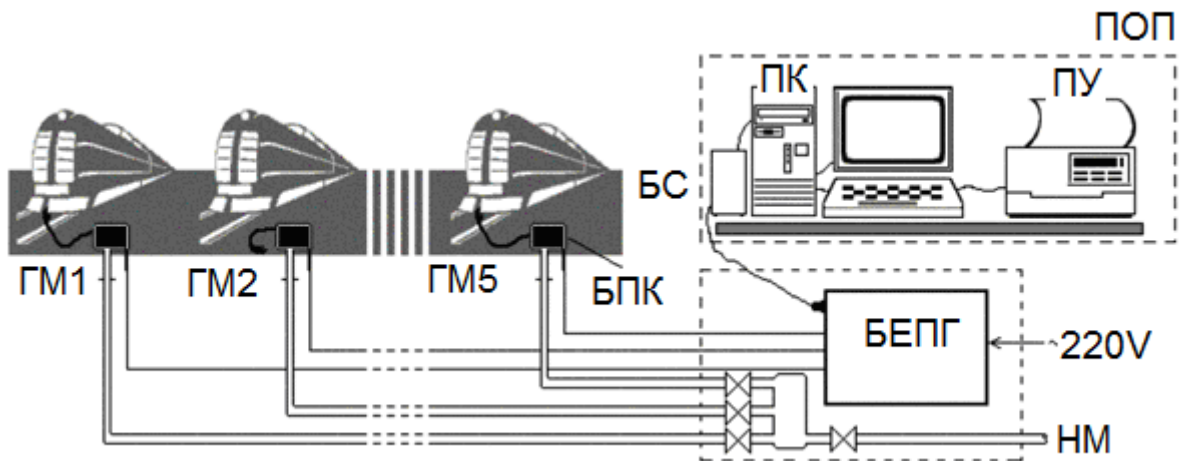


Рисунок 11.11 – Схема розміщення основних частин пристрою УЗОТ-П

Контрольні питання

- 1 На скільки груп поділяються ЗТД, які використовуються у процесі експлуатації вагонів?
- 2 Які ЗТД належать до 1-ї групи, яке їх основне призначення і місце розміщення?
- 3 Яке основне призначення «САКМА» і де саме її розташовують?
- 4 Навести основні технічні параметри «САКМА».
- 5 Яку основну роль виконує польова камера «САКМА» і де вона встановлюється?
- 6 Принцип дії польової камери «САКМА».
- 7 Де розміщується постове і станційне обладнання «САКМА» і з чого воно складається?
- 8 Як здійснюється налаштування системи орієнтації лазерних випромінювачів «САКМА»?
- 9 Навести принцип дії механізму автоматичної орієнтації лазерних випромінювачів «САКМА».
- 10 Які ЗТД, окрім «САКМА», використовуються для виявлення несправностей автозчіпного обладнання вагонів?
- 11 Які ЗТД належать до 3-ї групи?
12. Призначення і будова УЗОТ-РМ.
13. Що забезпечує УЗОТ-РМ?

- 14 Призначення УЗОТ-П і які основні функції він виконує?
- 15 З яких основних частин складається УЗОТ-П?
- 16 Для чого призначений БЗ ЕПГ УЗОТ-П?
- 17 Для чого призначений блок управління ЕПГ УЗОТ-П?
- 18 Для чого призначені блоки живильних колонок БПК УЗОТ-П?

ТЕМА 12. Підвищення якості технічного утримання вузлів вагонів шляхом застосування сучасних методів вібродіагностики

12.1 Завдання та методи вібродіагностики

Вібродіагностика й моніторинг стану механічного обладнання дозволяє:

- уточнити причини дефекту й умови його виникнення та розвитку, а також оцінити фактори, що на це впливають;
- вчасно усунути дефект або збільшити середнє напрацювання механічного обладнання на прояв дефекту (відмову);
- знизити інтенсивність прояву дефекту (відмови) при найбільш відповідальних режимах роботи й експлуатації механічного обладнання;
- поліпшити організацію робіт з розроблення й впровадження заходів, спрямованих на усунення дефекту;
- оцінити ефективність заходів, спрямованих на усунення дефекту, і вибрати для впровадження найбільш ефективні;
- отримати економічний ефект завдяки зниженню витрат на впровадження заходів, що запобігають виникненню дефектів або усувають несправність, а також витрат виробництва на виготовлення деталей;
- оцінити можливий ефект від розроблених і впроваджених заходів на ранній стадії, що є дуже важливо, тому що повний прояв дії цих заходів залежить від напрацювання підшипників після їх впровадження [5].

