

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
(назва факультету/ІНЦ)

«Транспортна інфраструктура»
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

на тему: **Аналіз використання колійних машин під час ремонту колії з
урахуванням європейського досвіду**

за освітньою програмою «Інтероперабельність та безпека на залізничному
транспорті»
зі спеціальності:

273 «Залізничний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

Виконав:
студент

групи: ІН2326

(підпис студента)

/Денис ІВАНЕЦЬ /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

/доцент Володимир АНДРЕЄВ /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТКІН /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

(підпис)

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis

Master

(higher education degree)

on the topic: **Analysis of the use of track machines during track repairs taking
into account European experience**

according to educational curriculum Interoperability and safety in rail transport
in the Specialization: 273 Rail transport

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: IH2326

/ Denys IVANETS /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/Associate Professor Volodymyr

ANDRIEIEV /

(position, name, surname)

Normative controller :

/ Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /

(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
Кафедра: «Транспортна інфраструктура»
Рівень вищої освіти: «Магістр»
Освітня програма: «Інтероперабельність та безпека на залізничному транспорті»
Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«Транспортна інфраструктура»

Олексій ТЮТКІН
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Дата _____

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

студенту Іванцю Денису Валерійовичу
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Аналіз використання колійних машин під час ремонту колії з урахуванням європейського досвіду»

Керівник роботи: Андрєєв Володимир Сергійович, к.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від "16" 02 2024 р. № 157ст

2. Строк подання студентом роботи: «12» січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Дані для розрахунків та дані, що отримані під час пошуку в Internet.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):
Вступ. Розділ 1.. Розділ 2. Розділ 3. Розділ 4. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, до 10 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Розділ 1 - 4	Андрєєв В.С		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1, Розділ 2		
2	Розділ 3		
3	Розділ 4		
4	Висновки. Оформлення ВКР.		
5	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.		
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри		
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	12.01.2025	

Студентка

_____ (підпис)

Денис ІВАНЕЦЬ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Володимир АНДРЕЄВ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

72 стор., 21 рис., 12 табл., 13 літературних джерел.

Аналіз використання колійних машин під час ремонту колії з урахуванням європейського досвіду

Метод дослідження – аналітичний.

У магістерській роботі розглянуто та проаналізовано питання модернізації колії з використанням колійної техніки.

Було опрацьовано питання конструкції шляху, його роботи під впливом рухомого складу.

Опрацьовано питання вибору техніки для ремонту колії в країнах Європейського Союзу.

У роботі було виділено проблеми у колійному господарстві України під час використання сучасної колійної техніки.

Розглянуто економічні аспекти у ремонтах колії.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ЩЕБІНЬ, РЕМОНТ КОЛІЇ, КВІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ, БАЛАСТ, ШВИДКІСНИЙ РУХ, РИХТУВАННЯ КОЛІЇ.

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 СТРОЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ	7
3 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ГЕОМЕТРИИ ПУТИ И РЕЛЬСАМ В ЕВРОПЕЙСКОМ СОЮЗЕ	27
4 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ГЕОМЕТРИИ ПУТИ И К РЕЛЬСАМ В УКРАИНЕ	31
5 АДАПТАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ГЕОМЕТРИИ ПУТИ И РЕЛЬСАМ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ К НОРМАМ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА	40
5.1 Определение динамической нагрузки от одиночного колеса на рельс	41
5.2 Определение напряжений и деформаций в элементах верхнего пути	43
5.3 Допускаемые напряжения в рельсах	46
5.4 Анализ напряжений в рельсах при нагрузке 25 т	47
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	49
ЛИТЕРАТУРА	50
Приложение А	51
Приложение Б	55
Приложение В	57
Приложение Г	58
Приложение Д	59
Приложение Е	62

ВСТУП

Україна має розвинену мережу залізниць, експлуатаційна довжина яких складає понад 22 тис. кілометрів. Дві третини українських залізничних ліній є вантажонапруженими, обладнаними сучасними засобами керування, диспетчерською централізацією й автоблокуванням.

Українські залізниці безпосередньо межують і взаємодіють із залізницями Молдови, Польщі, Румунії, Словаччини, Угорщини й забезпечують роботу із сорока міжнародними залізничними переходами, а також обслуговують 18 українських морських портів Чорноморсько-Азовського басейну.

У даній роботі розглядається конструкція залізничної колії в країнах Західної Європи, описуються основні елементи, такі як: рейки, шпали, щебеневий баласт, основна площадка та інш. Для наводяться схеми, які застосовуються в зарубіжній практиці при взаємодії колії та рухомого складу. А також наводяться технології, застосовувані при проведенні робіт з ремонту колії, нові колійні машини, які дозволяють будувати і ремонтувати колію відповідає найвищим сучасним вимогам.

У результаті порівняння, стає ясно, що конструкція залізничної колії та окремі її елементи, в країнах західної Європи і України, аналогічні і не мають істотних відмінностей, також, як і застосовуються останнім часом колійні машини, але незважаючи на це, якість колії в Україні набагато відстає від закордонного.

Дослідження показали, що недостатньо просто використовувати якісну закордонну техніку, а необхідно слідувати відповідним технологіям і при «правильному» використанні колійних машин виробництва фірми "PLASSER & THEURER" можна при незначному збільшенні витрат, забезпечити колію в найвищій якості, і як результат-економію коштів по різних видах колійних робіт, зниження загальних експлуатаційних витрат та збільшити швидкість рухомого складу до 200 км/год і більше.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Підвищення швидкостей руху пасажирських і вантажних поїздів - це найбільш ефективний спосіб подальшої інтенсифікації перевізного процесу. Аналіз розвитку і стану залізничного транспорту вказує на тенденцію до збільшення швидкостей руху поїздів у всіх країнах.

Які ж швидкості руху поїздів на залізницях можна реалізувати і слід очікувати в перспективі?

Перспективи підвищення швидкостей руху поїздів

Сучасний залізничний колія з верхньою будовою, що складається з рейко-шпальної решітки та щебеневого баласту, теоретично дозволяє реалізувати швидкість до 500 км/ч. Подальше підвищення швидкості на колійному транспорті обмежується.

Дослідним інститутом японських залізниць встановлено, що при збільшенні швидкості від 100 до 400 км/год ефективний зчіпний вагу рухомої одиниці зменшується в 2,5 рази, а опір руху зростає настільки, що в певний момент врівноважує силу тяги. Такий момент настає, за даними японських дослідників, при швидкості 370 км/ч. Спроби перевищити цю швидкість успіху не мали, а додаткове зусилля приводило лише до ковзання коліс.

При аналізі процесу підвищення швидкостей руху вважають істотним не максимальне значення швидкості, а середню швидкість між пунктами посадки і призначення. Так, вважається, що тривалість проїзду залізницею у дальньому пасажирському сполученні при середній швидкості 120 км/год менше, ніж на легковому автомобілі, а на відстань до 250 км - менше, ніж на повітряному транспорті. У рівній мірі при середній швидкості поїзда до 160 км/год залізниці мають перевагу в часі в порівнянні з повітряним транспортом при дальності до 350 км, а при швидкості 200 км / год - при дальності до 450 км. Як приклад можна привести швидкісну лінію Японії Токіо - Осака довжиною 515 км, побудовану для максимальної швидкості руху 250 км / ч.

Інженерна громадськість нашої країни виходячи з реальних потреб і можливостей технічного озброєння залізниць визнала можливим найближчим часом реалізувати швидкості руху поїздів на ряді основних напрямків: вантажних - до 120 км / год, вантажних рефрижераторних - до 140 км / год, пасажирських - до 160- 180 км / год, а на спеціальних швидкісних лініях - до 200-250 км / ч.

Фактори, що обмежують швидкості руху поїздів

Як відомо, зміна швидкостей руху поїздів впливає на стан пасажирів, конструкцію колії, рухомий склад, пристрій автоматики, зв'язку, енергопостачання, а також на форми і методи експлуатації залізниць. Наприклад, втрата кінетичної енергії на удар при взаємодії колії та рухомого складу пропорційна квадрату швидкості. А фізіологічні зміни у пасажирів і людей, обслуговують поїзди, залежно від зміни швидкості руху до цих пір багато в чому ще не вивчені. Підвищення швидкостей руху викликає і фінансово-матеріальні витрати.

Розглянемо фактори, що обмежують зростання швидкостей руху поїздів. Знайти всі ці фактори надзвичайно складно. У першому наближенні критеріями обмеження швидкостей руху залежно від характеристик залізничної колії можна вважати:

- економічну доцільність;
- забезпечення комфортабельності їзди пасажирів та безпеки руху;
- забезпечення міцності і стійкості залізничної колії.

Під комфортабельністю їзди пасажирів в даному випадку розуміється ступінь переносимості дратівливих чинників без порушення фізіологічних функцій організму переважної кількості пасажирів. Ці фактори виникають при русі поїзда і залежать від його швидкості, конструкції і стану колії та рухомого складу.

Наскільки відомо, швидкість руху сама по собі, коли вона вже досягла певної величини і в цей стан введений людина, не надає відчутного впливу на людський організм. Наприклад, ми всі мчимо разом із Землею зі швидкістю

близько 30 км / с, тобто більш 100000 км / год, і навіть не відчуваємо цього. До великих швидкостей руху в сучасних умовах людина вже звик при польотах на літаках, швидкість яких сягає понад 800-1000 км / ч. Однак якщо досягнута рівномірна швидкість руху сама по собі не робить впливу на організм людини, то прискорення лінійне і відцентрове, а також їх зміни в одиницю часу визначають собою ступінь роздратування і порушення фізіологічних функцій організму.

Організм людини зазнає прискорення, коли на нього впливають певні сили. Незалежно від того, в якому напрямку діють сили, їх вплив позначається, головним чином, на м'яких опорних тканинах, кістковій тканині, органах, підвішених в порожнинах тіла, і на рідинах організму. При прискореннях ці сили розвивають на поверхні тіла тиск, що може в деяких випадках стати причиною травми.

При дії відцентрових сил важчі органи, розташовані в порожнинах тіла, або дещо зміщуються зі звичайного положення, або відчувають протитиск з боку належних частин скелета. З тканинних рідин кров значною мірою схильна до впливу прискорення. Сили прискорення викликають перерозподіл крові і тиску всередині великих і дрібних судин.

Таким чином, швидкості руху поїздів за умовами забезпечення комфортабельності їзди пасажирів повинні визначатися в залежності від допускаються величин так званих непогашених прискорень.

Створюючи належні умови пасажирам, одночасно слід визначати швидкості і за умовами забезпечення безпеки руху поїздів.

Фактор забезпечення міцності і стійкості колії вимагає встановлення швидкостей руху поїздів згідно з розрахунками колії на міцність і стійкість, а також експериментальним дослідженням.

2 ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

Колія не тільки складається з окремих компонентів і розглядається окремо, а навпаки повинна розглядатися як "Як система колесо-колія".

Колія повинна:

- забезпечувати високу безпеку,
- сприймати вертикальні і горизонтальні сили від рухомого складу,
- передавати ці сили через рейко-шпальну решітку і баластову призму на нижню будову колії,
- забезпечувати комфорт при русі,
- забезпечувати високу продуктивність перевезень.

Колесо рухомого складу передає вертикальні і горизонтальні сили на колію. У безстиковій колії додатково виникають поздовжні сили через температурні зміни. Колія піддається квазістатичним (низькочастотним) і високочастотним навантаженням.

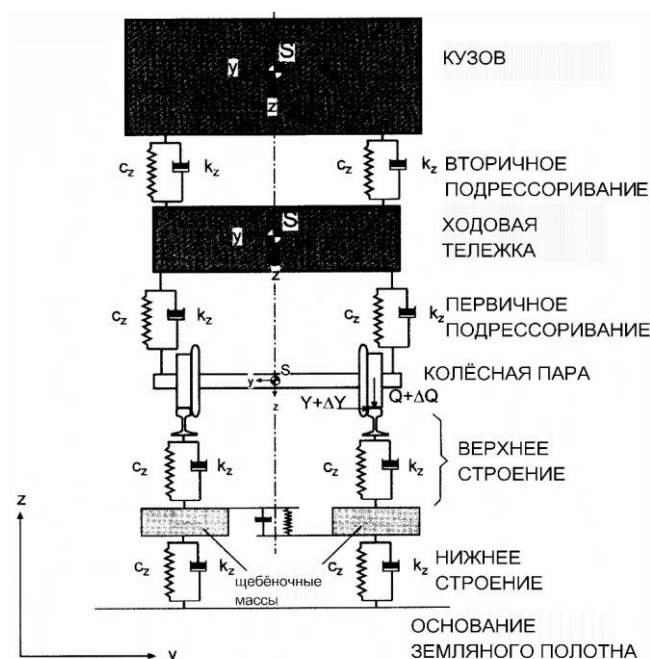


Рисунок 2.1- Схема системи КОЛЕСО-РЕЙКА

Окремі елементи системи пов'язані між собою компонентами, що володіють демпфувальними властивостями. Поведінка ресор і амортизаторів між вагоном і візком така сама, як і між візком і колісною парою, і дуже

добре описується математично.

