

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ ТА ПРОФЕСІЙ
CNAM, ФРАНЦІЯ

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідуючий кафедрою:

д.т.н., проф.

(вч. звання, ступінь)

« 15 »

(підпис)

Тютюкін О. Л.

(ПІБ)

2022 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

на отримання ОКР «магістр»

Напрямок 27 «Транспорт»

Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

Спеціалізація «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Тема Формування стійкого інформаційного менеджменту для об'єктів
інфраструктури що базується на принципах інтероперабельності

Виконав:

Дуда Володимир Михайлович

(підпис)

Дуда Володимир Михайлович

(ПІБ)

Керівник:

к.т.н., доцент

(вч. звання, ступінь)

Баль О. М.

(підпис)

(Прізвище ініціали)

Дніпро
2022

ЗАЯВА

Я, Фуча Володимир Михайлович
(ПІБ повністю)
Студент групи І-Інтер
(шифр групи)
Спеціальності 273 Забезпечення транспорт
(код та назва спеціальності)
освітньої програми Інтероперабельність з берегом по морському транспорту
(назва освітньої програми)
освітнього ступеня підготовки Магістр
(бакалавр, магістр)

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

формування етичної інформаційної культури для об'єктів інфраструктури що беруть участь в між-типах інтероперабельності

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

Я ознайомена з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

Дата 09.12.2022

Підпис

Фуча

Керівник

Бель О.М.

Підпис

Бель

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

НМЦ ОБЗ

(назва факультету)

Транспортна інфраструктура

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: **Формування стійкого інформаційного менеджменту для
об'єктів інфраструктури, що базується на принципах
інтероперабельності**

за освітньою програмою Залізничні споруди та колійне господарство

зі спеціальності: 273 “Залізничний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Виконав (ла):

студент групи 8-Інтер

Володимир Дуда

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис студента)

Керівник:

завідувач кафедри

к.т.н., доцент Олена БАЛЬ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Львів – 2022

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ СТАБІЛЬНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ МЕРЕЖ В ЄВРОПІ

1.1 Основний принцип обслуговування інфраструктури в ЄС

Європейські залізниці (Німеччина, Австрія та Швейцарія) створили організаційні структури, які займаються управлінням активами, управлінням життєвим циклом та постійним управлінням стійкістю та надійністю залізничної колії. Термін управління інфраструктурою слід розглядати як інтегральне завдання управління. Тільки впевнившись, що описи процесів є повністю вичерпними, а вплив заходів є повністю прозорим і відстежуваним, можна приймати цілісні рішення в сталому управлінні.

Принцип управління залізничною інфраструктурою дуже схожий на принцип класичного промислового виробництва. Одна частина компанії займається маркетингом продукту. Він має бути сучасним, економічним та екологічно чистим та безпечним для довкілля. Інший підрозділ відповідає за виробництво та виробничі потужності.

Основні відмінності між класичним промисловим підприємством та залізничною інфраструктурою можна знайти в області продукції та в технічному обслуговуванні. Продуктом залізничної інфраструктури є безпечна експлуатація руху поїздів на її об'єктах.

У центрі уваги — клієнти, тобто залізничні підприємства та їхні пасажери. Планування технічного обслуговування регулюється відповідним графіком. Такий графік є рушійною силою процесу залізничної системи. Особливу увагу слід приділяти безпеці та інтегрованому, стабільному технічному обслуговуванню об'єктів інфраструктури. Вона розташована не в цеху фабрики, а «на відкритій трасі». При плануванні нових інфраструктурних проектів та утриманні існуючих активів необхідно враховувати вплив погоди (особливо дренажних та снігоочисних послуг) та природних небезпек.

Стале управління інфраструктурою базується на керівному принципі

10

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 «правильна міра в потрібний час». Відповідно до цього припущення необхідно дотримуватися безпеки як першочергового пріоритету на всіх етапах процесу (див. рис. 1.1). Ще одним пріоритетом є стабільне підтримання стану активів з урахуванням наявних ресурсів [14].



Рисунок 1.1 – Продукт менеджера інфраструктури - безпечне функціонування трафіку на його об'єктах

1.2 Завдання менеджерів інфраструктури

Менеджер інфраструктури відповідає за безпеку, яка орієнтована на потреби щодо надійної залізничної інфраструктури. Безпечне та своєчасне функціонування залізничного руху орієнтоване на клієнтів і ринок.

Завдання менеджера інфраструктури все більше гармонізуються в межах ЄС. Вони конкретно визначені в Директиві 2012/34/ЄС «Створення єдиної європейської залізничної зони».

Наведені нижче визначення базуються на Директиві (ЄС) 2016/2370, із врахуванням змін відповідно до четвертого залізничного пакету.

«Менеджер інфраструктури» означає будь-який орган або фірму,

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідальну за експлуатацію, обслуговування та оновлення залізничної інфраструктури в мережі, а також відповідальну за участь у її розвитку, як визначено державою-членом у рамках її загальної політики щодо розвитку та фінансування інфраструктури [5].

«Розвиток залізничної інфраструктури» означає планування мережі, фінансове та інвестиційне планування, а також будівництво та модернізацію інфраструктури [5].

«Експлуатація залізничної інфраструктури» означає розподіл поїздів, - управління рухом та стягнення плати за інфраструктуру [6].

«Обслуговування залізничної інфраструктури» означає роботи, призначені для підтримки стану та спроможності існуючої інфраструктури [7].

«Оновлення залізничної інфраструктури» означає значні роботи по заміні існуючої інфраструктури, які не змінюють її загальну роботу [8].

«Модернізація залізничної інфраструктури» означає значні роботи з модернізації інфраструктури, які покращують її загальні характеристики [9].

Європейський Союз передбачає незалежність розпорядника інфраструктури. Щодо цього у статті 7 Директиви (ЄС) 2016/2370 зазначено: «Держави-члени забезпечують, щоб жодна з інших юридичних осіб у рамках вертикально інтегрованого підприємства не мала вирішального впливу на рішення, прийняті менеджером інфраструктури щодо основних функцій » [10].

Робота в системі менеджера інфраструктури включає в себе всі процеси, такі як оперативний контроль поїздів і маневрових маршрутів, а також усі пов'язані процеси вгорі і внизу за течією, щоб забезпечити безпечну роботу. На Австрійських залізницях цей процес називають «виробництвом». На Deutsche Bahn термін виробництво включає сфери експлуатації, обслуговування та оновлення.

1.3 Дослідження постійних процесів вдосконалення залізничної інфраструктури

Як і в кожній компанії, до найважливіших управлінських завдань - менеджера залізничної інфраструктури входить відповідальність за результати діяльності, внутрішню та зовнішню презентацію компанії та її розвиток. Технічні та організаційні розробки цих компаній представляють виклики з огляду на можливості цифровізації.

Точне уявлення про ринок та оптимізація операцій та інженерних систем є завданнями, які мають надзвичайне значення для успішного менеджера залізничної інфраструктури. Це вимагає збалансованого погляду на операції та інженерні системи. Адекватні системи знаходяться на першому плані всіх міркувань, а доступність ресурсів впливає на визначення пріоритетів процесів. Оптимальний розвиток цільової мережі дозволяє менеджеру інфраструктури поставити клієнта в центр свого підходу, забезпечуючи найкращі можливі інженерні системи та операційні процеси (див. рис.1.2).

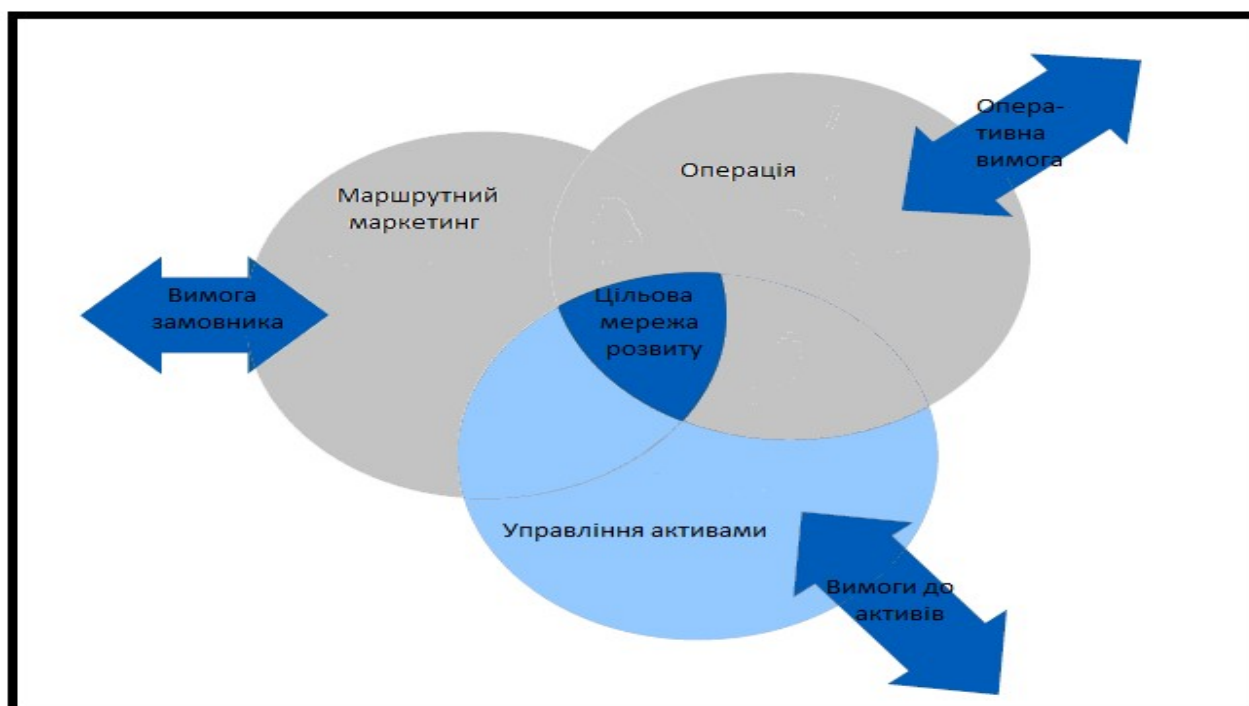


Рисунок 1.2 – Стратегічні основні процеси менеджерів інфраструктури

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ця ілюстрація показує основну стратегічну послідовність процесів залізничної інфраструктури, що складається з елементів маркетингу маршруту, операцій та управління активами. У сфері маршрутного маркетингу менеджер інфраструктури створює «єдине вікно». Клієнти мають контакт, щоб висловити свої вимоги та проблеми. В лінію відповідно до вимог замовника інженерні системи та операції мають бути адаптовані та модернізовані протягом тривалого періоду часу.

Управління активами має завдання забезпечити відповідні маршрути для роботи.

З внутрішньої точки зору управління активами розробляє стратегії та специфікації, необхідні для обслуговування та оновлення.

Оновлення залізничної мережі передбачає три цілі:

- зміцнення позицій на ринку
- підвищення економічної ефективності
- покращення стану техніки

Загалом, різні процеси мають постійно вдосконалюватися (див. рис.1.3).

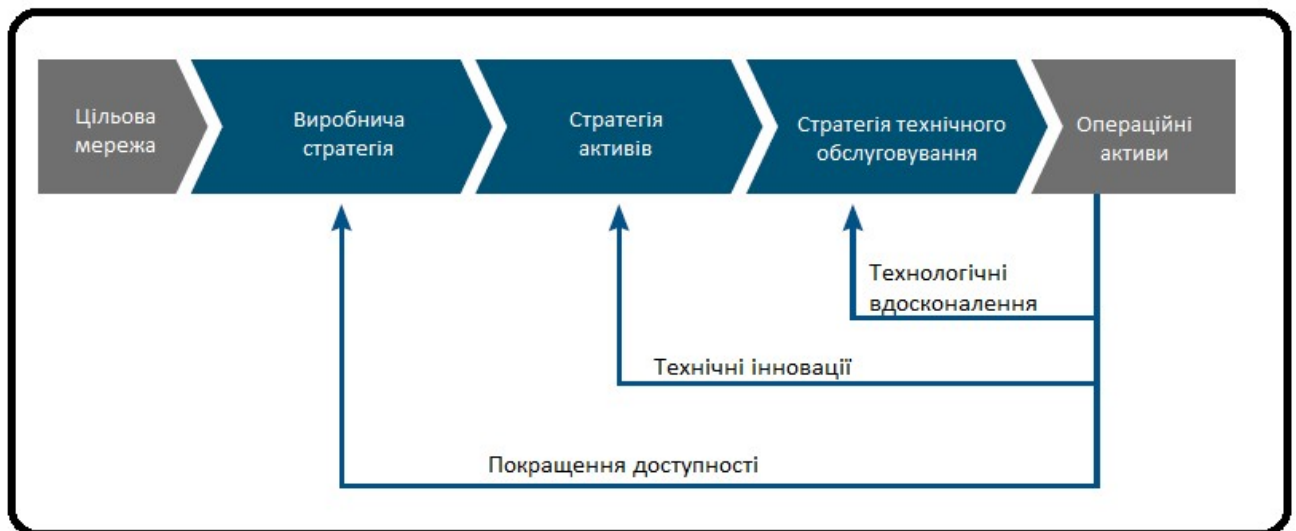


Рисунок 1.3 – Постійні процеси вдосконалення залізничної інфраструктури

Цей орієнтований на процес погляд призводить до поточних переоцінок, у тому числі в організаційній структурі. Завдання розпорядників інфраструктури також все більше узгоджуються з ЄС [13].

1.4 Процеси технічного обслуговування та оновлення в ЄС

Організація обслуговування залізниці є складним завданням щодо оптимізації процесу, планування та реалізації проекту, а також оптимізації витрат. Успішне виконання цього завдання вимагає чіткої структури окремих процесів обслуговування.

Європейський стандарт EN 13306 визначає відповідні терміни процесу технічного обслуговування, беручи за основу класичне виробництво продукції. Що стосується інфраструктури залізниці то необхідно мати на увазі, що ніякої фізичної продукції не виробляється, але інфраструктура створює умови для того, щоб залізничні підприємства могли безпечно перевозити пасажирів і вантажі.

Таким чином, не всі терміни, згадані в EN 13306, можуть бути використані стосовно залізничної інфраструктури [17].

EN 13306:2010 визначає технічне обслуговування таким чином (це визначення збігається з DIN 31051:2003):

Технічне обслуговування: «поєднання всіх технічних, адміністративних та управлінських дій протягом життєвого циклу об'єкта, призначених для збереження його або відновлення до стану, в якому він може виконувати необхідні функції» [19].

Основними деталями, пов'язаними з постійним способом і заснованими на визначеннях EN 13306, є моніторинг стану (попередня перевірка), планове технічне обслуговування (попереднє технічне обслуговування), відновлення після збою (попереднє усунення несправності) та ремонт [20].

EN 13306 визначає моніторинг стану таким чином: «діяльність, що виконується вручну або автоматично, призначена для вимірювання через заздалегідь визначені проміжки часу характеристик і параметрів фактичного стану об'єкта» [21].

Обсяг і інтервали моніторингу стану в першу чергу служать цілям безпеки і чітко регламентуються в графіках технічного обслуговування. Додаткова

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цінність моніторингу стану для менеджера інфраструктури також впливає з того факту, що планування заходів щодо стійкого обслуговування базується на результатах моніторингу стану [16].

Перевірка функції визначається як «дія, що вживається після дій технічного обслуговування, щоб переконатися, що елемент може виконувати необхідні дії» [23]. Ця дія виконується з метою забезпечення якості. Результати вимірювань необхідно збирати системно. Для полегшення роботи рекомендується використовувати ті ж технології вимірювання для функціональних перевірок і моніторингу стану.

Кращої ефективності можна досягти, якщо під час моніторингу стану виконувати регулярне технічне обслуговування.

EN 13306 також надає визначення для іспитів на відповідність і тести на відповідність, які представляють інтерес щодо Технічних специфікацій сумісності [24].

Відповідно до EN 13306, планове технічне обслуговування включає «регулярні або повторювані прості профілактичні заходи» [25]. Тут досі широко використовується термін «обслуговування» [14].

Для типових активів, де функціональність важлива, таких як перемикачі та різні компоненти повітряної лінії, регулярне технічне обслуговування, на додаток до моніторингу стану, є найважливішим заходом технічного обслуговування. Якість планового технічного обслуговування має значний вплив на поведінку відмов і частоту відмов.

Відновлення систем згідно з EN 13306 – це «подія, під час якої здатність працювати відповідно до вимог відновлюється після збою» [15]. Відновлення безпечної роботи залізниці, раніше відоме як усунення несправностей, зосереджується на швидкому усуненні несправностей і відновленні системи в експлуатацію. Стійкість як аспекти є підпорядкованою в цьому процесі обслуговування.

Час реагування на відновлення залежить від розташування точок підтримки інфраструктури. Оптимальний час реагування для встановлення доступності постійного способу визначено в так званих «Угодах про рівень обслуговування». Відстань між точками підтримки інфраструктури та місцем розташування потенційних несправностей базується на цих вимогах.

Ремонт у стандарті EN 13306 визначається як «фізичні дії, вжиті для відновлення необхідної функції несправного елемента» [16]. Покращення тут виключені. Вирішальними факторами якості постійного способу є технічна безпека, функціональність, стан і використовувані матеріали.

Оновлення та вдосконалення систем слід розглядати як інвестиційні заходи. Тому вони вводяться на рахунках капітальних витрат і складають частину постійних витрат.

Це включає в себе всі заходи щодо покращення стану активів, коли компоненти або як частини частково замінені (часткове оновлення) або де оновлюються повні системи.

При плануванні відновлювальних робіт залізниці необхідно оптимізувати витрати на будівництво, терміни будівництва та якість робіт, особливо враховуючи наявність під'їзду до колії. Ця мета підтримується використанням –процедури збирання. Завдяки високій механізації цієї процедури можна досягти стабільно високої якості за короткий термін будівництва.

Щоб забезпечити якомога більший термін служби засобів, доцільно обережно ставитися до компонентів під час їх монтажу.

Покращення означає «поєднання всіх технічних, адміністративних та управлінських дій, спрямованих на підвищення надійності та/або ремонтпридатності та/або безпеки об'єкта без зміни початкової функції» [19].

Заходи вдосконалення на постійній основі включають такі, які значно - збільшують термін служби всієї системи, покращують продуктивність і рівень безпеки.

Різні види технічного обслуговування наведені на рис. 1.4. Крім того, вони також включають заходи технічного обслуговування, характерні для залізничної колії, такі як підтримка габаритної ширини, послуги з розчищення снігу та запобігання шторму (управління природними небезпеками).

У перші дні залізниці мало думали про збереження колії. Перші міркування економічної ефективності враховували знос рухомого складу. Постійний спосіб вважався незношеним і не враховувалися ні зношування, ні старіння, звідси і термін «постійний спосіб».

Ступінь механізації обслуговування на початку був досить низьким. Заходи були вжиті лише після того, як виникли несправності (коригувальне технічне обслуговування). Зосереджено на швидкому введенні систем в експлуатацію. Досвід, отриманий з частоти відмов, був використаний для розробки технічного обслуговування, орієнтованого на час.

У EN 13306 це називається «завчасне обслуговування».

Подальші можливості для оптимізації полягають у записі стану систем за допомогою вимірювання. Тут заходи технічного обслуговування на основі умов виконуються незалежно від графіків. Необхідно виконувати лише ті заходи технічного обслуговування, які дійсно необхідні.



Рисунок 1.4 – Огляд видів технічного обслуговування

Наскільки дозволяють технічні можливості моніторингу стану, організації повинні прагнути до прогнозного обслуговування з точки зору планування та –

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

економічної ефективності. Прикладом є планування заміни рейок. За допомогою колійного огляду та обліку автомобіля можна встановити точний ступінь зносу рейок. На основі знання лінійного прогресу зносу можна планувати заміну рейок на кілька років вперед.

1.5 Комплексне планування інвестицій та обслуговування

Для досягнення найкращої вартості та якості колії необхідно узгодити заходи щодо інвестування та обслуговування (див. рис. 1.5). Центральне питання для менеджера інфраструктури — «як довго економічно ефективно підтримувати системи та коли доцільно їх оновлювати?» Таким чином, не рекомендується мати організаційну структуру, яка розділяє відділи, що займаються обслуговуванням та оновленням, через складний взаємозв'язок цих двох відділів.

Найкращий спосіб оптимізувати управління інфраструктурою – це інтегрувати планування інвестицій та технічного обслуговування. З 2007 року “3i strategy” є основою для планування інвестицій та обслуговування в DB Netz AG. Це гарантує координацію технічного обслуговування та оновлення [88].

Заходи підвищення ефективності спрямовані на досягнення «однакової продуктивності з меншими зусиллями». Простим заходом ефективності є, наприклад, закупівля дешевших компонентів (принцип найнижчої ціни). Це несе ризик того, що виробники також вживають заходів щодо підвищення ефективності, які можуть негативно вплинути на термін служби компонентів. Менеджер інфраструктури зобов'язаний вимагати від виробника прозору систему управління якістю та привести її у відповідність зі своєю власною системою.

Дев'ять основних елементів стратегії 3i, показаних на рис. 1.5, спрямовані на оптимізацію надійності, якості та доступності залізничної колії.



Рисунок 1.5 – 3i strategy of DB Netz AG як основа для планування інвестицій та обслуговування

Ефективність — це «найкраще можливе співвідношення зусиль і результату». Тут першочергове значення має ефективність вжитих заходів. Прикладом високоефективного заходу є безпечне використання систем за межами терміну їх служби обліку.

Інші заходи підвищення ефективності та результативності можуть бути досягнуті за допомогою комбінованого підходу. Загалом, заходи підвищення ефективності та результативності вважаються необхідними для оптимізації

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

систем з точки зору управління активами. Більш стійких успіхів зазвичай можна досягти за допомогою заходів ефективності. Однак вони вимагають більш детального планування та більших експертних знань.

В якості основного принципу інвестування перевага надається такому типу, на який існує більший ринковий попит. У випадку, коли ресурсів не вистачає для технічного обслуговування та оновлення, адекватність системи використовується як еталон для оцінки та підтримує визначення пріоритетів проектів. З точки зору менеджера інфраструктури, адекватність системи описує взаємозв'язок між ступенем виконання інфраструктури та вимогами ринку.

Європейський Союз також визнав необхідність і важливість експертної мережі та створив європейську мережу менеджерів інфраструктури як частину четвертого залізничного пакету. У майбутньому ця мережа буде виконувати важливі завдання, пов'язані з інфраструктурою. Важливість, яку ЄС надає цьому, також можна побачити в тому, що Європейська комісія є членом мережі.

21

Стаття 7f Директиви (ЄС) 2016/2370 стверджує, що «з метою сприяння наданні ефективних та ефективних залізничних послуг у Союзі, держави-члени забезпечують участь їхніх головних менеджерів інфраструктури та співпрацюють у мережі, що організовують регулярні збори через певні проміжки часу, щоб:

- розвивати залізничну інфраструктуру Союзу;
- підтримувати своєчасне та ефективне впровадження єдиного європейського залізничного простору;
- обмінюватися передовим досвідом;
- моніторинг і контроль продуктивності;
- сприяти діяльності з моніторингу ринку [...];
- подолати транскордонні вузькі місця [...]» [13].

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою участі в цій мережі держави-члени повинні мати право визначати, який орган або органи слід вважати їх основними розпорядниками інфраструктури. [14].