Для вібродіагностування оцінки технічного стану механічних вузлів вагонів використовуються такі методи:

- метод ПК-фактора;
- метод прямого спектра;
- метод спектра обвідної;
- метод ударних імпульсів.

Нижче коротко викладено фізичний зміст отримання вібродіагностичних параметрів кожним із цих методів.

12.2 Метод ПК-фактора

Якщо встановити акселерометр поблизу зовнішнього кільця справного, добре змазаного підшипника й подивитися на отриманий сигнал на осцилографі, ми побачимо стаціонарний двополярний сигнал шумового характеру, симетричний відносно часової осі, як це приблизно наведено на рисунку 12.1, а.

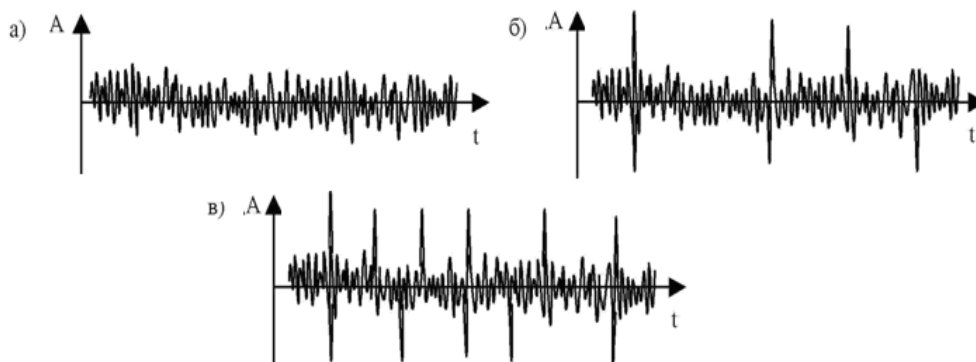


Рисунок 12.1 — Вигляд часового сигналу вібрації підшипника кочення

За допомогою простого вібрметра можна вимірювати два параметри вібросигналу:

- середньоквадратичне значення рівня (СКЗ) вібрації, тобто енергію вібрації;
- пікову амплітуду (ПК) вібрації (позитивний, негативний або повний розмах).

Будемо вимірювати два ці параметри в процесі експлуатації підшипників зі звичайною періодичністю. Із часом, з появою дефектів на кінематичних вузлах підшипників, у вібросигналі почнуть з'являтися окремі, короткі амплітудні піки, що відповідають моментам зіткнення дефектів (рисунок 12.1, б).

Надалі, з розвитком дефекту, спочатку збільшуються амплітуди піків, потім поступово збільшується і їхня кількість (рисунок 12.1, в) — дефект починає «розноситися» по підшипнику, тобто, з'явившись спочатку, наприклад на одному з роликів, він створює зрештою забоїну на кільці, з нього вона переноситься на інший ролик, дефекти роликів починають виробляти сепаратор і так далі до повного руйнування. Якщо зобразити результати вимірювань на графіку, побачимо залежності, наведені на рисунку 12.2. ППК і СКЗ являють собою монотонні, неспадні функції однакового характеру, але які зміщені одна відносно одної в часі. Спочатку, з появою й розвитком дефекту, зростає функція ППК, а СКЗ змінюється дуже повільно, оскільки окремі, дуже короткі амплітудні піки практично не змінюють енергетичні характеристики сигналу.

Надалі, зі збільшенням й кількості піків, починає вже відповідно збільшуватися енергія сигналу, зростає СКЗ вібрації. Самі по собі функції ППК і СКЗ малоінформативні для діагностики внаслідок своєї монотонності. Але відношення ППК/СКЗ, що називається ППК-фактором, уже становить значний інтерес, оскільки ця функція через часовий зсув між ППК і СКЗ має явно виражений максимум на часовій осі. На цьому й ґрунтується метод ППК-фактора. Експериментально було встановлено, що момент проходження функції ППК-фактор через максимум відповідає залишковому ресурсу підшипника близько 2-3 тижнів [5].

Основні характеристики коливальних процесів

Розмах коливань — різниця між найбільшим і найменшим значеннями коливальної величини в розглянутому інтервалі часу (подвійна амплітуда).