Сам колія щодо своїх пружно-пластичних властивостей, не може бути аналітично точно описаний через неоднорідність властивостей щебеневної основи, захисного шару основного майданчика і власне основного майданчика. Застосовують емпіричні, дослідні величини взаємозв'язку.

Величини сил - це функції від осьового навантаження, змін осьового навантаження через рух по кривій або нерівномірного завантаження вагонів, від процесів гальмування і розгону, від кочення нерівних і невідбалансованих коліс по дорозі з нерівностями.

Ці сили рейко-шпальна решітка повинна розподіляти так, щоб не були перевищені допустимі величини тиску на щєбінь під шпалою і допустимі сили тиску на основну площадку.

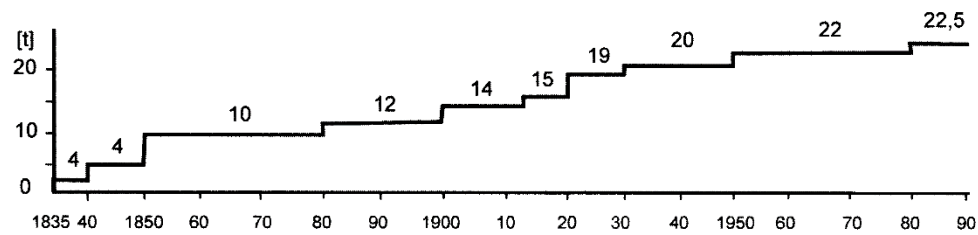
На рисунку 2.2 показано зростання осьового навантаження і швидкостей протягом історії залізниць. Помітно постійне зростання осьового навантаження від товарних вагонів, сьогодні 22,5 тон, в майбутньому можливо до 25, також, як і збільшення швидкостей пасажирських поїздів: на нових ділянках до 250-300 км/ч. Також і на другорядних коліях поїзда стали їздити в основному швидше.

У викладених далі теоретичних висловлюваннях і практичних дослідженнях буде ясно, як ці зростаючі вимоги можуть бути задоволені в майбутньому.

З сучасного досвіду відомо, що верхню будову колії для високонавантажених ліній складається з наступних елементів:

- важкий рейковий профіль UIC60,
- зносостійкі рейки в кривих (загартована голівка або легована сталь),
- бетонні шпали для колії та стрілочних переводів в оптимальному виконанні,
- стійкі до кручення і пружні рейкові скріплення (оптимізація пружності і демпфірування),
- довгостроково стабільному положенні баластної призми,

- довгостроково стабільному, незамерзаючому земляному полотні (охороняється завдяки пристрою захисного шару і геотекстилю).



ВОЗРАСТАНИЕ ОСЕВЫХ НАГРУЗОК И СКОРОСТЕЙ
ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

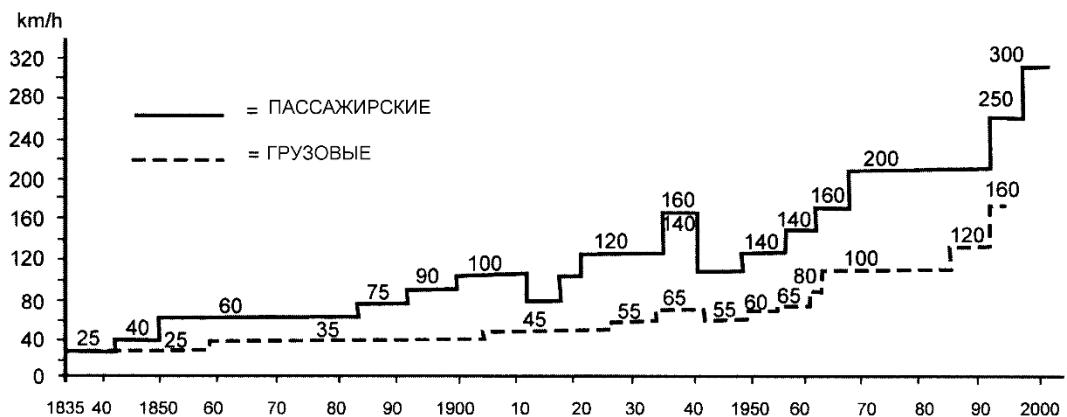


Рисунок 2.2 – Збільшення навантаження і максимальних швидкостей в вантажному та пасажирському сполученні [1]

2.2 СПІВВІДНОШЕННЯ СИСТЕМ

Вирішальне значення для співвідношення систем ([2], [3]) мають граничні значення поздовжнього ухилу, кривизни колія (радіусів кривих) і допустимої швидкості на ділянці.

Геометричне положення колія розглядається головним чином як положення осі колії. Тому обмежуються горизонтальною проекцією, або нормальною проекцією фактичної осі представленої просторової кривої на горизонтальну площину.

Залізнична колія будується так, щоб при русі екіпажу з встановленою швидкістю зберігалася рівновага між поперечною складовою сили тяжіння за рівнем підлоги кузова вагона складової відцентрової сили. Прискорення, які відчуває пасажир, повинні бути повністю компенсовані або зменшені.

При переході прямої в криву, пряма не може безпосередньо з'єднуватися з круговою кривою. Раптова поява піднесення призводить, з одного боку, до стрибкоподібного зростання висотного положення рейкової нитки і, з іншого боку, з'являється проблема комфортабельності їзди через раптово з'являється відцентрового прискорення. Цю проблему можна усунути, якщо між прямою і круговою кривою влаштувати перехідну криву. Кривизна осі колії зростає поступово від нуля до відповідної в круговій кривій величини $1/R$. Аналогічно поступають з підвищенням.

Конкретні виконання перехідних кривих різняться між собою тільки так, як зростає величина кривизни колії і підвищення від нуля до кінцевого значення. Це зростання успішно здійснюється лінійно по довжині кривої, так виходить повсюдно відома клотоїдна крива належними до неї прямі відводи підвищення. Така форма кривої в даний час є найпоширенішою в Європі (і в Україні).

Значне обмеження вживаних в даний час інших форм перехідних кривих лежить в основі їх моделей. Екіпаж, у відношенні своїх динамічних характеристик буде розглядатися як точкова маса, яка рухається уздовж осі колії. З цього випливає, що не буде прийматися до уваги неадекватне моделювання діючих сил. Як адекватне ідеалізування було б прийняття нерухомою моделі. Крім того, в застосовуваних сьогодні моделях не враховується, що центр ваги рухомої одиниці переміщається не вздовж поверхні головки рейки, а на 1-2 метри вище.

Стандартне підвищення заміряють так, щоб для пасажирів у швидко їдучому поїзді був забезпечений хороший поїзної комфорт. При мінімальному підвищенні, під час руху поїзда з максимальною на ділянці швидкістю з'являються максимально допустимі бічні прискорення.

Наступна діаграма показує допустимі величини дефіциту піднесення при різних швидкостях.

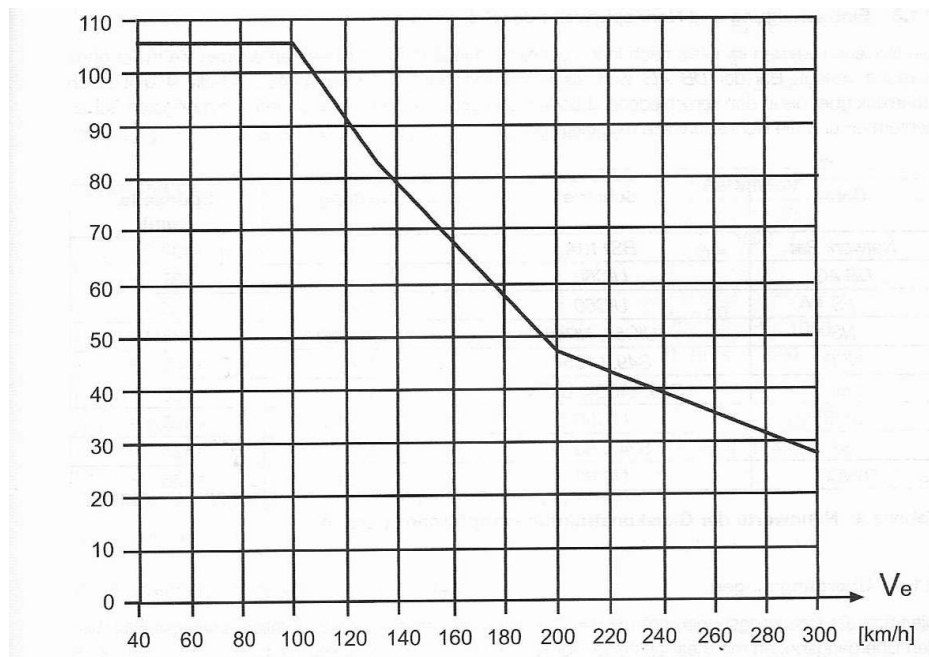


Рисунок 2.4 - Допустимий дефіцит підвищення, в залежності від встановленої швидкості

Критична швидкість [7] є характеризує рисою поведінки системи. При ній на верхній будові виникають максимально можливі навантаження. Чим ці навантаження нижче, тим швидше можна їхати. Чим вище різниця між критичною і фактичної швидкістю, тим не критичніше експлуатація - і тим нижче витрати з поточного утримання колії.

Реалістична модель і вимірювання SNCF показали, що на сучасних високошвидкісних ділянках максимальна швидкість може становити від 700 до 1000 км / год.

Максимальні швидкості на залізницях світу

SNCF Існуючі ділянки з пасажирським і вантажним рухом	220 км / год
Нові ділянки з пасажирським рухом	300 км / год
TGV Схід	350 км / год
Світовий рекорд швидкості 2007	574 км / год
JR Нові ділянки з пасажирським рухом	350 км / год
RENFE Мадрид – Севілья	300 км / год
Мадрид - Барселона	350 км / год
DB AG Ганновер - Готтінген	280 км / год

Кассель - Фудла	
Вюрцбург - Фудла	
Кельн - Рейн / Майн	
FS Бологна – Флоренція	250 км / год
Рим - Флоренція	
Майланд - Бологна	
SNCB Leuven - Liège	300 км / год
KOREA Сеул - Пуссанг	300 км / год
TAIWAN Тайпег - Каошін	300 км / год

На ділянках з великою кількістю кривих може бути використаний рухомий склад з гідравлічно нахиляємим кузовом (напр. Пендоліно). Управління нахилом здійснюється за допомогою виникаючої відцентрової сили (пасивно) або введенням параметрів відомої кривизни колії (активно). Виграш швидкості досягає 25% ([8], [9]).

Внаслідок дії навантаження від колеса з'являється вертикальна сила. Нерівності на поверхні головки рейки призводять до динамічних впливів і пов'язаних з цим додаткових навантажень від коліс. Так само при русі по кривій в наслідок змін бічного прискорення виникають зміни осьового навантаження [10]. Типові осьові навантаження:

Високошвидкісне сполучення	max. 200 kN
Змішане сполучення	max. 225 kN
Важкі умови (Австралія)	max. 360 kN

В колії можуть виникати такі поздовжні сили [11]:

- поздовжня сила в результаті температурного подовження рейок. Температурне зміна рейок в 35 °C відповідає маєткy сили в 700 kN. Так, за допомогою відношення 20 kN/°C можна розрахувати температурне подовження.

- поздовжня сила в результаті розгону / гальмування рухомого складу,

- власні поздовжні сили в рейках (напр. В наслідок температурного розширення після зварювальних робіт),
- поздовжні сили в наслідок так званого «угону рейка».