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ В УКРАЇНІ ТА ЄС

2.1 Вимоги до показників якості об'єктів інфраструктури в ЄС

Технічне обслуговування та оновлення колій вимагають великих витрат фінансових ресурсів. Близько 50% бюджету поновлення витрачається на утримання колії.

Тому важливо, щоб прозорість постійних рішень не тільки забезпечувалася, але й постійно розвивалася. Цифровалізація пропонує широкий спектр застосувань.

Як правило, інженерні конструкції демонструють лінійну якість і поведінку стану (див. рис. 2.1).

З цього можна вивести наступні кореляції: чим вища якість і кращий стан системи, тим нижче відповідна швидкість погіршення і зношування матеріалу. Отже, додана вартість якісного обслуговування стає очевидною. Відбувається також протилежне: неякісний стан системи призведе до вищої швидкості зношування та швидшого зношування матеріалу.

Стан активів покращується за допомогою ремонтних заходів. Однак зазвичай так і є, за допомогою цих заходів неможливо досягти рівня початкової якості системи. Чим більше матеріал зносився під час ремонту, тим менш стійкими будуть ремонтні заходи.

На рис. 2.1 показано різницю між техніко-економічним терміном служби. Економічний термін служби був досягнутий, коли додаткові витрати від збільшення технічного обслуговування в поєднанні зі зниженням надійності колії перевищують знижені витрати на амортизацію. Це призводить до збільшення витрат на життєвий цикл. Технічно можна було б продовжити термін служби за рахунок надмірного обслуговування, але це економічно неефективно.



Рисунок 2.1 – Якісна поведінка інженерних конструкцій

Дисертація Технічного університету Граца показала, що більш високий поріг втручання через технічне обслуговування позитивно впливає на термін служби систем (див. рис. 2.2) [17].

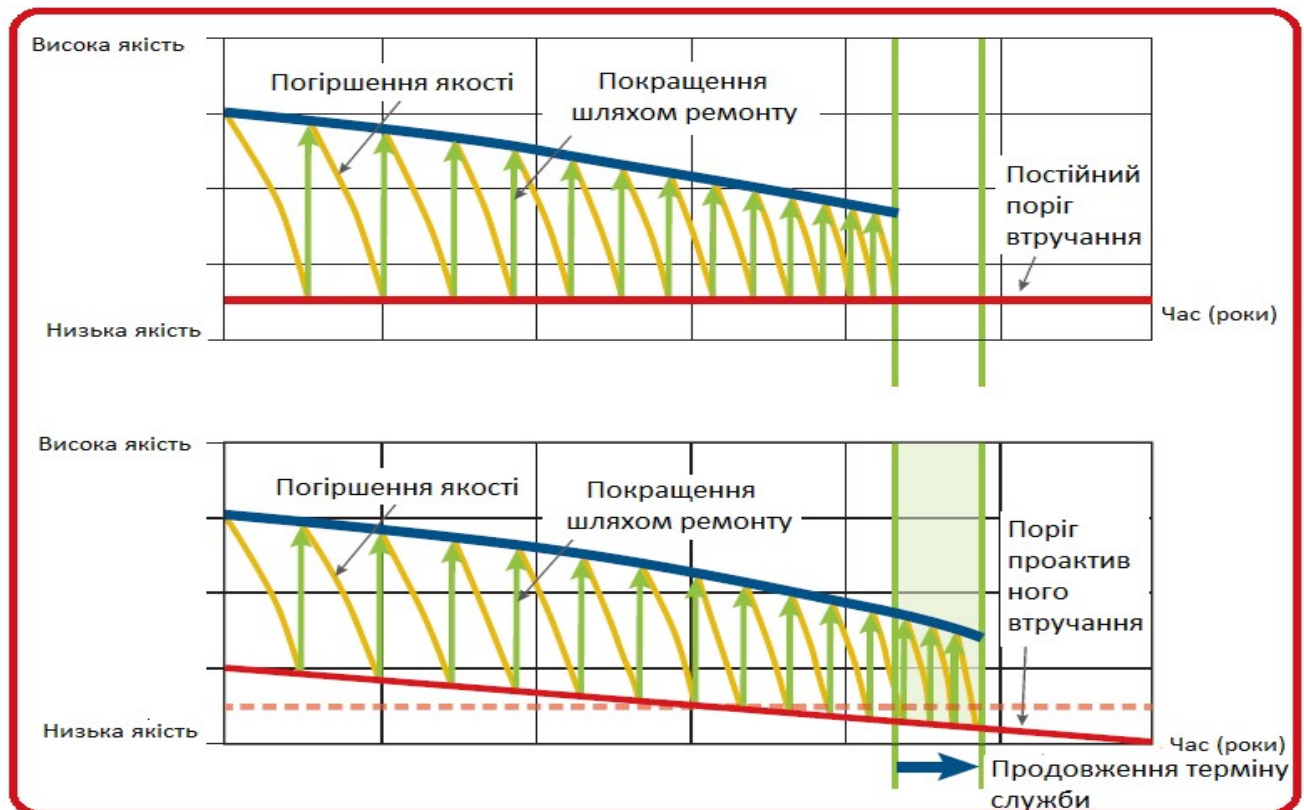


Рисунок 2.2 – Залежність терміну служби активів від втручання

У системах постійного впровадження порогового значення проактивного втручання призводить до подовження терміну служби активів [14] – Примітка: ефект посилено на діаграмі.

Рівень якості обслуговування

На початку терміну служби високий рівень якості має дуже позитивний вплив на загальну функцію зносу. Тому ремонтні роботи, що проводяться на перших етапах експлуатації, повинні бути якісними. Це гарантує, що необхідний стан можна буде підтримувати на високому рівні якомога довше, це продовжить термін служби систем.

Прозорість загальної якості системи

Менеджери інфраструктури повинні постійно прагнути до підвищення прозорості якості системи. Вони повинні поєднувати «прозору системну поведінку» з гаслом «правильна міра в правильний час» [15].

Специфікація якості повинна відповідати вимогам різних точок зору. Глобальний параметр якості сам по собі не може охопити різні аспекти поведінки системи. З точки зору управління життєвим циклом, необхідно сформулювати специфікацію якості таким чином, щоб окремі значення якості, які відображають потреби процесів технічного обслуговування, виводилися для кожного процесу технічного обслуговування. У цьому контексті до якості рекомендується віднести такі елементи [16]:

«Якість = [технічна] безпека + функціональність + стан + речовина»

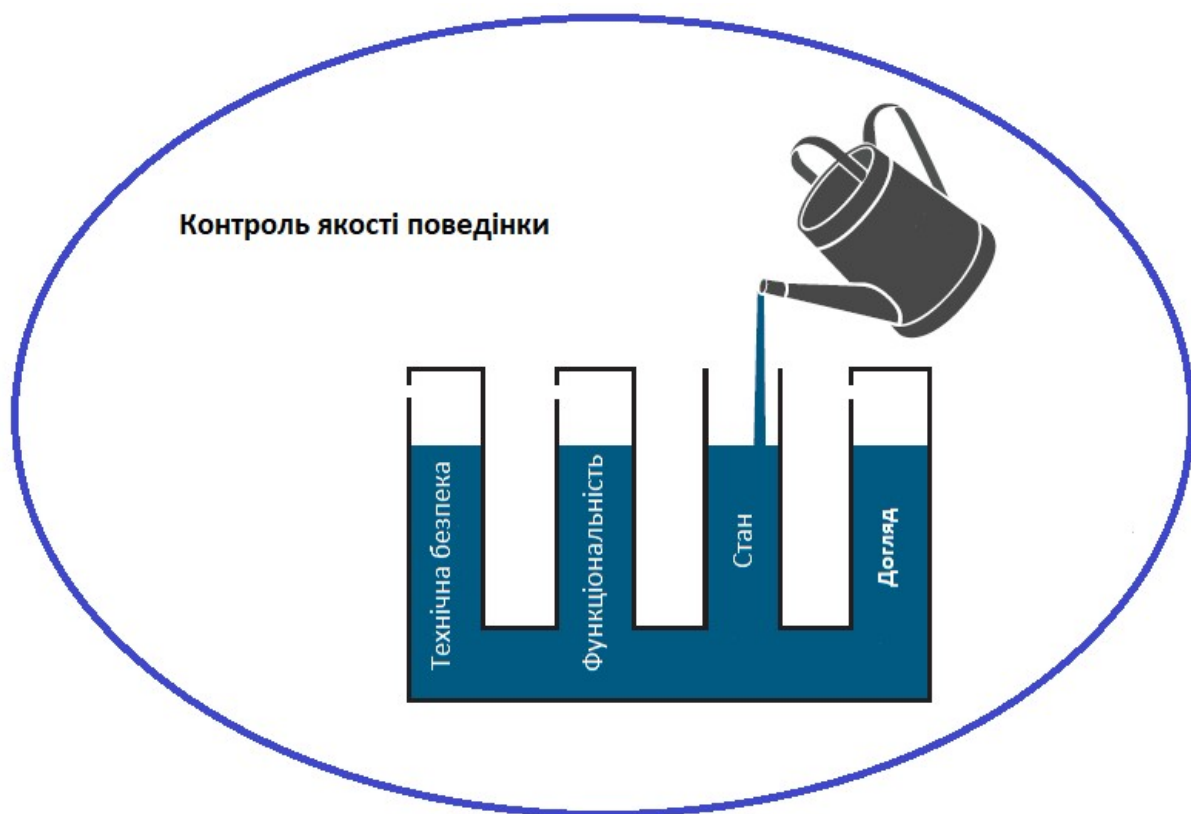


Рисунок 2.3 – Управління життєвим циклом

26

Простіше кажучи: технічна безпека, функціональність, стан і догляд за матеріалами поводяться як сполучені між собою судини.

З цих чотирьох якісних характеристик лише стан можна активно покращити за допомогою відповідних ремонтних заходів. Рівень якісних характеристик, технічна безпека, функціональність і догляд за матеріалами є реакцією на вжиті ремонтні заходи.

Покращений стан системи призводить до кращої технічної безпеки, кращої функціональності та зниження зносу матеріалів. Проактивне управління життєвим циклом означає стабільний контроль стану системи відповідно до вимог з метою досягнення загальної оптимізації якості, вартості та доступності.

Тут слід звернутись до Директиви 2004/17/ЄС, яка “координує процедури закупівель суб’єктів господарювання, що працюють у секторах водного, енергетичного, транспортного та поштового зв’язку”.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27

Об'єктивні показники дозволяють описати поведінку системи. Якщо один компонент системи знаходиться в поганому стані, це впливає на якість поведінки та матеріальний стан іншого компонента. Комплексне управління інфраструктурою в сенсі оптимізації поведінки системи та необхідних заходів для досягнення цього вимагає знання поведінки системи (див. рис. 2.4).



Завдання управління життєвим циклом полягає в тому, щоб системно зв'язати процеси технічного обслуговування та оптимізувати їх інтегрованим та

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стійким чином. Для процесів технічного обслуговування розробляються окремі ключові індикатори:

- моніторинг стану;
- реставрація;
- планове обслуговування/ремонт;
- оновлення.

Системи розділені на окремі компоненти та забезпечені індикаторами для кожного процесу технічного обслуговування.

Це генерує огляд системної моделі щодо залежностей між відповідними компонентами та відповідними вимогами щодо обслуговування, пов'язаних із маршрутом.

1) Крок процесу моніторингу стану включає підтвердження технічної безпеки. Тип і обсяг цього процесу технічного обслуговування вказуються в графіках технічного обслуговування та адаптовані для відображення відповідного рівня техніки.

2) Якщо виникають збої, вони усуваються на етапі процесу відновлення. Головним пріоритетом тут є забезпечення функціональності системи. Правильний і детальний запис відмов створює основу для реактивного управління відмовами та послідовного аналізу відмов. Цей аналіз призначений для постійного покращення колії. Що стосується відмов, то розрізняють часті локальні збої, відмови, пов'язані з компонентами, та окремі події, що викликають серйозні відмови. Таким чином, управління збоями може бути лише реактивним.

3) Крок процесу ремонту базується на результатах моніторингу стану. Вони дають змогу заздалегідь спланувати необхідні ремонтні заходи, використовуючи визначені показники стану («обслуговування на основі стану або прогнозне обслуговування»). Етап процесу планового технічного обслуговування також сприяє стану систем, але в основному виконується з урахуванням часу. Інший акцент робиться на окремих складових постійного

способу. У зоні повітряних ліній, як правило, проводитиметься поточний ремонт, особливо на коліях і стрілочних переводах.

4) Дані моніторингу стану надають індикатори стану матеріалу, які відображають термін служби компонентів системи, що залишився.

Один добре перевірений метод розрахунку вартості життєвого циклу успішно використовується ÖBB-Infrastruktur з 2011 року. Ідеальний час для поновлення розраховується в три етапи:

1. Відділ управління життєвим циклом (LCM) створює звіт про стан системи LCM, який містить всю технічно актуальну інформацію. У ньому перераховано всі заходи технічного обслуговування разом із змінними умовами та збоями за останні роки. Показники матеріального стану дозволяють розробити щонайменше два варіанти оновлення з технічної точки зору.

2. Зовнішня організація, що спеціалізується на витратах життєвого циклу, перевіряє вхідні технічні дані на правдоподібність і розраховує середньорічні витрати (включаючи витрати на експлуатаційні перешкоди) для варіантів оновлення. Результатом огляду є подання вартості на найближчі кілька років. Виходячи з цього, можна визначити дату поновлення, яка матиме найменші річні витрати.

3. Використовуючи вартість для операційних перешкод, можна ранжувати - проекти в порядку пріоритетності. Цей рейтинг підтримує процес прийняття рішень щодо оновлення системи, наприклад, якщо проекти відкладаються через бюджетні обмеження.

Залучення до процесу зовнішньої організації забезпечує додатковий контроль. Звіт про стан системи LCM та звіт про оцінку LCC доповнюють один одного і становлять основу для обговорення з Asset Management.

Практичним і успішним прикладом є стратегія профілювання рейок Deutsche Bahn з її механічним шліфуванням рейок. Впроваджуючи стратегічні - заходи (запобігання замість оновлення залізниці), DB змогла покращити стан рейок і водночас зменшити витрати на технічне обслуговування своєї мережі за останні роки. Якість (менша кількість збоїв на залізницях), заходи (збільшення

профілю залізниці) та використання ресурсів можна було б стабільно покращити (((див. рис. 2.5 А), Б), В).

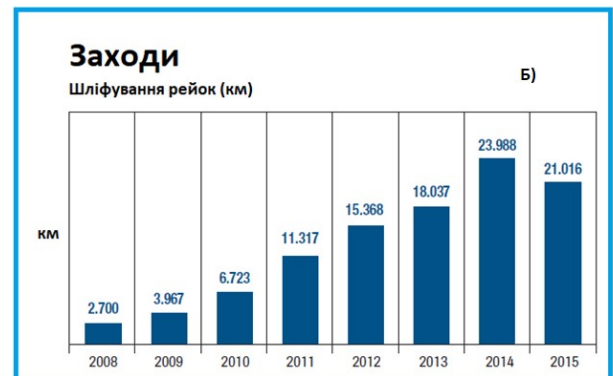
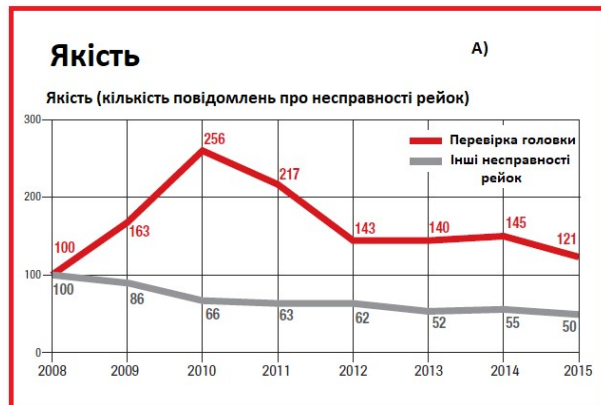


Рисунок 2.5 – Дослідження впливу шліфування рейок та загальні витрати по їх утриманню

Зміна стану системи суттєво впливає на термін служби колії. EN 13306 визначає доступність, надійність і ремонтпридатність наступним чином:

Готовність [18]:

«здатність перебувати в стані, щоб виконувати такі дії, як і коли це потрібно [...]». Тому колійні системи повинні мати певну надійність.

Надійність [19]:

«здатність предмета виконувати потрібну функцію за заданих умов протягом даного інтервалу часу».

Ремонтпридатність [20]:

«здатність об'єкта за заданих умов використання зберігатися або відновлюватись у стані, в якому він може виконувати необхідну функцію, коли

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічне обслуговування виконується за заданих умов і з використанням встановлених процедур і ресурсів».

Аналіз вартості життєвого циклу в першу чергу виконується для «надійних» систем, таких як колія або стрілочні переводи та переїзди. У зоні повітряної лінії та систем керування основним процесом відстеження стану системи є аналіз RAMS з інтеграцією статистики відмов. Вони надають інформацію про кількість і тривалість збоїв. Це дає змогу систематично аналізувати частоту збоїв, які виникають, встановлювати причини та розробляти заходи протидії:

Несправності в залежності від місця розташування:

Це індикатор поганого стану локальної системи. Рекомендацією буде моніторинг стану на місці із залученням відповідальних інженерів.

Несправності окремих компонентів:

На додаток до місця розташування, документація про відмову також повинна містити класифікацію компонента. Це єдиний спосіб встановити специфічну для компонента поведінку відмов. У цій сфері аналіз великих даних стане все більш важливим у найближчі роки.

Несправності на повітряній лінії зазвичай стосуються обірваних контактних проводів або проводів контактної мережі. Крім того, існують поломки, викликані «зовнішніми факторами», наприклад, падінням дерев на повітряну лінію, несправними пантографами та неспостережуваними сигналами контактної мережі.

2.3 Вимоги до показників якості об'єктів інфраструктури в Україні

Інфраструктура залізничного транспорту, її підсистеми, складові частини підсистем повинні забезпечувати вимоги: габариту наближення будовівель, умови експлуатації з урахуванням зовнішніх кліматичних і механічних дій, технічну сумісність із залізничним рухомим складом.

При проектуванні інфраструктури залізничного транспорту її підсистема та її складові частини та елементи підсистеми проектувальник (розробник)

повинні вибирати рішення, що забезпечують встановлений законодавчим органом держави на просторі 1520 допустимий рівень шкідливих і небезпечних впливів на життя і здоров'я людини, тварин і рослин.

Вибрані проектувальником (розробником) конструкції підсистеми інфраструктури залізничного транспорту, її складові частини та елементи повинні бути безпечними протягом призначеного терміну служби та (або) ресурсів, призначених термінів зберігання, підтримувати вплив і навантаження, яким вони можуть піддаватися в процесі експлуатації.

При проектуванні інфраструктури залізничного транспорту, її підсистем, складових частин та елементів підсистем проектувальник (розробник) при необхідності повинен передбачати програмні засоби, що забезпечують безпеку функціонування інфраструктури залізничного транспорту, її підсистем, складових частин та елементів підсистем.

При внесенні змін до проекту будівництва інфраструктури залізничного транспорту та її підсистем, у конструкції складових частин та елементів підсистем не повинні бути знижені встановлені при проектуванні вимоги безпеки відповідно до чинного технічного регламенту.

Складові частини та елементи підсистеми інфраструктури залізничного транспорту повинні бути розпізнавальні ідентифікаційні та попереджувальні написи та маркування, які повинні бути повторені та пояснені в керівництві по експлуатації.

Складові частини та елементи підсистем інфраструктури залізничного транспорту, відповідно до конструкторської документації, повинні мати таке маркування (маркування має забезпечувати ідентифікацію продукції незалежно від року випуску цієї продукції):

знак обігу на ринку;

номер;

табличка виробника;

32

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дата виготовлення;

на резервуарах та контрольних приладах мають бути нанесені написи про їх огляд.

Електромагнітні перешкоди, що створюються складовими частинами та елементами підсистем інфраструктури залізничного транспорту при їх функціонуванні, не повинні перевищувати рівнів, що забезпечують функціонування інших елементів та складових частин підсистем інфраструктури залізничного транспорту та залізничного рухомого складу, що експлуатується на цій інфраструктурі.

Для підсистем інфраструктури залізничного транспорту, їх складових частин та елементів повинен бути передбачений порядок утилізації небезпечних елементів для запобігання використанню після припинення їх експлуатації.

Перед введенням в експлуатацію інфраструктури залізничного транспорту, її підсистем та їх складових частин у передбачених проектом місцях повинні бути нанесені або встановлені попереджувальні написи, знаки про небезпеки та умови безпечної експлуатації.

Елементи складових частин підсистем інфраструктури залізничного транспорту, відповідність яких вимогам цього технічного регламенту підтверджено у порядку, визначеному цим технічним регламентом, маркуються знаком звернення на ринку у встановленому порядку.

При введенні в експлуатацію інфраструктури залізничного транспорту, її підсистем, складових частин підсистем має бути в наявності комплект експлуатаційної та ремонтної документації.

При проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію інфраструктури залізничного транспорту, її підсистем, складових частин підсистем повинні виконуватись вимоги законодавства у галузі охорони навколишнього середовища та санітарного законодавства держави шириною колії 1520.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проектуванні інфраструктури залізничного транспорту, її підсистем, складових частин підсистем повинні враховуватися нормативи допустимого антропогенного навантаження на навколишнє середовище, передбачатися заходи щодо запобігання та усунення забруднення навколишнього середовища, санітарні розриви, а також способи розміщення відходів виробництва та споживання, безвідходні та інші сучасні технології, що сприяють охороні навколишнього середовища, відновленню природного середовища, раціональному використанню та відтворенню природних ресурсів.

При будівництві інфраструктури залізничного транспорту, її підсистем, складових частин підсистем повинні бути вжиті заходи щодо охорони навколишнього середовища, дотримання санітарних розривів, відновлення природного середовища, рекультивації земель, благоустрою територій відповідно до законодавства держави шириною колії 1520.

При проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію інфраструктури залізничного транспорту, її підсистем, складових частин підсистем повинні передбачатися та виконуватися заходи, що забезпечують збереження шляхів міграції диких тварин та місць їх постійного проживання, у тому числі в період розмноження та зимівлі.