Пікове значення визначається як найбільше відхилення коливальної величини $x_p = |x_{max}|$.

Середньоарифметичне миттєвих значень вібрації характеризує загальну інтенсивність вібрації:

$$\tilde{x} = \frac{1}{T} \int_{\tau}^{\tau+T} x(\tau) d\tau, \quad (12.1)$$

де τ - поточне значення часової координати;
 T - період вимірювання.

Середньоквадратичне значення рівня — квадратний корінь із середнього арифметичного або середнього інтегрального значення квадрата коливальної величини в розглянутому періоді часу:

$$x_c = \frac{1}{T} \sqrt{\int_{\tau}^{\tau+T} x^2(\tau) d\tau} . \quad (12.2)$$

Коефіцієнт амплітуди або ПІК-фактор $K_{нф} = x_p / x_c$ — відношення пікового значення до середньоквадратичного. ПІК-фактор характеризує розвиток пошкодження. Значення ПІК-фактора в початковому періоді роботи буксового вузла вагона становлять 3÷4. При зародженні пошкоджень значення ПІК-фактора збільшуються до 10÷15. Збільшення ступеня пошкоджень знижує значення ПІК-фактора до 3÷4 (рисунок 12.2).

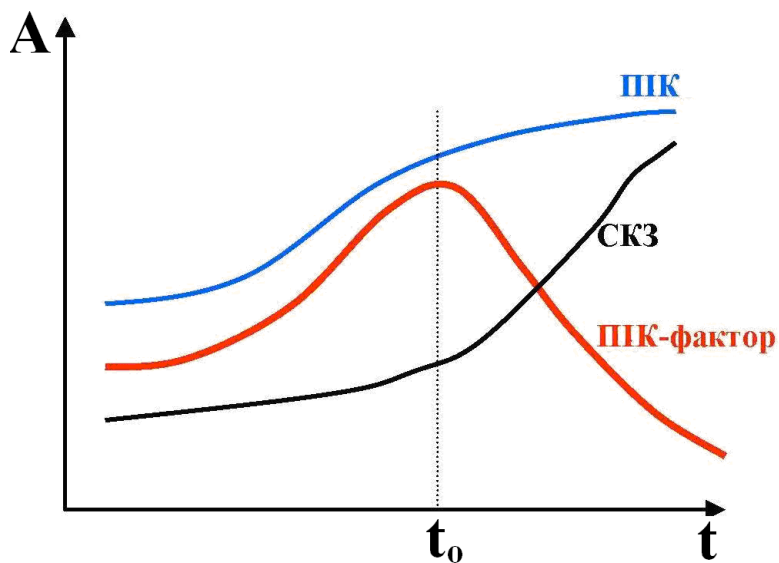


Рисунок 12.2 — Залежність параметрів сигналу від часу

Для гармонійних коливань $k_{nf} = 1,41$; $x_p = A$; $x_{сер} = 0,637A$; $x_{скз} = 0,707A$. Основні характеристики коливальних процесів зображені на рисунку 12.3.

