


**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту та будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**

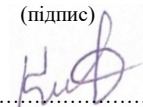
спеціальність 273 «Залізничний транспорт».
освітня програма «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

на тему: «Організація оперативного керування роботою тягового рухомого складу на залізницях»


Виконав: студент групи ІБЗТ-22дм
Гулемба О.О.


.....
(підпис)

Керівник: проф. Кириченко І.О.


.....
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.


.....
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ РОБОТИ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ	7
1.1 Аналіз розміщення основних вузлів тягового рухомого складу	7
1.2 Особливості умов експлуатації тягового рухомого складу	10
1.3 Вплив режимів роботи на економічність і надійність роботи дизеля	13
Висновки по 1 розділу	15
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДІАГНОСТИКИ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ	16
2.1 Основні поняття технічної діагностики	16
2.2 Діагностування вузлів електричних машин, апаратів і елементів електричних ланцюгів	29
2.3 Методи діагностування дизелів	34
2.4 Технічне обслуговування й ремонт	40
Висновки по 2 розділу	53
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	55
ДОДАТОК А	63

1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ РОБОТИ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

1.1 Аналіз розміщення основних вузлів тягового рухомого складу

Для прикладу зроблений аналіз тепловозу - автономного локомотиву, на якому у якості силової енергетичної установки використовується тепловий поршневий двигун внутрішнього згоряння - дизельний двигун, величина ефективного КПД якого досягає 40-45%. Застосування дизельного двигуна замість паросилової енергетичної установки паровоза забезпечує високий рівень КПД тепловоза (26-31%), що перевищує КПД паровоза в 4-5 раз. Назва «тепловоз» зложилося по типу назви паровоза. За рубежом тепловоз називають «дизельним локомотивом» - diesel locomotive або diesel-electric locomotive (англ.), locomotive Diesel (франц.), Diesellokomotive (ньому.), locomotora Diesel (вик.) [20-22]. До тепловозів, як до типу локомотивів, відносять також такі спеціалізовані види автономного пасажирського моторвагонного рухомого состава, енергетичними установками яких служать двигуни внутрішнього згоряння, як дизель-поїзда.

Загальне обладнання магістральних тепловозів значною мірою однотипно. Вантажні тепловози вітчизняного виробництва (наприклад, 2ТЕ10 або 2ТЕ116) складаються із двох однакових секцій (рис 1.1.), з'єднаних між собою стандартним автозчепом, що допускає можливість окремої роботи кожної секції. Секція з кузовом вагонного типу має свою кабінку машиніста, де розташований пульт керування. При спільній роботі обидві секції управляються з поста керування головної секції. Джерелом енергії служить дизель, основна частина вироблюваної їм енергії передається тяговому генератору (постійного струму), вал якого з'єднаний з колінчатим валом дизеля [22]. Дизель і генератор установлені на загальній піддизельній рамі й становлять єдиний агрегат - дизель-генератор, який, як найбільш важкий вузол, розташований у середній частині головної рами. Це забезпечує більш рівномірний розподіл навантажень на колісні пари, які об'єднані у

двохвісні візки. Головна рама складається із двох потужних поздовжніх несучих елементів-хребтових балок, виготовлених із двотаврового сталевого прокату й посилених накладками, і двох бічних стінок кузова.

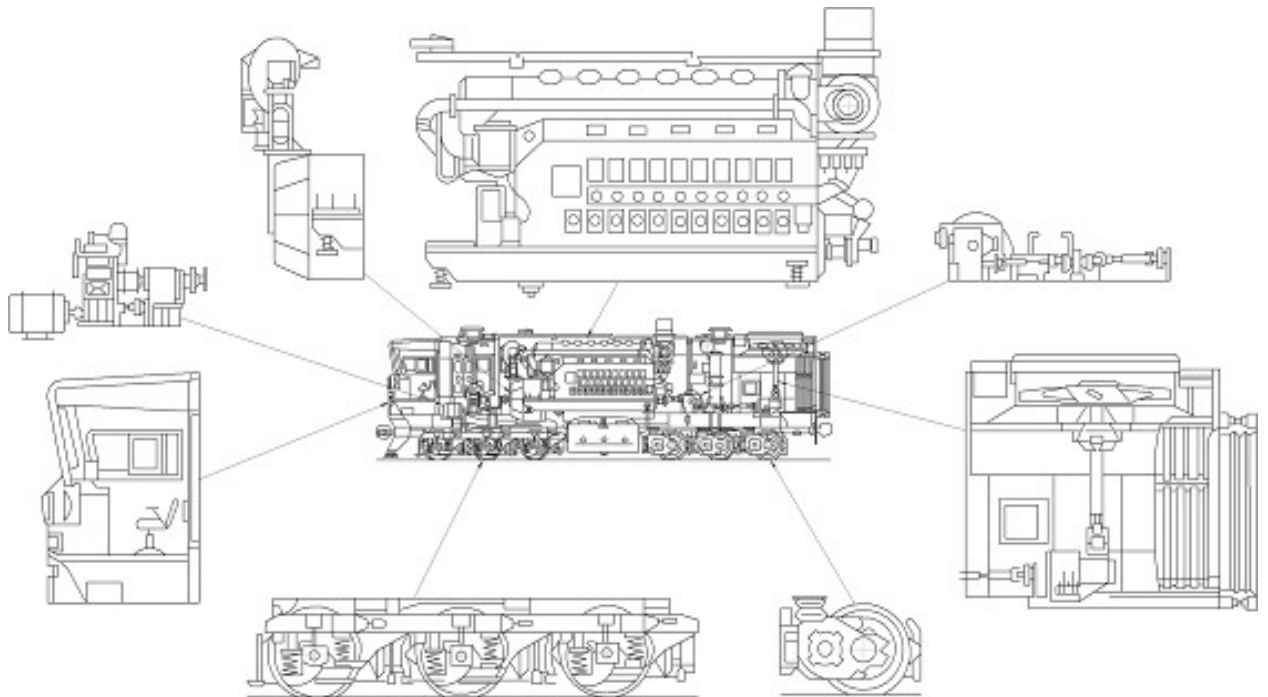


Рис. 1.1. Розміщення основних вузлів на секції тепловоза типу 2ТЕ10:

1 - пульт керування; 2 - кабіна машиніста; 3 - двохмашинний агрегат; 4 - гальмовий компресор; 5, 16 - вентилятори охолодження тягових електродвигунів; 6 - передній розподільний редуктор; 7 - високовольтні камери; 8 - вентилятор охолодження тягового генератора, 9 - тяговий генератор; 10 - піддизельна рама; 11 - відцентровий нагнітач; 12 — кузов; 13 - дизель; 14 -турбокомпресор; 15 - задній розподільний редуктор; 17 - вентилятор охолоджувального обладнання дизеля, 18-секції радіатора; 19 - гідроредуктор; 20 - шахта охолоджувального обладнання дизеля; 21 - автозчеп; 22 - тяговий електродвигун; 23 - колісна пара; 24 - паливний бак; 25 - візок; 26 - головна рама

Продольні балки з'єднано декількома поперечними перегородками з листа, а по кінцях - литими поперечними балками, що утворюють стяжні ящики, призначені для установки автозчепів. У середній частині поздовжні балки з'єднані також двома поперечними шкворневими балками над кожним візком. У горизонтальній площині балки головної рами об'єднані зверху й знизу листами настилу, верхній настил утворює підлога машинного приміщення кузова[22-25].

На осі кожної колісної пари підвішені тягові електродвигуни (див. рис 1.1.), які харчуються струмом від тягового генератора й перетворюють його енергію в механічну роботу, приводячи в обертання (через тягові редуктори) колісні пари. Застосовуються електричні передачі постійного струму (тепловози типу 2TE10) і передачі перемінно-постійного струму (2TE116), при яких генератор виробляє змінний струм, а тягові двигуни харчуються випрямленим струмом через проміжний напівпровідниковий перетворювач [26-28].

Для привода агрегатів допоміжного устаткування тепловоза частина потужності від вала дизеля відбирається через передній і задній розподільні редуктори [29, 30]. З переднім редуктором зв'язані гальмовий компресор і двохмашинний агрегат, що полягає зі збудника (генератора, що харчує струмом обмотки головних полюсів тягового генератора) і допоміжного генератора, який служить джерелом для живлення допоміжних електричних кіл низької напруги (керування, освітлення, заряду акумуляторної батареї й т.п.). Від вала заднього редуктора через гідроредуктор приводиться вентилятор охолоджувальних обладнань тепловозного дизеля. Вентилятор просмоктує повітря ззовні через секції радіаторів, відводячи теплоту від води системи охолодження дизеля [29, 30].

Секції розташовані по обидва боки шахти охолоджувальних обладнань. Кузов тепловоза вагонного типу 2TE10 складається з лобовий, бічних і торцевий стінок і даху, по периметру основи опирається на раму. По довжині

кузов розділений на кілька частин: передня частина - кабіна машиніста, середня частина - машинне (дизельне) приміщення, де розміщується дизель-генератор і частина допоміжного устаткування, і кінцева частина - шахта, де розміщені охолоджувальні обладнання дизеля. Частина кузова між кабіною машиніста й дизельним приміщенням відведена для високовольтних камер, у яких розміщені електричні апарати силових і допоміжних ланцюгів. По обидві сторони дизеля під підлогою розміщені елементи акумуляторної батареї, яка служить для електричного пуску дизеля Як стартера використовується тяговий генератор, що працює при цьому в режимі двигуна [30-32].

Запас палива втримується в баку, підвішеному до рами в середній її частині. Повітря для роботи дизеля засмоктується з атмосфери через повітроочисники, розміщені по обидва боки (у бічних стінках кузова), турбокомпресорами й відцентровим нагнітачем. Тягові електричні машини мають повітряне охолодження. Для відводу теплоти від них служать три вентилятори, один для охолодження генератора й два - для охолодження тягових електродвигунів.

1.2 Особливості умов експлуатації тягового рухомого складу

У комплекс параметрів зовнішнього середовища, в якому працюють локомотиви, входять наступні погодно-кліматичні параметри:

- температура повітря;
- атмосферний тиск;
- вологість атмосферного повітря (низька, висока);
- аеродинамічний опір;
- запилена повітря (зміст абразивних частинок);
- атмосферні осідання (дощ, сніг, роса, іній, ожеледь).

Швидкість процесів, що протікають у вузлах і деталях локомотивів і викликають зниження працездатності і надійності, в значній мірі

визначається інтенсивністю використання локомотивів, режимами їх роботи, залежними, у свою чергу, від наступних експлуатаційних характеристик:

профілю шляху (величини підйомів, їх частоти і протяжності, кількості кривих, їх радіусу);

маси вантажних поїздів;

швидкості руху поїздів по ділянці.

Дія навколишнього середовища, посилена високою інтенсивністю використання локомотивів, на їх вузли і деталі приводить до порушення працездатності, зміни робочих параметрів і характеристик [33]. Щоб забезпечити безвідмовну і ефективну роботу локомотивів, необхідно знати, який вплив на них роблять чинники зовнішнього середовища і системи експлуатації.

Схеми впливу параметрів навколишнього середовища на працездатність і економічність тепловозів, на надійність деталей, вузлів і тепловоза в цілому приведені на рис. 1.2 і 1.3.

Режими роботи енергосилової установки, тягової передачі і інших вузлів тепловоза визначають механічні навантаження на деталі, теплову і електричну напруженість механічних і електричних елементів. Особливо шкідливу дію надають несприятливі режими і їх поєднання: часті пуски і зупинки дизеля, «скидання-набори» позицій, холостий хід. Одним з найважливіших показників режимів роботи тепловозів і інтенсивності їх використання є потужність [34, 35]. Для кожної тягової ділянки існує свій розподіл потужності, що характеризується середнім значенням, коефіцієнтом завантаження дизеля, коефіцієнтом варіації потужності.