Сили, що виникають при розгоні, гальмуванні

Приводні колісні пари в результаті дії сили тертя між колесом і рейкою породжують поздовжні сили в колії. Перед приводною віссю з'являється розтяг, позаду стиск. Величина поздовжніх сил залежить від сили впливу колеса Q і величини зчеплення між колесом і рейкою. Поздовжньою силою, що не перевищує 5% сили температурного розширення, можна знехтувати.

При уповільненому русі загальмованих коліс, у рейках з'являються поздовжні сили. На противагу прискоренню, при гальмуванні перед першою віссю виникає напруга стиснення. Наступна відмінність полягає в тому, що в процесі гальмування беруть участь всі осі. Зона впливу досягає 30 метрів. З'являються в результаті гальмування поздовжні сили можуть досягати 15% від максимальних сил температурного розширення і тому повинні бути враховані. При розгоні і гальмуванні поздовжні сили можуть досягати 55 kN.

Сила гальмування в% від осьового навантаження для різних рухомих одиниць:

Електровоз 12-15%

Дизельний локомотив 18%

Двовісний вантажний вагон 25%

При гальмуванні вихровими струмами (WB) рейки нагріваються і знижується стабільність колії.

Поперечні сили

При русі рухомої одиниці з'являються сили, які діють горизонтально, під прямим кутом до осі колії. Сила Q , діюча під гострим кутом до голівці рейки, може бути розкладена на крутний момент M і спрямовуюча сила Y . спрямовуюча сила залежить від багатьох технічних параметрів рухомої одиниці таких як осьове навантаження, база візків, конструкція візків, модуль пружності і постійна загасання, а також від стану геометрії колії і швидкості.

Динамічні сили в колії

Перерозподіл навантаження між колесами осі

З'являються в результаті пристрої невідповідного піднесення (дію непогашеного центробіжного прискорення і ексцентричного положення центра ваги рухомої одиниці).

Центр ваги різних рухомих одиниць над SOK:

Електровоз Е103	1730 мм
Електровоз Е110	1550 мм
Дизельний локомотив V212	1730 мм
Пасажирський вагон А vmz	1730 мм
Вантажний вагон Fz 120	2690 мм
Вантажний вагон F ad 167	1910 мм
Вантажний вагон S a 705	1630 мм
Підбивочні машини	1150 мм

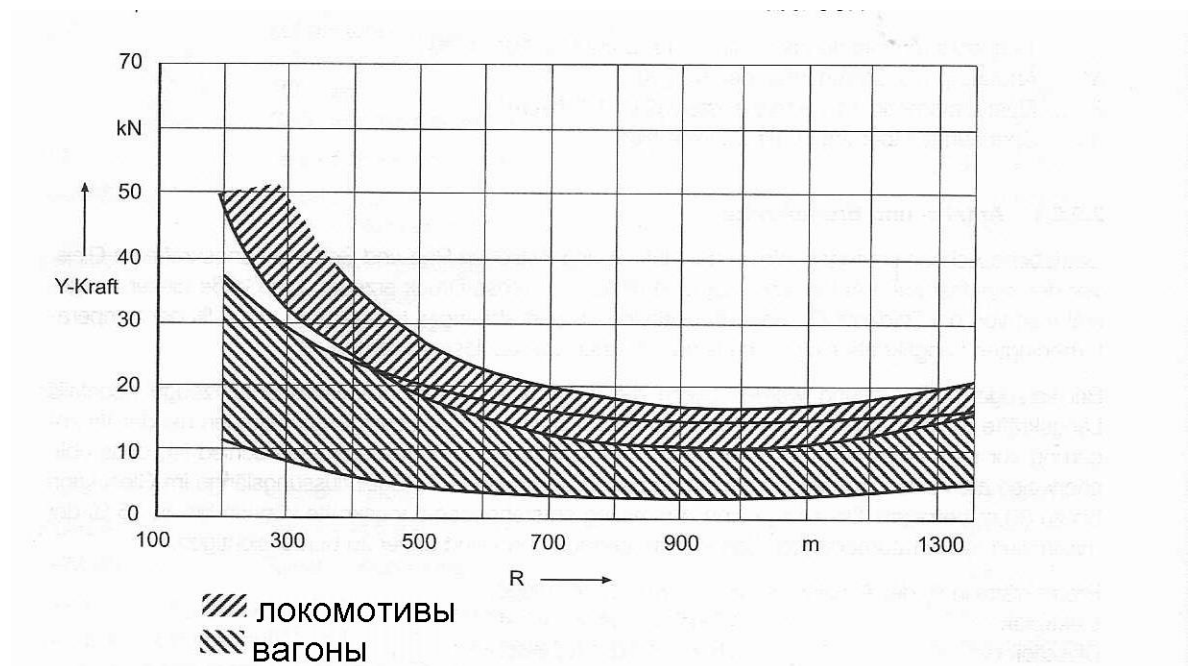


Рисунок 2.5 - Горизонтально спрямована сила, в залежності від радіуса кривої

Причини виникнення коливань

Можуть з'являтися через дефекти поверхні головки рейки [12]:

- рифл з довжиною хвилі до 50 мм в прямих і пологих кривих на обох рейках,
- місця від пробуксовок з довжиною хвилі 50-250 мм на нижньому рейці в кривих з малими радіусами,
- через хвилі середньої довжини отриманих при вальцюванні при виробництві рейок
- через уширення колії і просадок в нижній будові колії
- через власні коливання рухомої одиниці.

Динамічні сили враховуються при розрахунку параметрів верхньої будови колії та враховуються як коефіцієнти [13]. Динамічні поперечні сили на практиці досягають 60 kN. Крім того, враховують коливання від розгойдування рухомого складу, які досягають 80 kN.

Власні коливання рухомого складу і колії

Власні коливання рухомого складу

Власні коливання рухомого складу ([14], [15], [16], [17]) залежать від ресорно-демпфуючих властивостей ходових візків. На пасажирських вагонах з подвійним підресорною частота власних коливань становить 1-2 Fz. Ходові візки з без пружинні маси 5-10 Fz.

Власні коливання верхньої будови колії

У літературі описані наступні частоти власних коливань для верхньої будови колії та елементів верхньої будови колії ([18], [19], [20]):

TGV-Верхня будова з двоблокових шпал	37 Fz
SNCF Рейки	1500 Hz
SNCF Шпали	450 Hz
SNCF Щебінь	120 Hz
JN-щебеневої верхню будову	
з рейко-шпальною решіткою	80 Hz
S54 з дерев'яними шпалами	48 Hz
UIC60 із залізобетонними шпалами	44 Hz
UIC 60 з дерев'яними шпалами	49 Hz

Прискорення окремих каменів щебню в межі шпальних ящиках, при різних швидкостях:

140 км / год 0,8 g

250-300 км / год 1,4 g ([21], [22]),

де g ... прискорення вільного падіння ($9,81 \text{ м / с}^2$)

Сили опору в колії

Сили, що виникають в колії повинні бути компенсовані відповідними силами опору.

Дуже висока сила стиснення в місці торкання колеса і рейки, через окремі компоненти системи повинна бути розосереджена на основну площадку (рис 2.6).

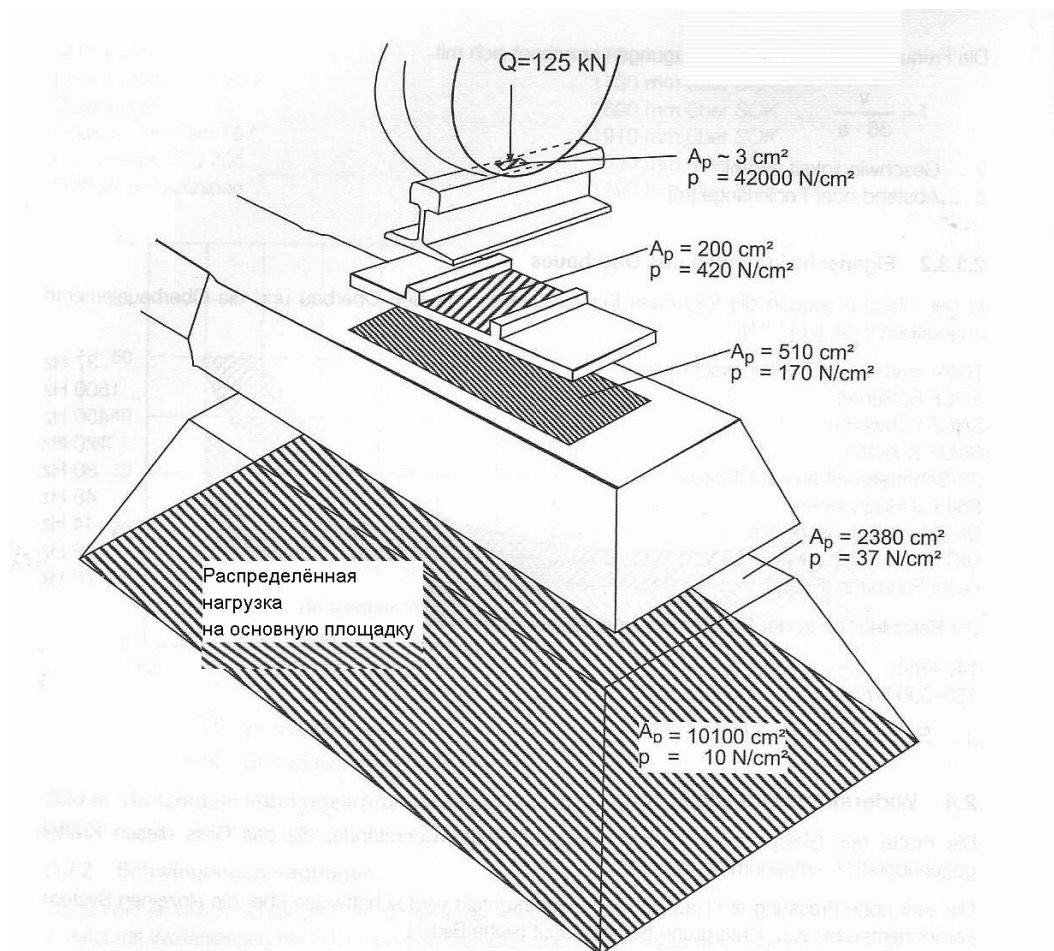


Рисунок 2.6 - Розподілення тиску від осьового навантаження Q через компоненти колії

Несуча здатність

Для кількісної оцінки несучої здатності застосовують певні модулі деформації, які враховують об'ємне напружений стан об'ємне пластичне стан. Їх позначають як модулі деформації E_v . Ці модулі деформації визначають за допомогою методу опорної пластини.

Модуль деформації E_v містить індекс, який вказує на його походження від першої (E_{v1}) або другого (E_{v2}) циклу статичного або динамічного (E_{vd}) навантаження. Модуль деформації E_{v2} має вирішальне значення при визначенні несучої здатності.

Таблиця 2.1 - Типові модулі пружності різних матеріалів

Матеріал	Модуль деформації E_{v2} , [MN/m ²]
Земляне полотно м'яка глина	15
Земляне полотно полужорстка глина	25
Земляне полотно з піску однаковою фракції	50
Гарна нижня будова	100
Дуже гарна нижня будова	200
Щебінь	150
Суміш (гравій, пісок) KG1	250
Суміш (гравій, пісок) KG2	200
Суміш (гравій, пісок) KG3	150

Коефіцієнт постілі C і вертикальна жорсткість

Коефіцієнт ліжку відіграє вирішальну роль при розрахунках верхньої будови колії, так-як виходить з методів розрахунку з нерухомо встановленими шпалами. Які в статисти верхньої будови враховують

еластичне опускання шпал під навантаженням. Коефіцієнт ліжку показує, при якій розподіленій навантаженні в N / cm^2 станеться опускання шпали на 1 см.

Вирішальну роль на величину опускання грає площа передачі навантаження між шпалою і щебенем. Дуже високий тиск між колесом і рейкою знижується східчасто до нижньої ліжки шпали.