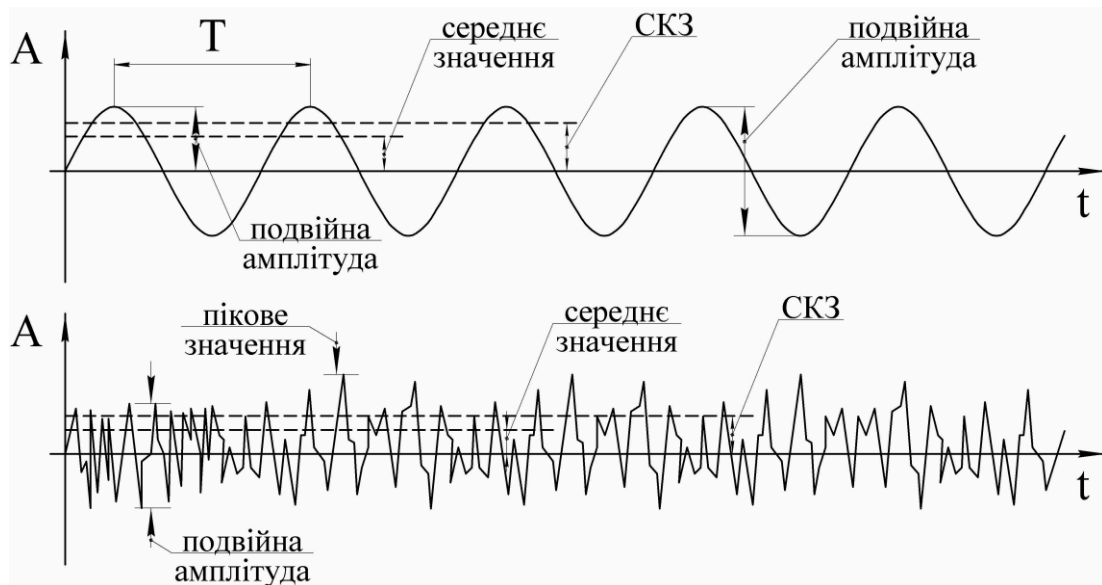


Рисунок 12.3 — Характеристики коливальних процесів

Основною перевагою даного методу є простота. Для його реалізації потрібний звичайний віброметр загального рівня, тобто найпростіший і дешевий вібровимірювальний прилад.

Основні недоліки — слабка перешкодозахищеність методу й необхідність проводити багаторазові вимірювання в процесі технічного обслуговування і ремонту (ТОР). Справа в тому, що встановити датчик безпосередньо на зовнішньому кільці підшипника практично неможливо, тобто він установлюється десь на корпусі букси або редукторі підвагонного генератора пасажирського вагона. Отже, і сигнал вібрації характеризує не тільки підшипник, але й інші деталі буксового вузла, що в цьому випадку можна розглядати як вібраційні перешкоди. І чим далі встановлений датчик від підшипника, тим складніша кінематика самого буксового вузла, тим менше ймовірність методу. Тому й використовувати цей метод, *по-перше*, доцільно тоді, коли датчик можна розташувати поблизу від підшипника, й сама кінематика механізму проста.

По-друге, для отримання достовірної оцінки необхідно багаторазово проводити вимірювання при ТОР. Одержати оцінку стану за одним вимірюванням неможливо.

12.3 Метод прямого спектра

Повернемося до вібраційних сигналів, що наведені на рисунку 12.1. Ті самі сигнали можна проаналізувати не тільки з погляду співвідношення амплітудних і енергетичних характеристик, але й з погляду періодичності появи амплітудних сплесків. Саме на цьому й базується метод прямого спектра (рисунок 12.4). Вібраційний сигнал аналізується вузькосмуговим спектроаналізатором, і за частотним складом спектра можна ідентифікувати виникнення й розвиток дефектів підшипників кочення.