Низька температура зовнішнього повітря викликає зростання вібрації екіпажної частини і всього локомотива із-за збільшення жорсткості верхньої будови шляху. Це негативно відбивається на працездатності тягових електродвигунів і секцій радіатора холодильника [36-38].

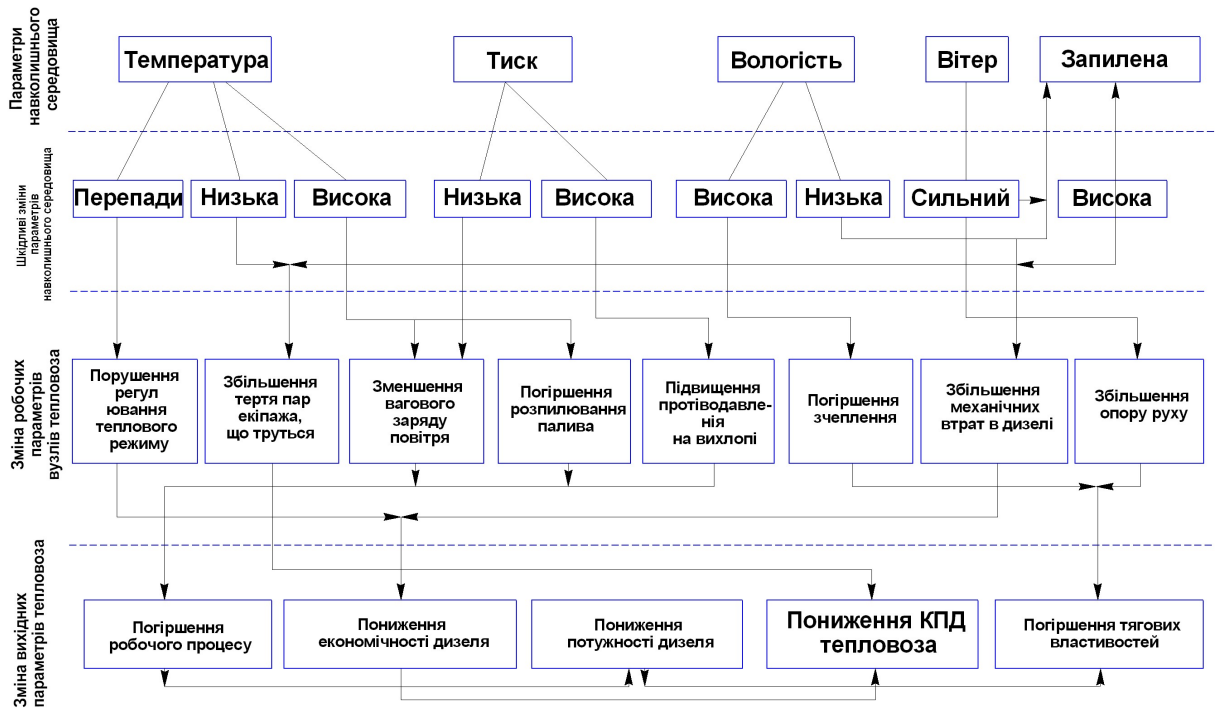


Рис. 1.2 Вплив параметрів зовнішнього середовища на функціонування тепловоза

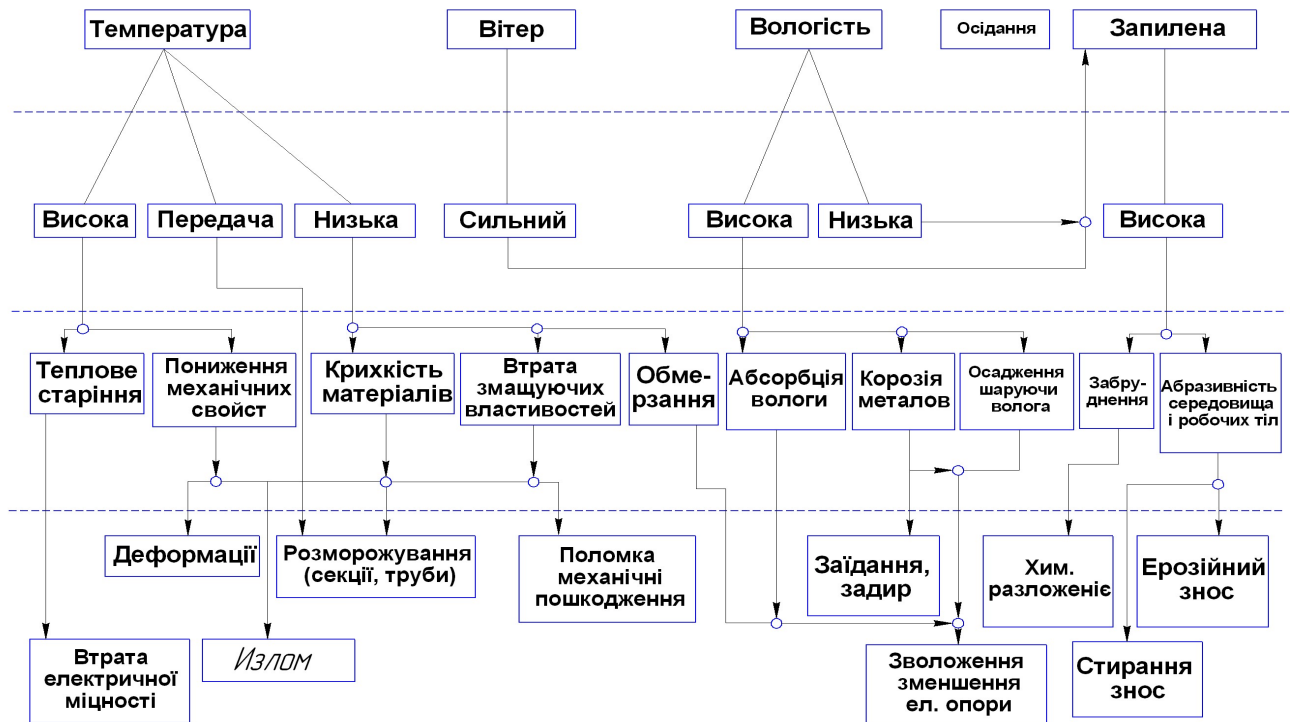


Рис. 1.3 Вплив параметрів навколишнього середовища на надійність працездатності тепловоза

У морозні дні на головках рейок утворюється плівка — конгломерат води, піску і пилу, який різко знижує зчеплення бандажів колісних пар з рейками і нерідко викликає бік-сунути коліс. При боксованні зростає знос бандажів колісних пар і посилюється вібрація частин локомотива [23, 39]. У зимовий час можливі попадання всередину тягових електродвигунів снігу і осадження вологи на відкритих поверхнях ізоляції, що приводить до її зволоження [4, 40, 41].

У літній період робота локомотивів також утруднена із-за зустрічних або бічних вітрів, що часто супроводжуються пиловими бурями. Тверді частинки, що містяться в повітрі, викликають абразивний знос поверхонь деталей дизеля, тягових електричних машин і вузлів екіпажної частини локомотива, що труться. Висока температура зовнішнього повітря сприяє швидкому старінню електроізоляційних матеріалів, втраті еластичності гумових деталей і погіршує якість функціонування систем охолодження води і масла. При високій температурі спостерігається інтенсивніше випаровування змащувальних матеріалів, що сприяє прилипанню пилу, що містить абразивні і струмопровідні частинки, до поверхонь екіпажної частини і ізоляції електричного устаткування.

Закономірне зменшення маси повітря, що поступає в циліндри, веде до пониження потужності дизеля, неповного згорання палива і підвищеному нагароутворенню на деталях циліндро-поршневої групи.

1.3. Вплив режимів роботи на економічність і надійність роботи дизеля

Експлуатаційні режими роботи локомотивних енергетичних установок відрізняються великою різноманітністю, обумовленою великою масою поїздів, різноманітністю профілю шляху, кліматичних умов і тому подібне

До основних режимів роботи локомотивів можна віднести сталий (стаціонарний) і несталий (нестаціонарний) режими. Нестаціонарний режим пов'язаний з пуском дизеля, набором і скиданням навантажень при його роботі в проміжних позиціях.

Відомо, що частка холостого ходу дизеля складає приблизно і від загального часу експлуатації локомотива. При цьому дизель використовується для приводу гальмівного компресора (для підтримки тиску повітря в гальмівній магістралі), вентиляторів охолодження тягових електродвигунів і інших допоміжних агрегатів. У зимових умовах час роботи дизелів тепловозів на неодруженому ходу значно зростає із-за необхідності підтримки необхідного рівня температур теплоносіїв в системах дизеля.

Робота дизеля на неодруженому ходу відбувається зазвичай в його низькотемпературному стані, що значно утрудняє протікання робочого процесу із-за надмірного зростання коефіцієнта надлишку повітря. Це призводить до зниження температури робочої суміші і, як наслідок, до збільшення періоду затримки займання [42].

Умови роботи паливної апаратури дизелів тепловозів на неодруженому ходу характеризуються нерегулярним уприскуванням палива (пропуском подачі), нерівномірним підйомом голки форсунки, нестабільністю залишкового тиску палива в трубопроводі. Це викликає зміну кута випередження уприскування палива в циліндр. Неповнота згорання палива сприяє розрідженню моторного масла і, як наслідок, підвищує знос кутів тертя дизеля. В результаті знижуються надійність і ресурс дизеля, погіршується паливна економічність і збільшується питома витрата палива.

Робота дизелів на часткових навантаженнях, складових значну частину експлуатаційних режимів, також негативно впливає на техніко-економічні показники двигунів [43].

Висновки по 1 розділу

Аналіз складових тягового рухомого складу та сучасних умов організації його роботи на залізничних напрямках дозволив виявити недоліки існуючої системи оперативного планування роботи, що призводять до непродуктивних простоїв транспортних засобів, бригад та составів на технічних станціях

Для забезпечення ефективного використання тягового рухомого складу за життєвий цикл слід враховувати необхідність розробки методів щодо коригування системами утримання. Системний науково-технічний аспект і забезпечення тривалих термінів функціонування і використання парку тягового рухомого складу вимагає підвищення ефективності утримання транспортних засобів на основі нових знань в області експлуатації складних технічних систем

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДІАГНОСТИКИ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

2.1 Основні поняття технічної діагностики

Головне призначення технічної діагностики полягає в підвищенні надійності об'єктів на етапі їх ремонту і в експлуатації, а також в запобіганні виробничому браку на етапі виготовлення об'єктів і їх складових частин [44]. Підвищення надійності забезпечується поліпшенням таких показників, як коефіцієнт готовності, коефіцієнт технічного використання, час відновлення працездатного стану, а також ресурс або термін служби і напрацювання повністю або напрацювання на відмову для резервованих об'єктів з відновленням [45]. Крім того, діагностичне забезпечення дозволяє набувати високих значень достовірності правильного функціонування об'єктів [46-48]. Запобігання виробничому браку досягається організацією діагностування на операціях вхідного контролю комплектуючих виробів і матеріалів і контролю технологічних процесів виготовлення об'єктів, включаючи вихідний контроль останніх.

Для умов експлуатації найбільш важливе поняття працездатного технічного стану об'єкту [45, 49, 50]. Об'єкт працездатний, якщо він може виконувати всі свої функції із збереженням значень заданих параметрів (ознак) в необхідних межах.