Таблиця 2.2 - Відносні коефіцієнти постілі у % в залежності від типу шпал и пори року

Пора року	Коефіцієнт постілі [%]	
	ЖБ шпали	Дерев'яні шпали
Літо	100% ^{+30%} _{-30%}	100% ^{+55%} _{-30%}
Зима	100% ^{+300%} _{+80%}	100% ^{+330%} _{+70%}

Як показано в таблиці, в зимовий час через мороз підвищується коефіцієнт постілі (у три рази). Навесні відбувається його зниження через розтавання ґрунту. Це особливо помітно на коліях, де відсутній захисний шар (Захисний шар основного майданчика, морозозахисний шар), а також через ґрунти з низькою несучою здатністю.

На рисунку 2.7 показано розділення різних компонентів колії по еластичності.

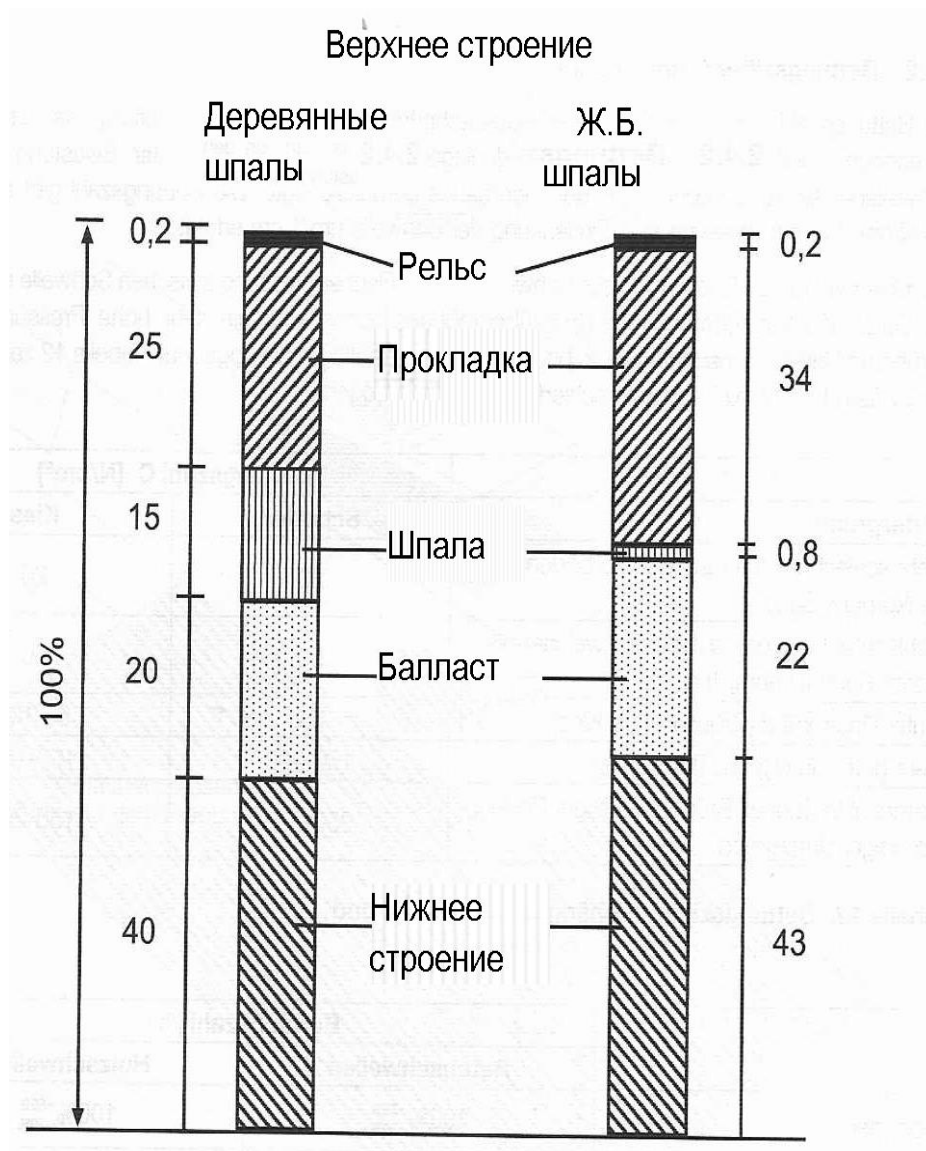


Рисунок 2.7 - Середнє відсоткове відношення елементів верхньої будови колії в загальній еластичній дії

Розподіл навантаження від колеса до земляного полотна

На рисунку 2.8 схематично показано розподіл навантаження від колеса до земляного полотна. Бачимо, що тиск від шпали на щєбінь вже на глибині, рівній ширині шпали, знижується вдвічі. На земляне полотно діє лише близько 30% тиску.

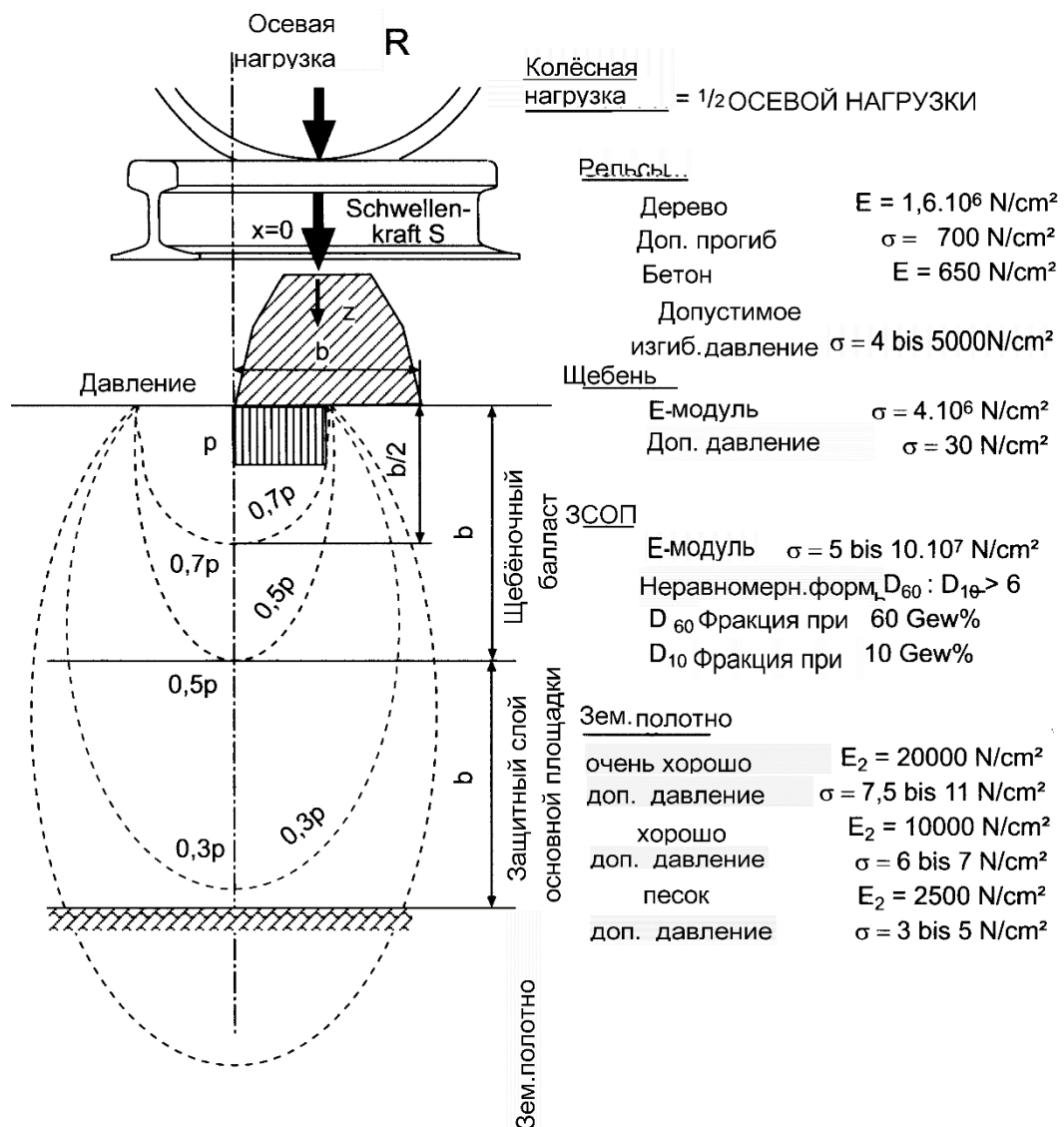


Рисунок 2.8 - Розподіл навантаження від колеса в нижній будові колії

Заходи з огляду колії

На рисунку 2.9 показаний огляд окремих компонентів колії щодо необхідних звітів і вимірювальних робіт.

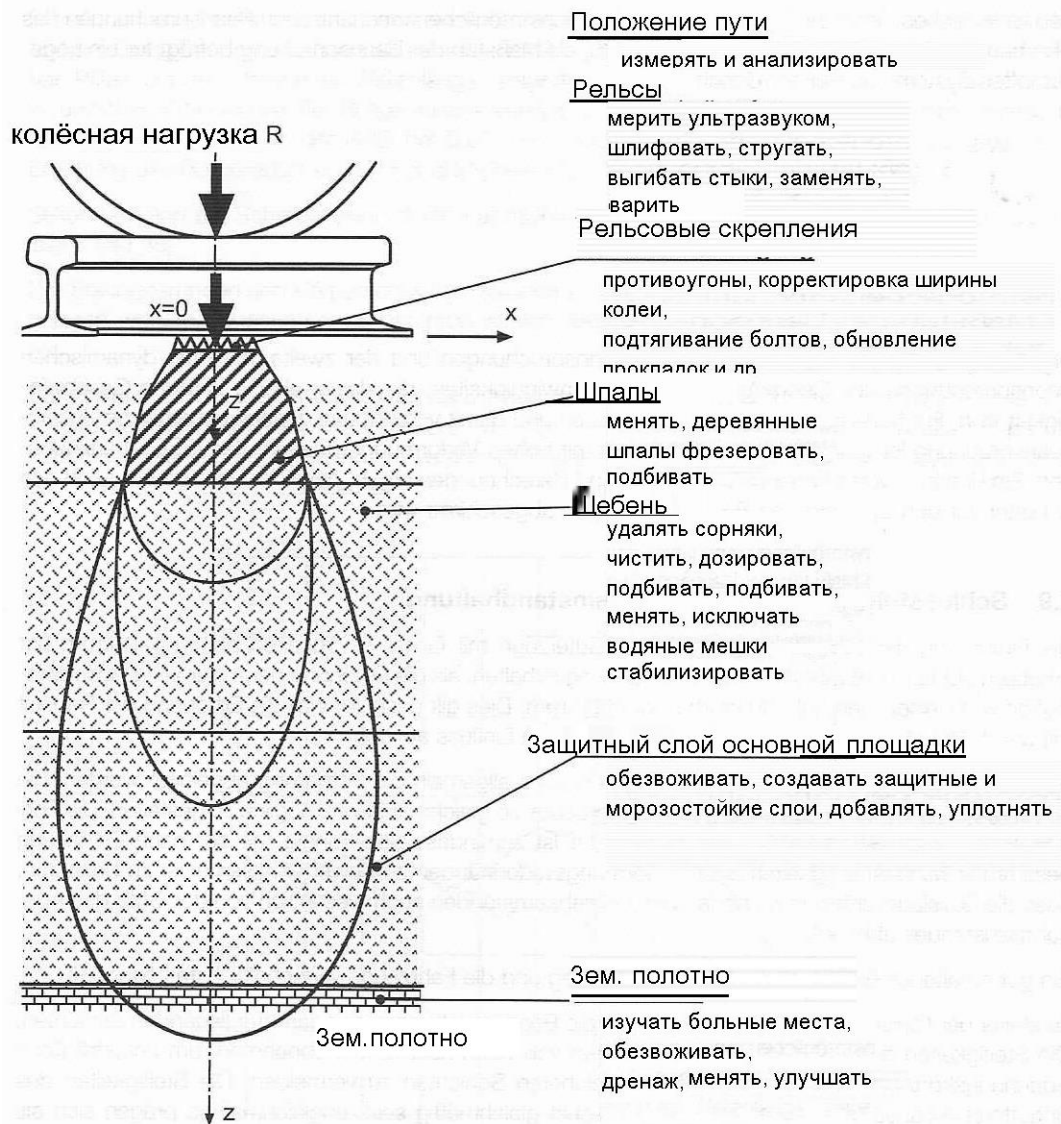


Рисунок 2.9 - Огляд заходів колії відносно окремих компонентів

Визначення ступеня забруднення щебеню

Ізотопний метод

При ізотопному методі, коли гамма-промені (рентгенівське випромінювання) випромінюються через баласт, потрібно прийом цього випромінювання під щебенем, що непрактично. Результати сильно коливаються, оскільки щебеневий шар має недостатню товщину і тому негомогенністю.