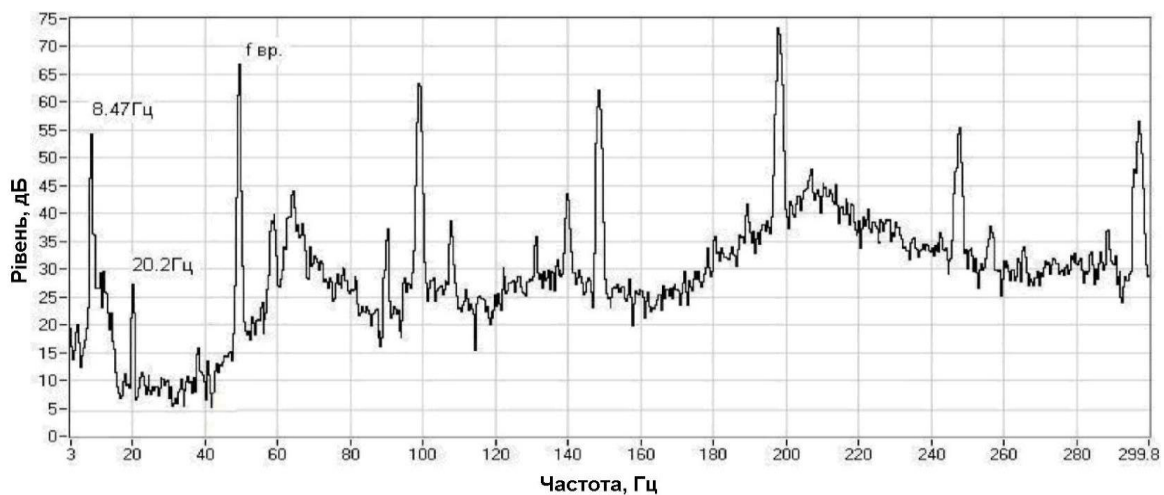


Рисунок 12.4 — Прямий спектр вібрації

Амплітудні сплески у вібросигналі з'являються не хаотично, а з цілком певною періодичністю або частотою. Причому дефекту на кожному з елементів підшипника (тіла кочення, доріжки, сепаратора) відповідають свої частоти, які однозначно прораховуються залежно від кінематики підшипника й швидкості його обертання. Наявність тієї або іншої дискретної складової в спектрі сигналу говорить про виникнення відповідного дефекту підшипника, а амплітуда цієї складової — про глибину дефекту. Це трохи спрощений підхід, оскільки багато дефектів у спектрі проявляються у вигляді не однієї частотної складової, а декількох, однак не будемо тут вдаватися в тонкості спектрального аналізу складних сигналів. Для розуміння суті методу це мало що додасть.

Очевидно, що основних переваг у методу два:

– досить висока завадозахищеність (малоймовірна наявність у буксовому вузлі джерел, що створюють вібрації на тих самих частотах, що й дефекти підшипника);

– інформативність методу істотно вище, ніж за методом ПК-фактора. Тому є можливість одержати диференційовану оцінку технічного стану підшипника окремо за кожним його кінематичним вузлом, оскільки вони генерують різні частотні ряди в спектрі.

Недоліків, на жаль, теж, як мінімум, два:

– метод дорогий, будь-який самий простенький вузькосмуговий спектроаналізатор коштує надмірно дорожче найсучаснішого віброметра;

– метод малочутливий до зароджувальних й слабких дефектів. Це пов'язано з тим, що підшипник у переважній більшості буксових вузлів вагонів, а також інших механізмів є дуже малопотужним джерелом вібрації. Інакше кажучи, невеликий відкол на ролику або доріжці не в змозі помітно хитнути буксовий вузол вагона, щоб ми побачили цю частотну складову в спектрі вібрації. І тільки при досить сильних дефектах амплітуди цих частотних складових починають помітно виділятися над загальною шумовою частиною спектра.

Незважаючи на ці недоліки, метод використовується досить широко і дає гарні результати.

12.4 Метод спектра обвідної

Вихідний вібросигнал залишається той самий, так що повернемося ще раз до рисунка 12.1. Звернемо увагу на те, що високочастотна шумова частина сигналу змінює свою амплітуду в часі, тобто вона модулюється іншим більш низькочастотним сигналом. Виявляється, що саме в цьому модулюючому сигналі міститься інформація про технічний стан підшипника або зубчастого колеса. Виділення й оброблення цієї інформації становить основу цього методу. Експериментально було встановлено, що найкращі результати цей метод дає в тому випадку, якщо аналізувати модуляцію не широкосмугового сигналу, що отримується від акселерометра, а попередньо

здійснити смугову фільтрацію вібросигналу в діапазоні приблизно 6 – 10 кГц і аналізувати модуляцію цього сигналу. Для цього відфільтрований сигнал детектується, тобто виділяється модулюючий сигнал (або ще його називають «обвідна сигналу»), що подається на вузькосмуговий спектроаналізатор і тоді отримуємо спектр модулюючого сигналу, або спектр обвідної, що у свою чергу дало назву цьому методу [5]. Описана послідовність обробки сигналу зображена для наочності на рисунку 12.5.