Виявлення і пошук дефектів — це процеси визначення технічного стану об'єкту, які об'єднуються загальним терміном діагностування; діагноз є результат діагностування. Таким чином, завданнями діагностування є перевірка справності, працездатності і правильності функціонування об'єкту, а також пошук дефектів, що порушують справність, працездатність або правильність функціонування. Строга постановка цих завдань припускає, по-перше, пряме або непряме завдання класу можливих (що розглядаються, заданих, найбільш вірогідних) дефектів і, по-друге, наявність формалізованих методів побудови алгоритмів діагностування, реалізація

яких забезпечує виявлення дефектів із заданого класу з необхідною повнотою або пошук останніх з необхідною глибиною.

Діагностування технічного стану будь-якого об'єкту здійснюється тими або іншими засобами діагностування. Засоби можуть бути апаратними або програмними; як засоби діагностування може також виступати людина — оператор, контролер, налагоджує. Засоби і об'єкт діагностування, що взаємодіють між собою, утворюють систему діагностування. Розрізняють системи тестового і функціонального діагностування. У системах тестового діагностування на об'єкт подаються спеціально організовані тестові дії. У системах функціонального діагностування, які працюють в процесі застосування об'єкту за призначенням, подача тестових дій, як правило, виключається. На об'єкт поступають тільки робочі дії, передбачені алгоритмом його функціонування. У системах обох видів засобу діагностування сприймають і аналізують відповіді об'єкту на вхідні (тестові або робочі) дії і видають результат діагностування, тобто ставлять діагноз: об'єкт справний або несправний, працездатний або непрацездатний, функціонує правильно або неправильно, має такий-то дефект або в об'єкті пошкоджена така-то його складова частина і тому подібне. Системи тестового діагностування необхідні для перевірки справності і працездатності, а також пошуку дефектів, справність, що порушують, або працездатність об'єкту. Системи функціонального діагностування необхідні для перевірки правильності роботи і пошуку дефектів, що порушують функціонування об'єкту.

Система діагностування в процесі визначення технічного стану об'єкту реалізує деякий алгоритм діагностування (тестового або функціонального). Алгоритм діагностування в загальному випадку складається з сукупності так званих елементарних перевірок об'єкту, а також правив, що встановлюють послідовність реалізації елементарних перевірок, і правил аналізу результатів останніх. Кожна елементарна перевірка визначається своєю тестовою або робочою дією, що подається або поступає на об'єкт, і складом контрольних

крапок, з яких знімають відповіді об'єкту на цю дію. Результатом елементарної перевірки є конкретні значення у відповідь сигналів об'єкту у відповідних контрольних крапках. Діагноз (остаточний висновок про технічний стан об'єкту) ставиться по сукупності отриманих результатів елементарних перевірок.

Системи тестового діагностування є системами управління, оскільки в них реалізується вироблення спеціально організованих тестових (тобто керівників) дій на об'єкт для визначення технічного стану останнього. Системами функціонального діагностування є типові системи контролю (у широкому сенсі цього слова), що не вимагають подачі на об'єкт цілеспрямованих дій. Це важливо знати і враховувати розробникові систем діагностування. Системи як тестового, так і функціонального діагностування користувач, якого не цікавлять «внутрішні проблеми» розробника, може називати системами контролю технічного стану об'єкту. З викладеної точки зору системи, що отримали назву систем неруйнуючого контролю, є класом систем тестового діагностування, а віброакустичні системи контролю технічного стану—класом систем функціонального діагностування [51-53].

Завдання вивчення фізичних властивостей об'єктів і їх можливих дефектів достатньо специфічні і навряд чи піддаються якому-небудь узагальненню із-за різноманіття і відмінності окремих класів об'єктів. Якщо попереднього досвіду по діагностуванню об'єкту, що вивчається, немає або такий досвід недостатній, то істотною стає роль технолога-розробника, що працює з фахівцем-діагностом або, що ще краще, що є таким фахівцем [54-56]. В результаті повинен бути визначений (наприклад, явно — у вигляді списку або неявно — через вказівку властивостей класів) перелік дефектів, що підлягають виявленню і пошуку в умовах виробництва і експлуатації об'єкту, а також встановлені ознаки прояву дефектів, що включаються в перелік [57]. При формуванні переліку слід враховувати досвід виробництва і експлуатації аналогічних або таких же об'єктів, статистичні дані по дефектах і тому подібне. Іншим результатом вивчення об'єкту повинне бути

встановлення потрібної або, точніше, бажаної повноти виявлення дефектів, а також бажаної глибини їх пошуку, тобто тій «точності» (вираженою в термінах конструктивних одиниць об'єкту або в термінах груп, що не вимагають розрізнення дефектів), з якою повинні указуватися при діагностуванні місця дефектів [58, 59].

Моделі об'єктів бувають функціональні і структурні. Перші відображають тільки виконувани об'єктом (справним або несправним) функції, визначені щодо робочих входів і робочих виходів об'єкту, а другі, крім того, містять інформацію про внутрішню організацію об'єкту, його структуру. Функціональні моделі дозволяють вирішувати завдання перевірки працездатності і правильності функціонування об'єкту. Для перевірки справності (у загальному випадку) і пошуку дефектів з глибиною, більшою, ніж об'єкт в цілому, потрібні структурні моделі [60].

В деяких випадках застосовуються моделі, в яких використовуються залежності (встановлені досвідченим шляхом) між технічними станами об'єкту і такими його параметрами, які не входять в загальноприйняті функціональні або структурні описи об'єкту.

Нарешті, моделі об'єктів діагностування можуть бути детермінованими і імовірнісними [61-63]. До імовірнісного уявлення вдаються найчастіше при неможливості або невмінні описати детермінацію поведінки об'єкту.

Моделі об'єктів діагностування потрібні для побудови алгоритмів діагностування формалізованими методами [64]. Іншим важливим призначенням моделей об'єктів діагностування є їх застосування для формалізованого аналізу заданих (зокрема побудованих інтуїтивно, уручну) алгоритмів діагностування на повноту виявлення, глибину пошуку дефектів або предмет побудови діагностичних словників.

Побудова алгоритмів діагностування полягає у виборі такої сукупності елементарних перевірок, за наслідками яких в завданнях виявлення дефектів можна відрізнити справний, працездатний стан, або стан правильного

функціонування об'єкту, від його несправних станів, а також в завданнях пошуку дефектів розрізняти несправні стани (або групи несправних станів).

При побудові алгоритмів діагностування по явних моделях об'єктів елементарні перевірки вибирають шляхом попарного порівняння тих описів, технічні стани яких потрібно розрізняти [65-68]. У завданнях тестового діагностування склади контрольних точок об'єкту часто визначені заздалегідь, і вони однакові для всіх елементарних перевірок. У таких випадках вибирають тільки вхідні дії елементарних перевірок — це завдання побудови тестів. У завданнях функціонального діагностування, навпаки, вхідні дії елементарних перевірок визначені заздалегідь робочим алгоритмом функціонування об'єкту, і вибору підлягають тільки склади контрольних крапок.

Побудова алгоритмів функціонального діагностування полягає у визначенні умов роботи засобів, що реалізують ці алгоритми. Засоби функціонального діагностування, як правило, вбудовані в об'єкт діагностування і часто називаються засобами вбудованого контролю. Зазвичай прагнуть до того, щоб при нормальному функціонуванні об'єкту в умовах застосування його за призначенням засобу вбудованого контролю на виході видавали відомі постійні значення сигналів і міняли ці значення при порушенні правильності функціонування об'єкту [69]. На цьому принципі будуються схеми вбудованого контролю дискретних об'єктів (схеми порівняння, схеми контролю по модулю та ін.). На цій же ідеї заснована робота засобів вбудованого контролю методом надмірних змінних для аналогових об'єктів. При організації перевірки правильності функціонування або пошуку дефектів, що порушують правильне функціонування аналогових об'єктів, на основі допускового способу контролю параметрів завдання побудови алгоритмів діагностування зводиться до вибору складів контрольних крапок.

Оптимізація алгоритмів діагностування можлива тоді, коли число елементарних перевірок, достатніх для вирішення конкретного завдання

діагностування, менше числа допустимих (тобто фізично можливих і таких, що реалізуються) елементарних перевірок даного об'єкту. Різні елементарні перевірки вимагають різних витрат на їх реалізацію; ці перевірки можуть давати різну інформацію про технічний стан об'єкту. Крім того, одні і ті ж елементарні перевірки можуть бути реалізовані в різній послідовності. Тому для вирішення одного і того ж завдання діагностування (наприклад, перевірки справності) можна побудувати декілька алгоритмів, що розрізняються або складом елементарних перевірок, або послідовністю їх реалізації, або тим і іншим разом, що припускає різні витрати на їх реалізацію.

Необхідність збільшення продуктивності праці на операціях діагностування, скорочення часу виявлення, пошуку і усунення несправностей, зменшення об'ємів і складності засобів діагностування викликає інтерес до розробки методів побудови оптимальних алгоритмів, що вимагають мінімальних витрат на реалізацію подібних операцій. Побудова оптимальних алгоритмів у багатьох випадках зв'язана з труднощами обчислень і тому часто задовольняються оптимізованими алгоритмами діагностування, витрати на реалізацію яких зменшені, але не обов'язково мінімальні.

Завдання побудови оптимальних алгоритмів діагностування при невисокій розмірності можуть успішно вирішуватися методами обробки таблиць покриттів (для безумовних алгоритмів) і методами теорії запитальників (для умовних алгоритмів).

Ефективність процесів діагностування визначається не тільки якістю алгоритмів діагностування, але і в не меншому ступені якістю засобів діагностування. Останні можуть бути апаратними або програмними, зовнішніми або вбудованими, ручними, автоматизованими або автоматичними, спеціалізованими або універсальними.

Вибір і розробка засобів тестового діагностування повинні здійснюватися з урахуванням багатьох чинників: наявності серійного

випуску необхідних засобів, наявності відповідних засобів на заводі-виготівнику, масовості випуску об'єкту і його складності, необхідній продуктивності засобів і тому подібне.

Засоби функціонального діагностування є, як правило, вбудованими і тому розробляються і створюються одночасно з об'єктом. До вбудованих засобів тестового діагностування можна віднести додаткові контрольні крапки, додаткові входи для блокування сигналів і завдання необхідних значень сигналів, а також спеціальну апаратуру, яка при діагностуванні змінює структуру об'єкту, залишаючи її початковою в режимі експлуатації, генерує тести і аналізує результати їх реалізації.

Для діагностування і контролю технічного стану локомотивів, їх систем, вузлів і агрегатів використовують різні методи і засоби. Різноманіття методів і засобів обумовлене в основному складністю систем діагностування і різноманітністю завдань технічного діагностування, які витікають з вимог, що пред'являються до обслуговування і ремонту локомотивів.