Вимірювання за допомогою колісвимірювального вагона

Під час звичайної вимірювальної поїздки змиритися величина опускання навантаженої осі стосовно сусідньої осі. Результати вимірювань

оцінюються за допомогою комп'ютерної програми ADA2 фірми Plasser & Theurer і виражаються коефіцієнтами.

Візуальний огляд

Контроль методу за допомогою колісвимірювального вагона можна зробити за допомогою огляду: в місцях найбільшого опускання, щебінь вдавлюється вниз, так можна дізнатися, забруднений чи щебінь під шпалами.

Метод взяття шурфів

З щебеневої основи беруть пробні шурфи і після просіювання визначають ступінь забруднення.

Відтворення баластового шару

Для того, щоб після очищення щебеню їхати по колії з встановленою швидкістю, необхідно:

- Встановити колія у передбачене геометричне положення,
- Відтворити необхідне поперечний переріз баластної призми,
- Як можна краще ущільнити щебінь,
- Стабілізувати колія.

Відтворення необхідного положення колії за допомогою машин.

Відтворення необхідного положення колії та її стабілізацію роблять за допомогою поїзда для робіт з поточного утримання колії MDZ2000 (складається з підбивочної машини, швидкісного планувальника баласту і динамічного стабілізатора колії [або машини для автоматичного контролю колії AFM2000 в комбінованому виконанні]) або комбінованої машини 09-3х Dynamic Stopfexpress і щебені планувальної і щебені профілюючої машини [107].

Технології робіт після очищення баласту

Розпушений після очищення щебінь, спочатку підбивають 2-м циклом (під час робочого циклу колія встановлюється в необхідне положення за допомогою рихтувального пристрою. У цьому положенні підбійки опускаються в щебінь 2 рази і виконується підбиття (жим)), і по спроможності вище поліпшити якість положення колії.

Після цього колія дозують щебенем приблизно на 10 см, потім піднімають, рихтують, підбивають і стабілізують. Потім колію дозують і обробляють втретє за описаною вище схемою.

Після пропуску від 0,7 до 1 млн.т. поїзного навантаження роблять ще один прохід поїзда MDZ.

На рисунку 2.9 показана схема оптимальної технології. Зліва показана схема підбиття і ущільнення по торцях шпал з подальшою динамічною стабілізацією, за допомогою якої досягається ущільнення всього щебеню.

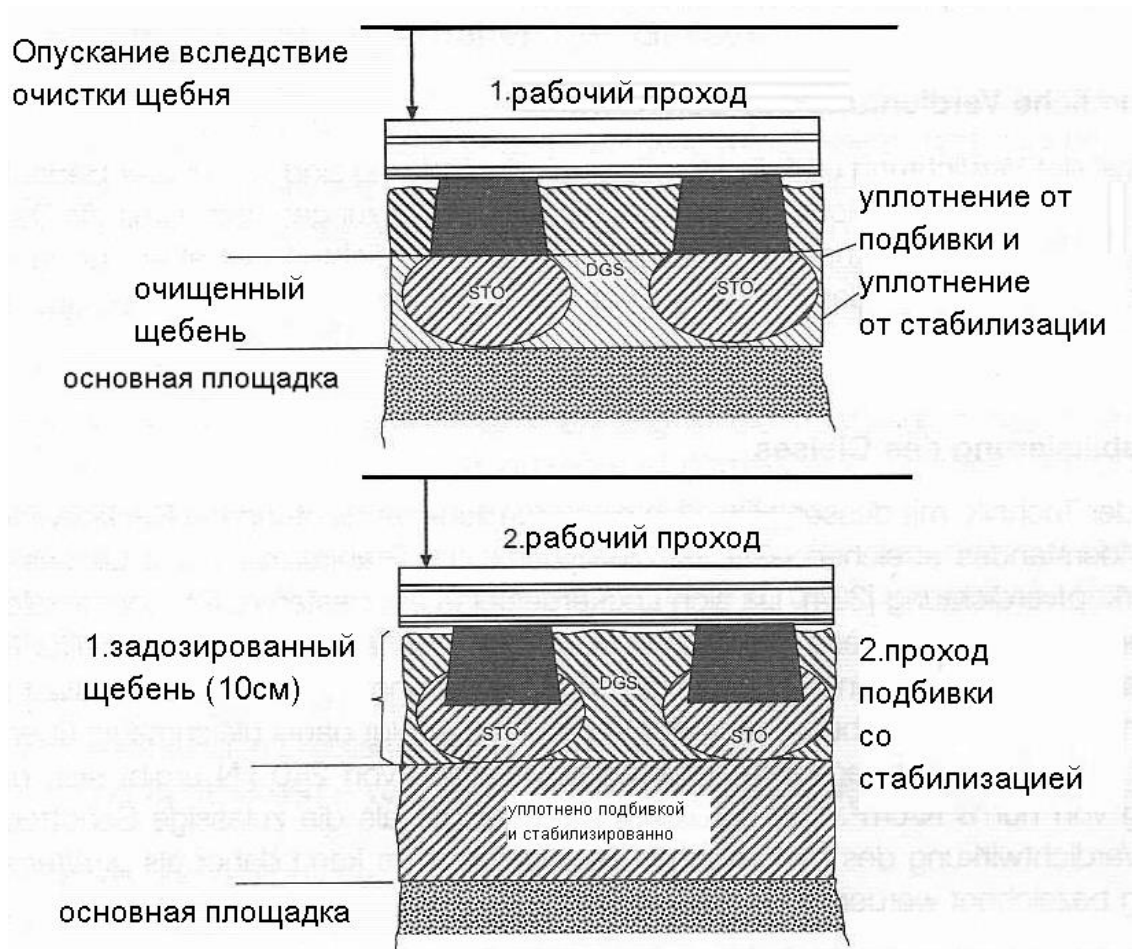


Рисунок 2.9 - Схема оптимальной рабочей технологии після очистки щебеня

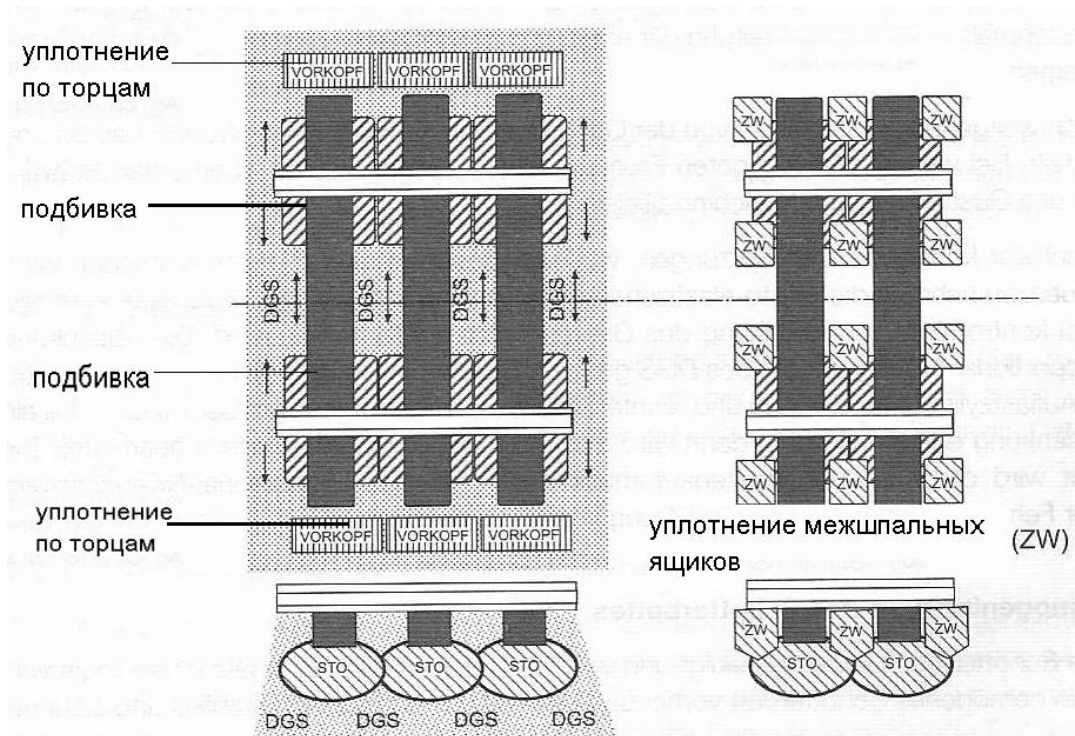


Рисунок 2.10 - Схема стабілізації щебеню; ліворуч: об'ємна стабілізація динамічним стабілізатором, праворуч: для порівняння ущільнення між шпальних ящиків

Підвищення вимог при колійних роботах

Підвищення осьових навантажень вантажних поїздів до 225 kN зі збільшенням швидкостей до 120 км / год надає більш високу дію на колію ніж підвищення швидкостей пасажирських поїздів до 200 км / год або 250 км/год. Це відбувається тому, що вплив від підвищення осьового навантаження в 4-го ступеня вище ніж від підвищення швидкості і тому надає домінуючий вплив.

З цих різних міркувань можна в загальному зробити висновок, що механічні властивості щебеневої верхньої будови повинні зберігатися по можливості більш рівномірні. Вимоги до рівномірності і гомогенності як мінімум мають таке ж значення, як і збереження необхідної мінімальної міцності або опору до зміни форми. Необхідно зауважити, що зміна геометрії положення колії під експлуатаційним навантаженням значною мірою залежить від спочатку досягнутого якості колії.

Надійна колія є економічним рішенням для експлуатації як самої колії так і рухомого складу [60].

Чим жорсткіше колійна решітка, тим нижче вимоги до лежачих нижче верствам. Жорсткість окремих шарів повинна знижуватися зверху вниз так, щоб виключалося виникнення підвищених концентрацій напружень у піддатливих до зміни форми шарах. Жорсткість верхньої будови колії повинна бути по можливості однаковою по всьому протягу; це виключить виникнення нерівностей в поздовжньому профілі.

З ВИБІР ВИРОБНИКА КОЛІЙНОЇ ТЕХНІКИ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ

Виробничі потужності європейських компаній - постачальників машин та обладнання для будівництва, поточного утримання та ремонту залізничної колії навіть в даний час майже повністю завантажені виконанням наявних замовлень. Разом з тим реалізація програм оздоровлення економіки в багатьох економічно розвинених країнах в середньостроковій перспективі неминуче призведе до збільшення обсягу замовлень. Нижче наведені відомості про виробничу діяльність деяких з цих компаній.

Plasser & Theurer

Однією з найбільших компаній - виробників колійної техніки є, на загальну думку, Plasser & Theurer (P&T), штаб-квартира якої знаходиться в Лінці (Австрія). Вона поставляє колійні машини і агрегати самого різного призначення для широкого кола споживачів.

Керівництво P&T вважає, що є підстави сподіватися на комплектування портфеля замовлень, достатнього для збереження, принаймні в найближчому майбутньому, обсягу виробництва на нинішньому високому рівні.

На думку фахівців компанії, до числа країн, від залізниць яких можуть надійти нові замовлення, належать, зокрема, США. У ряді інших країн виконуються нові залізничні проекти, здійснюється реконструкція діючих ліній і в обов'язковому порядку тривають роботи з поточного утримання та ремонту колії, що, безумовно, обумовлює завантаження виробничих потужностей компаній - виготовлювачів колійних машин. В останні роки компанія P&T реалізувала вельми напружену виробничу програму, і до теперішнього часу на її діяльності має місце в багатьох галузях економічна криза істотно не позначилася. Вважають, що, навіть якщо залізниці деяких країн в силу будь яких причин будуть змушені тимчасово скоротити обсяги будівельних і колійних робіт, це не призведе до спаду виробництва, оскільки ці залізні дороги досить скоро будуть змушені повернутися до звичайної

практики і замовляти нові технічні засоби і відповідні послуги.