Вимоги безпеки до підсистеми залізничної колії, її складових частин та елементів складових частин:

1) всі складові частини (у тому числі земляне полотно, верхня будова колії) та елементи (у тому числі рейки, стрілочні переведення, рейкові скріплення, шпали, баласт) підсистеми залізничної колії за міцністю, несучою здатністю та стійкістю повинні забезпечувати безпечний рух з найбільшими швидкостями, встановленими органами держав на просторі 1520, які здійснюють функції з вироблення державної політики та нормативно-правового регулювання у сфері залізничного транспорту;

2) верхня будова колії та земляне полотно повинні забезпечувати стабільність положення залізничної колії у плані та поздовжньому профілі.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Геометричні параметри кривих повинні встановлюватися таким чином, щоб забезпечувалася стійкість від сходу коліс з рейок та від перекидання залізничного рухомого складу;

3) рівень брівки земляного полотна на підходах до водопропускних споруд через водотоки, при розташуванні залізничної колії вздовж водотоків і водойм, а також верхи укосів, що зміцнюються, повинен підніматися на задану величину над найвищим розрахунковим рівнем води виходячи із заданої ймовірності перевищення;

4) конструкція безстикового шляху повинна виключати викиди рейково-шпальної решітки при одночасному впливі поїзних та температурних навантажень;

5) штучні споруди повинні мати пристрої, призначені для безпечного обслуговування самих споруд та залізничних колій (тротуари, притулки з поручнями, бруківки, ніші, камери, сходи, сходи з поручнями, спеціальні оглядові пристрої та пристрої, сповіщену сигналізацію та інші пристрої);

6) стрілочні переведення повинні мати пристрої для запобігання несанкціонованому переведенню дотепників і рухомих частин хрестовин під час руху залізничного рухомого складу;

7) геометричні розміри поперечного перерізу та конструктивні рішення тунелів повинні встановлюватися з урахуванням мінімізації величини надлишкового аеродинамічного тиску, що виникає при вході в тунель та русі в ньому залізничного рухомого складу;

8) при проектуванні залізничної колії мають бути проведені спеціальні дослідження для прийняття рішень щодо зниження коливань аеродинамічного тиску в тунелях, закритих виїмках та підземних станціях при проході залізничного рухомого складу з максимальними швидкостями;

9) у тунелі не повинні створюватися небезпечні для здоров'я людей концентрації шкідливих речовин;

35

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10) перехрестя залізничних колій з автомобільними дорогами та з лініями міського пасажирського транспорту слід проектувати на різних рівнях. Допускається проектування та будівництво перетинів залізничних колій з автомобільними дорогами в одному рівні в порядку, встановленому відповідними органами держав на просторі 1520. Усі переїзди мають бути з боку автодороги обладнані попереджувальними знаками, а також залежно від інтенсивності руху автотранспорту – сигнальними та загороджувальними пристроями;

11) перехрестя залізничних колій з трубопроводами різного призначення, які не входять і не входять до складу інфраструктури залізничного транспорту, можливе надземним або підземним (під земляним полотном) методом укладання при підземному способі трубопроводу на заданому рівні та глибині в захисну трубу або тунель. Влаштування переходів трубопроводів всередині насипу забороняється. При надземному перехрещенні залізничних колій із трубопроводами повинні дотримуватися вимог габариту наближення будівель. Влаштування зазначених перехрещень узгоджується з власником інфраструктури залізничного транспорту загального користування, власниками залізничних колій незагального користування.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПОРІВНЯННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ЩОДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ РЕЙОК В УКРАЇНІ І ЄС

3.1 Вимоги Директиви 2016/798/ЄС щодо безпеки до операторів інфраструктури

Залізнична система ЄС загалом має високий рівень безпеки. Метою Директиви 2016/798/ЄС [22] є підтримка цього рівня безпеки або подальшого його підвищення.

Директива ЄС – нормативно-правовий документ, в якому зазвичай вказуються цілі та результати, які мають бути досягнуті, але національній владі надається право самій вирішувати, в якій формі чи за допомогою яких процедур та механізмів ці цілі можуть бути досягнуті.

Директива (ЄС) 2016/798 має такі спільні цілі [22]:

- узгодження змісту правил безпеки
- узгодження сертифікації безпеки для залізничних підприємств
- узгодження завдань та ролей національних органів з безпеки
- узгодження розслідування аварій

Відповідно до Директиви (ЄС) 2016/798 для залізниць застосовується такий принцип безпеки (випадок 7): «Основні учасники залізничної системи Союзу, оператори інфраструктури та залізничні підприємства повинні нести повну відповідальність за безпеку системи, кожен за своєю частиною. За потреби вони мають співпрацювати у здійсненні заходів щодо контролю за ризиками».

Потрібно розрізняти безпосередню відповідальність за безпеку відповідної системи та головне завдання національних органів безпеки.

Відповідальність операторів інфраструктури визначена так, як це викладено у статті 32 Директиви (ЄС) 2016/798 [22]: «Керівники інфраструктури повинні мати ключову відповідальність за безпечне проектування, обслуговування та експлуатацію їхньої залізничної мережі».

Оператори інфраструктури повинні отримати дозвіл на безпеку від національного органу з питань безпеки щодо їх системи управління безпекою та в інших положеннях, щоб відповідати вимогам безпеки.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до статті 20 цієї директиви передбачено наступний спосіб експлуатації залізничних підприємств доступ до інфраструктури [22]: «Залізничне підприємство повинно мати сертифікат безпеки як умову дозволу доступу до залізничної інфраструктури. Сертифікат безпеки повинен містити докази того, що залізничне підприємство створило свою систему управління безпекою, яку він здатний виконувати з відповідними стандартами та правилами безпеки для відповідної сфери експлуатації».

Декларація 34 Директиви 2016/798 зазначає [22]: «Суб'єкт, відповідальний за обслуговування, повинен мати сертифікацію на вантажні вагони. Якщо суб'єктом господарювання, відповідальним за обслуговування, є адміністратор інфраструктури, ця сертифікація має бути включена до процедур для дозволу на безпеку. Сертифікат, виданий такому суб'єкту господарювання, повинен гарантувати ці вимоги щодо обслуговування цієї Директиви виконуються для будь-яких вантажних вагонів за що він несе відповідальність».

Оператори інфраструктури та залізничні підприємства зобов'язані виконувати необхідні заходи щодо контролю ризику, дотримання всіх відповідних правил та запровадження системи управління безпекою. Відповідні суб'єкти зобов'язані виконувати цю програму необхідні заходи контролю над ризиками, де це доречно, у співпраці друг з одним.

Окрім залізничних підприємств та управлінців інфраструктури, це також включає такі установи:

- особи, відповідальні за обслуговування транспортних засобів;
- перевізники, навантажувачі та наповнювачі, важливі для безпеки вантажно-розвантажувальних робіт;
- виробники складових частин або вузлів рухомого складу та залізничної інфраструктури систем Директива про сумісність 2016/798 не містять загальних системних вимог.

Встановлено лише мінімальний рівень безпеки, що стосується підсистем. Тому є вимога визначити цілі безпеки для загальної залізничної системи.

Директива сумісності 2016/798/ЄС не містить загальних вимог до системи. Передбачено лише мінімальні рівні безпеки, які стосуються підсистем. Тому існує потреба у визначенні цілей безпеки для всієї залізничної системи.

Залізнична агенція відповідає за розвиток рівнів безпеки.

Загальні цілі безпеки визначають рівень безпеки щодо індивідуальних та соціальних ризиків. Залізничним підприємствам потрібний єдиний сертифікат безпеки для доступу до залізничної інфраструктури (стаття 10, директива 2016/798/ЄС).

З метою розвитку та підвищення безпеки на залізницях, держави-члени, в межах своєї компетенції, зобов'язані:

гарантувати, що безпека на залізницях, як правило, зберігається і, якщо це можливо, постійно вдосконалюється, беручи до уваги розвиток права Союзу і міжнародних норм і технічного і наукового прогресу, і приділяти пріоритетну увагу запобіганню нещасних випадків;

забезпечити, щоб усе чинне законодавство здійснювалось у відкритій і недискримінаційній основі, сприяючи розвитку єдиної європейської залізничної транспортної системи;

забезпечити, щоб заходи з розробки та вдосконалення безпеки на залізничному транспорті брали до уваги необхідність системного підходу;

гарантувати, що відповідальність за безпечну експлуатацію залізничної системи Союзу і контролю ризиків, пов'язаних з ним покладено на операторів інфраструктурою і залізничні підприємства, кожен зі свого боку системи, зобов'язуючи їх:

здійснити необхідні заходи з управління ризиком, про який йдеться в пункті (а) статті 6 (1), при необхідності у співпраці один з одним;

застосовувати правила Союзу і національні правила;

створювати системи управління безпекою відповідно до цієї Директиви;

без шкоди для цивільної відповідальності відповідно до вимог законодавства держав- членів повинні забезпечувати, щоб кожен оператор інфраструктури і кожне залізничне підприємство відповідали за свою частину

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи і її безпечну експлуатацію, включаючи поставку матеріалів та укладення договорів послуг по відношенню до користувачів послуг, клієнтів, зацікавлених працівників та інших суб'єктів, зазначених в пункті 4;

розробляти і публікувати річні плани з безпеки, що встановлюють заходи, передбачені для досягнення ЦЗБ (CSTs); і) де це доцільно, підтримувати Агентство в моніторингу розвитку залізничної безпеки в Союзі.

Агентство повинно забезпечити, в межах своєї компетенції, що безпека залізниць, як правило, зберігається і, якщо це можливо, постійно вдосконалюється, беручи до уваги розвиток законів Союзу та технічного і наукового прогресу і віддаючи пріоритет попередження серйозних аварій.

Залізничні підприємства та оператори інфраструктурою зобов'язані:

здійснити необхідні заходи з управління ризиком, зазначеним у пункті (а) статті 6 при необхідності, у співпраці один з одним і з іншими учасниками;

брати до уваги в своїх системах управління безпекою, ризики, пов'язані з діяльністю інших учасників і третіх осіб;

де це доречно, за контрактом зобов'язати інші суб'єкти, зазначені в пункті 4 і що мають потенційний вплив на безпечну експлуатацію залізничної системи Союзу, здійснювати заходи з контролю за ризиками; і

забезпечити, щоб їх підрядники здійснювали заходи з контролю ризиків шляхом застосування МЗБ (CSMs) для моніторингу процесів, викладених в МЗБ (CSMs) з моніторингу, згаданих в пункті (с) статті 6 (1), і що це передбачено в контрактних угодах, які підлягають розкриттю на запит Агентства або національного органу безпеки.

Без шкоди для відповідальності залізничних підприємств та операторів інфраструктурою, зазначених в пункті 3, особи, відповідальні за технічне обслуговування і всі інші суб'єкти, які мають потенційний вплив на безпечну експлуатацію системи залізниць Союзу, в тому числі виробники, постачальники обслуговування, утримувачі, постачальники послуг, підрядні організації, перевізники, вантажовідправники, вантажоодержувачі, навантажувачі, розвантажувачі, наповнювачі та опорожнювачі, повинні:

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснити необхідні заходи з управління ризиками, в разі необхідності у співпраці з іншими учасниками;

переконатися, що підсистеми, аксесуари, обладнання та послуги, що надаються ними відповідають встановленим вимогам і умовам використання, так що вони можуть безпечно експлуатуватися зацікавленим залізничним підприємством і/або оператором інфраструктурою.

Залізничні підприємства, оператори інфраструктурою і будь-які суб'єкти, згадані в пункті 4, які виявляють або визнають про загрозу безпеці, пов'язану з дефектами і будівельними невідповідностями або несправностями технічного обладнання, в тому числі структурних підсистем, повинні, в межах їх відповідної компетенції:

приймати будь-які необхідні коригувальні заходи для вирішення виявлених загроз безпеки; (Б) повідомляти про ці ризики відповідні сторони, з тим щоб дати їм можливість приймати будь-які необхідні подальші заходи щодо виправлення становища, щоб забезпечити безперервне досягнення показників безпеки залізничної системи Союзу. Агентство може створити інструмент, який полегшує цей обмін інформацією між відповідними суб'єктами, беручи до уваги конфіденційність користувачів, що беруть участь, результати аналізу витрат і вигод, а також комп'ютерні програми і реєстри вже створені Агентством.

У разі обміну транспортними засобами між залізничними підприємствами, всі зацікавлені сторони будуть обмінюватися усією необхідною інформацією з метою безпечної експлуатації, що стосуються, зокрема, але не виключно, про стан та історію даного транспортного засобу, елементи файлів технічного обслуговування з метою оперативного контролю простежуваності операцій по навантаженню і товарних накладних.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Директива (ЄС) 2016/797 сумісність залізничної системи в рамках Європейського Союзу

Розробка технічних специфікацій інтероперабельності (TSI) показала необхідність уточнення взаємозв'язку між основними вимогами та TSI, з одного боку, та європейськими стандартами та іншими документами нормативного характеру, з іншого. Зокрема, слід чітко розрізняти стандарти або частини стандартів, які мають бути обов'язковими для досягнення цілей цієї Директиви, та гармонізовані стандарти, розроблені відповідно до Регламенту (ЄС) № 1025/2012. Європейського парламенту та Ради. У разі крайньої необхідності, TSI можуть робити прямі посилання на європейські стандарти або специфікації, які стають обов'язковими з моменту застосування TSI.

TSI має вказати всі умови, яким має відповідати складова інтероперабельності, і процедуру, якої слід дотримуватися при оцінці відповідності. Крім того, необхідно вказати, що кожен компонент повинен пройти процедуру оцінки відповідності та придатності для використання, зазначеного в TSI, і повинен мати відповідний сертифікат, який містить або оцінку відповідності складової взаємодії, що розглядається окремо, до технічних специфікацій, яким необхідно виконати, або оцінки придатності для використання компонента інтероперабельності, що розглядається в його залізничному середовищі, стосовно технічних специфікацій.

Ця Директива має застосовуватися до всієї залізничної системи Союзу, а сферу застосування TSI слід розширити, щоб охопити транспортні засоби та мережі, які не входять до трансєвропейської залізничної системи. Таким чином, Додаток I до Директиви 2008/57/ЄС слід спростити.

Функціональні та технічні специфікації, яким мають відповідати підсистеми та їхні інтерфейси, можуть відрізнятися залежно від використання відповідних підсистем, наприклад, відповідно до категорій ліній та транспортних засобів, зокрема для забезпечення узгодженості між високошвидкісними та звичайними залізничними системами.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для того, щоб забезпечити поступове впровадження сумісності залізниць у всьому Союзі та поступово зменшити різноманітність застарілих систем, TSI мають визначати положення, які мають застосовуватися у разі оновлення або модернізації існуючих підсистем та можуть включати пропозиції щодо поетапне завершення цільової системи. Однак, щоб зберегти конкурентоспроможність залізничного сектора та запобігти невиправданим витратам, набуття чинності нових або змінених TSI не повинно призводити до негайної адаптації транспортних засобів та інфраструктури до нових специфікацій.

TSI повинні вказувати, коли оновлення та оновлення інфраструктури та транспортних засобів потребує нового дозволу. У всіх випадках для оновлення та оновлення інфраструктури заявник повинен подати через систему «єдиного вікна», про яку йдеться в Регламенті (ЄС) 2016/796, файл до національного органу безпеки, щоб він міг вирішити, чи буде новий дозвіл необхідно на основі критеріїв, викладених у цій Директиві. У разі модернізації та оновлення транспортних засобів, які мають дозвіл на розміщення на ринку, заявник повинен мати можливість вирішити, чи потрібно йому отримати новий дозвіл від національного органу безпеки або Агентства на основі встановлених критеріїв у цій Директиві.

З огляду на поступовий підхід до усунення перешкод для оперативної сумісності залізничної системи Союзу та часу, необхідного для прийняття TSI, слід вжити заходів, щоб уникнути ситуації, коли держави-члени приймають нові національні правила або здійснюють проекти, які підвищують різноманітність нинішньої системи.

Щоб усунути перешкоди для сумісності та як наслідок розширення сфери застосування TSI на всю залізничну систему Союзу, обсяг національних правил слід поступово зменшувати. Національні правила, які суворо стосуються існуючих систем, слід відрізнити від тих, які необхідні для охоплення відкритих пунктів у TSI. Правила останнього типу слід поступово видаляти в результаті закриття відкритих точок у TSI.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коли TSI набуває чинності, ряд компонентів інтероперабельності вже є на ринку. Слід передбачити перехідний період, щоб ці складові могли бути інтегровані в підсистему, навіть якщо вони суворо не відповідають цій TSI.

Підсистеми, що становлять залізничну систему Союзу, повинні підлягати процедурі перевірки. Ця перевірка повинна дати можливість суб'єктам, відповідальним за їх введення в експлуатацію або розміщення на ринку, бути впевненими, що на етапах проектування, будівництва та введення в експлуатацію результат відповідає чинним нормативним актам та технічним та експлуатаційним положенням. Це також повинно привести до того, що виробники зможуть розраховувати на рівність ставлення в усіх державах-членах.

Після того, як підсистема введена в експлуатацію або на ринок, слід подбати про те, щоб вона працювала та обслуговувалась відповідно до основних вимог, що стосуються неї. Відповідно до Директиви (ЄС) 2016/798 Європейського Парламенту та Ради, відповідальність за виконання цих вимог покладається на їх відповідні підсистеми на менеджера інфраструктури, залізничне підприємство або орган, відповідальний за технічне обслуговування, кожен зі свого боку.

Якщо експлуатація обмежена мережами, які потребують спеціального досвіду з географічних або історичних причин, і якщо такі мережі ізольовані від решти залізничної системи Союзу, заявник повинен мати можливість виконати необхідні формальності на місці, взаємодіючи з відповідним національним органом безпеки. влади. З цією метою, з метою зменшення адміністративного тягаря та витрат, угоди про співпрацю, які мають бути укладені між Агентством та відповідними національними органами безпеки, передбачають відповідний розподіл завдань без шкоди для припущення Агентством остаточної відповідальності за видачу дозволу.

Залізничні мережі, розташовані в країнах Балтії (Естонії, Латвії та Литві), мають колію 1520 мм, яка така ж, як і в сусідніх третіх країнах, але відрізняється від головної залізничної мережі в Союзі. Ці балтійські мережі

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

успадкували спільні технічні та експлуатаційні вимоги, які забезпечують фактичну взаємодію між ними, і, у цьому відношенні, дозвіл транспортного засобу, виданий в одній із цих держав-членів, може бути дійсним для решти цих мереж. Щоб сприяти ефективному та пропорційному розподілу ресурсів для отримання дозволу на розміщення транспортних засобів на ринку або дозволу типу транспортних засобів, а також для зменшення фінансового та адміністративного тягаря для заявника в таких випадках, конкретні домовленості про співпрацю між Агентством та відповідним національним безпекою органи влади повинні передбачити, за необхідності, можливість укладання контрактів на виконання завдань із цими національними органами безпеки.

З метою забезпечення єдиних умов для імплементації цієї Директиви Комісії слід надати повноваження щодо впровадження щодо: TSI та поправок до TSI, включаючи ті поправки, які необхідні для усунення недоліків у TSI; шаблон декларації «ЄС» про відповідність або придатність для використання компонентів взаємодії та супровідні документи; інформація, яка має бути включена до файлу, який має супроводжувати запит про незастосування однієї або кількох TSI або їх частин, формат і методи передачі цього файлу і, якщо це доцільно, рішення про незастосування TSI; класифікація повідомлених національних правил у різні групи з метою полегшення перевірки сумісності між стаціонарним і мобільним обладнанням; деталі процедури верифікації «ЄС» та процедури верифікації у випадку національних правил, а також шаблони декларації «ЄС» про верифікацію та шаблони документів технічного файлу, які повинні супроводжувати декларацію про верифікацію, а також шаблони сертифікатів повірки; практичні заходи для цілей авторизації транспортних засобів; модель декларації про відповідність типу та, де це доречно, спеціальні модулі для оцінки відповідності; національні реєстри транспортних засобів, Європейський реєстр транспортних засобів та реєстр дозволів на розміщення типів на ринку; і загальні специфікації, що стосуються змісту, формату даних, функціональної та технічної архітектури, режиму

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи та правил введення даних та консультацій для реєстру інфраструктури. Ці повноваження мають здійснюватися відповідно до Регламенту (ЄС) № 182/2011 Європейського Парламенту та Ради.

TSI слід періодично переглядати. Коли виявлено недоліки в TSI, Агентство слід попросити надати висновок, який за певних умов може бути опублікований та використаний усіма зацікавленими сторонами (включаючи промисловість та нотифіковані органи) як прийнятний засіб дотримання вимог до перегляду TSI.

Необхідні певні організаційні кроки, щоб підготувати Агентство до його посилення ролі відповідно до цієї Директиви. Відповідно, слід передбачити відповідний перехідний період. Протягом цього періоду Комісія повинна переглянути прогрес, досягнутий Агентством у підготовці до його посилення ролі. Після цього Комісія повинна періодично звітувати про прогрес, досягнутий у впровадженні цієї Директиви. Зокрема, звіт має оцінювати процес авторизації транспортних засобів, випадки, коли TSI не застосовуються та використання реєстрів. Комісія також має звітувати про дії, вжиті щодо ідентифікації та відстеження критично важливих для безпеки компонентів.

Оскільки ціль цієї Директиви, а саме сумісність у залізничній системі в масштабі всього Союзу, не може бути достатньо досягнута державами-членами, але вона може бути краще досягнута на рівні Союзу через її масштаб і наслідки, Союз може вживати заходів відповідно до принципу субсидіарності, викладеного у статті 5 Договору про Європейський Союз. Відповідно до принципу пропорційності, викладеного у цій статті, ця Директива не виходить за рамки того, що необхідно для досягнення цієї мети.

3.3 Вимоги до ультразвукового контролю та принципи оцінки

Для перевірки роботи автоматичних ультразвукових систем для випробування рейок на випробувальній колії повинні бути визначені еталонні відбивачі. Ці еталонні відбивачі повинні бути записані та повідомлені на нормальній робочій швидкості випробувального транспортного

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

засобу/системи.

Еталонна рейка повинна бути виготовлена з нової рейки, щоб забезпечити правильний профіль голови та стан бігової поверхні. Рейки з корозією на ходовій поверхні слід очистити, щоб забезпечити пропускання ультразвуку перед будь-яким випробуванням, наприклад, за допомогою сталеві щітки.

Ультразвук, що передається в рейку, буде відбиватися від поверхонь рейки зі сталі. Зломи та дефекти всередині рейки, а також межі рейки діятимуть як поверхні рейки і, отже, відображатимуть ультразвук. Приймаючи, записуючи та інтерпретуючи отримані ультразвукові сигнали, можна виявити розриви в рейці, встановленій на колії, перш ніж вони створять неприйнятний ризик для цілісності та міцності рейки.

Практичні ультразвукові пучки мають ширину, яка визначається розміром перетворювача та частотою. Усі дефекти мають кінцевий розмір, тому між ультразвуковим променем і дефектом відбувається взаємодія. Коли промінь проходить по дефекту під час руху поїзда вздовж колії, ультразвук відбиватиметься від дефекту та виявлятиметься датчиком. Всі сучасні ультразвукові системи використовують пороговий рівень у вентилі і свій система запише відповідь, коли відбиття перевищить пороговий рівень. Контролюючи посилення в ультразвуковій системі та пороговий рівень затвора, можна визначити кількість відбиттів для даного розміру рефлектора.

Розмір дефекту можна визначити, встановивши параметри системи таким чином, щоб від відбивача відомого розміру отримувалася відома кількість відповідей. Зв'язок кількості відповідей і розміру дефекту відомий.

Необхідна мінімальна частота дискретизації залежить від ширини променя, розміру критичного дефекту та кількості відповідей, необхідних для запису та звіту про показання.

Два ідентичних набори еталонних відбивачів, вибраних із Додатків А та Додатків В, повинні бути встановлені на лівій та правій рейках ділянки колії. Довжина опорних рейок цим стандартом не визначена. З міркувань безпеки відстань між імітованими відбивачами повинна бути не менше одного метра.

Через вплив води та бруду на ультразвукові реакції еталонні отвори та виїмки повинні бути заглушені синтетичним матеріалом.