Технічна діагностика локомотивів

Впровадження діагностування на залізничному транспорті дозволяє суттєво знизити експлуатаційні витрати на зміст і ремонт рухомого состава, вибрати раціональну систему ремонту з обліком фактичного технічного стану вузлів і агрегатів устаткування, підвищити надійність рухомого состава в експлуатації. У системі технічного діагностування локомотивів використовуються методи, засоби, системи й технологічні прийоми діагностики, що базуються на ряді понять і визначень, установлених державними стандартами. Діагностування - процес установлення ознак, що характеризують технічний стан об'єкта - локомотива, дизель-поїзда й ін., а також будь-якого елемента, по зовнішніх ознаках або параметрах з певною точністю вказівки місця, виду й причин дефекту, якщо такий виявлений. Застосовується статистичний, або інструментальний метод діагностування, заснований на фізичних, механічних, хімічних і інших явищах, покладених в

основу інформації про стан об'єкта. Засобами діагностування є вимірювальні прилади, пульти, стенди й інші технічні обладнання. Послідовність і способи застосування методів і засобів діагностування становлять технологію діагностування. Система технічного діагностування - сукупність об'єктів, методів і засобів, а також виконавців, що дозволяє здійснити діагностування за правилами, установленим відповідної документацією; є обов'язковою складовою частиною системи планово-запобіжних ремонтів локомотивів. Завданням системи технічного діагностування локомотивів є перевірка справності, працездатності, правильного функціонування, пошук дефектів. Діагностування проводиться при випробуванні й налагодженню локомотивів у процесі виробництва; при технічному обслуговуванні в процесі експлуатації; при ремонтах локомотивів. Вибір виду системи діагностування здійснюється на підставі техніко-економічних розрахунків і технічних вимог, що відбивають специфіку процесу діагностування локомотивів при їхньому виробництві, експлуатації й ремонті.

Нагромадження знань про методи об'єктивного контролю над станом деталей і складальних одиниць, що гарантує їхню безвідмовну роботу за певний строк служби, неминує веде до якісної зміни системи ремонту, доцільній комбінації принципів планово-запобіжного ремонту, що визначає планові початку організації ремонту, з ремонтом по фактичному стану. Впровадження методів ремонту по фактичному стану пов'язане з удосконаленням методики й створенням засобів технічної діагностики.

Практикою визначені наступні види технічної діагностики локомотивів: по призначенню - технічна діагностика може бути спеціалізованою й сполученою із плановими обслуговуваннями й ремонтами (мається на увазі проведення окремих обстежень і комплексна оцінка стану при планових ремонтах); по технологічній устаткуванню - діагностика проводиться спеціалізованими обладнаннями або основними приладами; по режиму проведення -планова діагностика або по потребі; по місці в системі технічного обслуговування - на потоковій лінії комплексної технічної

діагностики при визначенні стану або заключна перевірка після виконаного ремонту; по типу застосовуваних засобів діагностування - на стаціонарних пунктах, за допомогою бортових систем, переносними засобами. Для одержання інформації про стан тієї або іншої частини елементів або процесів, що протікають, може вивчатися будь-яка частина цих елементів. Тепловоз, наприклад, має кілька параметрів, що характеризують якість його функціонування. Такими параметрами в першу чергу є потужність при встановленій частоті обертання колінчатого вала й економічність. Тому діагностування починають із контролю саме цих функціональних параметрів. У випадку відхилення функціонального параметра від нормального значення необхідно проконтролювати функціональні параметри його підсистем і оцінити їхній технічний стан.

Технічний стан об'єкта - сукупність підданих зміні в процесі виробництва або експлуатації властивостей об'єкта, характеризуєма в певний момент часу ознаками, установленими технічною документацією на цей об'єкт. Залежно від фактичних значень ознак видами технічного стану є справність, працездатність, несправність, непрацездатність, правильне функціонування, неправильне функціонування.

Метою технічної діагностики локомотива є швидке виявлення відмов і відновлення працездатності встаткування, окремого вузла, агрегату й рухомого состава в цілому; вимір необхідних параметрів; нагромадження інформації про технічний стан устаткування й наступної обробки; вивчення результатів вимірів з метою розпізнавання параметричних відмов і відновлення технічних характеристик устаткування; контроль функціонування системи керування і її складових для виявлення відхилень від норм параметрів і режимів.

Технічна діагностика локомотива—технологічний елемент технічного обслуговування й ремонту - проводиться для визначення необхідності ремонтних робіт і прогнозування моменту відмови або несправності, створення раціональної системи ремонту рухомого состава з обліком його

фактичного технічного стану. Найбільш перспективними є автоматичні системи технічної діагностики, організовані за принципом автоматизованих робочих місць (АРМ) на базі персонального комп'ютера. Застосовується автоматизована система діагностики, що представляє собою комплекс приладів на базі агрегатованої системи електровимірювальних засобів з автоматичною реєстрацією даних вимірів. Система об'єднана за допомогою обладнань комутації в єдиний комплекс засобів вимірів, використовуваний відповідно до поставленого завдання. У ручних системах використовують переносні, цифрові й аналогові прилади для виміру параметрів механічного, електричного встаткування, що здійснюють допускову оцінку параметрів технічного стану локомотивів.

При технічній діагностиці локомотива перевіряють екіпажну частину - редуктор (підшипники, зубчасті колеса), колісні пари; дизелі (підшипники, колінчатий вал, циліндро-поршкову групу, паливну апаратуру); тягові електродвигуни (моторно-осьові і якірні підшипники, колектори); силові електричні кола, ланцюги керування, електричні апарати; допоміжні машини й апарати - компресори, вентилятори, насоси, акумуляторні батареї та ін.

Серед різновидів діагностичних параметрів розрізняють: структурний параметр стану - параметр, що безпосередньо характеризує працездатність об'єкта діагностування (зношування, розмір деталей, зазор; натяг у сполученні й ін.); діагностичний параметр стану - параметр, що побічно характеризує працездатність об'єкта діагностування (температура, шум, вібрація, витрата палива або електроенергії, масла й ін.). Завдання вибору діагностичних параметрів займає центральне місце в розробці діагностичного забезпечення, тому що результати її розв'язку безпосередньо пов'язані із забезпеченням контролездатності й надійності систем і з витратами на технічні засоби діагностування. Необхідність компромісного розв'язку цього завдання обумовлена тим, що обмеження числа параметрів, що вводиться з метою зменшення витрат на систему діагностування, повинне проводитися без істотної втрати інформації й зниження вірогідності оцінки технічного

стану систем. Процес вибору параметра по діагностичній моделі складається із двох процедур: упорядкування безлічі параметрів об'єкта діагностування, представлених у його моделі, і вибору із цієї безлічі параметрів сукупності оцінюваних діагностичних параметрів. Упорядкування параметрів і наступний вибір сукупності оцінюваних параметрів можна зробити за результатами статистичних спостережень, на основі яких формується інформаційний критерій. Імовірнісні оцінки параметрів відбивають особливості конструкції й умови експлуатації локомотивів більш повно, ніж так звані модельні критерії, але одержання їх пов'язане з необхідністю систематичного збору даних про появу дефектів за інтервал вироблення ресурсу окремих систем.

Для технічної діагностики локомотивів, їх систем, вузлів і агрегатів використовуються різні методи. Різноманіття методів діагностування обумовлене в основному двома причинами: складністю структури системи діагностування, обумовленою складністю структури локомотива як об'єкта діагностування, і різноманітністю завдань технічної діагностики, що впливають із вимог, пропонованих до системи обслуговування й ремонту локомотивів. Класифікація методів діагностування ґрунтується на ознаках найбільш істотні відмінності, що відбивають, методів. Основні класифікаційні ознаки й поділ по них методів діагностування технічного стану локомотивів наведені на малюнку.

Методи діагностування технічного стану локомотивів різняться залежно від комбінації ознак, що характеризують особливості структури й взаємодії трьох основних частин системи: об'єкт діагностування, система збору, перетворення й передачі інформації й система обробки, нагромадження й відображення результатів діагностування (рис 2.1).

Найчастіше методи діагностування локомотивів розрізняють залежно від фізичної природи контрольованих процесів і діагностичних ознак (параметричні, віброакустичні, спектрометричні, рентгеноскопічні, ультразвукові, магнітні та ін.). До ефективних методів технічного

діагностування ставляться: віброакустичний - для діагностування третьових деталей (підшипників, зубчастих і карданних з'єднань); термометричний - для контролю контактних з'єднань із використанням термоіндикаторів і безконтактних вимірників температури (тепловізорів); метод неруйнуючого контролю, заснований на ультразвуковий, позачастотної, магнітної, капілярної дефектоскопії,- для виявлення дефектів у деталях рухомого состава; метод аналізу картерного масла для діагностування дизеля тепловоза, що включає калориметричний, полярографічний, магнітоіндукційний, радіоактиваційний і спектрографічний методи; метод автоматизованого виміру й контролю електричних і тимчасових параметрів для діагностування електричних кіл і електричних машин. При технічній діагностиці локомотивів проводять тестове й функціональне діагностування. Для тестового діагностування характерна подача спеціальних впливів від засобів діагностування на встаткування. Функціональне діагностування здійснюється в ході перевірки працездатності встаткування локомотива в процесі його експлуатації.

Для виявлення нагрітих букс у рухомому составі, що рухається, застосовується обладнання ПОНАБ, яке виявляє аварійно нагріті букси вагонів і локомотивів. Контроль стану колісної пари, наявність дефекту по кругу катання колеса, а також наявність негабаритних предметів на поїзді, що рухається, здійснюється системою «ДИСК». Першим на залізничній універсальним засобом технічного діагностування (СТД) електрорухомого складу є установка введена в 1967 р. у локомотивному депо була перевірна універсальна машина-автомат ПУМА-Е, призначена для всебічної автоматичної перевірки електричних кіл і апаратів пасажирського електровоза ЧС2. Наприкінці 60-х рр. на залізницях США стала застосовуватися установка, близька до ПУМА-Е по виконанню й технічним можливостям, для діагностування електричного встаткування тепловозів.

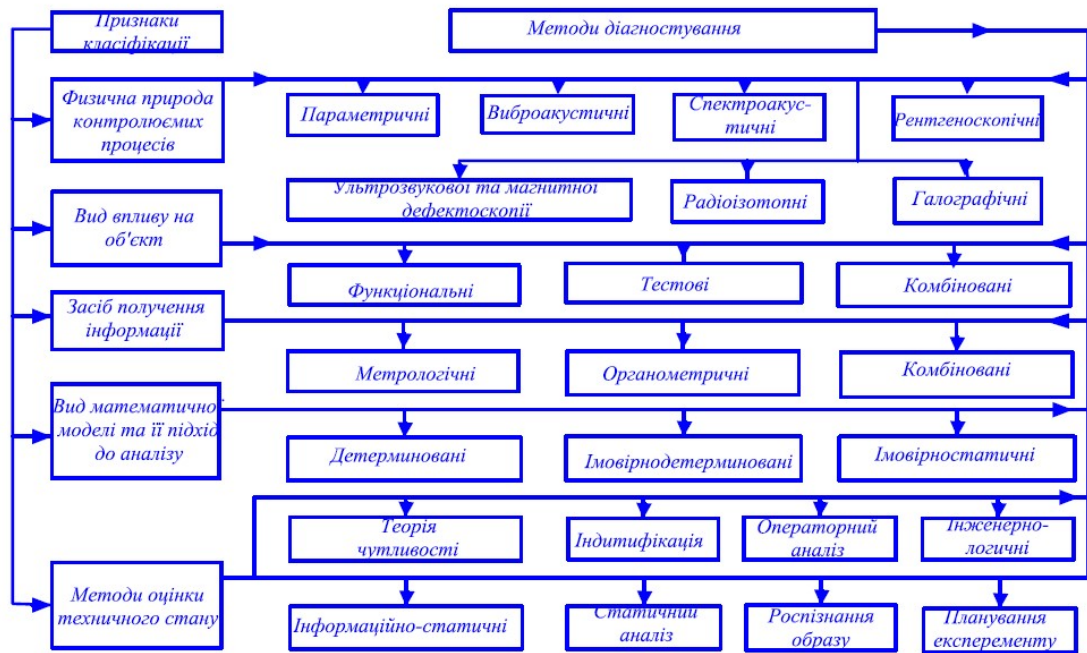


Рис. 2.1 Класифікація методів діагностування

Розробки в області засобів технічної діагностики локомотивів проведені також у США, Японії, Німеччини, Італії. Наприклад, американська компанія «Саутерн» (Southern) разом з фірмою «Локхид» (Lockheed) розробила бортову систему діагностування, що реєструє параметри роботи локомотива й передавальну закодовані дані в центр їх переробки. У системі технічної діагностики, установленій на високошвидкісному поїзді «Інтерсіті експрес» (Німеччина), використані сучасні мікропроцесорні обладнання. Результати діагностування, що вимагають вживання невідкладних заходів, відображаються на дисплеї в кабіні машиніста разом з рекомендаціями з усунення відмов. Дані про інші відмови, що не вимагають негайних заходів, накопичуються в запам'ятовувальному пристрої.