З метою зміцнення міцних позицій на світовому ринку колійної техніки, R&T створила в багатьох країнах розгалужену мережу дочірніх компаній, уклала з підприємствами спорідненого профілю ліцензійні угоди і договори про кооперацію. Загальна чисельність персоналу, задіяного в структурах компанії в 18 країнах світу, досягає 3500 чол. У середньому компанія випускає 250 одиниць колійної техніки на рік, і приблизно 95% продукції її головного заводу в Лінці поставляється на експорт.

Виробнича потужність головної складальної лінії заводу істотно збільшена в останні роки. Серед недавніх нововведень - високотехнологічний фарбувальний цех з двома камерами. Проте з метою задоволення зростаючих потреб клієнтів компанія передала виробництво деяких компонентів і навіть комплектних агрегатів своєму партнерові - компанії Robel Bahnbaumaschinen.

Баластувальні і шпалопідбивальні машини

Однією з найбільш досконалих баластувальних машин безперервної дії є агрегат типу 09-3X, що забезпечує одночасну підбиття трьох шпал на перегінних коліях (без стрілок і пересічний) і відомий на ринку під назвою Tamping Express (TE). На заводі в Лінці була зібрана така машина для замовника з Бельгії, і майже одночасно були відвантажені в Китай окремі компоненти ще однієї такої машини для складання на одному з підприємств цієї країни відповідно до угоди про локалізацію виробництва. Паралельно завод виготовив аналогічну машину 09-3X TI за замовленням залізниць України і провів її випробування на спеціальній ділянці колії із змінною шириною колії (на Україні ширина колії дорівнює 1520 мм). Починаючи з 1996 р, коли була виготовлена перша баластувальна машина Tamping Express, споживачі отримали вже понад 150 таких агрегатів.

Ще більш висока продуктивність реалізується агрегатом типу 09-4X Dynamic Tamping Express (DTE). Він може одночасно підбивати чотирьох шпали з динамічною стабілізацією баласту, що дозволяє відновлювати

нормальну експлуатацію оброблюваної ділянки колії з високою швидкістю руху поїздів безпосередньо після завершення баластування і підбиття. Перша машина 09-4X DTE була виготовлена в 2005 р, після цього випущені ще чотири, три з яких в даний час експлуатуються на залізницях Австрії і ще одна - в Німеччині. П'ятий аналогічний агрегат, який виготовлений для залізниць Швейцарії, був представлений на виставці IAF 2009 у комплекті з машиною для розподілу баласту і формування баластної призми типу USP +2000 SWS-2, вагоном-хопером для перевезення баласту і двома щітковими баластоочишувальними пристроями. Даний комплекс колійних машин призначений для виконання колійних робіт на магістральних лініях, включаючи розташовані на них стрілочні переводи.

Випускаються також агрегати для баластування стрілочних переводів та глухих пересічень нового типу Unimat 08-475 / 4S, що забезпечують синхронне вивішування трьох рейок з одночасною підбиттям шпал під чотирма рейками. Широко поширена машина для поточного утримання стрілочних переводів типу Unimat 09-32 / 4S також одночасно вивішує трьох рейки і підбиває баласт під шпалами чотирьох рейок, проте нова модифікація додатково оснащена пристроєм збору баластного матеріалу і укомплектована системою управління переміщенням баласту (Ballast Management System, BMS) типу BMS 2000. Для збільшення обсягу збираного баласту в середній частині машинного комплексу можливе розміщення конвеєрного пристрою типу MFS 2000 і декількох вагонів-хоперів.

Різні модифікації конвеєрних пристроїв сімейства MFS для переміщення сипучих матеріалів і вагонів-хоперів для комплектування баластувальних машин поставляє компанія Wiebe (Німеччина), що надає також послуги з поточного утримання колії на контрактній основі. Деякі такі пристрої оснащуються гусеничним ходом, що дозволяє ефективно використовувати їх у місцях заміни стрілочних переводів.

Інший балластоподбівочної машиною, випущеної за спеціальним замовленням, є агрегат типу 09-16 CSM, призначений для однієї з

субпідрядних організацій, що здійснює поточне утримання і ремонт колії на другорядних лініях залізниць Японії. Машина, пристосована для роботи на коліях вузької (1067 мм) колії, здійснює одночасну підбиття тільки однієї шпали і оснащена з бічних сторін звукопоглинальними екранами, які опускаються до баластної призми під час виробництва робіт і закривають зону розташування робочих органів. У даному випадку наявність шумопоглинаючих екранів входило до переліку обов'язкових до виконання вимог замовника у зв'язку з тим, що зниження рівня шуму, виробленого колійними машинами, є для Японії дуже нагальною завданням через частого розташування житлових будівель у безпосередній близькості від залізничних колій. Те, що більшість колійних машин, що поставляються на японський ринок, оснащується пристроями шумопоглинання, є звичайною практикою в цій країні.

R&T поставляє в Японію колійні машини різних типів, призначених як для компаній-операторів, що входять до групи Japan Rail Group (JRG), так і для сторонніх компаній, що спеціалізуються на наданні послуг, пов'язаних з роботами на колії. У деяких випадках обладнання виготовляється в кооперації з дочірньою компанією Nippon Plasser KK. Перед відвантаженням із заводу в Лінці призначені для японського ринку баластувальні машини та інше обладнання піддаються випробуванням на спеціальному ділянці колії з колією 1067 мм. На цій ділянці покладений також спеціально доставлений з Японії стрілочний перевід, що дозволяє створити в Австрії умови для випробувань, які повністю відповідають реальним. Ще одним цікавим виробом компанії є машина типу 08-16 SH для комплексної виправки колії в плані і профілі з одночасною підбиттям баласту. Відмінною особливістю машини є шпалопідбивної блок з розподіляющою головкою, що забезпечує ефективну роботу на стрілочних переходах. Найчастіше машина використовується в комплекті з агрегатами типу PBR 400 для розподілу баласту і формування баластної призми і типу DGS 62N для динамічної стабілізації колії.

В даний час важливим ринком збуту для Р & Т є залізниці Іспанії, що переживають період інтенсивного розвитку. У 2009 р на заводі в Лінці виготовлено та відвантажено основному споживачу - адміністрації інфраструктури ADIF кілька колійних машин. З урахування наявності на залізницях країни ліній різної колії (одна тисяча шістсот шістьдесят вісім і 1435 мм) деякі з поставлених агрегатів спроектовані з розрахунку застосування на будь-яких ділянках мережі.

Активна маркетингова політика компанії знаходить відображення в широкій географії країн, що купують її продукцію. Так, була виготовлена і відправлена до Анголи баластіровочна машина типу 08-32 для китайської компанії, що здійснює в цій країні колійні роботи на лініях колії 1067 мм. За нею йде машина аналогічного призначення типу 08-16, оснащена підбивальним блоком з розділюющою голівкою, для залізниць Венесуели, а раніше в цю ж країну поставлений розподільник баласту плужного типу PBR 400 для використання на коліях залізниць гірничорудних підприємств.

Машини для робіт на земляному полотні

Р&Т відправила до Китаю яка має досить значні розміри (в зібраному вигляді його довелося розмістити на колії за межами території заводу в Лінці) агрегат для відновлення земляного полотна типу АНМ 800R-CH.

За цим піде поставка комплектуючих виробів ще для п'яти таких агрегатів, які будуть збиратися в відповідно до нової угоди про локалізацію виробництва на одному із заводів поблизу Пекіна. Співпраця з місцевими компаніями розширюється - раніше Р&Т при виготовленні колійних машин в Китаї мала справу тільки з однією компанією Kunming Machine Factory (CMF) в Куньміні.

Одночасно зі згаданим агрегатом для Китаю на замовлення компанії Schweerbau (Німеччина), що спеціалізується на будівництві, поточному утриманні та реконструкції колії, був виготовлений агрегат аналогічного призначення типу RPM-RS-900. У конструкції агрегату передбачена додаткова функція очищення баласту. Перший агрегат такого ж типу, що

складається з шести секцій, був відправлений раніше компанії Spitzke Group (Німеччина), яка будує і обслуговує колії в багатьох країнах Європи, для використання на залізницях Нідерландів. Агрегати такого типу мають довжину 202,8 м і масу близько 780 т.

Після агрегатів RPM-RS-900 P & T приступила до випуску іншої великогабаритної машини для відновлення земляного полотна та очищення баласту типу PM 1000- URM, призначеної для компанії Eurailpool (спільного австрійсько-німецького підприємства), в конструкцію якої в порівнянні з попередніми машинами того ж призначення внесено низку удосконалень. Так, в конструкції агрегату передбачено три підрізні ланцюги, остання з яких забезпечує розтин другого пласта матеріалу земляного полотна товщиною 300 мм. Перевага, одержуване за рахунок цього, полягає у формуванні більш чистого шару земляного полотна. В даний час компанія Eurailpool вивчає можливість збільшення обсягу використовуваної в циклі промивання баласту рідкої емульсії. Подібна технологія вже знайшла застосування в інших галузях промисловості, наприклад при будівництві будівель і споруд, а також другорядних автомобільних доріг, і відображає загальносвітову тенденцію до максимально можливого повторного використання матеріалів - хоча б тому, що законодавство в деяких країнах вже зараз обмежує обсяги використовуваних при будівництві залізничної колії матеріалів, які згодом підлягають складуванню у відвали як непридатні до утилізації.

Ще одним удосконаленням агрегату типу PM 100-URM є нова монолітна конструкція центральної рами над розкривних блоком, в той час як у агрегату RPM-RS-900 рама в місці установки згаданого обладнання має зчленування.

Використання таких крупно-габаритних і складних агрегатів можливо не на всіх залізничних лініях. У багатьох випадках чинником, що обмежує їх застосування, є допустиме навантаження від осей на рейки. У зв'язку з цим для залізниць Нової Зеландії, що мають колію 1067 мм, виготовлений агрегат типу RM80-750, оснащений єдиним вібраційним гуркотом. Все обладнання

цієї машини скомпоновано на двох комплектах ходової частини, що дозволило дотримати задану осьову навантаження.

Баластно-очищувальна машина типу RM 900, виготовлена для французького замовника, має кілька особливостей, необхідність яких обумовлена специфічними вимогами для експлуатації на залізницях Франції. Однією з них є використання двох (замість одного) ременів для розподілу баласту, що дозволяє забезпечити виконання жорстких вимог до параметрів поверхні баластної призми. З метою виключення скупчення дрібних фракцій баластного матеріалу, які можуть в процесі роботи пошкодити ремені, з боків ременів встановлені гумові напрямні-обмежувачі. Іншою відмінною особливістю, яка, втім, властива всім експлуатованим на залізницях Франції баластно-очищувальним машинам, є розміщення рейкопіднімальних пристроїв над зоною зрізання баласту, оскільки перед виконанням очищення баластного матеріалу нові рейки зазвичай розкладають із зовнішнього боку колії. При цьому рейки тимчасово видаляють зі колії, щоб вони не перешкоджали очищенні старого або укладанні нового баласту, а потім повертають на місце.

В даний час у Франції проходить дослідна експлуатація розробленої R&T нової машини для ущільнення дуже тонкого верхнього шару баласту. Ці випробування є частиною дослідницької програми, реалізованої з метою виключення проблеми поверхневих фракцій баласту, які можуть пошкодити підкузовне обладнання рухомого складу, потоками повітря, що виникають при русі поїздів, особливо високошвидкісних.

Устаткування іншого призначення

У зв'язку з тенденцією розширення використання колійних машин на комбінованому ході компанія R&T розробила установку типу ART 500L для стикового електрозварювання рейок опалювальному, розміщену на автомобільному шасі. Установка забезпечена пристроєм з гідравлічним приводом для опускання і підйому залізничних візків, що забезпечує оперативну зміну ходу в місцях перетину автомобільних доріг і залізниць, і

телескопічним пристроєм переміщення зварювальної головки, що дозволяє швидко позиціонувати її в місці зварювання стику. Ще однією машиною на комбінованому ході є змонтований на триосьовому автомобільному шасі універсальний підбивальний агрегат типу UST 79 S, одночасно підбиваємо тільки одну шпалу.