Таблиця 3.1 — Імітація рефлекторів у опорних рейках (нормативні посилання)

№	Рисунок	Тип S/F ^a	Опис	Розміри [мм]
01	A.1	F	Об'ємний відбивач в головці рейки	A = 7; 10; 20 D = 6
02	A.2	S	Центральний поперечний дефект (20 градусів) в головці рейки	A=10-20 D = 5; 10
03	A.3	S	Поперечний дефект колії (20 градусів) у головці рейки	A = 10 – 20 B = 10 – 15 D = 5; 10
04	A.4	S	Поперечний дефект повної ширини (20 градусів) у головці рейки	A = 20 D = 3 L = 7
05	A.5	S	Поперечний дефект повної ширини (35 градусів) у головці рейки	A = 20 D = 3 L = 7
06	A.6	S	Поперечний дефект повної ширини (53 градуси) у головці рейки	A = 20 D = 3 L = 7
07	A.7	F	Об'ємний рефлектор збоку головки рейки	A = 25 B = 20; 25; 30; D = 6 - 8
08	A.8	F	Об'ємний рефлектор поля сторони головки рейки	A = 25 B = 20; 25; 30; D = 6 - 8
09	A.9	S	Горизонтальний дефект головки рейки (версія 1)	A = 20 D = 5; 8; 10
10	A.10	S	Горизонтальна тріщина під болт	Dmax = 36 L = 5; 10
11	A.11	S	Розташування отвору під болт А	Dmax = 36 L = 5; 10

продовження таблиці 3.1

№	Рисунок	Тип S/F ^a	Опис	Розміри [мм]
12	A.12	S	Позиція тріщини під болт В	Dmax = 36 L = 5; 10
13	A.13	S	Позиція тріщини болтового отвору С	Dmax = 36 L = 5; 10
14	A.14	S	Розташування тріщини болтового отвору D	Dmax = 36 L = 5; 10
15	A.15	F	Об'ємний відбивач в голові - радіус перетинки	D = 6
16	A.16	F	Об'ємний відбивач mid – web	D = 6
17	A.17	F	Об'ємний рефлектор біля підніжжя - радіус полотна	D = 6
18	A.18	S	Головка - поперечний дефект радіуса перетинки (35 градусів)	D = 3 L = 10
19	A.19	S	Поперечний дефект стопи - радіус перетинки (53 градуси)	D = 3 L = 10
20	A.20	S	Вертикальний поздовжній дефект (версія 1)	A = 20 H = 10; 15; 20 L = 50 - 100
21	A.21	S	Вертикальний поздовжній дефект (версія 2)	A = 20 D = 5 L = 50 - 100
22	A.22	S	Зміна глибини стопи	C = 5; 10 L = 80 W = 30
23	A.23	S	Тріщина опори рейки 5 мм (версія 1)	C = 5 R = 17

продовження таблиці 3.1

№	Рисунок	Тип S/F ^a	Опис	Розміри [мм]
24	A.24	S	Тріщина опори рейки 10 мм (версія 1)	C = 10 R = 22
25	A.25	F	Функція багаторазового повторення (версія 1)	A = 25 D = 6 10 лунок в межах 2000
26	A.26	F	Функція перевірки роздільної здатності (версія 1)	A = 25 D = 6 L = 8; 9; 11; 13; 16; 21; 26 20
^a S = імітований відбивач, F = функціональний відбивач				

Таблиця 3.2 — Імітація рефлекторів у опорних рейках (довідкові посилання)

№	Рисунок	Тип S/F ^a	Опис	Розміри [мм]
27	B.1	S	Імітація калібрувальної кутової тріщини	A = 20 B = 20
28	B.2	S	Горизонтальний дефект головки рейки (версія 2)	A = 5 B = 25 L = 25
29	B.3	S	Горизонтальна головка - тріщина в	L = 5
30	B.4	S	Горизонтальна головка - павутинна	L = 15
31	B.5	S	Вертикальний поздовжній дефект (версія 3)	A = 40 L = 75
32	B.6	S	Тріщина в опорі рейки 5 мм (версія 2)	C = 5 R = 35
33	B.7	S	Тріщина в опорі рейки 10 мм (версія 2)	C = 10 R = 40
^a S = імітований відбивач, F = функціональний відбивач				

3.4 Випробування вихровими струмами

За допомогою вихрових струмів можна виявити поверхневі тріщини в електропровідних матеріалах (феромагнітних або неферомагнітних матеріалах).

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Випробування вихровими струмами засноване на індукції електричного струму в електропровідному матеріалі. Вимірний і проаналізований розмір відноситься до розподілу індукованих струмів (вихрових струмів).

Розподіл вихрових струмів у матеріалі регулюється фізичними законами; щільність цих вихрових струмів різко зменшується з відстанню до поверхні.

Для визначення глибини головної контрольної тріщини використовується довжина кишені тріщини та проникаючий кут. Кут проникнення може змінюватися залежно від марки сталі, трафіку, тоннажу та умов підтримки рейки. Кут проникнення α' (див. рисунок 3), який зазвичай використовується для перевірки головок рейок, становить 25° .

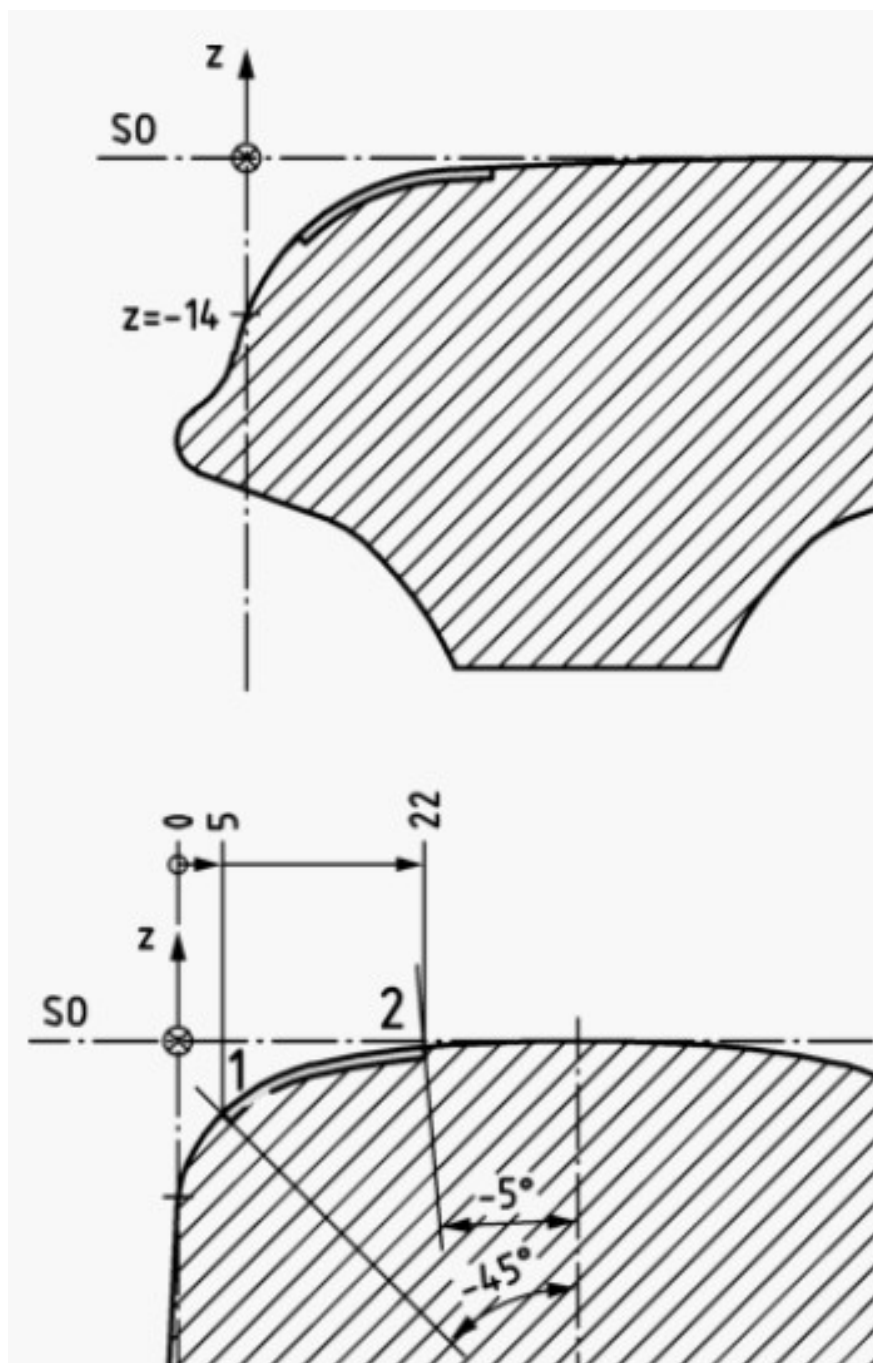
Параметри, що впливають на результати тестування:

- провідність матеріалу;
- водопроникність матеріалу;
- розмір і геометрія дефекту;
- геометрія між вихрострумовим зондом і поверхнею матеріалу;
- конструкцію і розмір зонда;
- налаштування частоти збудження.

Метою вихрових струмових випробувань на рейках є виявлення, кількісна оцінка або класифікація дефектів рейок на поверхні матеріалу, головним чином через контактну втому кочення, яка може вплинути на структурну цілісність рейок на колії та визначена в EN 13231-5. Це не обмежується, але загалом охоплює такі дефекти:

- головні перевірки;
- присідання;
- лущення;

відколювання.



X – горизонтальна координата

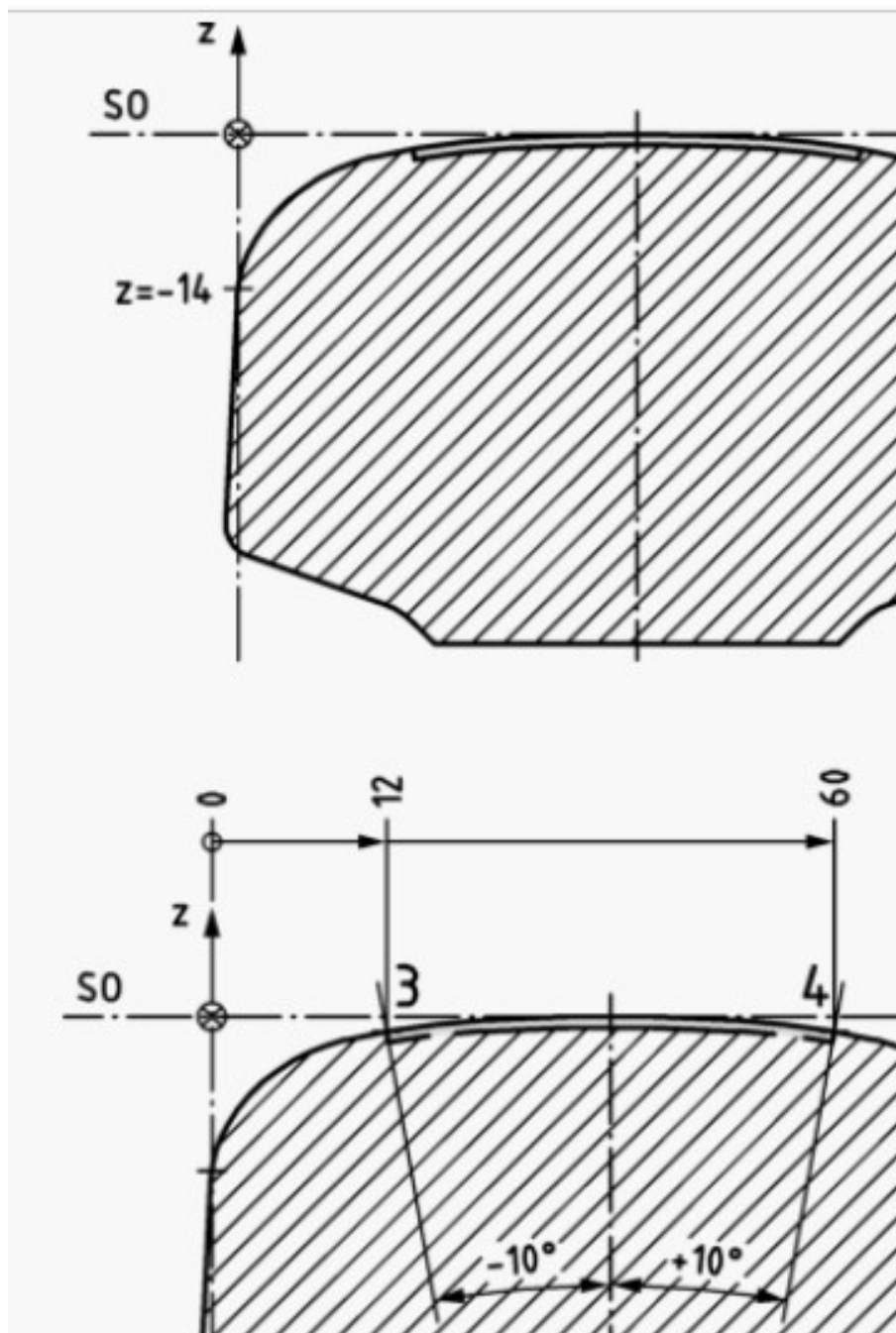
Z – вертикальна координата

SO – верхня частина рейки

a – відстань між точкою контакту колісної пари та центром рейки

1-2 – зона огляду мінімального розміру 1-2

Рисунок 3.1 — Ділянка випробувань на наявність кутових тріщин



X – горизонтальна координата

Z – вертикальна координата

SO – верхня частина рейки

a – відстань між точкою контакту колісної пари та центром рейки

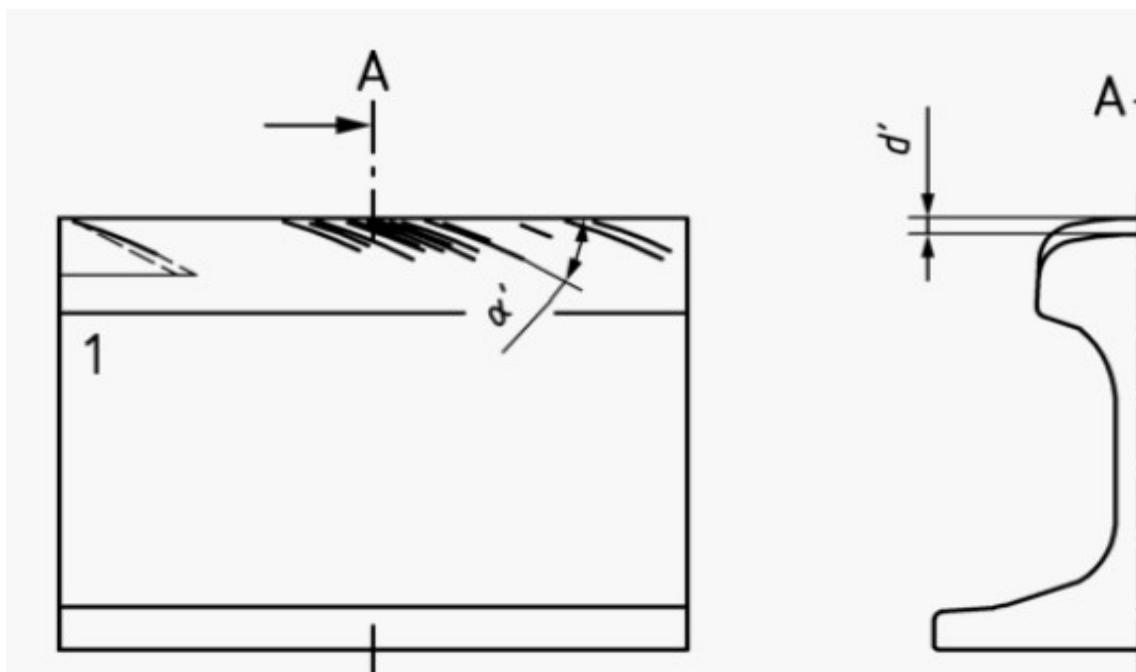
3-4 – мінімальна площа огляду ходової поверхні

Рисунок 3.2 — Область тестування на наявність зовнішніх тріщин

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

0053.216525.МДР.2022.001

Арк.



d' – глибина, що підлягає механічній обробці (глибина тріщини під прямокутником до поверхні, включаючи безпечну відстань для забезпечення видалення тріщини)

α' – наскрізний кут

1 – вимірювальна сторона

A – січна площина

Рисунок 3.3 — Глибина обробки залежить від положення головки

Огляд поверхні рейок можна проводити вручну або за допомогою механізованих пристроїв.

При провірці вихрострумовим датчиком його розміщують над головкою рейки. Імпеданс під впливом взаємодії електромагнітного поля, створюваного зондом, і впливу, зареєстрованого комплексною напругою зонда, можна розрахувати до поверхні рейки.

Мінімальні вимоги до системи тестування:

- підходить для тестового завдання;
- здатний працювати з різними характеристиками матеріалу (наприклад, зварні шви, марки сталі);
- зонди, оптимізовані відповідно до положення, напрямку, глибини та відстані між тріщинами;
- зонди, оптимізовані для перевірки неплоских поверхонь рейок;

- здатний перевіряти шорсткі та іржаві поверхні;
- здатність фіксувати правильне розташування дефекту;
- можливість тестування вперед і назад по колії незалежно від напрямку руху рухомого складу.

Перед початком роботи потрібно визначити:

- зона огляду;
- вид дефекту;
- мінімальний і максимальний розмір дефекту;
- періодичність і вимоги перевірки системи;
- швидкість тестування;
- профілі рейок і межі зносу, що підлягають перевірці;
- класи рейок, що підлягають перевірці;
- наскрізний кут.

3.5 Неруйнівний контроль для виявлення внутрішніх і поверхневих дефектів рейок

Немає єдиного, універсального методу перевірки - усі мають переваги та недоліки. Тому рекомендується вибрати та поєднати системи перевірки, щоб гарантувати, що певні типи дефектів не залишаться непоміченими.

Кожен метод НК фокусується на певній ділянці поперечного перерізу рейки та типі дефекту.

Візуальне випробування рейок - це безпосередній візуальний огляд стану ділянки рейки, зокрема поверхні головки рейки, для виявлення наявності дефекту, визначення та вимірювання.

Візуальне тестування можна розділити на дві категорії:

- загальне візуальне тестування;
- детальне візуальне тестування.

Для виявлення наявності дефектів використовується загальний візуальний контроль (наприклад, огляд рейок). У цьому випадку рейка має бути освітлена, якщо необхідно, допоміжним освітленням, щоб досягти мінімум 160 лк, а відстань між місцем огляду та поверхнею рейки може бути більше 600 мм.

Детальне візуальне тестування використовується для визначення та вимірювання дефектів (наприклад, оцінка RCF (rolling contact fatigue – контактна втома кочення)). У цьому випадку, якщо необхідно, рейка повинна бути освітлена допоміжним освітленням, щоб досягти мінімум 500 лк. Відстань між місцем огляду та поверхнею рейки не повинна перевищувати 600 мм з кутом огляду не менше 30° від поверхні рейки.

Необхідно розглянути застосування освітлення для максимізації ефективності випробування шляхом:

- використання оптимального напрямку світла щодо точки огляду;
- уникнення відблисків;
- оптимізація колірної температури джерела світла;
- використовуючи рівень освітлення, сумісний із відбивною здатністю поверхні.

Візуальне випробування дає змогу перевірити головку, щийку та верхню поверхню підшви рейки на наявність дефектів і пошкоджень.

Приклади умов несправності, визначених візуальним тестуванням:

- горизонтальне / вертикальне розтріскування;
- корозія;
- просідання;
- лущення;
- вищерблення;
- відсутні або пошкоджені компоненти, пов'язані з рейкою (накладки, ізоляційні з'єднувачі, рейкові з'єднувачі, зажими та інше).

3.6 Автоматичне візуальне тестування – АВТ

Автоматичне візуальне тестування використовується для огляду рейок і автоматичної ідентифікації дефектів поверхні рейок. Принципи роботи:

- спеціальна, належним чином сконструйована система освітлення освітлює рейки, що підлягають перевірці;
- цифрова камера забезпечує відносні зображення;
- пристрій обробки аналізує зображення з метою виявлення дефектів рейок.

На рисунку 3.4, зображено процес автоматичного візуального тестування

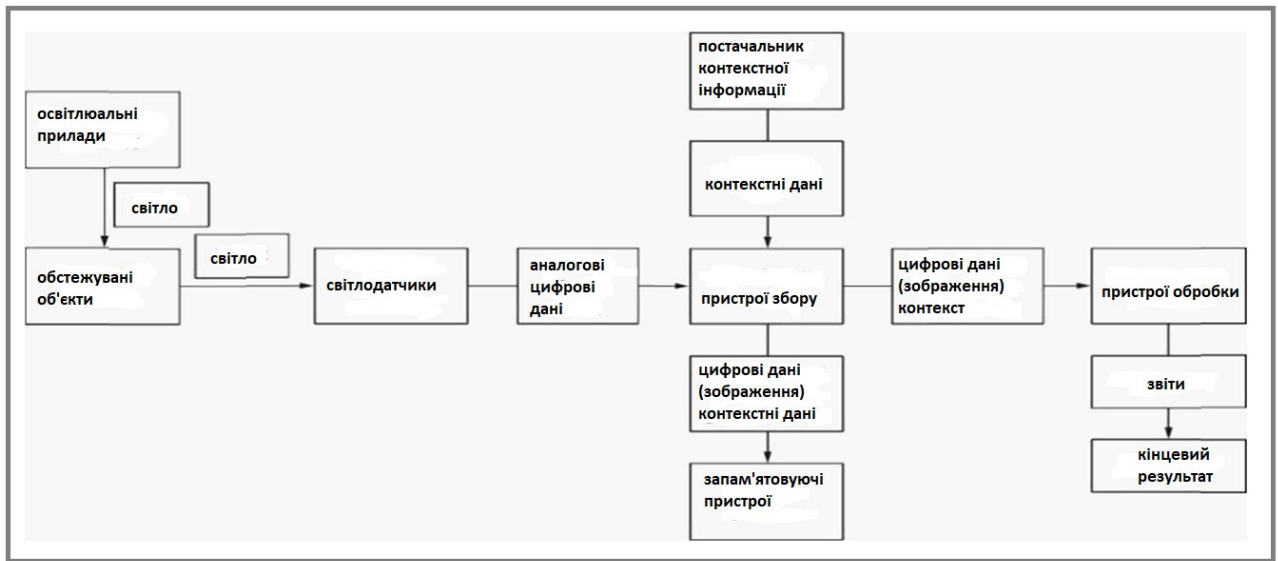


Рисунок 3.4 — Принцип автоматичного візуального контролю

Системи машинного контролю для перевірки рейок і автоматичної ідентифікації здатні перевіряти головку, шийку та верхню поверхню підошви рейки на наявність дефектів і пошкоджень.

Приклади умов несправності, визначених системами автоматичного візуального контролю:

- горизонтальне / вертикальне розтріскування;
- корозія;
- просідання;
- лущення;
- вищерблення;
- відсутні або пошкоджені компоненти, пов'язані з рейкою (накладки, ізоляційні з'єднувачі, рейкові з'єднувачі, зажими та інше).