В якості засобу діагностування випускаються серійно ПКБ ЦТ МШС і Центром впровадження нової техніки й технологій «Транспорт»; вони являють собою розробки, апробовані й впроваджені в депо.

2.2 Діагностування вузлів електричних машин, апаратів і елементів електричних ланцюгів.

Основні несправності у вузлах електричних машин, комутуючих апаратів і в елементах електричних ланцюгів підрозділяються на дефекти у вигляді:

- міжвиткового замикання полюсних обмоток і порушення якості паяння обмотки якоря до півників колекторних пластин і якості контактних з'єднань;
- порушення перехідного опору контакту щетка—колектор;
- міжвиткового замикання або обриву котушкових обмоток комутуючих апаратів;
- порушення перехідного опору силових і блокувальних контактів;
- відхилення часу спрацьовування і відключення апаратів;
- відхилення опору резисторів, індуктивних шунтів і так далі від номінальних значень.

Система контролю і діагностування (СКД) типу «Доктор-030М» (Рис. 2.2) призначена для вимірювання напруги постійного і змінного струмів, опорів резисторів, індуктивності, тимчасових інтервалів, а також для видачі відповідної напруги, використовуваної для діагностування і настройки електричних ланцюгів локомотива, і для прогнозування можливих відмов комутуючої апаратури і вузлів електричних машин постійного струму. Система дозволяє вимірювати параметри електричних апаратів, проводити обробку отриманої інформації і виведення результатів на вбудований дисплей або друкуючий пристрій, а також накопичувати статистичні дані про параметри для подальшої обробки і прогнозування стану електроустаткування локомотива.

Живлення приладу типу «ДОКТОР-ОЗОМ» здійснюється від джерела змінного струму напругою 36—60 В або від джерела постійного струму 75 або 110 В.

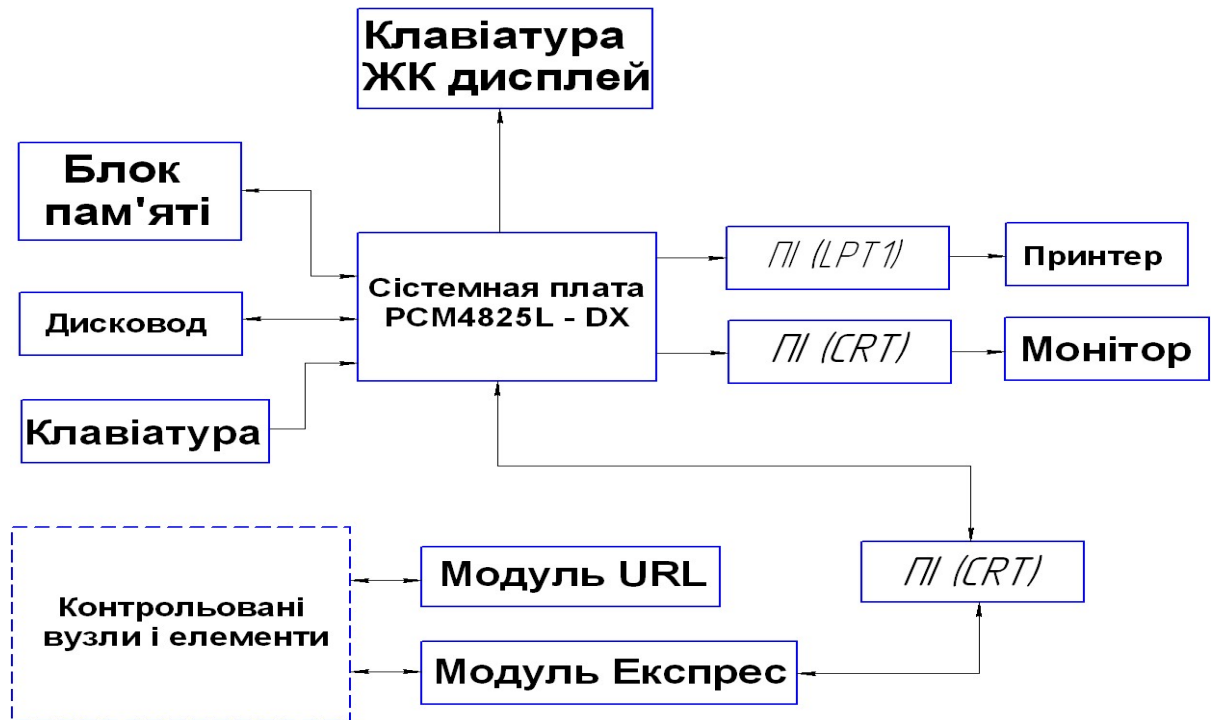


Рис. 2.2 Структурна схема системи контролю типу «Доктор-030М»

СКД «ДОКТОР-ОЗОМ» дозволяє оцінити загальний стан силових ланцюгів, ланцюгів управління і допоміжних ланцюгів локомотива за допомогою методу експрес-контролю. Метод експрес-контролю дозволяє вчасно визначити передвідмовний стан або конкретну несправність устаткування. Він заснований на порівнянні паспортних даних (настановних значень), зафіксованих після проходження ремонтів ТР-3, КР-1 або КР-2, і отриманих після поточних вимірювань показників.

Під час проведення експрес-діагностування контролюються:

- наявність міжвиткового замикання котушок реле, контакторів і індуктивних шунтів;
- час включення і відключення реле і контакторів;
- перехідні опори контакторів і якірного ланцюга електричних машин.

Контролюються також секвенції включення апаратів від контролера машиніста, опори регульовальних і пускових резисторів і так далі

Вся інформація, отримана при проведенні діагностування методом експрес-контролю, зберігається на диску СБКД в каталозі «C:\DIAG030\ [тип об'єкту]» і в директорії «C:\DIAG030\ », у файлах table_exp.dbf, bufferl.dbf.

Для проведення діагностування методом експрес-контролю необхідно:

- включити СКД (після закінчення внутрішнього тестування прилад готовий до роботи);
- у головному меню вибрати пункт «Діагноста»;
- вибрати тип і номер локомотива і вказати, що вимірювання проводяться «до» або «після» ремонту;
- у наступному меню вибрати пункт «Експрес».

Перш ніж виконувати діагностування, необхідно створити уставки — еталонні значення на кожен окремо узятий локомотив, тобто для кожного локомотива, що діагностується, повинні бути створені свої уставочні значення. Уставочні вимірювання для експрес-діагностування виконуються активізацією режиму «Створити уставки». Надалі уставочне вимірювання порівнюється з поточним і на підставі результату порівняння видається рекомендація ремонтному персоналу.

Переміщаючи рукоятку контролера машиніста по позиціях або виконуючи послідовність інших складок електричної схеми, оператор повинен вибирати параметри вимірювання на даній позиції, запропоновані програмою експрес-діагностування.

Визначення міжвиткового замикання в котушках електромагнітних систем (рис. 2.3). Відомо, що будь-яка котушка електромагнітної системи володіє індуктивністю, яка за інших рівних умов і справному стані котушки є постійною величиною для відповідної котушки. У разі міжвиткового замикання індуктивність котушки відрізнятиметься від початкової індуктивності, на чому і заснований метод визначення такого дефекту.

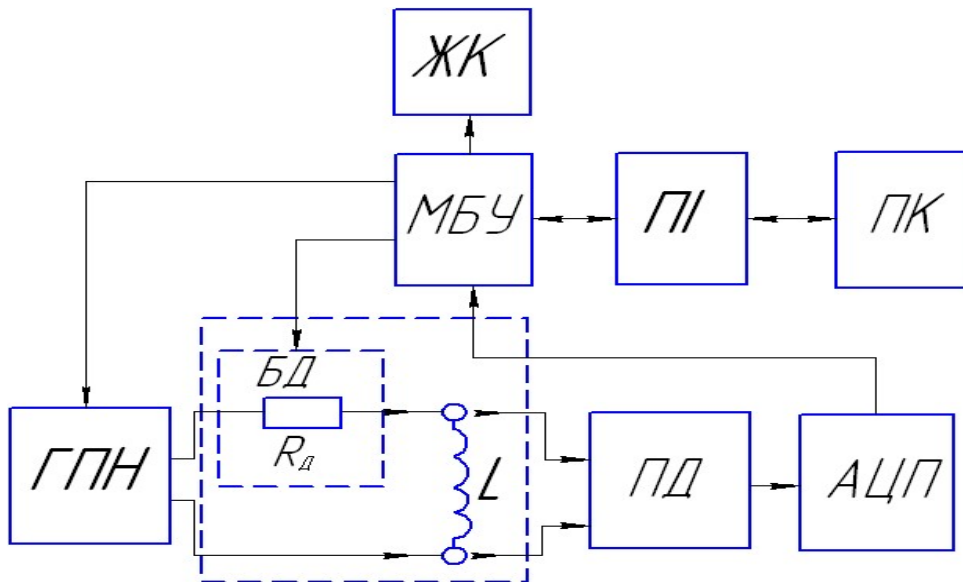


Рис. 2.3 Структурна схема процесу контролю міжвиткового замикання в котушках.

При контролі стану індуктивної котушки збирають схему, що складається з послідовно підключених до генератора пилкоподібної напруги підбирального резистора Отрута і контрольованої індуктивної котушки h_x . При міжвитковому замиканні падіння амплітудної напруги на контрольованій котушці буде менше, ніж на справній, що і указує на наявність в ній дефекту.

Контроль часу включення і відключення електричних апаратів (рис. 2.4). Метод контролю заснований на фіксації часу включення і відключення комутуючого апарату ланцюгів управління або силових ланцюгів за допомогою цифрового таймера. При цьому контроль часу включення або відключення апарату проводиться спільно з модулем «Експрес».

Для цього з виходу модуля «Експрес» на котушку апарату подається постійна напруга 75 або 110 В і одночасно запускається цифровий таймер. У моменти замикання або відключення знеструмлюється котушка апарату, за допомогою цифрового таймера фіксується час його включення або відключення, і одночасно результати вимірювання фіксуються в блоці пам'яті приладу «ДОК-ТОР-ОЗОМ».