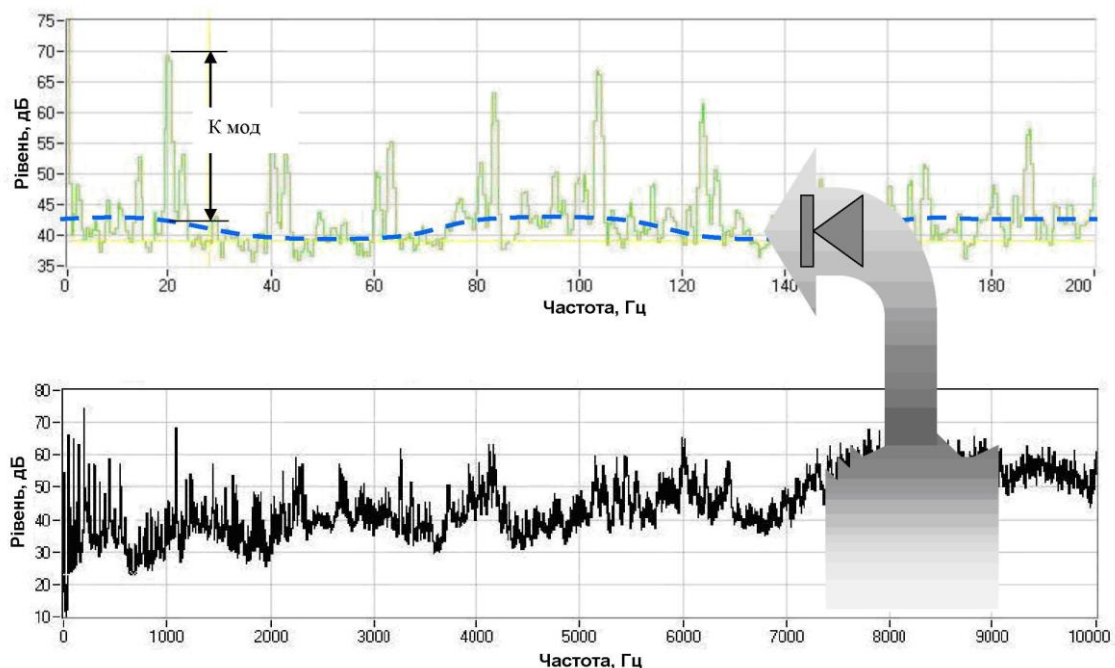


Рисунок 12.5 — Обробка сигналу за методом спектра обвідної

Видно, що обробка сигналу досить складна, але сам результат вартий того. Справа в тому, що, як уже говорилося вище, невеликі дефекти підшипника не в змозі викликати помітні вібрації в області низьких і середніх частот, що генеруються підшипником. У той же час для модуляції високочастотних вібраційних шумів енергії виникаючих ударів виявляється цілком достатньо, тобто цей метод має дуже високу чутливість.

Сам спектр обвідної має завжди дуже характерний, специфічний вигляд. За відсутності дефектів він являє собою майже горизонтальну, злегка хвилясту лінію. З появою дефектів над рівнем цієї досить гладкої лінії суцільного фону починають підніматися дискретні складові, частоти яких однозначно

розраховуються за кінематикою й обертанням підшипника. Частотний склад спектра обвідної дозволяє ідентифікувати наявність дефектів, а перевищення відповідних складових над фоном однозначно характеризує глибину кожного дефекту.

Переваги даного методу — висока чутливість, інформативність і захищеність від завад.

Основний недолік — висока вартість і складність реалізації. Як правило, алгоритм обробки й аналізу реалізується з використанням комп'ютерної техніки.

Метод широко використовується в середовищі професіоналів і в стаціонарних системах моніторингу технічного стану буксових вузлів вагонів.

12.5 Метод ударних імпульсів

Природно, ми знову повертаємося до рисунка 12.1. Правда, цього разу для того, щоб сказати, що не все, пов'язане з дефектами підшипника, ми можемо побачити на цьому рисунку. Там наведені вібросигнали з типового акселерометра, що працює в діапазоні від часток герців до $10 \div 20$ кГц. Але працюючий підшипник генерує й більш високочастотні вібраційні процеси, які і є тут предметом нашого розгляду.

Співударяння дефектів підшипника викликає виникнення високочастотних, швидкозгасальних коливань, що поширюються від підшипника по буксовому вузлі вагона у вигляді хвиль стиску/розтягу, аналогічно тому, як поширюється звук у повітрі. Технологія обробки сигналів наведена на рисунку 12.6.

Спостережуваний процес аналогічний тому, як відгукується на удари камертон. Як би по ньому не вдарити — він все ж таки дзенькає на своїй власній частоті.

Так і підшипникові вузли від зіткнення дефектів «дзенькають» на своїй частоті. Частота ця звичайно лежить у діапазоні $28 \div 32$ кГц. І, на відміну від камертона, ці коливання дуже швидко загасають, тому на відповідних осцилограмах, які отримуються, вони виглядають практично, як імпульси, що й дало назву методу — *метод ударних імпульсів*.

Амплітуди ударних імпульсів однозначно пов'язані зі швидкістю співударяння дефектів і глибиною дефектів.

Результати вимірювань дуже легко пронормувати за швидкістю співударяння, знаючи геометрію підшипника і його оберти. Таким чином, за амплітудами ударних імпульсів можна вірогідно діагностувати наявність і глибину дефектів. При цьому граничні значення, що характеризують той чи інший стан підшипника, виявляються абсолютно універсальними, тобто ніяк не залежать від типу й обертів підшипника.