3.7 Ультразвуковий контроль – УТ

Природа режиму напружень на залізничних рейках така, що переважну більшість тріщин та інших дефектів можна виявити ультразвуком, що поширюється під різними кутами від 0° до 70° до вертикалі. Загальні напрямки описуються наступним чином:

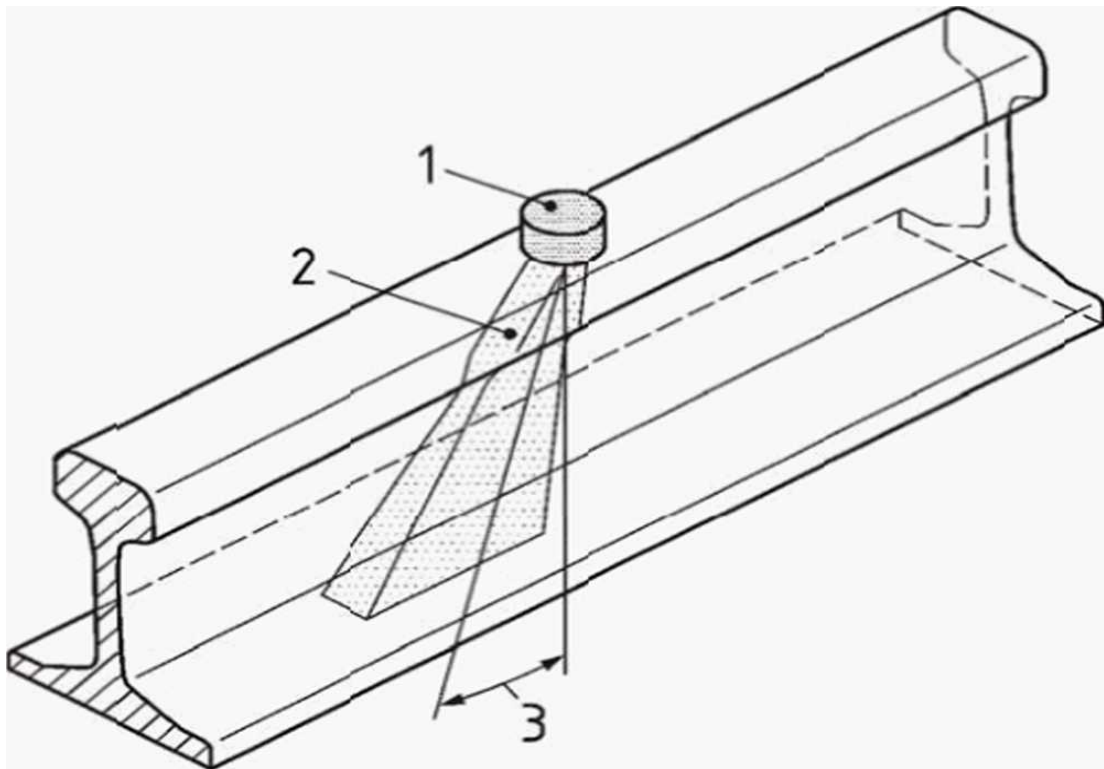
					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- перший загальний напрямок - вертикально вниз через рейку від бігової поверхні до нижньої поверхні рейки. Це зазвичай відомо як перевірка «нульового ступеня»;

- другий загальний напрямок знаходиться приблизно під кутом 40° до поперечної площини (на практиці між 35° і 45°). Це зазвичай відомо як перевірка «тріщини під болт»;

- третій загальний напрямок знаходиться під кутом 70° до поперечної площини, який оптимізований для виявлення тріщин, орієнтованих під кутом 20° до вертикалі. Це зазвичай відомо як перевірка "Сімдесяти градусів".

Інші кути та конфігурації датчика можуть використовуватися залежно від вимог контракту (наприклад, зонд 0° збоку від головки).



1- зонд

2 - тестовий обсяг

3 - кут зонда

Рисунок 3.5 – Приклад ультразвукового контролю

Перевірки можна проводити за допомогою:

- ручних систем з використанням індивідуальних ручних перетворювачів;
- візки з кількома перетворювачами, встановленими в різних положеннях, якими зазвичай керують оператори;
- встановлене на рухомій одиниці обладнання з декількома перетворювачами, встановленими в різних положеннях, щоб дозволити виявити та визначити:
 - поперечні дефекти головки, підошви та шийки рейки;
 - тріщини болтового отвору;
 - поздовжні горизонтальні та вертикальні тріщини;
 - місцева корозія, наприклад під підошвою рейки.

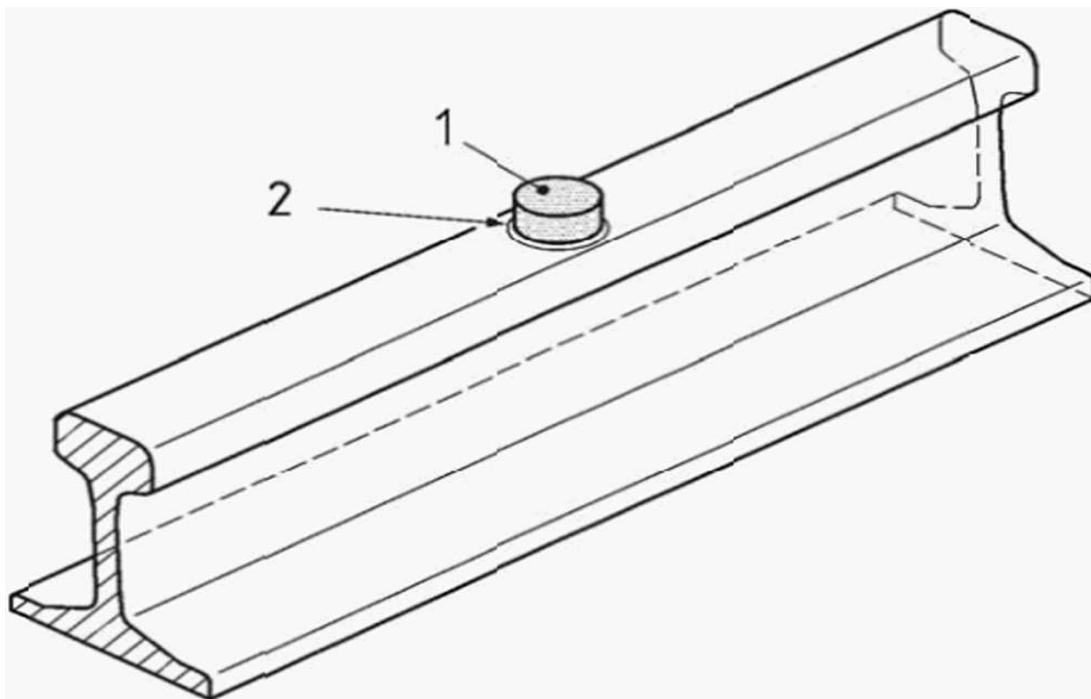
3.8 Вихрострумний контроль – ЕТ

Випробування вихровими струмами базується на електромагнітній індукції та використовується як метод неруйнівного контролю для виявлення неоднорідності металевих поверхонь.

Основним принципом випробування вихровими струмами є система котушок, що приводиться в дію змінним струмом. Котушка створює в досліджуваному об'єкті змінне магнітне поле, яке за принципом індукції викликає вихрові струми. Ці вихрові струми створюють протилежне вторинне магнітне поле. Неоднорідність в тестовому об'єкті змінює вторинне поле і може бути виявлена системою. Ці зміни сигналу вихрового струму поверхневим дефектом засновані на зниженні електропровідності. Зазвичай метод вихрових струмів реагує на будь-яку нерівність сталевих поверхні внаслідок зміни матеріалу.

59

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – зонд

2 – тестова зона

Рисунок 3.6 — Приклад вихрострумового контролю

Приклади випробування вихровими струмами:

- виявлення та визначення розмірів провірка головки;
- виявлення тріщин в оброблених рейках.

Перевірки можна проводити за допомогою:

- ручні системи з використанням індивідуальних ручних перетворювачів;
- візки з декількома датчиками, якими зазвичай керують оператори;
- встановлене на транспортному засобі обладнання з кількома перетворювачами, щоб дозволити виявити та визначити розмір:
 - Тріщини головки рейки;
 - тріщини при зміні поперечного перерізу оброблених рейок (лише виявлення).

3.9 Магнітопорошковий контроль – МК

Магнітопорошкова перевірка — це метод візуального контролю, при якому досліджуваний матеріал намагнічується або індукованим магнітним полем, або електричним струмом. У місцях дефектів виникають сильні ділянки витоку флюсу. Компонент покритий частинками заліза (зазвичай у формі магнітне

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чорнило). Частинки заліза будуть концентруватися в місці витоку флюсу (дефект), забезпечуючи видиму індикацію.

Частинки заліза можуть бути у формі сухого порошку або зваженими в рідині та бути видимими або флуоресцентними. Залежно від того, яке магнітне чорнило використовується, наноситься контрастна фарба (нефлуоресцентна), щоб створити фон на фоні видимого чорного магнітного чорнила.

МК здатний виявляти дефекти поверхневого розриву в непористих і феромагнітних матеріалах.

Приклади застосувань для тестування магнітних частинок:

- випробування рейки після видалення пошкодженого матеріалу перед ремонтом зварного шва;
- випробування обробленої рейки після шліфування;
- контрольна перевірка дефектів, виявлених за допомогою УЗ.

3.10 Тест на проникнення – ТП

Випробування рідиною (або барвником) на проникнення — це метод візуального контролю, який використовується для виявлення поверхневих дефектів, таких як тріщини, нахили та складки, на будь-якому непористому матеріалі.

Тест на проникнення рідини (або барвника) – це візуальний огляд, який вимагає ретельного очищення поверхні, що перевіряється. Потім на поверхню компонента наноситься яскраво забарвлений або флуоресцентний проникаючий компонент, який дозволяє проникнути в будь-які тріщини або порожнини, що розривають поверхню. Після витримки протягом визначеного періоду надлишок рідкого проникаючого компонента видаляється з поверхні та наноситься проявник. Проявник зазвичай являє собою сухий білий порошок, який витягує проникаючий компонент із будь-яких тріщин за допомогою зворотної капілярної дії, щоб створити позначки на поверхні. Ці (кольорові) позначки є ширшими, ніж фактичний недолік, і тому їх легше побачити.

РП здатний виявляти пошкодження поверхні непористих матеріалів.

Приклади застосувань для проникнення:

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- випробування рейки після видалення пошкодженого матеріалу перед ремонтом зварного шва;
- випробування на дефекти після ремонту зварних швів і шліфування головки рейки;
- випробування на тріщини в оброблених рейках;
- випробування на тріщини в компонентах марганцевої сталі;
- випробування тришарових зварних швів.

3.11 Хвильове тестування – ХТ

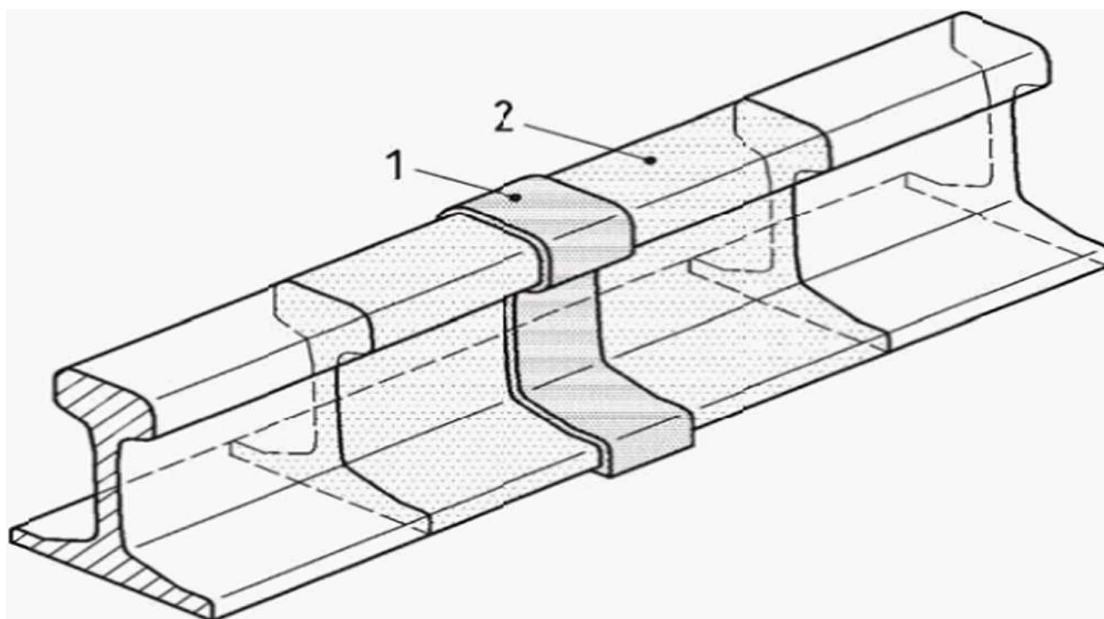
Хвильове випробування — це низькочастотний метод імпульсного контролю, у якому використовуються хвилі, що поширюються вздовж рейки.

Основний принцип роботи використовує статичний масив п'єзоелектричних перетворювачів, який з'єднаний з поверхнею рейки. Спрямовані хвилі, які проходять до 30 м вздовж рейки в обох напрямках від масиву перетворювача, передаються та приймаються в конфігурації імпульс-відбиття. це дозволяє виявляти, локалізувати та визначати дефекти у межах діагностичного діапазону тесту.

Хвильове випробування (ХВ) (див. рис 3.7) відрізняється від звичайного ультразвукового контролю (УЗ) (див. рис 3.5), головним чином площею ділянки рейки, яка перевіряється.

Використовувані режими спрямованої хвилі чутливі до дефектів у будь-якій точці поперечного перерізу рейки.

Направлені хвильові моди поширюються вздовж довжини рейки, тому метод дозволяє дистанційно перевіряти ділянки рейки. Це особливо вигідно в місцях з незначними нерівностями головки рейки або там, де частини рейки важкодоступна.



1 – набір зондів

2 – Площа тестування

Рисунок 3.7 — Ультразвуковий контроль за керованою хвилею

Особливо придатним цей метод є для виявлення корозії на будь-якій частині рейки. Найпоширенішою ситуацією, коли цей тип дефекту виникає, є переїзди, де рейка недоступна для візуального огляду.

За допомогою ХТ в більшості випадків можна оглянути рейку через переїзд, не припиняючи автомобільного чи залізничного руху та не знімаючи проїжджу частину.

3.12 Вимоги технічного регламенту безпеки

Інфраструктури

Технічний регламент – нормативно-правовий акт України, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з ними процеси та методи виробництва, включаючи відповідні процедурні положення, дотримання яких є обов'язковим. Він може також включати або виключно містити вимоги до термінології, позначень, упаковки, маркування або етикетування тією мірою, якою вони застосовуються до продукції, процесу або методу виробництва.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічний регламент визначає основні вимоги до проектування, виробництва, будівництва, монтажу, налагодження, експлуатації об'єктів залізничного транспорту.

Міністерством інфраструктури України в період з 2010 по 2015 роки було розроблено три технічні регламенти, зокрема Технічний регламент безпеки інфраструктури залізничного транспорту [9], затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2013 року № 494 Технічний регламент безпеки рухомого складу залізничного транспорту, затверджений Міністрів України від 30 грудня 2015 року № 1194 та Технічний регламент надання послуг з перевезення пасажирів та вантажів залізничним транспортом, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 1 березня 2010 року № 193.

Зміст технічного регламенту:

- визначення видів продукції або пов'язаних з нею процесів або методів виробництва;
- технічні вимоги, яким має відповідати продукція, вводиться в обіг, надається на ринку чи вводиться в експлуатацію;
- права та обов'язки суб'єктів господарювання, які стосуються введення продукції в обіг, надання її на ринку або введення її в експлуатацію;
- вимоги щодо надання супровідної інформації про продукцію (маркування, інструкції з користування);
- спеціальні вимоги щодо здійснення державного ринкового нагляду про продукцію.

У Технічному регламенті безпеки інфраструктури залізничного транспорту використовуються такі основні поняття:

Документом зокрема визначено поняття «безпечний стан залізничного транспорту». Це стан, за якого оператор залізничного транспорту під час надання послуг із перевезення пасажирів та вантажів залізничним транспортом забезпечує безпеку життя та здоров'я людей та захист навколишнього середовища.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У свою чергу інфраструктура повинна мати відповідне технічне, технологічне, організаційне, кваліфікаційне забезпечення. Оператор може надавати послуги з користування інфраструктурою залізничного транспорту у разі наявності системи управління безпекою та сертифікату безпеки.

Вимоги до інфраструктури залізничного транспорту з урахуванням відповідного ступеня ризику, дотримання яких забезпечує біологічну, екологічну, вибухову, механічну, пожежну, промислову, термічну, електричну та інші види безпеки, а також електромагнітну сумісність для забезпечення безпеки роботи приладів (обладнання) та єдність виміру, встановлюються Технічним регламентом.

До складу залізничного транспорту не входить залізнична інфраструктура, яку має суб'єкт господарювання та використовує її виключно для власних потреб і на якій працюють залізничні транспортні засоби, що не мають права виходу на інфраструктуру залізничного транспорту.

Складовими частинами організаційного забезпечення залізничного транспорту є документація щодо організації роботи підрозділів з експлуатації зазначеної інфраструктури, яка прийнята відповідно до законодавства.

Складовими частинами кваліфікаційного забезпечення залізничного транспорту є заходи щодо комплектування штату залізничних підприємств спеціалістами відповідної кваліфікації, система підвищення кваліфікації, спеціального навчання з питань охорони праці, пожежної безпеки, правил перевезення небезпечних вантажів, правил технічної експлуатації залізничного транспорту та інших нормативно-правових актів, що регулюють організації роботи та утримання інфраструктури залізничного транспорту.

Дія цього Технічного регламенту поширюється інфраструктуру залізничного транспорту, що забезпечує рух поїздів зі швидкістю до 200 км/год включно.

Проектування об'єктів інфраструктури залізничного транспорту здійснюється з урахуванням галузевих правил технічної експлуатації залізниць та типових проектних рішень.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У проектній документації на технічне забезпечення (розробка конструктивних рішень та/або програмного забезпечення) об'єктів залізничного транспорту має бути обов'язково зазначено ступінь ризику, визначений розрахунковим та/або експериментальним методом та/або шляхом залучення експертів та/або з використанням даних щодо експлуатації аналогічних об'єктів інфраструктури залізничного транспорту.

Також у документі зазначається, що інфраструктура залізничного транспорту та її елементи повинні утримуватися та експлуатуватися відповідно до затверджених у встановленому порядку правил утримання відповідних об'єктів такої інфраструктури.

Технічні регламенти, якими передбачено застосування процедур оцінки відповідності, містять:

- спеціальні вимоги до призначених органів, їх обов'язки;
- вимоги щодо складання, зберігання та подання органам державного ринкового нагляду декларації про відповідність та технічну документацію, необхідну для оцінки відповідності продукції;
- правила та умови нанесення знака відповідності технічним регламентам.

Оцінка відповідності залізничного транспорту вимогам цього Технічного регламенту проводиться у відповідності до постанови Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2003 року № 1585 «Про затвердження Технічного регламенту модулів оцінки відповідності».

Оцінка відповідності проводиться відповідно до порядку застосування процедур оцінки відповідності залізничного транспорту, систем управління функціонуванням такої інфраструктури та складових її технічного, технологічного, організаційного та кваліфікаційного забезпечення.

Оцінці відповідності з урахуванням вищезазначеного підлягають елементи інфраструктури, системи управління її функціонуванням, складові технічного, технологічного, організаційного та кваліфікаційного забезпечення такої інфраструктури, включених до відповідного переліку.

Призначений орган з оцінки відповідності повинен мати досвід роботи з оцінки відповідності залізничного транспорту та її елементів не менше п'яти років.

Виробник несе відповідальність згідно із законодавством за достовірність інформації, зазначеної у декларації про відповідність залізничного транспорту та її елементів вимогам цього Технічного регламенту. Декларація про відповідність залізничного транспорту та її елементів вимогам цього Технічного регламенту та документація, що оформляється при проведенні оцінки відповідності, повинні зберігатися виробником та оператором протягом установленого терміну експлуатації об'єктів залізничного транспорту та її елементів та надаватися для проведення перевірки у встановленому законодавством порядку.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ВПРОВАДЖЕННЯ СТІЙКОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО МЕДЕЖМЕНТУ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ ІНФРАСТРУКТУРИ

4.1 Методологія оптимізації системи інфраструктури на основі стійкого інформаційного менеджменту

В даному підрозділі приведено різні рівні оптимізації для менеджерів інфраструктури та представлені приклади найкращої практики, які базуються на структурованій та пов'язаній з системою методології.

Керівники інфраструктури зобов'язані враховувати потреби, інтереси, занепокоєння та очікування всіх внутрішніх і зовнішніх зацікавлених сторін, залучених до їх діяльності. Відповідно до “Global Reporting Initiative” це реалізується дуже прозоро та зрозуміло на Deutsche Bahn.

DB проводить щорічне опитування своїх зацікавлених сторін. Висновки записуються відповідно до пріоритетів зацікавлених сторін і узгоджуються з власною стратегією DB. Результатом є матриця релевантності, яка показує теми та сфери діяльності для визначення статусу та оцінки ефективності корпоративної політики [12]. Основні теми груп зацікавлених сторін узагальнено табл. 4.1 [13].