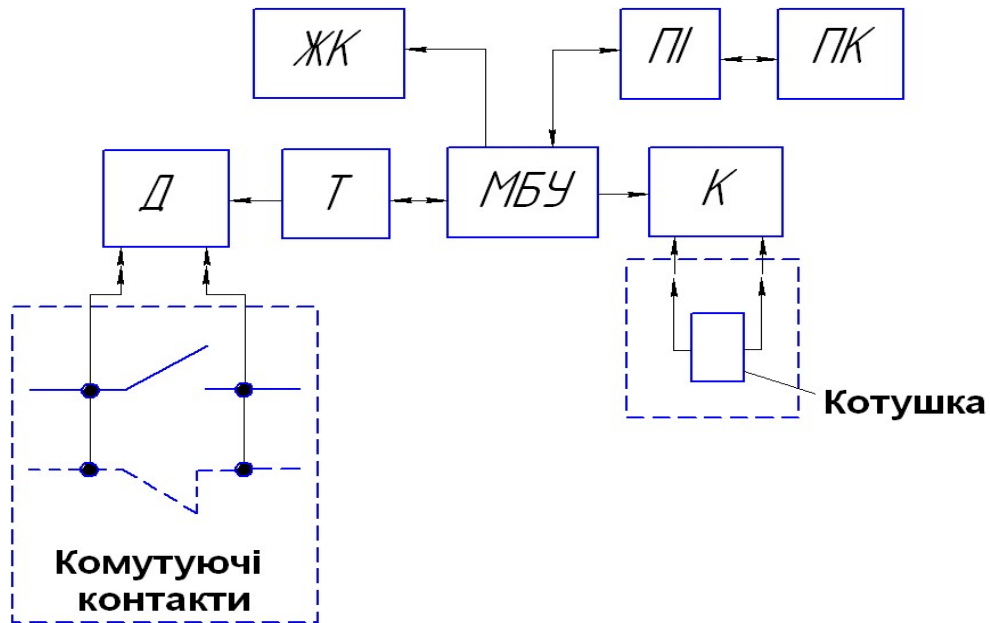


Рис.2.4 Структурна схема контролю включення виключення апарату.

Контроль перехідного опору в ланцюзі силових контактів апаратів або в сполучних контактах вузлів електричних машин (рис. 2.5).

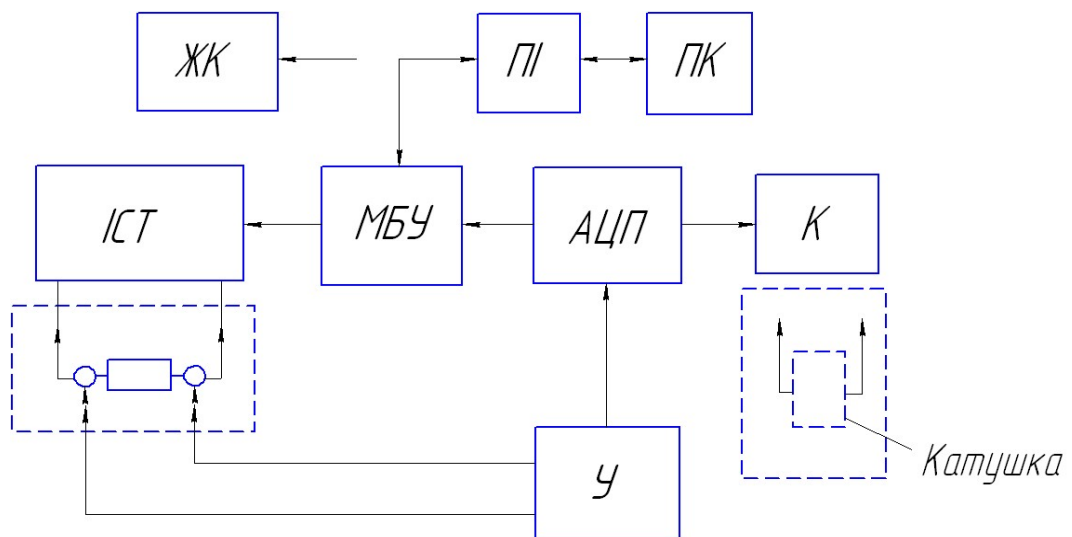


Рис. 2.5 Структурна схема контролю перехідного опору.

Цей метод контролю заснований на законі Ома. При контролі перехідних опорів від джерела струму модуля «URL» через контрольоване контактне з'єднання пропускається стабілізований струм і по падінню напруги оцінюється величина перехідного опору. Результати вимірювання автоматично записуються в блок пам'яті приладу «ДОКТОР-ОЗОМ». Аналогічно викладеній технології проводиться контроль номіналів будь-яких резисторів в силових ланцюгах або ланцюгах управління апаратів локомотива.

2.3 Методи діагностування дизелів

Діагностування технічного стану дизеля методом спектрального аналізу масла. Основними завданнями технічного діагностування і прогнозування залишкового ресурсу дизелів методом спектрального аналізу масла є виявлення дефектів в деталях дизеля, що труться, на ранній стадії їх розвитку, а також визначення міжремонтних пробігів тепловозів відповідно до технічного стану дизелів. Методом спектрального аналізу масла картера визначають концентрацію продуктів зносу — заліза, міді, свинцю, алюмінію, кремнію, сурми, хрому і так далі

По зміні концентрації елементів щодо деяких допустимих рівнів і проводиться оцінка технічного стану вузлів двигуна.

При проведенні спектрального аналізу масла картера використовують атомно-емісійний метод. При цьому, щоб продукти зносу (метали, що містяться в маслі) випромінювали світло, необхідно нагрівати їх до температури, що забезпечує збудження атомів. Повертаючись в звичайний стан, атоми аналізованої речовини віддають надмірну енергію у вигляді світла, яке випромінюється за законом електромагнітних коливань з різними довжинами хвиль λ . Довжина світлової хвилі для конкретного елемента є постійна величина, вимірювана в ангстремах (А) або мікронах. Методи контролю паливної апаратури і турбокомпресорів.

В процесі експлуатації дизелів тепловозів з часом знижується їх ефективна потужність і збільшується питома витрата палива. Погіршення цих показників часто відбувається із-за розрегулювання роботи паливної апаратури, зниження тиску стиснення в циліндрах і зменшення продуктивності надувочного агрегату дизеля. При цьому в більшості випадків ефективність роботи дизелів можна відновити шляхом поліпшення якості роботи паливної апаратури і надувочного агрегату. Тому першочерговим завданням є своєчасне виявлення причин, що знижують ефективність роботи дизеля.

Таке завдання вирішується шляхом використання оперативних методів і технічних засобів діагностування і контролю якості роботи паливної апаратури і надувочних агрегатів — турбокомпресорів різних типів. При цьому слід взяти до уваги, що ефективність діагностування багато в чому залежить від вибору оптимальної кількості діагностичних параметрів і правильності побудови діагностичної моделі. Зокрема, діагностування дизелів в умовах експлуатації рекомендується проводити після виконання технічних оглядів ТЕ-3 або поточних ремонтів ТР-1. Така умова дозволяє виключити вплив на якість роботи дизеля таких чинників, як нагароутворювання у випускному колекторі, температурні зазори в клапанах, полягання форсунок і фільтрів в системах дизеля і ін.

Структурна схема діагностування дизелів з використанням оперативних методів і технічних засобів показана на рис. 2.6.

Як оперативні методи і технічні засоби передбачається оцінка якості роботи дизеля і окремих його циліндрів по концентрації незгорілих продуктів, контроль тиску стиснення і кута подачі палива шляхом використання штатних приладів, а контроль продуктивності паливних насосів без зняття їх з дизеля передбачається переносним топливомірним пристроєм.



Рис. 2.6 Структурна схема діагностування дизелів в умовах їх експлуатації.

Теплотехнічне полягання дизеля і якість згорання палива у відповідному циліндрі можна у будь-який момент експлуатації оцінити за змістом продуктів згорання у випускних газах. Для цієї мети рекомендуються інфрачервоні газоаналізатори, які дозволяють роздільно визначати концентрацію основних компонентів у відпрацьованих газах: CO , CO_2 , CH_4 і O_2 . Принцип роботи аналізатора заснований на виборчому поглинанні Ік-випромінювання молекулами газів, тобто кожен компонент газу поглинає Ік-випромінювання із строго певною довжиною хвилі. При цьому ступінь поглинання пропорційний концентрації компонентів.

Джерелами інфрачервоного випромінювання (Рис. 2.7) є нихромові спіралі 1, потоки випромінювання яких, відбиваючись від сферичних дзеркал 2, поступають в оптичні канали, уриваючись шість разів в секунду за допомогою диска 3, що приводиться синхронним двигуном 4. У верхньому оптичному каналі розташована робоча камера 7, через яку за допомогою

штуцерів, що підводять і відвідного, забезпечується безперервна циркуляція відпрацьованого газу.

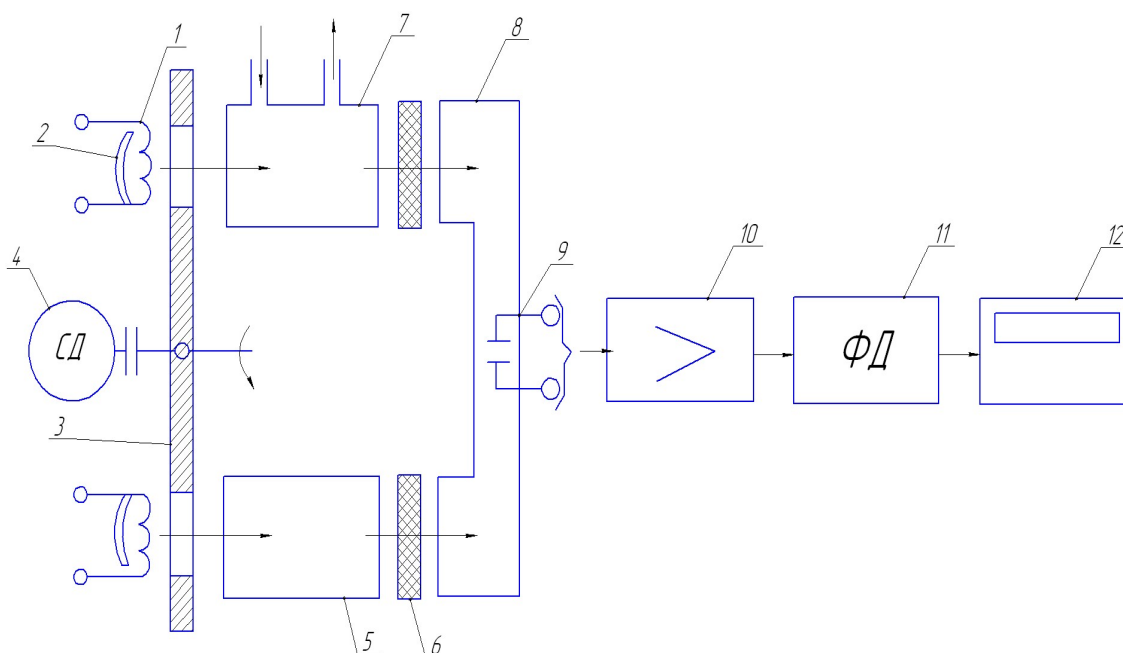


Рис. 2.7 Схема інфрачервоного аналізатора відпрацьованих газів в двигунах внутрішнього згорання.

У нижньому оптичному каналі аналізатора розташована порівняльна камера 5, заповнена азотом або чистим повітрям. Після проходження камер 5 і 7 світлових потоків проходять через оптичні фільтри 6, які поглинають невимірювані компоненти Ік-випромінювання, і потрапляють в диференціальний приймач випромінювання 8, заповнений газом з компонентами, які підлягають вимірюванню у відпрацьованих газах. У камері 8 розміщений ємкісний датчик 9, сигнал з якого через підсилювач 10 і фазовий детектор 11 поступає на цифровий прилад 12. Рідновид такого датчика зображено на рис. 2.8. Газоаналізатори дозволяють визначати вміст у відпрацьованих газах незгорілих продуктів і CO в кількості 0—10 % з погрішністю вимірювання верхньої межі ± 2 %. В даний час серійно

випускаються газоаналізатори типу «АВТО-ТЕСТ-02.02.П», обладнані персональними комп'ютерами і принтерами.