Відоме досягнення компанії – коліє інспекційний вагон типу EM-SAT 120, здатний вимірювати і фіксувати геометричні параметри досліджуваного колії з видачею результатів у певному форматі, який дозволяє використовувати цю інформацію баластним машинам декількох модифікацій. Вихідні дані колієінспекційного вагона використовуються службами колії для аналізу технічного стану колії структури, а плановими службами - для визначення набору та обсягу робіт, проведення яких необхідно до початку баластних, підбивальних і виправочних робіт. Компанія P & T навчає персонал залізниць і субпідрядних організацій роботі на поставляються нею устаткуванні, забезпечує користувачів запасними частинами і здійснює фірмове технічне обслуговування колійної техніки на контрактній основі.

Robel Bahnbaumaschinen

У зв'язку зі стійким попитом на устаткування для будівництва та ремонту колії на світовому ринку і безперервним виконанням замовлень на виготовлення комплектуючих виробів для машин і агрегатів, що випускаються компанією-партнером P&T, компанія Robel Bahnbaumaschinen (RB) нарощує виробничі потужності на своєму головному заводі у Фрайлассінге (на півдні Німеччини). Як материнська (P&T), так і дочірня (RB) компанії повністю завантажені виконанням поточних замовлень, більша частина яких припадає на експортні поставки в інші країни. Нещодавно RB завершила реконструкцію головного заводу, що дозволила вдвічі збільшити виробничі потужності.

RB виконала замовлення на вісім самохідних машин типу 57.44 для інспектування та поточного утримання інфраструктури, особливо контактної мережі. Замовником цих машин є одна з великих європейських компаній-

операторів, експлуатуюча мережу електрифікованих ліній значної протяжності з високою інтенсивністю руху поїздів.

Машина типу 57.44 являє собою чотиривісний екіпаж довжиною 24,9 м з двома кабінами, здатний розвивати швидкість 140 км/год за рахунок установки на ньому дизельного двигуна потужністю 480 кВт з гідродинамічної передачею. При використанні машини в робочому режимі для її переміщення зі зниженою швидкістю застосовується гідростатична передача. Під час гальмування машини дію дискового механічного гальма доповнюється використанням передачі в режимі гідравлічного сповільнювача.

У кабіні машини встановлений інтерфейс людина - машина, розроблений виробником спільно із замовником, а також апаратура для роботи на лініях, оснащених системою управління рухом поїздів ETCS. Замість звичайних складаються дзеркал заднього виду для огляду машиністом бічних зон на машині застосовані чотири відеокамери, змонтовані над дверима; п'ятий камера використовується для спостереження за струмоприймачем.

Дві встановлені на даху машини робочі майданчики забезпечують доступ до контактного проводу та іншим елементам контактної мережі. Одна з майданчиків оснащена шарнірної стрілою, що забезпечує її підйом до висоти 26 м над УГР і опускання на 9 м нижче УГР, що робить можливим використання машини для обстеження і ремонту мостів, віадуків та інших штучних споруд.

Компанія RB виконала також замовлення залізниць Австрії на поставку 22 поїздів типу 40.44 для перевезення рейок. З них 20 одиниць являють собою здвоєні вагони-платформи, забезпечені підйомними кранами для вантаження і вивантаження рейок довжиною до 36 м, два потяги складаються з шести платформ і призначені для маніпуляцій з рейковими батогами довжиною до 120 м.

Головний завод компанії виготовив два багатофункціональні самохідні службові вантажно-пасажирські дрезини типу 54.17, призначені для однієї з компаній-операторів, що здійснює приміські пасажирські перевезення в Німеччині. До відправки замовнику одна з таких дрезин експонувалася на виставці IAF 2009. Кожна автодрезинами оснащена дизельним двигуном компанії Deutz з додатковим очищенням вихлопних газів від твердих незгорілих часток, що дозволяє використовувати їх і в тунелях. Привід провідних колісних пар здійснюється через гідростатичну передачу. Потужність дизеля (90 кВт) достатня для тяги двома здвоєними дрезини моторвагонного поїзда (наприклад, у разі його несправності), експлуатованого на внутріміських лініях або в метрополітенах, на підйомі крутизною до 50 ‰. На дрезинах встановлено також обладнання для дистанційного керування по радіо. RB широко відома як компанія - виробник малих засобів механізації колійних робіт, призначених для виконання широкого діапазону операцій, наприклад шуруповертів (гайковертів) і свердлильних верстатів. На таку продукцію припадає близько 50% загального обсягу виробництва компанії.

У числі інноваційних пристроїв такого призначення - вдосконалений варіант шуруповерта типу 30.82, призначений для використання на лініях, де застосовуються рейкові скріплення з різьбовими милицями. Компанія раніше виготовила і поставила споживачам більше 7000 од. подібного обладнання; вважають, що попит на вдосконалену його модифікацію збережеться на високому рівні. Шуруповерт оснащений електричною муфтою і цифровим дисплеєм, що дозволяє встановлювати момент затягування милиці з високою точністю. Змінена конструкція рукоятки для підвищення ергономічних показників. Крім того, компанією були залучені професійні дизайнери для поліпшення зовнішнього вигляду пристрою і полегшення управління його роботою.

Модернізації піддалася також система освітлення з метою виключення тенеобразовання при закручуванні скріплень на будь-якому з рейок при

роботах на колії в темний час доби. Вдосконалені шуруповерти проходять дослідну експлуатацію у 20 замовників у Німеччині, Австрії та Швейцарії.

У зв'язку з недостатністю виробничих потужностей головного заводу P&G в Лінці компанія здійснює складання деяких великих колійних машин відповідно до укладаються контрактами субпідряду. Зокрема, для компанії Schweerbau (Німеччина) зібраний баластоочищувальний агрегат сімейства RPM. У той же час в якості самостійної незалежної постачальника RB виготовляє плужні машини типу SSR для планування баластної призми. Крім того, компанія проводить власні дослідження і розробки.

Крім виробничих потужностей завод RB під Фрайлассінге має експериментальний полігон, де можна відтворювати різні експлуатаційні умови (різницю висоти головок рейок, нерівності колії в плані і т. П.) В ході випробувань виготовляємої колійної техніки. Тут же організуються презентації і проводиться сертифікація продукції компанії. Крім того, є окремий ділянку колії, якому укладені шпали та рейкові скріплення різних типів.

Matisa Materiel Industriel

Наявний портфель замовлень забезпечує компанії Matisa Materiel Industriel (ММІ) повне завантаження виробничих потужностей як мінімум на найближчі 2 роки. Реалізовані програми післякризового пожвавлення економіки дозволяють прогнозувати подальший розвиток залізничного транспорту в середньо - і довгостроковій перспективі, тим більше що залізниця є об'єктом ефективних інвестицій і більш екологічна в порівнянні з іншими видами транспорту. Підвищення інтересу до рейкового пасажирському транспорту в США і розширення швидкими темпами мережі залізниць Китаю служать наочними прикладами сприятливих перспектив галузі.

Саме в передбаченні цього ММІ розширює виробничі потужності свого головного заводу в крес поблизу Лозанни (Швейцарія). Тут введено в дію

новий механічний цех, що дозволило збільшити випуск компонентів машин і, відповідно, розширити можливості складального виробництва.

Основним ринком збуту продукції компанії є європейські країни; при цьому у виробничій програмі на довгострокову перспективу частка власне Швейцарії становить приблизно 20%. Разом з тим ММІ проводить активну маркетингову політику в Китаї і Японії, перспективним сегментом світового ринку вважається Бразилія.

Машини для робіт з оновлення колії

Поїзд для поновлення колії типу P95 ETF був виготовлений для компанії Eurovia Travaux Ferroviaires, яка входить до групи компаній Vinci (Франція). Будучи аналогом поїздів, раніше поставлених споживачам в Італії, Нідерландах, Швеції та ряді інших країн Європи, поїзд P95 ETF має ряд специфічних особливостей, пов'язаних з виконанням вимог замовника з безпеки виробництва робіт. Зокрема, шпали транспортуються на піддонах в поздовжньому щодо колії положенні, а не в поперечному, як було раніше. Піддони з новими шпалами переміщуються уздовж Заїзда за допомогою порталного крана, а потім розгортаються в поперечне положення і подаються до місця укладання на баластову призму. Зі старими шпалами відбувається зворотна процедура - після зняття з колії вони укладаються на звільнені піддони, розгортаються в поздовжнє положення, і порталний кран переміщує їх на відповідну платформу поїзди для вивезення з реконструюється ділянки.

Поїзд P95 ETF оснащений інтегрованою системою обробки баласту Integrated Ballast Handling System (IBHS), яка здійснює виїмку баластного матеріалу і його транспортування в накопичувальні вагони-хопери, розташовані в хвості состава, для подальшої вивантаження на оновлене верхню будову колії. Це дозволяє у разі необхідності зменшувати висоту баластної призми. До складу поїзда входить також агрегат для попереднього динамічного розподілу баласту, який забезпечує підготовку баластної призми до подальшої укладання шпал.

У зв'язку з тим що на багатьох лініях залізниць Франції укладені залізобетонні шпали з двох блоків, з'єднаних сталевим стрижнем, який послаблюється у міру експлуатації через корозію і легко ламається в ході операцій по відновленню колії, поїзд Р95 ETF забезпечений двома комплектами обладнання для маніпуляцій з такими шпалами, щоб гарантувати захоплення шпал з обох кінців і тим самим зберегти цілісність з'єднання. Таким чином створюються умови для безупинного виконання робіт з високою продуктивністю. Збільшення обсягу залізничних перевезень у Великобританії дозволило ММІ укласти кілька великих контрактів на постачання високопродуктивних агрегатів для поновлення колії, бо? Більша частина яких забезпечує заміну верхньої будови з темпом 300 - 400 м/ч. Ці замовлення здійснюються в рамках реалізованої компанією інфраструктури Network Rail спільно з генеральним підрядником - компанією First Swietelsky програми реконструкції мережі Британських залізниць с гарантією 100% -ої готовності оновлюваних ліній до експлуатації.

Балластіровочные і шпалопідбивальні машини

Певним увагою потенційних покупців користується агрегат W + ballast excavator, призначений спеціально для виконання безперервних високопродуктивних баластних робіт при ремонті та реконструкції колії в зонах стрілочних переводів та глухих пересічень.

У число замовників на цей агрегат входить компанія Sersa Group (Швейцарія), яка пробрела його з метою скорочення часу, що витрачається на заміну стрілочних переводів. Головне завдання, яке покупець ставив перед виробником, - гарантувати можливість комплексної заміни стрілочного переводу з припиненням руху поїздів на ділянці всього на кілька годин. Агрегат призначений для використання на лініях нормальної колії.

Він знімає баласт за допомогою двох встановлених на ньому ріжучих роторів, оснащених ковшами. Ці ротори забезпечують виїмку баласту з колії на ширині до 4 м. Відпрацьований баластний матеріал подається на конвеєр, який транспортує його в баластоочищувальну машину типу Reiner. Остання,

як і сам агрегат, має гусеничний хід і після повного заповнення баластовим матеріалом передає його в причіпний вагон-хопер типу AVES +, також встановлений на гусеничному ході. Далі баласт перевантажується в аналогічний по конструкції, але вже оснащений залізничними візками вагон-хопер типу AVES, який розташовується на певному віддаленні від стрілочного перевалу, що є місцем виконання робіт.

На замовлення компанії Strabag Rail (Німеччина) виготовлений розподільник баласту типу R24. Машина встановлена на двох двовісних і однієї одновісних візках і оснащена трьома щітковими блоками, розрівнюють баласт, причому третій блок забезпечує отримання заданого профілю баластної призми в зонах рейкових скріплень. Машини подібного типу раніше поставлялися до Франції (для компанії Colas Rail) і Норвегію; для Німеччини це був перший замовлення.

На залізниці Німеччини компанія відправила три баластопідбивальних машини типу B66 UC, у тому числі дві для компанії Strabag Rail, що виконує колійні роботи за контрактами. Свої високі експлуатаційні характеристики машина підтвердила при використанні на залізницях декількох країн Європи - Італії, куди поставлено чотири машини, Швейцарії, Великобританії та Франції (поставлено по дві машини в кожену країну).