Матриця релевантності поєднує різні точки зору зацікавлених сторін з поглядами Deutsche Bahn. У ході цього процесу пріоритетними є предметні області (див. рис. 4.1). [314]

Теми віднесені до областей економіки, екології та соціальних аспектів, а також до предметних областей, що перекриваються. Економічні теми, такі як ефективна інфраструктура, а також деякі соціальні теми оцінюються як зацікавленими сторонами, так і в стратегії DB. Екологічні предметні галузі займають середній рівень оцінки. [15]

68

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Опитування зацікавлених сторін

Зацікавлені сторони	Теми	Найважливіші форми діалогу
Пасажири	• Інформація про пасажирів • Пунктуальність	• Консультативний комітет спо-живачів • Платформа онлайн-діалогу • Особисті та телефонні опиту-вання • Форум діалогу з клієнтами Bahn-Card-100 • «Лабораторія поїзда» з пасажи-рами
Бізнес клієнтів	• Задоволеність клієнтів • Інформація споживача • Пунктуальність і надій-ність	• Прямий обмін з клієнтами • Події діалогу, напр. “Hafenkon-ferenz”, “Pulp & Paper Summit”
Політика / Регулятори	• Розвиток інфраструктури та фінансування • Майбутнє фінансування громадського транспорту • Нормативна база, зокрема зменшення шуму; податки та збори на енергетику	• Симпозіуми «20 років рефо-рмування залізниці» • Парламентські вечори • Регіональні дискусії з партіями на національному рівні • Залізничний саміт у федера-льних землях • Ініціативна група з питань запобігання корупції у феде-ральній адміністрації та промисловості

продовження таблиці 4.1

Зацікавлені сторони	Теми	Найважливіші форми діалогу
Персонал	• Задоволеність персоналу • Привабливість для роботодавця • Готовність до демографічних змін	• Всесвітнє опитування персоналу • Опитування «Trendence» (рейтинг роботодавців) • Майбутні майстерні • Переговори з профспілками • Зустрічі з керівниками цехів
Інвестори	• Конкурентна ситуація • Розробка факторних витрат • Дивідендна політика • Досягнення параметрів управління цінністю	• Роуд-шоу • Один на один • Прямі контакти • Веб-сайт для зв'язків з інвесторами
Постачальники	• Якість • Інноваційність • Антимонопольне законодавство • Омбудсмени • Розслідування ділових партнерів	• Діалоговий захід. "Railway Forum" • Форум постачальників DB на виставці "InnoTrans". • Комплаєнс діалоги з діловими партнерами • Дотримання комплаєнсу ділових партнерів круглого столу

продовження таблиці 4.1

Зацікавлені сторони	Теми	Найважливіші форми діалогу
Асоціації / Професійна громадськість	• Розвиток інфраструктури та фінансування • Основи енергетичної політики • Зменшення шуму • Відповідність: права людини, доброчесність і спонсорство	• Річні збори Асоціації німецької Транспортної компанії DB як хост • Практикум “Passenger, environ-ment and transport”. • Переговори на найвищому рівні та обмін досвідом з пасажирські, екологічні та торгові асоціації, залізнична галузь і органи влади • Форум з комплаєнсу
ЗМІ	• Якість пасажирських перевезень • Конкуренція далеких залізничних перевезень • DB як роботодавець • Страйк профспілки GDL	• Медіа майстерні • Прес-тури та заходи • Брифінги • Інтерв'ю • Соціальні мережі (Facebook, Twitter)

71

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Що стосується теми задоволеності клієнтів, ДВ також використовує модель Кано для оцінки різних характеристик якості відповідно до їх важливості для клієнтів. Це включає наступні критерії оцінки

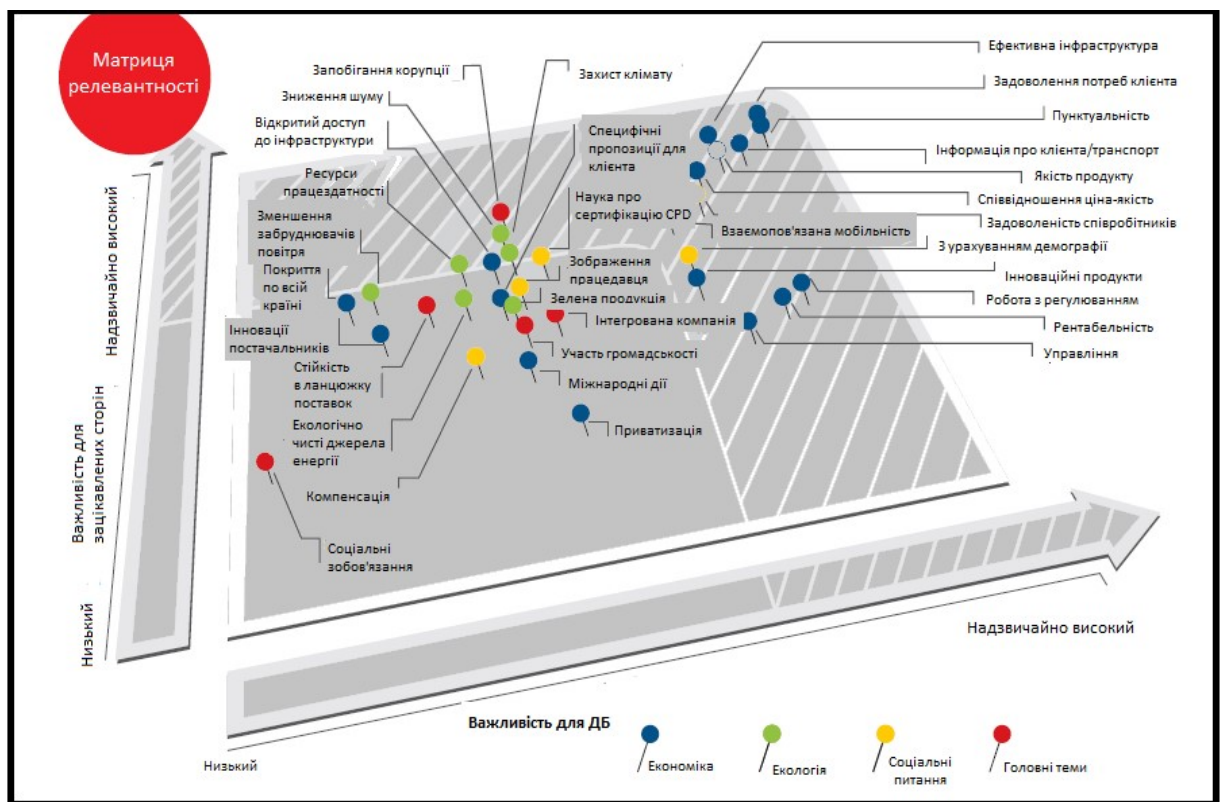


Рисунок 4.1 – Опитування зацікавлених сторін: матриця релевантності

1. Повинні бути особливості та вимоги це ті характеристики продукту, які клієнти сприймають як належне. Недотримання цих характеристик неодмінно призведе до збільшення фракції невдоволення клієнтів.

2. Експлуатаційні характеристики та особливості це ті характеристики, які клієнти використовують як орієнтир для свого задоволення.

3. Привабливі характеристики та особливості замовник не очікує, природно, і може значно підвищити задоволеність клієнтів, якщо вони присутні. Якщо їх немає, ці характеристики не призводять до незадоволення.

У цьому контексті Ланг, Фюрстенау та Хередеген представили модель, пов'язану з залізничними транспортними засобами, на 43-й конференції залізничних транспортних засобів у Граці (див. рис. 4.2).

Вимоги клієнтів постійно змінюються. Щоб мати можливість врахувати це, залізничним підприємствам важливо реагувати на побажання клієнтів.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристики, які сьогодні знаходяться на одновимірному рівні, можуть стати обов’язковими вимогами в майбутньому і очікуваними.

Зацікавлені сторони SBB не відрізняються від зацікавлених сторін DB. Однак компанія використовує різні інструменти комунікації зі своїми зацікавленими сторонами. Наприклад, усі зацікавлені сторони беруть участь у оцінці та визначенні пріоритетів важливості та ефективності аспектів стійкості в компанії. Це відображено в сферах діяльності стратегії сталого розвитку SBB [39].

Задоволеність клієнтів перевіряється під час регулярного діалогу з консультативним комітетом компанії з питань клієнтів. Це платформа, яка складається з вибраних пасажирів. Метою цього етапу процесу є внесок пасажирів у формування залізниці [19].

Менеджери інфраструктури все частіше оцінюють свої зусилля щодо сталого розвитку з боку зовнішніх агентств, хоча це також має бути зроблено всередині країни через їх стратегії КСВ. Корпоративна соціальна відповідальність (КСВ) — це ідея про те, що бізнес несе відповідальність перед суспільством, яке існує навколо нього.

Модель Кано на прикладі подорожі залізничним транспортом

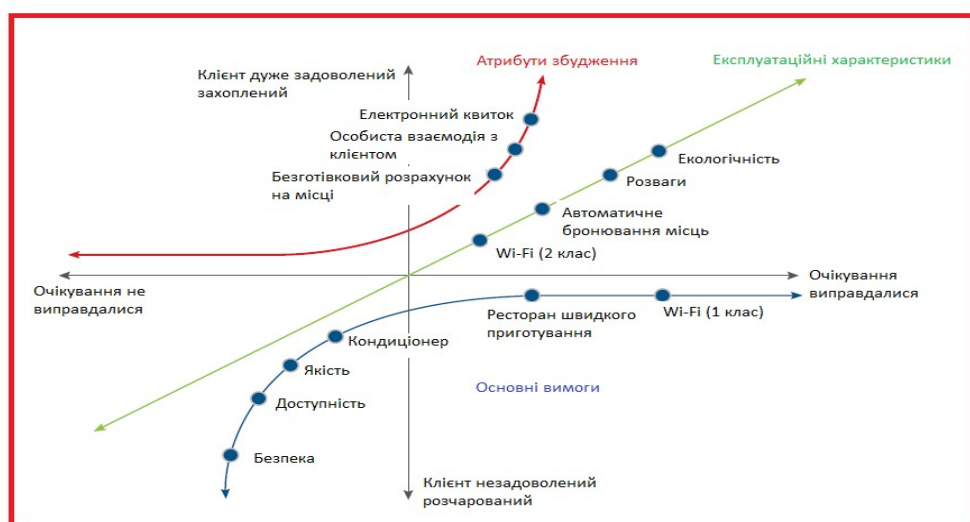


Рисунок 4.2 – Модель Кано на прикладі подорожі залізничним транспортом

Рейтинг використовується інвесторами та керуючими активами, щоб мати можливість враховувати аспекти стійкості під час інвестування в державні облігації [11].

Імовірно, що майбутні інфраструктурні проекти можна буде фінансувати за рахунок випуску зелених облігацій.

4.1.2 Системна точка зору на працездатність залізничної колії та управління інформацією щодо відмов складових системи

Характеристикою якості, яка визначає працездатність залізничної колії, є її міцність. Під час експлуатації поїздів на колії необхідно забезпечувати безпечне використання колійних засобів, створюючи умови для меншого їх зносу.

Сталь піддається надзвичайно високим напруженням у точці контакту колесо-рейка. У порівнянні із звичайними будівельними конструкціями, бетонні шпали мають найвищу технічну якість, а баласт, як природний будівельний матеріал, піддається напругам, яких не спостерігається в інших частинах будівельної індустрії. Межі зносу колій, стрілок і матеріалів переїздів повністю використовуються під час експлуатації. Стан матеріалу та його втомна міцність є вирішальними факторами при визначенні розмірів складових системи залізничної колії. Інші вимоги до складових залізничної колії включають швидке обслуговування та легку їх заміну. Це досягається за допомогою стандартизованої та модульної структури управління інфраструктурою.

Для розробки постійних компонентів колії розрізняють «відмовно-експлуатаційні» та «відмовно-безпечні» елементи. Через свої умови обидва елементи по-різному впливають на доступність постійного способу:

«Збій в роботі»: Тут система може продовжувати працювати (принаймні з обмеженими можливостями), якщо окремі компоненти виходять з ладу.

«Безаварійність»: Тут роботу системи необхідно зупинити після відмови окремих компонентів, поки вона знову не буде працювати.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принципи для прийняття рішень із даних вимірювань.

Принципи управління інформацією для приведені на рис.4.3. Для фізичного об'єкту проводиться комплекс вимірювань. Дані, отримані з допомогою вимірювальних засобів, представлені у вигляді «записів вимірювань». Інформацію отримують з них шляхом порівняння та оцінки. Аналіз тенденцій та порівняння цільових показників дають змогу розробити прозорі принципи прийняття рішень [20].

Виміряні дані необхідно буде обробити в принципі для прийняття рішень, інакше існує небезпека, що джерела інформації не будуть використані належним чином (в результаті виникнуть «кладовища даних») [12].



Рисунок 4.3 – Сталий інформаційний менеджмент

Інформаційна піраміда. Для оптимізації системи необхідно налаштувати оброблену інформацію таким чином, щоб відповідний рівень агрегації був

приведений у відповідність до відповідних сфер діяльності та рівнів відповідальності працівників (див. рис. 4.4) [13].

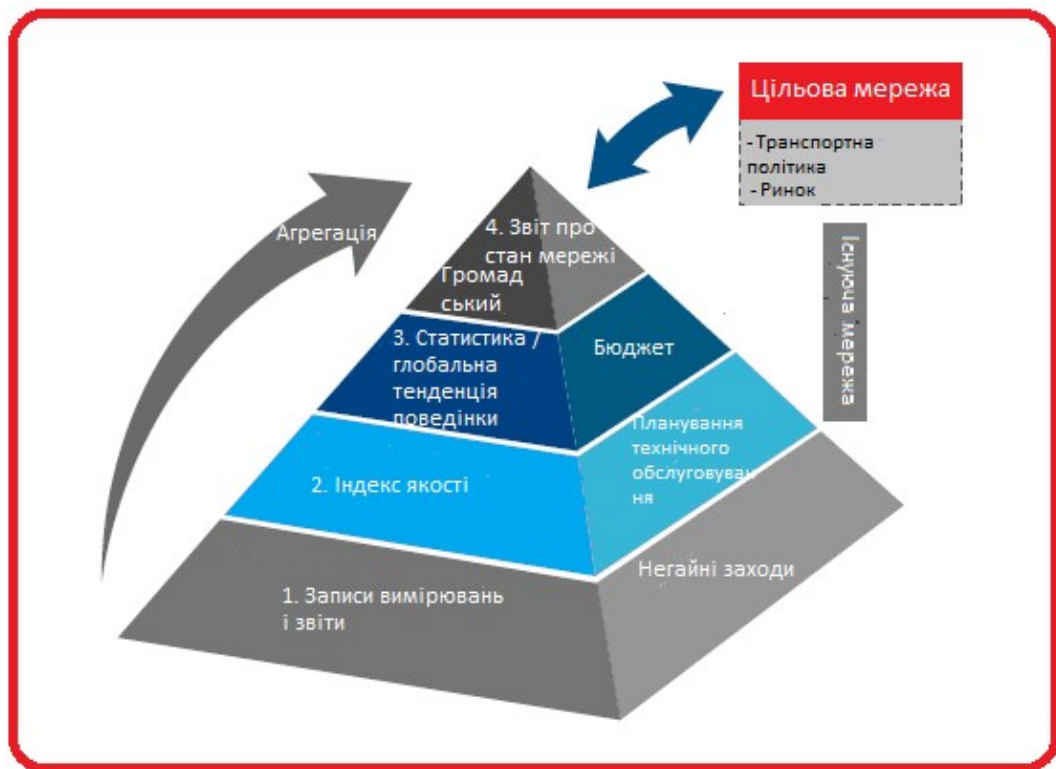


Рисунок 4.4 – Агрегаційна піраміда інформаційного забезпечення

За безпосередні заходи щодо забезпечення безпеки відповідає начальник служби колії або начальник служби електропостачання. Вони повинні вміти правильно інтерпретувати записи вимірювань і поєднувати це зі своїм досвідом.

Відповідальний інженер повинен координувати планування технічного обслуговування та оновлення з керівниками служби колії та/або керівниками електропостачання. Для цієї мети має сенс якомога простіше зобразити тенденційну поведінку різних системних областей [16].

Команда менеджера інфраструктури вимагає глобального погляду на поведінку системи всієї мережі.

Інформація, що надається для управління, повинна гарантувати, що бюджет може бути розподілений відповідно до процесу та перспективи маршруту [17].

За допомогою звіту про стан мережі громадськість інформується про раціональне використання фінансів. Звіт також містить інформацію про поточні довгострокові програми підвищення та оновлення [18].

4.1.3 Принципи концепції системно-технічного етапу

Меморандум про якість «Технічна безпека» Асоціації німецьких інженерів рекомендує використовувати концепцію системно-технічного етапу. Процес планування, процес впровадження та операційний процес систем представлені окремо, але аналізуються системно взаємопов'язаними (див. рис. 4.5) [19].



Рисунок 4.5 – Триетапний життєвий цикл активів

Специфікація якості поведінки системи має відповідати процесам технічного обслуговування. Тому, якісні характеристики технічної безпеки, функціональності та матеріального стану складені таким чином, щоб вони збігалися з процесами технічного обслуговування, моніторингу стану, відновлення, поточного технічного обслуговування/ремонту та оновлення (див. рис. 4.6).



Рисунок 4.6 – Специфікація якості збігається з процесами технічного обслуговування

78

Обов'язковою умовою оцінки систем є розрізнення їх стану та матеріального складу. У той час як стан систем можна багаторазово покращувати за допомогою планового технічного обслуговування та ремонту, ці заходи ніколи не призводять до покращення матеріалу. Після того, як матеріал вичерпується, наприклад, після перевищення втомної міцності рейкової сталі, компонент необхідно оновити або піддати зниженому механічному напруженню.

4.1.4 Принцип стійкого управління життєвим циклом

Точка зору системи, якості та процесу постійного технічного обслуговування стосуються насамперед технічних та організаційних аспектів.

Однак економічні міркування необхідно враховувати протягом життєвого циклу в однаковій мірі. Передумовою оптимального використання наявних фінансових ресурсів є довгострокова координація експлуатації та обслуговування.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З середини 90-х років Австрійські федеральні залізниці у співпраці з Інститутом залізниць та транспорту Технічного університету Граца реалізовували різні проекти. Результати включають проект ÖBB “permanent way strategy” (« Стратегія постійного шляху») та низку дисертацій, публікацій, а також впровадження проактивного та стійкого управління життєвим циклом.

Результати аналізу щодо статичного розподілу витрат залізниці, поділених – на амортизацію (інвестиційна вартість щодо терміну технічної служби), витрати, пов’язані з експлуатаційними перешкодами та обслуговуванням, наведені на рис. 4.7.

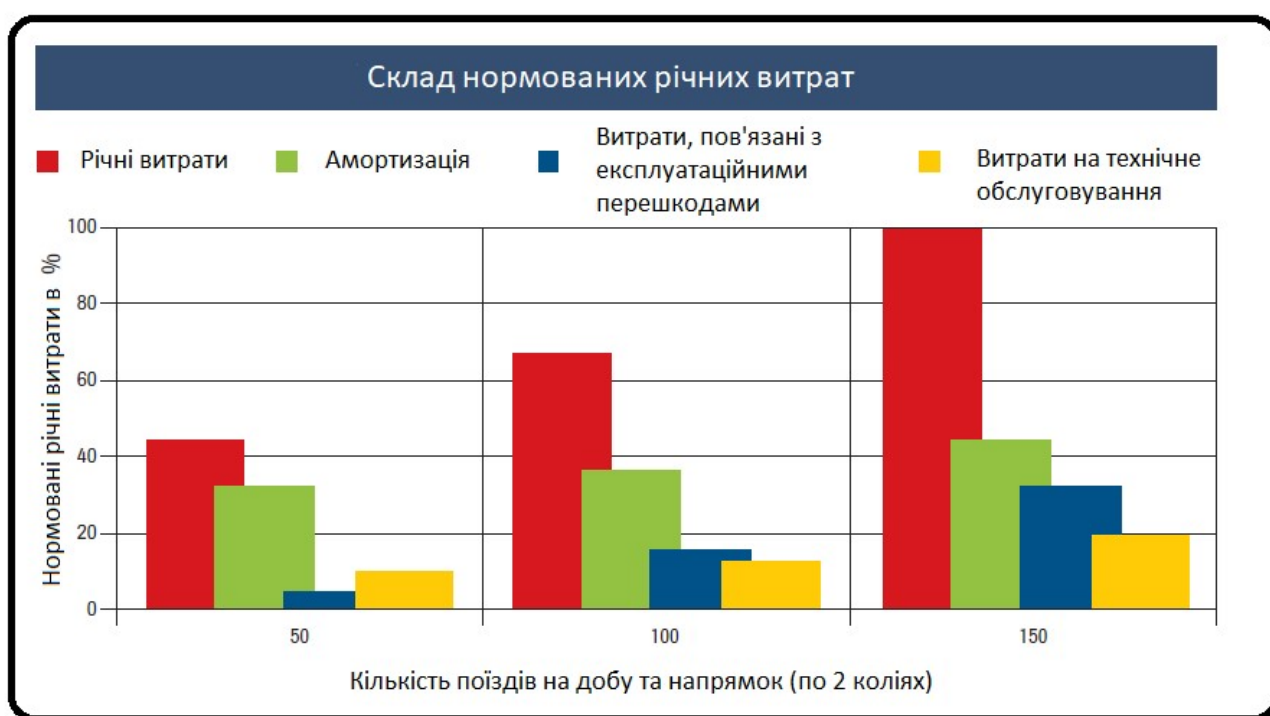


Рисунок 4.7 – Вплив амортизації на річну вартість залізничних систем

Дослідження, проведене Технічним університетом Граца у 2004 році, визначає чинники витрат на технічне обслуговування колій (див. табл. 3). Вплив початкової якості підконструкції та надбудови колії на вартість життєвого циклу має важливе значення. Високий знос компонентів і пов’язані з цим зусилля на технічне обслуговування колії на кривих вимагають більших

фінансових вкладень. Особливо це стосується гірських ліній, до яких, крім великої частки кривих, також важко підійти.

Дослідницькі роботи з цього питання та отримана в результаті оптимізація конструкції криволінійної колії сприяли покращенню зносу [15].

Таблиця 4.2 – Фактори витрат на залізниці

Фактори витрат на залізниці				
<i>Вихідна якість верхньої будови колії</i>				
Початкова якість визначає поведінку надбудови протягом повного життєвого циклу і не може бути виправлена будь-якими втручаннями з технічного обслуговування.				
<i>Якість підконструкції (нижньої будови колії)</i>				
Відмінності в якості нижньої конструкції по-різному впливають на вартість життєвого циклу надбудови залежно від обсягів руху. Для ліній з низьким об'ємом вартість життєвого циклу надбудови збільшується в 2-3 рази для дуже поганої нижньої структури порівняно з дуже хорошою; однак для магістральних ліній з високим навантаженням на транспорт вони збільшуються у 8 разів!				
<i>Радіуси кривих</i>				
Вартість життєвого циклу колії в кривих з $R = 250$ м приблизно в 3 рази перевищує вартість прямої колії такої ж довжини.				
<i>Витрати, пов'язані з експлуатаційними перешкодами</i>				
Витрати, пов'язані з експлуатаційними перешкодами на магістральних лініях з великим обсягом поїздів, можуть сягати до однієї третини витрат протягом життєвого циклу магістралі.				

Частка витрат на експлуатаційні перешкоди в результаті зниження придатності через ремонтні роботи збільшується при більшому транспортному навантаженні і може становити до однієї третини загальних витрат. Використання високопродуктивних машин для обслуговування може

допомогти підвищити придатність. Запровадження обмежень швидкості для того, щоб тимчасово продовжити термін служби колій, не має сенсу з точки зору вартості життєвого циклу для мережі середнього та високого рівня. [67]

Статичні розрахунки вартості життєвого циклу також були виконані для стрілочних переводів. Основні висновки збігаються з висновками, зробленими для рівнинної колії: витрати на амортизацію мають найбільшу частку. [68] Таким чином, обмеження встановлення стрілочних переводів до необхідного мінімуму є одним із варіантів контролю витрат. Встановлення великої кількості стрілок підвищує гнучкість роботи. Пов'язане з цим збільшення витрат необхідно зважити з загальної точки зору. Результати досліджень економічної ефективності, проведених для повітряної лінії, в принципі такі ж, як і для колії. Тут також найбільшу питому вагу становлять амортизаційні витрати. І тут також метою є продовження економічного терміну служби за рахунок проектування, якості виготовлення та своєчасне обслуговування систем.

81

Витрати життєвого циклу розраховуються за статичним або динамічним методом розрахунку. Статичний метод враховує витрати, понесені протягом терміну служби, без урахування інфляції. Річна вартість представлена як середнє значення. Таким чином, різні варіанти інвестування можна порівнювати на основі різних річних витрат [19].

За допомогою динамічного методу внутрішня процентна ставка в розрахунках інвестицій дисконтується для майбутніх потоків платежів. Тут сильний вплив має внутрішня процентна ставка. Чим вище встановлена процентна ставка, тим менший вплив майбутніх платежів, наприклад, при продовженні терміну служби. Тому в розрахунках економічної ефективності - перевага подовженого терміну служби нових інноваційних продуктів і процесів дедалі зменшується із зростанням процентної ставки [10].

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У своїх інвестиційних розрахунках ÖBB-Infrastruktur AG визначає внутрішню процентну ставку 5%. Експерти не рекомендують внутрішні процентні ставки вище 5%.

Вони вважаються перешкодою для бажання інвестувати в нові продукти, що часто призводить до подовження терміну служби при дещо вищих інвестиційних витратах; це суперечить філософії стійкості.