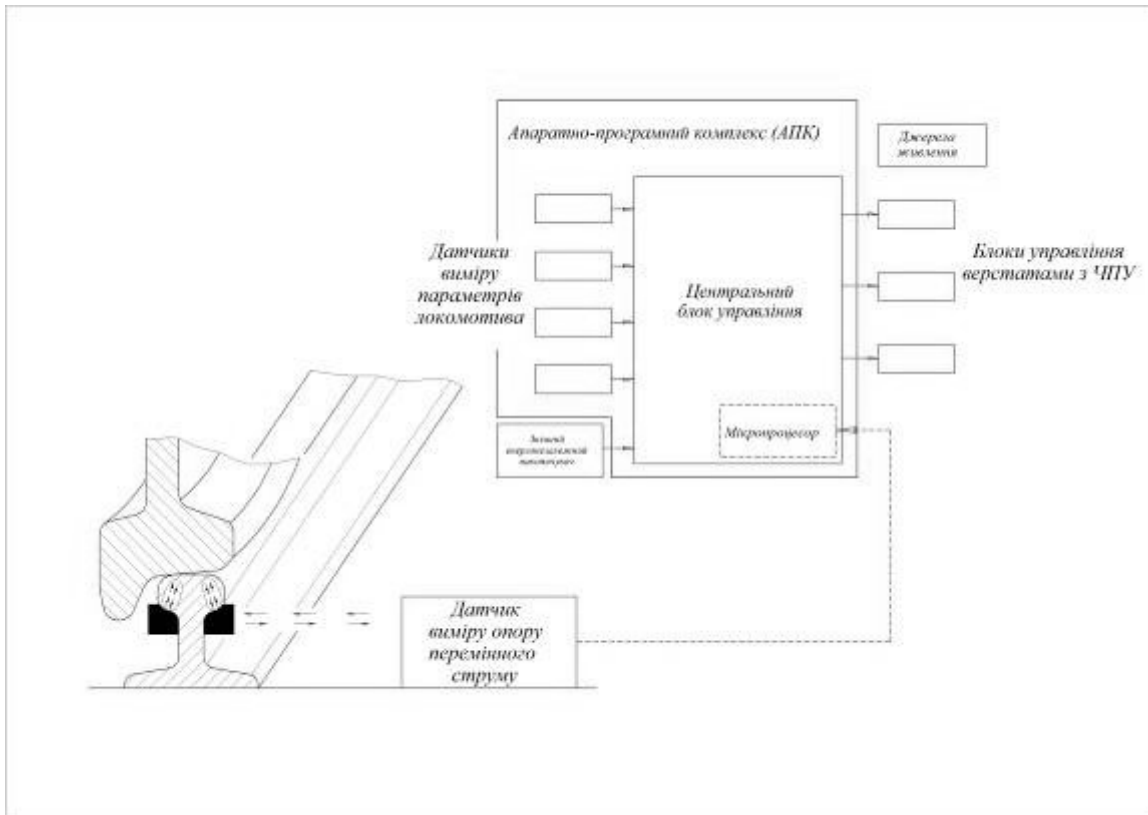


Рис. 2.8 Схема частотного датчика

Процес виявлення несправних циліндрів за наслідками аналізу випускних газів при роботі дизеля в неодруженому режимі виконується в наступному порядку. Після установки і підключення газоаналізатора запускають і прогрівають дизель до його робочої температури. Далі при номінальній частоті обертання колінчастого валу проводять почергове переміщення рейок паливних насосів в максимальне їх положення, тобто до упору. При такому режимі роботи дизеля один з його циліндрів буде короткочасно навантажений в межах 60—70 % загальної потужності, що розвивається. Отже, результати аналізу випускних газів в основному характеризують якість процесу в г-м переобтяженому циліндрі дизеля. При цьому методика виявлення несправного циліндра полягає в порівняльній оцінці концентрації незгорілих продуктів, в основному 3 і 3. Для цього

визначають концентрацію 3 і 3 для кожного циліндра і щодо середнього рівня остаточно встановлюють кількість несправних циліндрів дизеля.

На якість протікання робочих процесів в циліндрах дизеля істотно впливає продуктивність повітряно-нагнітального агрегату. Тому в структурній схемі діагностування передбачають контроль якості роботи відповідного турбокомпресора за часом вибігання його ротора після зупинки роботи дизеля. Природно, при такій методиці контролю якість діагностування в основному залежить від точності вимірювання часу вибігання ротора. На багатьох ремонтних підприємствах використовують автоматизовану систему контролю (рис. 2.9), що складається з мікрофону 1, цифрового таймера і проміжних ланок у вигляді блоку посилення звукового сигналу 2 і блоку управління БУ, підключеного через зворотне блокування РУ в ланцюг управління роботою паливно-підкачуваного насоса.

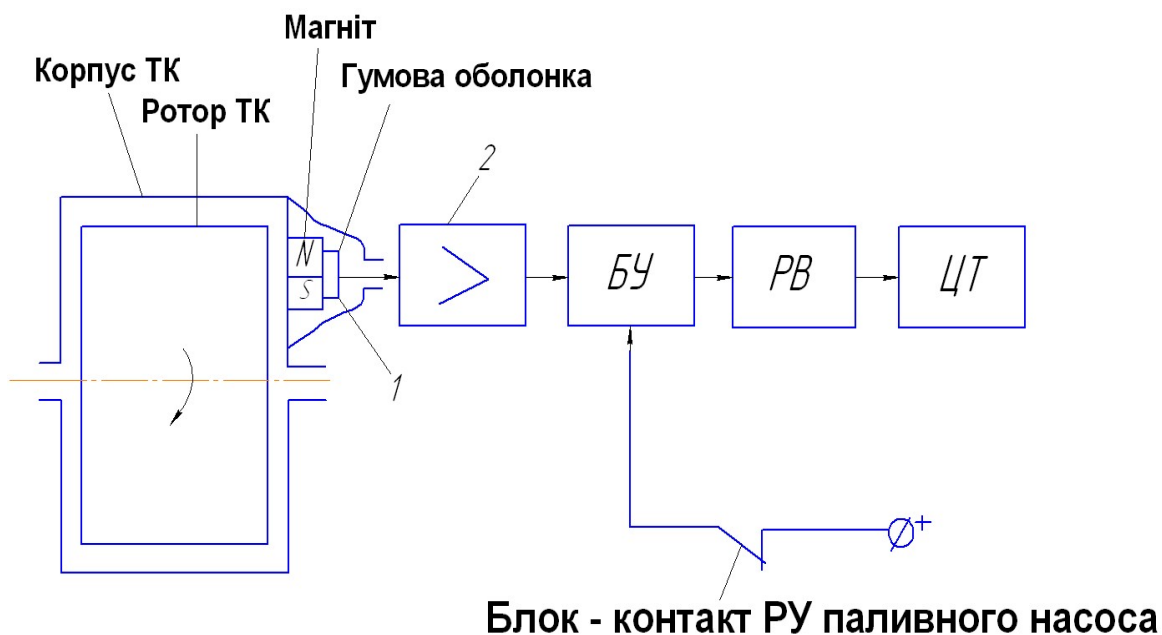


Рис.2.9 Структурна схема системи для контролю годині вибігання ротора турбокомпресора.

Процес контролю часу вибігання ротора полягає в наступному. У момент відключення паливно-підкачуваного насоса подається через зворотне

блокування РУ потенціал на блок управління 5, який через 5—6 з включає цифровий таймер, і у момент зниження шуму до мінімального граничного рівня функціонування цифрового таймера припиняється. Таким чином, по таймеру фіксується час вибігання ротора від моменту припинення роботи дизеля до моменту припинення обертання ротора турбокомпресора. Остаточна якість роботи турбокомпресора оцінюють порівнянням з характеристиками, значення яких встановлюються досвідченим шляхом. Зокрема, ротор турбокомпресора типу ТК-34 повинен обертатися після зупинки дизеля не менше 60 с при температурі моторного масла 65—70 °С.

Для контролю тиску стиснення P_c , що характеризує компресію в циліндрах дизеля, доцільно використовувати штатний прилад — максиметр з шкалою манометра 0—60 кгс/см² (0—6 МПа), а для контролю кута випередження подачі палива — універсальний електронний прилад, заснований на підрахунку імпульсних сигналів (наприклад, з частотою 3,6 МГц) між початком подачі палива, верхньою мертвою точкою (ВМТ) відповідного циліндра і моментом підрахунку імпульсних сигналів такої ж частоти між суміжними ВМТ, тобто через кожних 360° повороту колінчастого валу двигуна.

2.4 Технічне обслуговування й ремонт

Технічне обслуговування й ремонт (ТОР) тягового рухомого состава (ТРС) - організаційні й технічні заходи, спрямовані на забезпечення й відновлення справного й працездатного стану рухомого состава. Система ТОР містить у собі структуру ремонтного циклу (види й обсяги оглядів і ремонтів, схему їхнього чергування й міжремонтні періоди), ремонтні бази, верстатне й технологічне встаткування, вантажопідйомні машини й механізми, технологічні процеси, іспитові й діагностичні пристрої, робочу силу й т.п.

ВИСНОВКИ

Для залізничного транспорту України однією з актуальних проблем наразі є випадки нераціонального планування роботи тягового рухомого складу, що призводить до невиробничих простоїв на технічних станціях як составів з вагонами, так і поїзних локомотивів і локомотивних бригад.

Оскільки в Україні відбувся перехід від планової до ринкової економіки, а впровадження «жорсткого» графіка руху поїздів зараз на стадії обговорення та теоретичних досліджень, то найбільш прийнятним способом удосконалення оперативної роботи локомотивного парку є створення адаптивних систем для ефективного оперативного управління роботою залізниць.

Встановлено, що фактичні темпи оновлення парку тягового рухомого складу суттєво відстають від запланованих обсягів закупівлі та темпів фізичного та морального зношення тягового рухомого складу, тож наразі найбільш перспективним напрямком підвищення ефективності функціонування бригад тягового рухомого складу є удосконалення методів оперативного управління наявним парком вантажних тягових рухомих засобів. Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є розроблення концепції адаптивної системи оперативного управління роботою парком тягового рухомого складу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дикань В.Л., Калініченко Л.Л. Соціально-економічна модернізація залізничного транспорту України, 2012. № 38. С. 121–131.
2. Ейтутіс Г.Д., Карпов В.М. Міжнародний вимір продуктивності залізничного транспорту України як основа вибору напрямів його модернізації, 2014. № 5. С. 63–68.
3. Карпов В.М. Проблеми модернізації залізничного транспорту на інноваційній основі. Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті. ЕКУЗТ 2009. Матеріали IV Вільнародної науково-практичної конференції, К.: ДЕТУТ, 2009. С 154-157.
4. Никифорок О.І. Політика модернізації наземних транспортних систем: дис. доктора екон. наук: 08.00.03 / Никифорок Олена Ігорівна. – К., 2016. – 482 с. // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: ief.org.ua/wp-content/uploads/2016/04/diss_Nikiforuk.pdf.
5. Державна служба статистики України // [Електронний ресурс]. – Доступний з: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
6. Внесок у безпеку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.magistral-uz.com.ua/articles/vnesok-u-bezpeku.html>
7. Butko T., Prokhorchenko A., Muzykin M. An improved method of determining the schemes of locomotive circulation with regard to the technological peculiarities of railcar traffic. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2016. Вип. 5/3 (83). С. 47-55.
8. Музикін М. І., Нестеренко Г. І. Вплив «вікон» на пропускну спроможність залізничного напрямку. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2014. №3 (51) . С. 24-33.