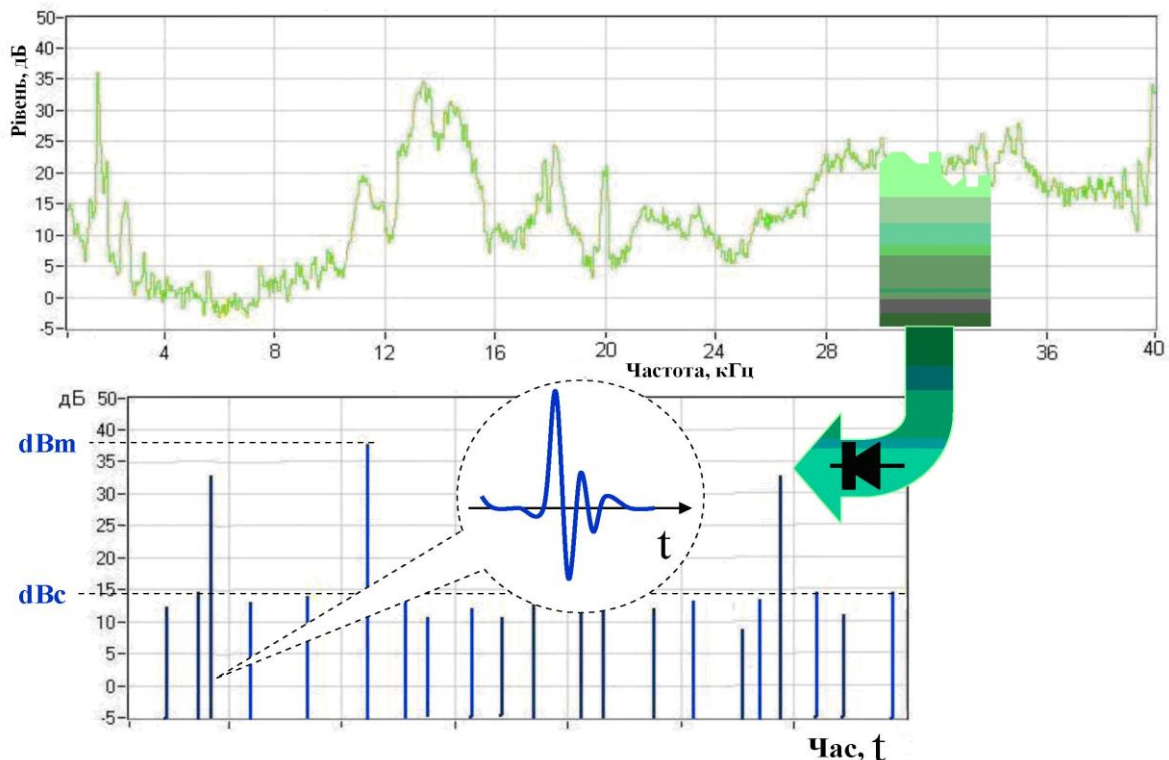


Рисунок 12.6 — Обробка сигналу за методом ударних імпульсів

Метод простий і дешевий у реалізації, має високу чутливість і дуже широко використовується як у середовищі професіоналів, так і для ТОР буксових вузлів вагонів і редукторів підвагонних генераторів пасажирських вагонів, оскільки існують прості, портативні прилади, що працюють за цим методом.

Для використання методу існує одне обмеження, пов'язане з конструктивним виконанням механізму. Оскільки мова йдеться про вимірювання ультразвукових хвиль коливань, які дуже сильно загасають на границях рознімних з'єднань, для коректних вимірювань необхідно, щоб між зовнішнім кільцем підшипника й

місцем розташуванням датчика існував суцільний масив металу. У більшості випадків це не викликає проблем.

12.6 Порівняльні характеристики методів вібродіагностики

Для виконання порівняльного аналізу наведених вище методів зведемо їх у таблицю 12.1, у якій описані характеристики методів, а також максимальна оцінка параметрів буде наведена п'ятьма плюсами. Це особисті оцінки, що базуються на власному досвіді й не претендують на абсолютну істину.