4.1.5 Плата за інфраструктуру на основі причинного зв'язку

Відповідно до Директиви 2012/34/ЄС про «створення єдиного європейського залізничного простору», розпорядники інфраструктури мають можливість підвищити ефективність використання колій. Принцип причинно-наслідкового зв'язку викладений у Рециталі 39 Директиви 2012/34/ЄС [14]: «Методи розподілу витрат, встановлені менеджерами інфраструктури, повинні базуватися на найкращому доступному розумінні причинно-наслідкових зв'язків і також пропонується залізничним підприємствам розподіляти витрати на різні послуги і, у відповідних випадках, типам залізничних транспортних засобів».

Щодо рівня зборів є відповідний пункт 70 директиви [12]: «Загальний рівень відшкодування витрат за рахунок зборів на інфраструктуру впливає на необхідний рівень державного внеску. Держави-члени можуть вимагати різних рівнів загального відшкодування витрат. Однак будь-яка схема стягнення плати за інфраструктуру повинна дозволяти трафік, який може, принаймні, оплачувати додаткові витрати, пов'язані з використанням залізничної мережі».

Згідно зі статтею 31(5) директиви, включення впливу на навколишнє середовище також має бути дозволено [13]: «Збори за інфраструктуру [...] можуть бути змінені для врахування вартості екологічних наслідків, викликаних експлуатацією поїзд. Будь-яка така модифікація повинна бути диференційованою відповідно до величини спричиненого ефекту».

Рис. 4.8 показує основну ідею ЄС щодо відшкодування витрат на інфраструктуру. Держави-члени відповідають за постійні витрати на інфраструктуру (особливо за витрати на розвиток інфраструктури); користувач і ринок відповідають за змінні витрати.



Рисунок 4.8 – Основна концепція ЄС щодо відшкодування витрат на інфраструктуру

83

У цьому плані лідирували Федеральні залізниці Австрії. З 1 травня 2005 р. вони запровадили систему оцінки для всіх залізничних транспортних засобів. Це було засновано на всебічному дослідженні вартості життєвого циклу, проведеному Технічним університетом Граца, де для різних типів транспортних засобів були розраховані напруги, пов'язані з колією, та фінансові наслідки для технічного обслуговування [16]. Характерні параметри транспортного засобу для напруги на колії є [17]:

- динамічна вертикальна складова сили Q_{dyn} ;
- квазістатична горизонтальна складова сили Y_{qs} ;
- горизонтальна складова сили $\sum Y$;
- компонент поздовжнього ковзання $f_{\sigma L}$;
- компонент стабільності β .

У причинно-наслідковій моделі параметри транспортного засобу, характерні для напруженості на колії, були віднесені до механізмів

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пошкодження на колії, фінансові наслідки яких відомі. Дослідження проводили при різних класах радіусів, розраховані витрати були додані відповідно до розподілу радіусів в основній мережі ÖBB.

Еталонному транспортному засобу присвоєно рейтинговий номер 1000. Числа рейтингу, що відхиляються від 1000, описують вплив на вартість, пов'язаний із зносом механізмів різного призначення, і, таким чином, якості транспортних засобів у відсотках.

Приклад: рейтингове число 1,070 означає на 7% більше витрат на колію в порівнянні з еталонним транспортним засобом. Задokumentовано вимірювання динамічних тягових зусиль з точністю $\pm 5\%$.

Для того, щоб врахувати це, було встановлено наступне:

1. Тягові транспортні засоби з рейтинговими номерами нижче 1000 відносяться до категорії А, бонусні транспортні засоби.

2. Тягові транспортні засоби від 1000 до 1050 (згодом зменшено до 1030) потрапляють до категорії В.

3. Тягові транспортні засоби з рейтинговим номером вище 1000, як правило, класифікуються як зношені транспортні засоби та потрапляють до категорії С.

Бонусні транспортні засоби категорії А отримують знижку 0,04 €/км.

Зношені залізничні транспортні засоби категорії С повинні були заплатити на 0,01€/км більше.

Завдяки точності вимірювання $\pm 5\%$ категорія С не сплачує доплати або знижки до плати за доступ до колії.

Розповсюдження в 0,05 євро/км на загальну суму 250 000 км на рік і 30-річний термін служби дає 320 000 євро для інновацій на одну залізничну тягову машину (локомотив). Ця причинно-наслідкова модель була першою спробою в

Європі перетворити інфраструктурні збори, що залежать від зносу, на інструмент впливу [78].

У той же час були й інші приклади у Великобританії (змінні тарифи на користування залізницею) та у Швейцарії (відстеження факторів зносу). [79] Для розрахунку коефіцієнта зносу коліс SBB була розроблена нова формула розрахунку як частина обширного дослідження; вона складається з таких підфакторів: вертикальні сили, тягові сили та горизонтальні сили. Метою є забезпечення стимулів для модернізації існуючих транспортних засобів та розробки нових транспортних засобів. Коефіцієнт зносу колій є частиною системи ціноутворення маршрутів на 2017 рік і важливим компонентом в управлінні коліями SBB [80].

4. 2 Удосконалення системи діагностики рейок

Для організації роботи засобів неруйнівного контролю рейок створено:

- дільниці дефектоскопії в дистанціях колії;
- пости дефектоскопії в РЗП;
- відділи дефектоскопії в дорожніх лабораторіях діагностики залізничної колії.

На дільниці дефектоскопії дистанцій колії, пости дефектоскопії рейкозварювальних підприємств і мобільні засоби дефектоскопії покладаються обов'язки по якісному проведенню контролю рейок і забезпеченню безпеки руху поїздів.

Контроль за правильною організацією роботи дільниць дефектоскопії, мобільних засобів дефектоскопії, постів дефектоскопії РЗП, а також аналіз їх роботи здійснюється відділом рейкової дефектоскопії дорожньої лабораторії діагностики залізничної колії.

Періодичний ремонт та окремі види позапланового ремонту знімних дефектоскопів, а також їх калібрування здійснюються дорожніми лабораторіями діагностики залізничної колії залізниць України, атестованими згідно чинного законодавства.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Випадки зламу рейок і елементів стрілочних переводів, наявність у колії не заміненіх у встановлений термін гостродефектних рейок згідно з “Положенням про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті України” відносяться до інцидентів та розслідуються і оформлюються згідно з вимогами “Інструкції про порядок службового розслідування транспортних подій на залізницях України”.

При потребі, до складання технічного висновку щодо причин, які призвели до зламу можуть залучатися фахівці дорожньої лабораторії діагностики залізничної колії, мобільного засобу дефектоскопії, дільниці дефектоскопії дистанції колії, рейкозварювального підприємства. Перелічені фахівці можуть надавати консультації щодо можливості виявлення дефекту конкретним типом знімного рейкового дефектоскопа та мобільним засобом дефектоскопії, які перевіряли рейку до зламу.

Злами рейок беруться до обліку згідно з вимогами “Інструктивних вказівок про порядок обліку і звітності транспортних подій на залізницях”.

Відділ рейкової дефектоскопії (далі – відділ) входить до складу дорожньої лабораторії діагностики залізничної колії. Робота відділу регламентується окремим положенням, що розроблюється з урахуванням основних завдань і функцій, які покладені на дорожню лабораторію діагностики залізничної колії Рекомендованим типовим положенням, що затверджене наказом Укрзалізниці від 01.12.2011 № 635-Ц.

Відділ є аналітичним центром зі збору, оброблення, аналізу та підготовки оперативних і періодичних даних про стан рейок, короткостроковому і довгостроковому прогнозі їх стану на підставі проведеного комплексного аналізу, розробки пропозицій щодо призначення невідкладних та планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Періодичність перевірки рейок головних колій, стрілочних переводів та зварних стиків, що лежать у цих коліях, знімними ультразвуковими дефектоскопами

Тип рейок	Вихід ГДР в місяць на 10 км, шт.	Вантажо-напруженість, млн.ткм бр./км в рік	Пропущений тоннаж , млн.т бр.	Періодичність перевірки	
				Рейок дефектоскопами суцільного контролю, через днів	Зварних стиків ультразвуковими дефектоскопами
1	2	3	4	5	6
UIC 60 P-65 і важчі	до 0,2	до 5	до 350	45-50	1раз в 2роки
			350-700	35-40	1раз в 2роки
			більше 700	25-30	1раз в 2роки
		5-30	до 350	25-30	1раз в 2роки
			350-700	20-25	1раз в 2роки
			більше 700	15-20	1раз в рік
		30-70	до 350	20-25	1раз в 2роки
			350-700	15-20	1раз в рік
			більше 700	12-15	1раз в рік
		понад 70	до 350	15-20	1раз в рік
			350-700	12-15	1раз в рік
			більше 700	10-12	1раз в рік
	0,2-2,0	до 5	до 350	20-25	1раз в 2роки
			350-700	15-20	1раз в рік
			більше 700	12-15	1раз в рік
		5-30	до 350	15-20	1раз в рік
			350-700	12-15	1раз в рік
			більше 700	10-12	1раз в рік
		30-70	до 350	12-15	1раз в рік
			350-700	10-12	1раз в рік
			більше 700	8-10	1раз в рік
		понад 70	до 350	10-12	1раз в рік
			350-700	8-10	1раз в рік
			більше 700	6-8	1раз в рік
	понад 2,0	до 5	до 350	15-20	1раз в рік
			350-700	12-15	1раз в рік

продовження таблиці 4.3

Тип рейок	Вихід ГДР в місяць на 10 км, шт.	Вантажо-напруженість, млн.ткм бр./км в рік	Пропущений тоннаж , млн.т бр.	Періодичність перевірки	
				Рейок дефектоскопами суцільного контролю, через днів	Зварних стиків ультразвуковими дефектоскопами
1	2	3	4	5	6
UIC 60 Р-65 і важчі	понад 2,0	5-30	більше 700	10-12	1раз в рік
			до 350	12-15	1раз в рік
			350-700	10-12	1раз в рік
		30-70	більше 700	8-10	1раз в рік
			до 350	10-12	1раз в рік
			350-700	8-10	1раз в рік
			більше 700	6-8	1раз в рік
		понад 70	до 350	8-10	1раз в рік
			350-700	6-8	1раз в рік
			більше 700	5-6	2рази в рік
Р-50 і легші	до 0,2	до 5	до 350	35-40	1раз в 2роки
			350-700	25-30	1раз в 2роки
			більше 700	20-25	1раз в 2роки
		5-30	до 350	20-25	1раз в 2роки
			350-700	15-20	1раз в рік
			більше 700	12-15	1раз в рік
		30-70	до 350	15-20	1раз в рік
			350-700	12-15	1раз в рік
			більше 700	10-12	1раз в рік
		понад 70	до 350	12-15	1раз в рік
			350-700	10-12	1раз в рік
			більше 700	8-10	1раз в рік
	0,2-2,0	до 5	до 350	15-20	1раз в рік
			350-700	12-15	1раз в рік
			більше 700	10-12	1раз в рік
		5-30	до 350	12-15	1раз в рік
			350-700	10-12	1раз в рік
			більше 700	8-10	1раз в рік
		30-70	до 350	10-12	1раз в рік
			350-700	8-10	1раз в рік
			більше 700	6-8	1раз в рік
		понад 70	до 350	8-10	1раз в рік
			350-700	6-8	1раз в рік
			більше 700	5-6	2рази в рік

продовження таблиці 4.3

Тип рейок	Вихід ГДР в місяць на 10 км, шт.	Вантажо-напруженість, млн.ткм бр./км в рік	Пропущений тоннаж, млн.т бр.	Періодичність перевірки	
				Рейок дефектоскопами суцільного контролю, через днів	Зварних стиків ультразвуковими дефектоскопами
1	2	3	4	5	6
Р-50 і легші	більше 2,0	до 5	до 350	12-15	1раз в рік
			350-700	10-12	1раз в рік
			більше 700	8-10	1раз в рік
		5-30	до 350	10-12	1раз в рік
			350-700	8-10	1раз в рік
			більше 700	6-8	1раз в рік
		30-70	до 350	8-10	1раз в рік
			350-700	6-8	1раз в рік
			більше 700	5-6	2рази в рік
		понад 70	до 350	6-8	1раз в рік
			350-700	5-6	2рази в рік
			більше 700	3-4	2рази в рік

89

Вихід гостродефектних рейок (ГДР) у місяць на 10 кілометрів визначається за формулою (4.1):

$$P = \frac{H \cdot 10}{A \cdot K} \quad (4.1)$$

де: Н – вихід рейок на ділянці “Л” за “К” місяців, шт.;

Л – довжина ділянки колії в км;

К – кількість місяців, за які рахується вихід рейок.

Періодичність перевірки рейок знімними дефектоскопами на ділянках з рухом пасажирських поїздів може бути змінена (рейки дозволяється перевіряти частіше) начальником дистанції колії в залежності від фактичного стану рейок.

Періодичність перевірки приймально-відправних колій знімними (переносними) дефектоскопами:

Приймально-відправні колії, які згідно із техніко-розпорядчим актом (ТРА) станцій призначені для приймання, відправлення та пропуску пасажирських

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поїздів, або пропуску вантажних поїздів без зупинок, а також стрілочні переводи, що лежать в цих коліях - не більше ніж через 45 днів;

Інші приймально-відправні колії, а також стрілочні переводи, що лежать в цих коліях - не більше ніж через 3 місяці;

Зварних стиків рейок приймально-відправних колій - не рідше одного разу на 3 роки.

Зварні стики рейок на приймально-відправних коліях перевіряються спеціалізованими переносними дефектоскопами типу Рельс-6, РДМ-3, РДМ-33 та аналогічними з поверхні кочення. Перевірка спеціалізованими дефектоскопами може бути замінена перевіркою дефектоскопами типу РДМ-2, РДМ-22, УДС2-73 та аналогічними у режимі суцільного контролю.

Рейки на інших станційних коліях, а також стрілочні переводи і зварні стики, що в них лежать перевіряються натурним оглядом працівниками дистанцій колії з періодичністю, яка встановлюється діючими нормативними документами.

Періодичність перевірки елементів стрілочних переводів одонитковими спеціалізованими дефектоскопами (типу РДМ-1, РДМ-1М1):

Стрілочні переводи головної колії - не більше ніж через 30 днів;

Стрілочні переводи приймально-відправних колій, які згідно із техніко-розпорядчим актом (ТРА) станцій призначені для приймання, відправлення та пропуску пасажирських поїздів, або пропуску вантажних поїздів без зупинок - не більше ніж через 45 днів;

Стрілочних переводів інших приймально-відправних колій - не більше ніж через 3 місяці;

Періодичність перевірки головних колій вагонами-дефектоскопами і автомотрисами дефектоскопними, для дільниць з вантажонапруженістю:

- до 10 млн.ткм бр./км в рік – через 3 місяці;
- 10-50 млн.ткм бр./км в рік – 1 раз на місяць;
- більше 50 млн.ткм бр./км в рік – 2 рази на місяць.

В окремих випадках періодичність перевірки рейок вагонами-дефектоскопами і автомотрисами дефектоскопними може бути змінена (рейки дозволяється перевіряти частіше) начальником служби колії на тих ділянках, де фактичний стан рейок потребує додаткових перевірок, а також на ділянках із складними умовами під'їзду до місця роботи операторів знімних дефектоскопів.

Періодичність перевірки зварних стиків, що виготовлені алюміно-термітним зварюванням:

- перший раз - в добу зварювання;
- другий раз - через 3 місяці з дати зварювання;
- подальші перевірки:

Таблиця 4.4 – Періодичність перевірки зварних стиків, що виготовлені алюміно-термітним зварюванням, з терміном експлуатації більше 3-х місяців

Головних колій	П/в колій, що призначені для приймання, відправлення, пропуску пасажирських поїздів, безупинного пропуску вантажних поїздів	Інших приймально-відправних колій
Двічі на рік (весною та восени)	1 раз на рік	1 раз на 2 роки

Перевірка одного стрілочного переводу дефектоскопом суцільного контролю прирівнюється до перевірки 200 метрів колії.

Норми для знімних дефектоскопів можуть бути змінені в залежності від місцевих умов на $\pm 10\%$ начальником дистанції колії по узгодженню з начальником дорожньої лабораторії діагностики залізничної колії.

Норми в рекомендованому інтервалі повинні встановлюватися з врахуванням місцевих умов, інтенсивності руху поїздів та стану рейкового господарства.

Норми на вагони-дефектоскопи можуть бути змінені в залежності від місцевих умов на $\pm 10\%$ начальником служби колії.

При передачі натурного огляду працівникам діляниць дефектоскопії дистанції колії (працівники вагона здійснюють вибіркового натурного огляд), норми можуть бути змінені на + 20%.

Таблиця 4.5 – Норми перевірки колії, стрілочних переводів, зварних стиків засобами дефектоскопії

Назва засобу рейкової дефектоскопії		Норми перевірки в місяць	
		Літній період	Зимовий період
Ультразвукові дефектоскопи суцільного контролю без реєстраторів		110-140 км	90-120 км
Ультразвукові дефектоскопи суцільного контролю з реєстраторами		90-120 км	80-100 км
Ультразвукові дефектоскопи для перевірки зварних стиків	По всьому периметру	600-800 зв. стиків	4500-5000 зв. стиків
	З поверхні кочення	5000-5500 зв. стиків	
	Тільки пера підшви	1000-1200 зв. стиків	
	Зварні стики алюмініо-термітного зварювання стрілочних переводів	100 зв. стиків	
	Зварні стики алюмініо-термітного зварювання рейок	200 зв. стиків	
Дефектоскопи для перевірки елементів стрілочних переводів типу РДМ-1(1М1)		230-280 стр. переводів	180-230 стр. переводів
Магнітний вагон-дефектоскоп с комп'ютерною системою реєстрації		3500-4000 км	3500-4000 км
Ультразвуковий вагон-дефектоскоп з комп'ютерною системою реєстрації		2000-2500 км	1500-2000 км
Комбінований вагон-дефектоскоп з комп'ютерною системою реєстрації		1800-2300 км	1300-1800 км
Автоматриси дефектоскопні		1000-1200 км	900-1000 км

В умовах нарощування обсягів й інтенсивності перевезень, а також враховуючи економічний стан галузі, роль ефективного застосування сучасних засобів діагностики колії та її елементів для забезпечення безпеки руху поїздів істотно зростає.

В існуючій системі рейкової діагностики можна виділити два напрямки, завдяки яким досягається зменшення числа не виявлених дефектів рейок в колії. Це введення перспективних засобів дефектоскопії та збільшення частоти

перевірок. Однак ці заходи потребують диференційованого підходу для різних умов експлуатації.

Робота дорожньої лабораторії рейкової дефектоскопії ґрунтується на своєчасному виявленні дефектів граничної величини в рейках. Для цього використовуються знімні дефектоскопи, вагони-дефектоскопи, та перспективні засоби дефектоскопії. Основним документом, що визначає роботу засобів рейкової дефектоскопії є норми періодичності перевірки рейок дефектоскопами. В цих нормах зроблено диференціацію перевірок стану рейок за умовами експлуатації, проте частота контролю досить висока для всіх періодів експлуатації рейок. Однак помітимо, що досить висока імовірність виявлення дефектів діючою системою контролю (98,84%) досягається шляхом високої, іноді надлишкової, частоти контролю рейок (від 24 до 60 разів у рік), що потребує великих затрат на їх проведення. При цьому відсоток пропуску дефектів з вини операторів складає 15 - 20% від загального числа невиявлених дефектів. Тобто, збільшення частоти перевірок не вирішує питання забезпечення безпеки руху поїздів сповна, а витрати на періодичний контроль зростають. Тому, встановлення термінів періодичності контролю рейок для різних умов експлуатації потребують раціонального підходу їх визначення.

Розглянемо шляхи економічно-раціонального підходу колійного господарства щодо системи діагностики рейок.

Сьогодні можна стверджувати, що колійний комплекс українських залізниць стоїть на шляху створення стрункої системи діагностики колії, що працює в автоматизованому режимі, та забезпечує оперативний контроль з метою запобігання аварійних ситуацій, розробки прогнозу відмов і об'єктивного планування колійних робіт. Основною ланкою системи стануть центри діагностики, які впроваджуються сьогодні.

Основними напрямками розвитку засобів діагностики в останні роки на наших залізницях є відновлення експлуатаційного парку, підвищення вірогідності контролю шляхом впровадження нового покоління мобільних засобів автоматизованого контролю стану колії і її елементів, зменшення

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знімних засобів діагностики. При цьому мобільні засоби, на відміну від більшості знімних, оснащені комп'ютерними системами реєстрації і збереження результатів суцільного контролю рейок.

Нарівні із задачею швидкого оснащення новими технічними засобами і забезпечення безпеки руху поїздів в умовах росту перевезень більш актуальним стає підвищення якості, розширення параметрів контролю, точності виміру, автоматизація обробки і розшифрування даних, розвиток технологій і комплексного використання нових засобів, скорочення ручної праці, зниження періодичності контролю й експлуатаційних витрат.

Рейкова дефектоскопія входить у загальну систему діагностики колії і повинна, поряд з підвищенням надійності виявлення небезпечних дефектів, вирішувати питання раціональної періодичності контролю, адже витрати на рейкову дефектоскопію складають близько 3% експлуатаційних витрат колійного господарства.

Усе це є вирішальним чинником поступового переходу до встановлення періодичності контролю рейок з урахуванням фактичного стану колії і прогнозуванням його на тривалий період. При цьому повинні бути ширше впроваджені ультразвукові дефектоскопічні автомотриси і вагони-дефектоскопи зі сполученими ультразвуковим і магнітним методами контролю. Також необхідно переглянути норми періодичності контролю рейок засобами дефектоскопії при безумовному забезпеченні безпеки руху.

Для подальшого скорочення частки ручної праці і збільшення автоматизованого контролю рейок мобільними засобами необхідно змінити методику визначення періодичності контролю рейок з диференційованим підходом до її призначення і зменшення насамперед на менш діяльних ділянках, а також в початковий період експлуатації. Це дозволить число фахівців, зайнятих у проведенні контролю, зменшити в 1,5 - 2 рази без зниження рівня безпеки руху поїздів, знизити рівень витрат на контроль.

Діюча технологія контролю стану рейок ґрунтується на проведенні серії перевірок, метою яких є виявлення небезпечного дефекту до настання зламу.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення термінів періодичності контролю стану рейок у різних експлуатаційних умовах необхідно:

- знайти закон розподілу тривалості періоду між перевірками, розглядаючи цей період як випадкову величину, оскільки на виникнення і розвиток тріщин в рейках впливає багато факторів;

- встановити взаємозв'язок між числом перевірок у циклі контролю і фактичними відмовами гостродефектних рейок, що дозволить нормувати число перевірок на конкретній ділянці колії.

Оптимальне число перевірок у циклі повинне задовольняти умову виявлення тріщини на докритичній стадії її розвитку, що забезпечує гарантовану цілісність рейки до її вилучення з колії.

Основним фактором, який визначає ймовірність злому, є інтенсивність розвитку внутрішніх дефектів. Дефекти проходять стадію зародження і розвитку. Небезпека настає тоді, коли дефект у період свого росту до критичного розміру залишається не виявленим. Період розвитку дефектів у рейках є різний. Як вже зазначалось вище, основними видами дефектів, які виникають у колії, є дефекти контактно-втомленого походження. Тому періодичність перевірки рейок в основному повинна залежати від дефектів, які швидко розвиваються, а це поперечні тріщини, що виникають у холодну погоду, дефекти в зварних стиках, зломи підосви рейки. Тобто, можна сказати, що основна мета перевірки рейок - це усунення найнебезпечніших дефектів і одночасне виявлення дефектів, які б могли досягнути критичного розміру до наступної перевірки.