9. Горобець В. Л., Музикіна С. І., Музикін М. І. Дослідження впливу експлуатаційних показників оцінки профілю колії на пропускну спроможність залізниць. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2015. №2 (56) . С. 97-104.
10. Nesterenko G. I., Muzykin M. I., Horobets V. L., Muzykina S. I. Study of car traffic flow structure on arrival and departure at the marshalling yard X. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2016. №1 (61). С. 85-99.
11. Музикіна С. І., Музикін М. І., Нестеренко Г. І. Дослідження пропускну спроможності сортувальної станції. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2016. №2 (62). С. 47-60.
12. Прохоров В. М., Рябушка Ю. А. Передумови розробки автоматизованої системи управління вагонопотоками на залізницях України. Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2016. № 165. С. 18-25.
13. Бутько Т. В., Лаврухін О. В., Прохоров В. М. Розробка моделі інтелектуальної системи підтримки прийняття рішення по управлінню процесом приймання/відправлення поїздів на залізничній станції. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2008. № 3. С. 61-65.
14. Бутько Т. В., Прохоров В. М. Перспективи використання нейронечітких технологій при удосконаленні АРМ оперативного персоналу залізниць. Збірник наукових праць ДонІЗТ. 2006. № 8. С. 29-36.
15. Лаврухін О. В., Прохоров В. М. , Кутоманов В. В. Розроблення системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу

залізниць на основі сучасних інформаційних технологій. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2009. № 102. С. 39-49.

16. Введення єдиної автоматизованої системи перевезень кардинально змінить технологію роботи усіх господарств Укрзалізниці / Офіційний сайт АТ Укрзалізняця. URL: http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/319945/ (дата звернення 18.11.2023).
17. Allen M.P., Tildesley D.J. Computer simulation of liquids. – Oxford: Clarendon Press, 1989.
18. McClelland, G.M. Friction at the Atomic Scale / G.M. McClelland, J.N. Glosli // Fundamentals of Friction: Macro-scopic and Microscopic Processes. (I.L. Singer and H.M. Pollock, eds). – Kluwer; Dordrecht, 1992. – P. 405–422.
19. Sorensen, M.R. Simulation of Atomic Scale Sliding friction / M.R. Sorensen, K.W. Jakobsen, P. Stoltze // Phys. Rev. – 1996. – B53. – P. 2101–2113.
20. Vadluga V., Kačianauskas R. Investigation of the single-spring lattice model in simulation of 2D solid problems by DEM. /Mechanika. – Kaunas: Technologija, 2007, Nr.5(67), p.5-12.
21. Václav Šmilauer. Cohesive Particle Model using the Discrete Element Method on the Yade Platform: PhD thesis, Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering & Université Grenoble I – Joseph Fourier, École doctorale I-MEP2, June 2010.
22. Godet, M. The 3rd body approach: a mechanical view of wear./ Wear 100, 1984. – 437-452. G4. Gaeini M., Mhradi S., Homma H. Discrete Element Model for Continuum Dynamic Problems. Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering. Vol.2, No.12, 2008 - 1478-1486.
23. Tomas, J. Adhesion of ultrafine particles—a micromechanical approach./ Chem. Eng. 2007. Sci. 62, 1997–2010.

24. Tomas, J.: Mechanics of Particle Adhesion. – Magdeburg: Manuscript, 2008.
25. Majumdar A., Bhushan B. Fractal model of elastic–plastic contact between rough surfaces, ASME J. Tribol. 113 (1991) 1–11.
26. Cheng M., Liu W., Liu K. New discrete element models for elastoplastic problems. Acta Mech Sin (2009) 25:629–637.
27. Potyondy D.O., Cundall P.A. Abonded-particle model for rock. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 41 (2004) 1329–1364.
28. Johnson K.L., Kendall K., Roberts A.D., Surface energy and the contact of elastic solids. Proc. R. Soc. London. A., 1971, 324, pp. 301–313.
29. Xavier Quost, Michel Sebes, Anissa Eddhahak, Jean-Bernard Ayasse, Hugues Chollet. Pierre-Etienne Gautier & Fabrice Thouverez /Assessment of a semi-Hertzian method for determination of wheel–rail contact patch, Vehicle System Dynamics, 44:10, 2006. – 789-814.
30. S. Descartes, M. Renouf, N. Fillot, B. Gautier, A. Descamps, Y. Berthier, Ph. Demanche, A new mechanical–electrical approach to the wheel-rail contact, Wear 265 (2008) 1408–1416.
31. Sridhar, M. R., and M. M. Yovanovich, “Elastoplastic Contact Conductance Model for Isotropic Conforming Rough Surfaces and Comparison with Experiments,” J. of Heat Transfer, 118, 3 1996.
32. Shackleton P. and Iwnicki S.D. Comparison of wheel–rail contact codes for railway vehicle simulation: an introduction to the Manchester Contact Benchmark and initial results. // Vehicle System Dynamics, vol.46(1), 2008, p. 129–149.
33. Vargas W.L., McCarthy J.J. Conductivity of granular media with stagnant interstitial fluids via thermal particle dynamics simulation. International Journal of Heat and Mass Transfer 45 (2002) 4847–4856.

34. Vargas W.L., McCarthy J. J. Heat Conduction in Granular Materials. *AIChE Journal*. May 2001 Vol. 47, No. 5 1052-1059 p.
35. Watson L. Vargas-Escobar. Discrete Modeling of Heat Conduction in Granular Media: Doctor of Philosophy - University of Pittsburgh, 2002 – 179 p.
36. Richard D., Iordanoff I., Renouf M., Berthier Y. Thermal study of the dry sliding contact with third body presence. *ASME Journal of Tribology*, 130, 2008.
37. Terreros I., Iordanoff I., Charles J.L., Coupard D., Tcherniaieff S. Discrete element method, a tool to investigate complex thermo mechanical behavior: applicatoin to friction stir welding. *Int J Mater Form* (2009) Vol. 2 Suppl 1:573–576.
38. Lambert, M. A., and L. S. Fletcher, “Thermal Contact Conductance of Spherical Rough Metals,” *J. of Heat Transfer*, 119, 684 1997.
39. Argento C., Bouvard D. Modeling the effective thermal conductivity of random packing of spheres through densification. *Int. J. Heat Mass Transfer*. Vol. 39, No. 7, pp. 1343 1350, 1996.
40. Yovanovich, M. M., “Thermal Contact Resistance Across Elastically Deformed Spheres,” *J. Spacecraft Rockets*, 4, 119 _1967.
41. Holm, R., *Electrical Contacts: Theory and Application*, Springer-Verlag, New York 1967.
42. Batchelor, G. K., and R. W. O’Brien, “Thermal or Electrical Conduction through a Granular Material,” *Proc. R. Soc. Lond.*, 355, 313 _1977.
43. Zhang H.W., Zhou Q., Xing H.L., H. Muhlhaus. A DEM study on the effective thermal conductivity of granular assemblies. *Powder Technology* 205 (2011) 172–183.
44. Huetter E. S., Koemle N. I., Kargl G., Kaufmann E. Determination of the effective thermal conductivity of granular materials under varying

- pressure conditions. Journal of geophysical research, Vol. 113, E12004, doi:10.1029/2008JE003085, 2008.
45. Горбунов М.І. Моделювання процесів буксування локомотивів при виборі конструкції електропередачі / М.І. Горбунов, Є.М. Шапран, Е.Х. Тасанг // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля. – 2005. – № 3. – С.70-76.
 46. Chudzikiewicz A. Rail vehicle – track dynamic system in matlab /simulink environment / A. Chudzikiewicz, J. Dzozdziel // Proceedings of the 6th Conference on vehicle system Dynamics. – Budapest. – 1998. – P. 123-129.
 47. Басов Г. Дослідження динаміки тягових приводів тепловозів / Г. Басов, Є. Шапран, Е. Тасанг // Машинознавство. – 2005. – № 11-12. – С. 28-32.
 48. Голубенко О.Л. Підвищення паливної економічності багатосекційних тепловозів вдосконаленням алгоритмів управління дизель-генераторами / О.Л. Голубенко, Є.М. Шапран // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля. – 2008. № 3. – С. 6-19.
 49. Круshedольський О.Г. Модернізація силової установки дизель-поїзда Д1 / О.Г. Круshedольський, С.С. Счастний // Зб. наук. праць. ХарДАЗТ. – 2001. – Вип. 45. – С. 23-28.
 50. Кулагіна Л.І. Удосконалення системи протибуксовочного захисту тепловозов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л.І. Кулагіна. – Харків, 2001. – 23 с.
 51. Шапран Є.М. Мікропроцесорні системи адаптивного управління дизелем та електричною передачею тепловозів: [монографія] / Е.Н. Шапран. – Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2010. – 576 с.
 52. Cochrssen J. J. Risk Analysis: A Guide to Principles and Methods for Analyszing Health and Ennvironmental Risks / J. J. Cochrssen, V.T. Covello, 1989.

53. Ansell J. Risk, Analysis, Assessment and Management / J. Ansell, F. Wharton - Wiley, 1992.
54. Covello V.T. Risk Assessment Methods. Approaches for Assessing Health and Environmental Risks / Covello V.T., Merkhofer M.W. // Plenum Press, New York and London, 1993.
55. Ayyub B. M. Risk Analysis in Engineering and Economics / B. M. Ayyub. - Chapman & Hall/CRC, 2003.
56. Tversky A. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases / A. Tversky, D. Kahneman, 1974.
57. Zadeh L.A. Fuzzy sets / Zadeh, L.A. // Information and control, 1965. - V.8. - P. 338-353.
58. Zadeh L.A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision process / Zadeh, L.A. // IEEE Trans. Sys. Man. Cyb., SMC-3, 1977 - No. 1.
59. Данько М.І. Методологічний аспект формування критеріїв ефективного управління залізничною транспортною системою / Данько М.І., Бутько Т.В., Ломотько Д.В., Козак В.В. // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – 2010. – Вип. 113. - С. 5-9.
60. Пузир В.Г. Вдосконалення системи експлуатації локомотивів на підставі інформації про їх фактичний стан / В. Пузир // Міжвуз. зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – Вип.46. – С.46-49.
61. Тартаковський Е. Д. Модель селекції претендентів для виконання ремонтних робіт у віртуальній системі технічної експлуатації тягового рухомого складу / Тартаковський Е. Д., Устенко О. В. // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології. – Тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції, 2011. –С. 15-16.
62. Тартаковський Е.Д. Пріоритетні напрямки досліджень у галузі тягового рухомого складу (ТРС) // Збірник наукових праць Укр.

- ДАЗТ. Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту, 2004. – Вип. 64. – С. 5-12.
63. Фалендиш А.П. Аналіз сучасних підходів до оцінки техніко-економічних показників функціонування тягового рухомого складу на основі вартості життєвого циклу [Текст] / А.П. Фалендиш, Ю.Є. Калабухін, С.Г. Грищенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 107. – С. 5-11.
64. Стандарти Міжнародної організації зі стандартизації - ISO : Довідник: в 3 т. / В.Л. Іванов (ред.), В.А. Павлюкова (уклад.). – Л.: Леонорм, 1998. – 259с. – (Нормативна база підприємства). – Т. 1. – 259 с.
65. Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті України // Наказ Міністерства інфраструктури України 14.06.2011 № 142.
66. Тартаковський Е.Д. Визначення життєвого циклу тягового рухомого складу (ТРС) / Тартаковський Е.Д., Уманець М.Г., Аулін Д.О. //Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 72. – С. 82-86.
67. Інструкція з технічного обслуговування електровозів і тепловозів в експлуатації – Київ: Укрзалізниця, 2003.
68. Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу // Наказ Укрзалізниці № 093-ЦЗ від 30.06.2010 р.