Таблиця 12.1 — Порівняльні характеристики методів

Параметр	Оцінка методу			
	ПК-фактор	прямий спектр	спектр обвідної	ударні імпульси
1	2	3	4	5
1 Діагностика дефектів, що зароджуються	-	+	+++++	++++
2 Діагностика розвинених дефектів	++	+++	+++++	+++++
3 Оцінювання технічного стану за результатами однократного вимірювання	+	++	+++++	+++++
4 Оцінювання технічного стану при спостереженні за зміною вібропараметра в	+++	++++	+++++	+++++
5 Поділ технічного стану підшипника за кінематикою й змащенню	-	-	+	++++
6 Ідентифікація змін кінематики підшипника з конкретними джерелами (тіла кочення, доріжки, сепаратор, перекося тощо)	-	+++	++++	-
7 Завадозахищеність	+	++	+++++	++++

Продовження таблиці 12.1

1	2	3	4	5
8 Апаратурно реалізований простими портативними засобами віброконтролю, капітальні вкладення мінімальні	++++	++	++	+++++
9 Апаратурні засоби з функціями спектрального аналізу, що досить складні та мають високу вартість для масового споживача	-	++++	+++++	-

Контрольні питання

- 1 Які основні завдання вібродіагностики?
- 2 Які існують методи вібродіагностики для оцінювання технічного стану механічних вузлів рухомого складу?
- 3 Що являє собою метод ПСК-фактора?
- 4 Навести основні характеристики коливальних процесів.
- 5 Навести переваги і недоліки метода ПСК-фактора.
- 6 Що являє собою метод прямого спектра?
- 7 Які основні переваги і недоліки метода прямого спектра?
- 8 Що являє собою метод спектра обвідної вібрацій?
- 9 Які основні переваги і недоліки метода спектра обвідної вібрацій?
- 10 Що являє собою метод ударних імпульсів?
- 11 Які основні переваги і недоліки метода ударних імпульсів?
- 12 Навести порівняльні характеристики методів вібродіагностики і оцінити, який, на вашу думку, буде найбільш ефективним для діагностування механічних вузлів рухомого складу?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Борзилов І. Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів : підручник. Харків : УкрДАЗТ, 2003. Т. 1. 246 с.
- 2 Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання : конспект лекцій. Харків : УкрДАЗТ, 2014. Ч. 3. 156 с.
- 3 Равлюк В. Г. Передовий досвід технічного утримання вагонів: конспект лекцій. Харків : УкрДУЗТ, 2018. Ч. 1. 58 с.
- 4 Петухов В. М. Використання енергозберігаючих технологій при контролі буксових вузлів. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків : УкрДУЗТ, 2015. Вип. 153. С. 238-243.
- 5 Равлюк В. Г. Вібродіагностика та методи діагностування підшипників кочення буксових вузлів вагонів. *Зб. наук. праць Донец. ін-ту залізнич. трансп.* Донецьк, 2010. Вип. 21. С. 177 – 189.
- 6 Інструкція з розміщення, встановлення та експлуатації засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу під час руху поїзда : ЦВ-ЦШ-0053 : затв. наказом Укрзалізниці 17.03.2003. [Чинна від 2003-03-17]. Київ : Укрзалізниця, 2003. 66 с.
- 7 Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України : ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015. [Чинна від 1997-10-28]. Київ : ТОВ НВП «Поліграфсервіс», 2004. 146 с.
- 8 Vision System for Registration of Railway Tank-cars / A. P. Bulanov, S. G. Volotovskii, N. L. Kazanskiy, S. B. Popov, R. V. Khmelev, S. M. Shumakov. *Automation in industry*. 2005. № 6. P. 57-59.
- 9 Machine Vision System for Registration of Oil Tank Wagons / S. G. Volotovskii, N. L. Kazanskiy, S. B. Popov, R. V. Khmelev. *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2005. Vol. 15, N 2. P. 461-463.
- 10 Rail Automation. URL : // <http://www.htsol.com/Products.asp?id=83>.
- 11 Train OCR Portal. URL : // <http://www.camco.be/camco/en/products/train-ocr-portal>.
- 12 Прогрессивные технологии обеспечения безопасности движения поездов и сохранности перевозимых грузов : монография / В. А. Гапанович, И. И. Галиев, Ю. И. Матяш, В. П. Ключа. Москва : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте», 2008. 220 с.

В. Г. Равлюк

ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД
ТЕХНІЧНОГО УТРИМАННЯ ВАГОНІВ

Конспект лекцій

Частина 3

Відповідальний за випуск Равлюк В. Г.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 01.03.21 р.
Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.
Умовн.-друк. арк. 6,0. Тираж 5. Замовлення №
Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.