Невеликі за розміром ВПТ (внутрішні поздовжні тріщини) не можуть бути виявлені дефектоскопами, що експлуатуються на мережі залізниць. У той же час, інформація про кількість таких ушкоджень необхідна для регламентації проходів дефектоскопічних засобів і для обґрунтованого встановлення термінів планування профілактичних одиночних і суцільних замін рейок при подальшому їхньому використанні на малодіяльних ділянках колії.

Знаючи можливу початкову здатність дефектоскопів і критичний розмір площі поперечної тріщини (30% площі перетину головки рейки), по кривих росту поперечних тріщин можна встановити необхідну періодичність контролю рейок кожним типом дефектоскопа.

Математичні моделі відмов рейок у колії. Інтегральні криві сумарних поодиноких відмов рейок дозволяють оцінити вплив на терміни періодичності контролю стану рейок різних експлуатаційних факторів: плану лінії, середніх осьових навантажень, кліматичних умов, ефективності проведення профілактичних заходів та ін.

Для прямих і кривих ділянок колії дослідниками отримано різноманітні математичні моделі відмов рейок у колії. В цьому дослідженні прийняті такі функціональні степеневі залежності,

які характеризують зміну інтенсивності потоку відмов рейок в колії [3]: для прямих:

Для вирішення поставленої задачі в дослідженні проведено такі розрахунки:

1. Математичними моделями інтенсивності потоку відмов рейок в колії, для прямих:

$$\lambda_{np} = (a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot A) \cdot T^{(b_0 + b_1 \cdot P + b_1 \cdot A)}, \quad (4.1)$$

для кривих:

$$\lambda_{kp} = (a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot A + a_3 \cdot R) \cdot T^{(b_0 + b_1 \cdot P + b_2 \cdot A + b_3 \cdot R)} \quad (4.2)$$

де λ - очікуваний вихід рейок, шт/км млн. т; P – осьові навантаження, т/вісь; Γ – вантажонапруженість, млн. т. км. бруто/км. за рік; T – пропущений тоннаж, млн.т.; R – радіус кривої, м.; a_0, a_1, a_2, a_3 – постійні коефіцієнти; b_0, b_1, b_2, b_3 – постійні коефіцієнти.

Коефіцієнти апроксимації наведені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Коефіцієнти апроксимації загальних рівнянь інтенсивності потоку відмов рейок

Коефіцієнти	Прямі ділянки		Криві ділянки	
	Ланкова колія	Безстикова колія	Ланкова колія	Безстикова колія
1	2	3	5	7
a_0	$0,196 \cdot 10^{-3}$	$0,105 \cdot 10^{-6}$	$0,118 \cdot 10^{-4}$	$0,988 \cdot 10^{-5}$
a_1	$0,579 \cdot 10^{-7}$	$0,572 \cdot 10^{-7}$	$0,581 \cdot 10^{-7}$	$0,578 \cdot 10^{-7}$
a_2	-	-	$0,55 \cdot 10^{-7}$	$0,538 \cdot 10^{-7}$
a_3	$0,545 \cdot 10^{-8}$	$0,535 \cdot 10^{-8}$	$-0,491 \cdot 10^{-8}$	$-0,489 \cdot 10^{-8}$
b_0	1,203	1,191	1,212	1,202
b_1	$0,682 \cdot 10^{-2}$	$0,678 \cdot 10^{-2}$	$0,697 \cdot 10^{-2}$	$0,685 \cdot 10^{-2}$
b_2	$0,545 \cdot 10^{-3}$	$0,530 \cdot 10^{-3}$	$0,553 \cdot 10^{-3}$	$0,536 \cdot 10^{-3}$
b_3	-	-	$-0,562 \cdot 10^{-3}$	$-0,556 \cdot 10^{-3}$

97

Інтеграл залежностей (1) - (2) за пропущеним тоннажем дає сумарні поодинокі відмови рейок за період експлуатації залежно від вантажонапруженості ділянки, плану лінії та осьового навантаження.

Розрахункові терміни періодичності контролю рейок. На сьогодні норми періодичності контролю стану рейок [1] ґрунтуються на аналізі попередніх відмов на ділянці, а саме у залежності від виходу гостродефектних рейок в місяць на 10 км в штуках. У цьому дослідженні поставлена задача на основі сучасних даних за інтенсивністю відмов рейок у колії отримати дані за термінам періодичності, залежно від конкретних умов експлуатації: конструкції колії, плану лінії, вантажонапруженості та осьового навантаження і порівняти їх з існуючими нормами. На основі прийнятих моделей відмов рейок у колії були проведені розрахунки термінів періодичності контролю стану рейок для ділянок колії I, III та V категорії.

Для вирішення поставленої задачі в дослідженні проведено такі розрахунки:

Математичними моделями інтенсивності потоку відмов рейок в колії

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(рівнянням (4.1) та (4.2)) для різних діапазонів вантажнапруженості, осьового навантаження, плану лінії розраховано сумарні значення їх відмов N . шт./км і отримано інтегральні залежності сумарних поодиноких відмов рейок N . шт./км наступного виду:

$$N = a \cdot T^{\delta} + b \cdot T^2 - c \cdot T \quad (4.3)$$

Результати розрахунку інтегральних залежностей для різних умов експлуатації наведено на рисунках нижче.

2. Отримано обернені залежності пропущеного тоннажу від сумарного накопичення відмов $T = f(N)$ для прямих та кривих ділянок колії в різних умовах експлуатації. Залежності пропущеного тоннажу від сумарного накопичення відмов $T = f(N)$ для прямих та кривих ділянок колії представимо у вигляді:

$$T = A \cdot N^B$$

де A , B - коефіцієнти.

Значення коефіцієнтів A , B - представлені в таблиці 4.7.

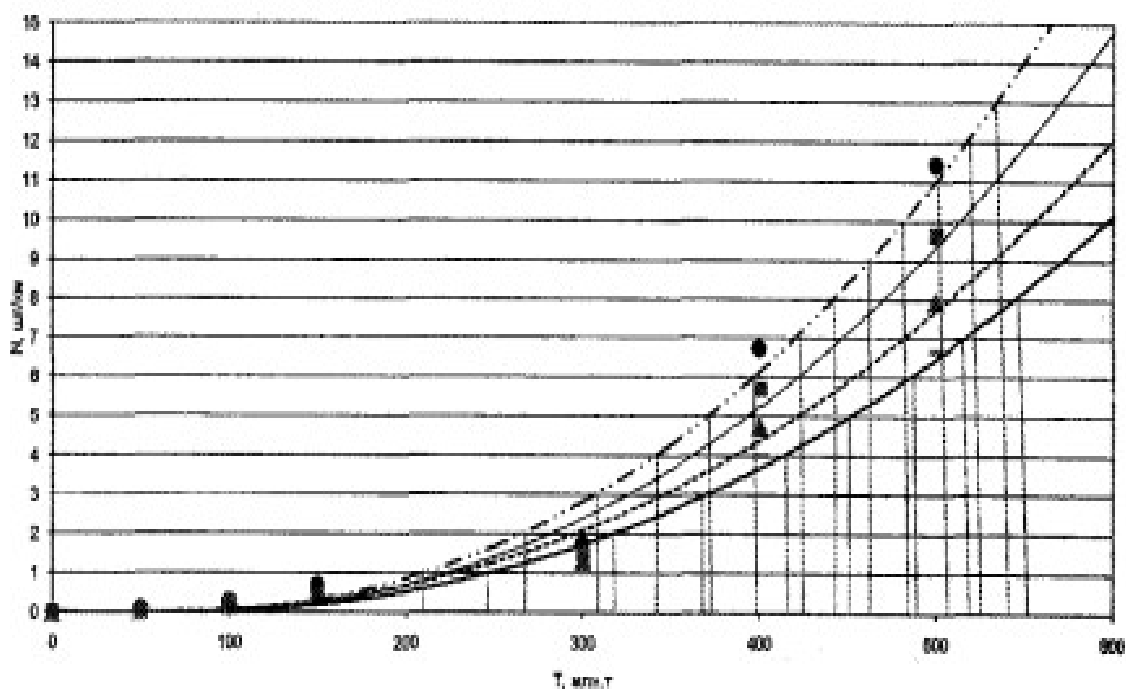


Рисунок 4.9 – Інтегральні залежності сумарних відмов рейок у кривих $R=600$ м при вантажнапруженості $\Gamma = 30 — 50$ млн. т км бруто / км у рік на ділянці безстикової колії в різних діапазонах осьового навантаження

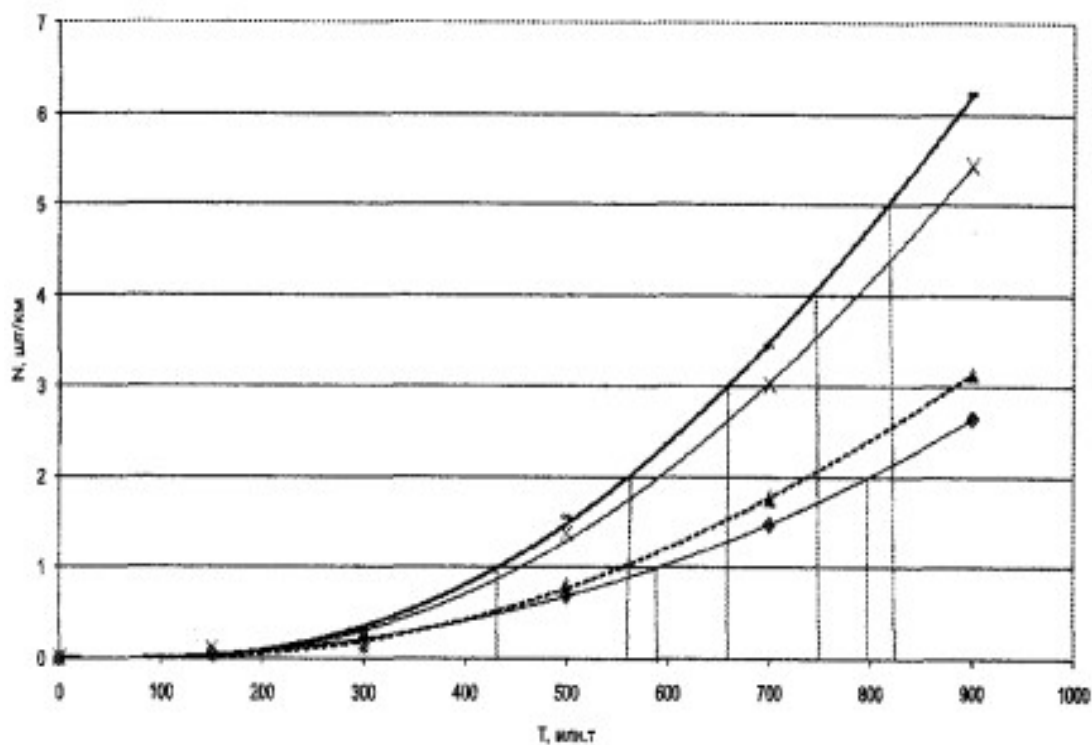


Рисунок 4.10 – Інтегральні залежності сумарних відмов рейок у прямих при вантажнапруженості $\Gamma = 30-50$ млн. т. км брутто / км у рік на ділянці безстикової колії в різних діапазонах осьового навантаження

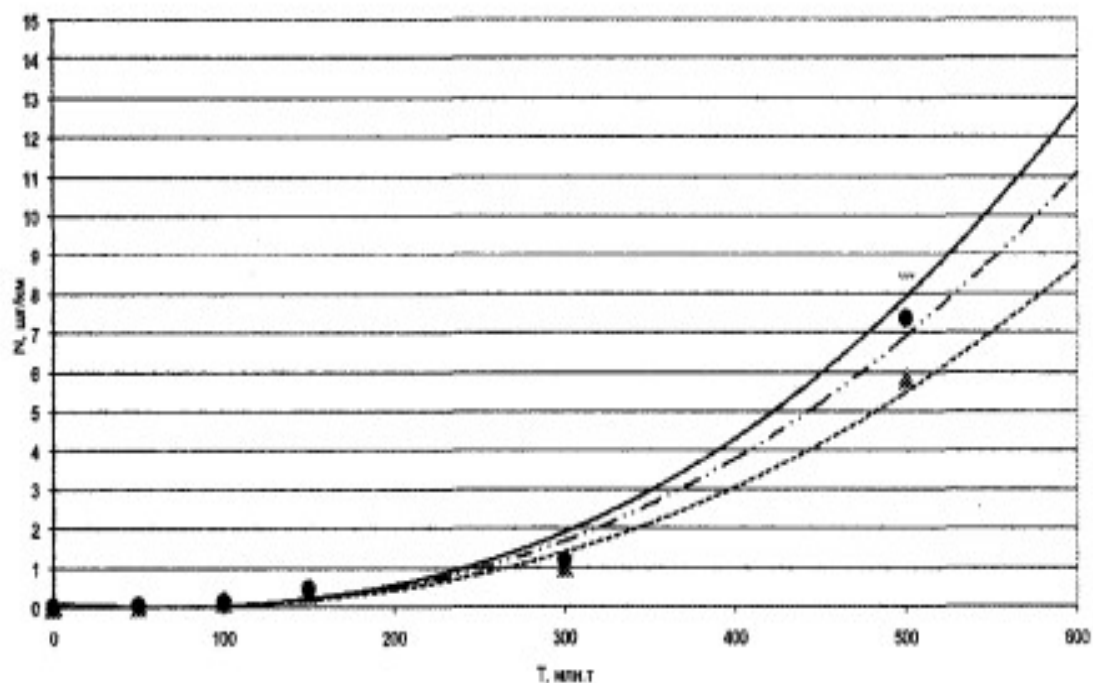


Рисунок 4.11 – Інтегральні залежності сумарних відмов рейок у кривих R=600 м при вантажнапруженості $\Gamma = 15$ млн. т. км брутто / км у рік на ділянці безстикової колії в різних діапазонах осьового навантаження

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

0053.216525.МДР.2022.001

Арк.

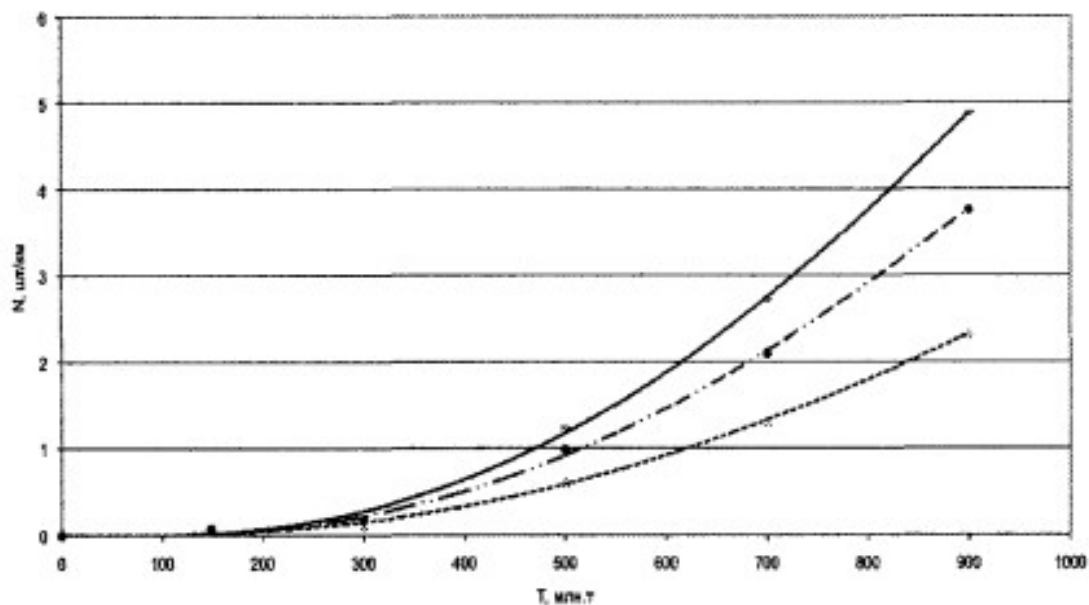


Рисунок 4.12 – Інтегральні залежності сумарних відмов рейок у прямих при вантажнапруженості $\Gamma = 15$ млн. т км бруто / км у рік на ділянці безстикової колії в різних діапазонах осьового навантаження

Таблиця 4.7 – Значення коефіцієнтів А,В

Вантажо-напруженість, млн.ткм бруто/км в рік	Осьові навантаження, т/вісь	План колії			
		Прямі		Криві R=600 м	
		А	В	А	В
1	2	3	4	5	6
80	21	408,5	0,382	217,4	0,344
	18	449,1	0,399	214,6	0,361
	13	525,2	0,405	225	0,372
50	21	427,9	0,385	204,2	0,369
	13	557,5	0,433	223,6	0,377
30	21	454,6	0,417	218,6	0,387
	13	589,2	0,434	238,6	0,392
15	21	483,1	0,423	236,6	0,364
	18	521,1	0,435	242,8	0,379
	13	603,3	0,452	253,2	0,388

100

3. Отримано розрахункові терміни періодичності контролю стану рейок на ділянці I, III та V категорії.

Розрахункові терміни періодичності контролю стану рейок для ліній I, III та V категорії колії розраховані для прямих і кривих $R > 600$ м при вантажонапруженостях 15-80 млн.ткм бруто/км в рік та осьовому навантаженні 13 т/вісь, 18 т/вісь та 21 т/вісь. Результати наведені в табл. 4.8-4.10.

Таблиця 4.8 – Терміни періодичності стану контролю рейок для ліній I категорії

Умови експлуатації $\Gamma = 80$ млн.ткм бруто/км в рік	Пропущений тоннаж, млн.т	Розрахункові терміни періодичності конт- ролю, в днях	Існуючі норми пері- одичності, в днях
1	2	3	4
Прямі (від 0,2 до 2 шт/10км в місяць)	до 350	180-60	10-12
	350-700	60-38	8-10
	>700	38-30	6-8
Криві $R > 600$ м (від 0,2 до 2 шт/10км в місяць)	до 350	25-13	10-12
	350-700	13-7	8-10
	>700	6	6-8
Криві $R = 600$ м (понад 2 шт/10км в місяць)	до 350	15-10	8-10
	350-700	6-9	6-8
	>700	5	5-6

Таблиця 4.9 – Терміни періодичності стану контролю рейок для ліній V категорії

Умови експлуатації $\Gamma = 15-5$ млн. ткм. бруто/км в рік	Пропущений тоннаж, млн.т	Терміни періодично- сті контролю, дні	Існуючі норми пері- одичності, в днях
1	2	3	4
Прямі (від 0,2 до 2 шт/10км в місяць)	до 350	1 раз в рік	20-25
	350-700	1 раз в рік	15-20
	>700	1 раз в півроку	12-15

продовження таблиці 4.9

Криві R>600 м (від 0,2 до 2 шт/10км в місяць)	до 350	90	20-25
	350-700	90-40	15-20
	>700	40-25	12-15
Криві R>600 м (до 0,2 шт/10км в місяць)	до 350	90-120	45-50
	350-700	90-60	35-40
	>700	80-50	20-25

Порівняємо отримані розрахункові терміни періодичності контролю стану рейок з існуючими нормами на ділянках з такими ж умовами.

Терміни періодичності для рейок типу Р65 на ділянках з вантажнапруженістю більше 80 млн. ткм. бруто на км. в рік при виході гостродефектних рейок в місяць на 10 км – понад 2 шт. (при наших розрахунках відповідають ділянки з кривими R=600м) складають при пропущеному тоннажі більше 700 млн. т – через 5-6 днів; при пропущеному тоннажі більше 350 - менше 700 млн. т – через 6-8 днів; при пропущеному тоннажі менше 350 млн. т – через 8-10 днів.

Таблиця 4.10 – Терміни періодичності стану контролю рейок для ліній III категорії

Умови експлуатації	Пропущений тоннаж, млн.т	Г ₁ =30 млн.ткм бруто/км в рік	Г ₂ =50 млн.ткм бруто/км в рік	Терміни періодичності контролю, дні	Існуючі норми періодичності
		дні	дні		
1	2	3	4	5	6
Криві R>600 м (від 0,2 до 2 шт/10км в міс.)	до 350	68-52	40-23	52-23	20-25
	350-700	42-17	23-8	17-8	15-20
	>700	17-15	8-6	15-6	12-15

Проведені розрахунки показали, що на ділянках більше 350 млн. т.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунки повністю співпадають з існуючими нормативами, а на початковому періоді експлуатації на 35% більші при наших розрахунках. Це підтверджує теорію, що в початковий період експлуатації дефекти в рейках розвиваються повільно. Використовуючи даний резерв, можна збільшити інтервал між перевірками на таких ділянках, зменшивши експлуатаційні витрати.

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В першому розділі магістерської роботи були розглянуті основні принципи інфраструктури в ЄС. Основний принцип, це – надійна залізнична інфраструктура, а також своєчасне та безпечне функціонування залізничного руху та інфраструктури.

Відповідно до реформ четвертого пакету залізничного сектору ЄС, оновлення залізничної мережі передбачає три цілі:

- зміцнення позицій на ринку;
- підвищення економічної ефективності;
- покращення.

Отже, найкращий спосіб оптимізувати управління інфраструктурою – це інтегрувати планування інвестицій та технічного обслуговування.

В другому розділі було розглянуто та проаналізовано показники надійності об'єктів інфраструктури в Україні та ЄС. Особлива увага наголошується на рівень якості обслуговування – для того щоб продовжити термін служби інфраструктури, ремонтні роботи, які проводяться, особливо на перших етапах експлуатації повинні бути високої якості.

Отже, від рівня якості обслуговування залежать показники надійності, які в свою чергу призводять до кращої функціональності та значення зносу матеріалів.

В третьому розділі вивчена система технічного регулювання в Україні і ЄС, розглянуті вимоги директив про інтероперабельність і безпеку залізничної системи в рамках Європейського Союзу.

Розглянуті вимоги та принцип дії дев'яти систем контролю та діагностики рейкової колії.

Також визначено вимоги Технічного регламенту безпеки інфраструктури до проектування об'єктів інфраструктури.

В четвертому розділі визначені терміни періодичності контролю стану рейок у різних експлуатаційних умовах.

Проведені розрахунки математичних моделей інтенсивності потоку відмов

рейок в колії, для прямих та кривих ділянок.

Отримано обернені залежності пропущеного тоннажу від сумарного накопичення відмов для прямих та кривих ділянок колії в різних умовах експлуатації.

Отримано розрахункові терміни періодичності контролю стану рейок на ділянці першої, третьої та п'ятої категорій.

При контролі стану рейок вирішальне значення має інтервал між перевірками. Щоб мінімізувати собівартість ризику, потрібно вибирати частоту проходів контрольно-вимірювальних засобів. У дослідженні отримано терміни періодичності контролю стану рейок на ділянці I, III, V категорії на основі сучасних моделей інтенсивності відмов рейок у колії для дефектів контактно-втомленого характеру. Результати дослідження показали, що на ділянках з пропущеним тоннажем більше 350 млн. т розрахунки термінів практично співпадають з існуючими нормативами, а на початковому періоді експлуатації на 35 - 50% більші від існуючих. Тобто є резерв часу в початковий період експлуатації рейок на малодіяльних ділянках колії.

105

					0053.216525.МДР.2022.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		