У Японії покупцями обладнання компанії MMI є компанії Union і Kotsu Transport Construction & Engineering, дочірні підрозділи залізниці Japan Rail East. Кожній з них поставлено по одній шпалопідбивальній машині безперервної дії типу B 50 J A8 для роботи в прямих ділянках колії 1067 мм. Дві подібні машини вже експлуатуються в Японії, проте агрегати останньої поставки додатково оснащені пристроями гасіння шуму. Шість баластопідбивальних машин замовлені MMI компанією Balfour Beatty (Великобританія). Дві машини типу B66 UC призначені для безперервної підбиття шпал, чотири машини типу B41 UE мають більш просту конструкцію. Раніше аналогічні агрегати поставлялися до Великобританії для компаній Grant Rail і Colas Rail.

Устаткування іншого призначення

На замовлення Національного товариства залізниць Франції (SNCF) виготовлений Вагон-дефектоскоп типу М 1200 для ультразвукової дефектоскопії рейок, що має транспортну швидкість 120 км/год і максимальну робочу швидкість 80 км / ч. Агрегат оснащений також пристроєм контролю кодованих рейкових кіл системи сигналізації TVM 430 для використання на високошвидкісних лініях LGV. Головний завод компанії випустив три спеціальні платформи типу WTM для перевезення стрілочних переводів в зборі в похилому положенні. Замовила ці платформи компанія Euroswitch - спільне підприємство Sersa і залізниць Швейцарії. За виконання замовлення загальна чисельність таких платформ в Швейцарії досягла 23 од., І їх використання сприяє заміні 300 - 500 стрілочних переводів на рік.

Крім того, MMI випускає рейкошліфувальну машину декількох типів для розташованого в Женеві відділення компанії Speno International (SI). При цьому самі рейкошліфувальні пристрої виготовляє Speno і постачає їх MMI в якості комплектуючих виробів.

Speno International

У числі нових виробів компанії Speno International (SI) слід зазначити машини сімейства RR 16 для шліфування рейок на стрілочних переводах і глухих пересічних.

Встановлений у машині бортовий комп'ютер дозволяє автоматизувати виконання стандартних робіт, звільняючи оператора від рутинних операцій і полегшуючи прийняття рішень в реальних умовах експлуатації.

Наявність у машини функцій виявлення перешкод і вимірювання геометричних параметрів рейок дозволяє шліфувати рейки безперервно, відводячи шліфувальні блоки безпосередньо перед перешкодою, що заважає процесу, і повертаючи їх у робоче положення відразу після проходження перешкоди.

Машина RR 16MS оснащена такими ж шліфувальними візками і вимірювальним обладнанням, що і рейкошліфувальний поїзд компанії SI,

призначені для використання на перегонах, а також аналогічними пристроями для збору пилу, що утворюється в процесі шліфування.

Важливим елементом рейкошліфувального машин і поїздів останнього покоління є система дефектоскопії рейок. Втомні явища, що мають місце на робочих поверхнях рейок при взаємодії з колесами рухомого складу в процесі експлуатації, можуть призводити до утворення в голівках рейок мікротріщин, інакше званих волосними. Розроблений компанією SI шліфувальний сканер типу НС дозволяє визначати глибину подібних поверхневих дефектів і передавати оператору відповідну інформацію в режимі реального часу.

Сканер НС має наступні технічні характеристики по виявленню і фіксації дефектів: глибина - 0,1 - 0,3 мм щодо поверхні катання; кутове розташування - 0 - 30 град на відстані від +5 до -30 мм від осі головки рейки. Інформація про точне місцезнаходження дефектів є основоположною в тих випадках, коли метою шліфування є видалення з поверхні рейки деякого шару металу для усунення дефектів.

Завдяки блочно-модульній конструкції сканера чотири його датчика можуть займати різне становище, що забезпечує оптимальне перекриття обстежуваної зони в поперечному напрямку.

Результати обробки бортовим комп'ютером одержуваної від сканера інформації можна роздруковувати на принтері і виводити на сенсорний екран в режимі реального часу. Це дозволяє оператору мати точні відомості про стан робочих поверхонь рейок безпосередньо перед шліфуванням і після нього. У комп'ютері передбачений зручний інтерфейс для оператора.

Програмне забезпечення комп'ютера, за допомогою якого досягається висока ефективність роботи сканера, розроблено з урахуванням специфічних умов роботи рейкошліфувального машин і поїздів. Таким чином, є можливість автоматизації управління процесом шліфування рейок.

З метою підвищення якості аналізу даних можливий вибір різних варіантів їх подання. Введений файл містить всю інформацію, що стосується

підмета шліфуванню ділянки колії. Файл інформації від датчиків використовується для відстеження їх розташування відносно рейок в поточний момент часу і видачі на дисплей даних про число і глибині волосяні тріщини на кожному метрі переслідував ділянки.

На закінчення всі параметри об'єднуються в єдиний файл. Таким чином, споживач має всеосяжної і зручно оброблюваної інформацією для оптимізації процесу шліфування. Всю документацію, яка відноситься до роботи рейкошліфувальної машини або поїзда, кольоровий принтер роздруковує на аркуші формату A4.

Voestalpine

Відповідно до стійкою тенденцією до розширення використання високоміцних рейок класу преміум замість звичайних компанія Voestalpine недавно ввела в дію нову установку для термічної обробки головок рейок на своєму рейкопрокатного заводі в Леобені (Австрія). Як вважають фахівці Voestalpine, рейкопрокатний стан на цьому заводі є одним з найбільших у Європі та забезпечує виробництво рейок довжиною до 120 м з профілем різної конфігурації. Провівши 4 роки тому комплексну модернізацію власне рейкопрокатного виробництва і здійснивши заміну обладнання для термообробки, компанія поступово вийшла на заплановану проектну потужність і тепер випускає зміцнені рейки підвищеної якості в обсязі до 500 тис. т на рік.

За даними компанії Voestal-pine, потреба у високоякісних термозміцнених рейках постійно зростає, що свідчить про те, що традиційні рейки з межею міцності стали 880 Н/мм² вже не відповідають техніко-економічним критеріям, встановленим для більшості магістральних залізничних ліній. Дослідна експлуатація термозміцнення рейок в реальних умовах, здійснювана компанією у співпраці з залізницями багатьох країн світу, підтверджує значне подовження їх терміну служби і збільшення опірності виникнення втомних дефектів у зоні взаємодії рейок з колесами. Це

сприяє підвищенню експлуатаційної готовності всієї колії структури і істотного зниження витрат її життєвого циклу.

4 АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ КОЛІЙНИХ МАШИН ПІД ЧАС РЕМОНТУ КОЛІЇ

Ще в древньому Єгипті було відомо , що рівна підфундаментна основа, є одним з основних факторів забезпечують стійке положення споруд. Так, наприклад при будівництві всесвітньовідомих пірамід, за допомогою водяного рівня забезпечувалася точність відміток до 1 мм.

Помічено, що якщо при проведенні коліє ремонтних робіт, що не була досягнута геометрична точність і рівно ущільненість основної площадки, то в подальшому колія «копіює» профіль основної площадки у зв'язку з нерівномірністю усадки щебеневого баласту. У разі ігнорування цього факту, навіть наступні багаторазові підбиття високопродуктивними колійними машинами не дозволяють досягти довговічного правильного положення колії.

Тому незадовго перед проведенням ремонту колії , необхідно проводити зйомку фактичного положення з прив'язкою до фіксованих точках (реперам) , розташованих на відстані в кілька сотень метрів. Простір колії між реперами можна досить точно проміряти за допомогою звичайних геодезичних приладів.

4.1 РОБОТИ З ШЕБЕНЕВОЮ ОСНОВОЮ

Очищення щебеневого баласту

До причин забруднення щебеню відносять: розколювання і стирання внаслідок дії поїзного навантаження, матеріал піднімається з земляного полотна , висипання вантажів (вугілля, руда тощо), а також ріст бур'янів на колія. Забруднене щебінь вказує на зниження несучої здатності колії і не може більше ефективно виконувати свої функції. Забруднення скорочують водовідведення , що і викликає зниження несучої здатності .

Забруднений баласт вказує на високий вміст вологи , що додатково позначається на тривалості експлуатації дерев'яних шпал.

Один із симптомів забрудненого баласту - це різке зниження якості положення колії після проведених робіт з поточного утримання (підбиття) внаслідок втрати несучої здатності баласту.

При ступеня забруднення від 30 % дрібна фракція в загальному обсязі досягає критичного значення . Атмосферні опади можуть відводиться дуже обмежено. Тому вимога до щебенеочисних машинам полягає в автоматичному управлінні глибиною вирізки в поздовжньому профілі або за допомогою лазерного рівня.

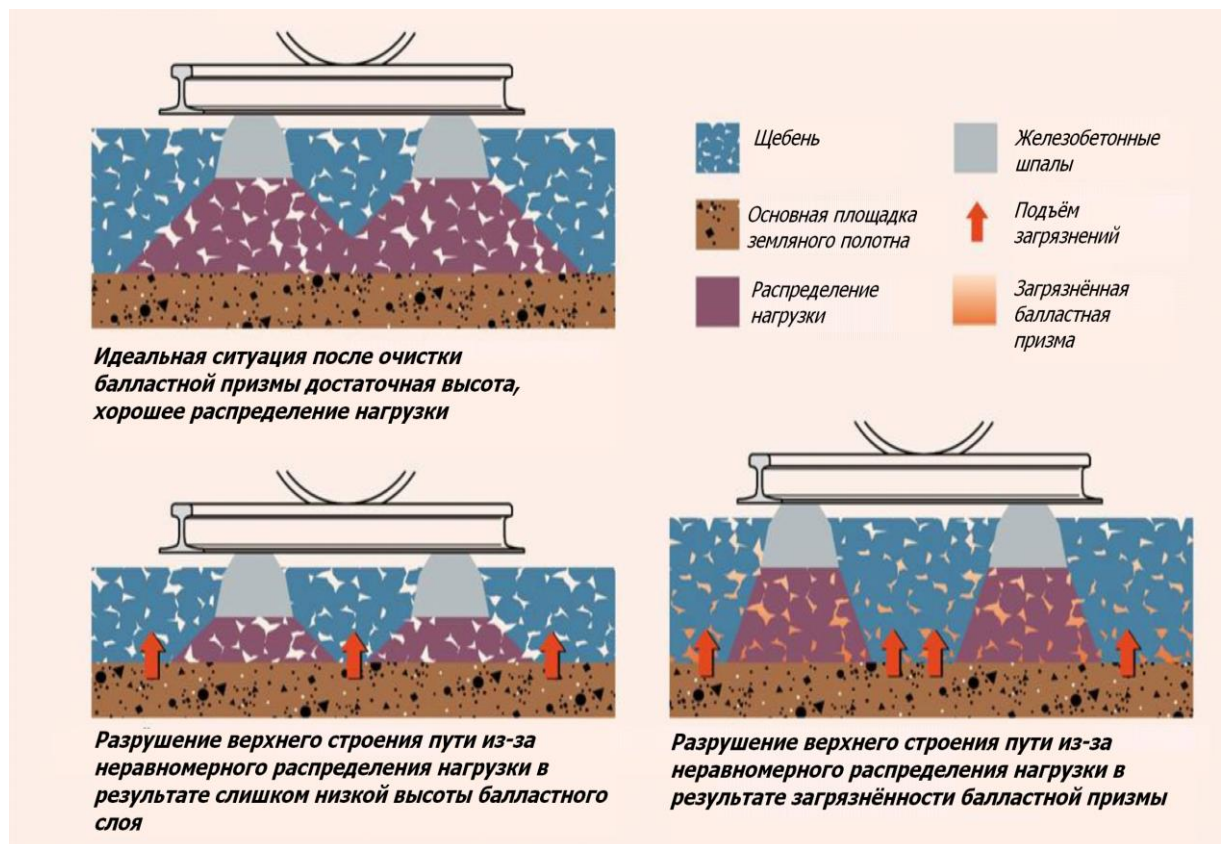


Рисунок 4.1 – Зниження несучої здатності засміченого щебеневого баласту

Ширина вирізки

З тим , що - б був забезпечений безперешкодний стік води з поверхні основної площадки - обов'язково забезпечення достатньої ширини вирізки. Як показано (рис.4.2) безперешкодне відведення води забезпечується тільки з правого боку. У неочищеної підшпальній зоні волога затримується. Критична кількість атмосферних опадів , які можуть бути відведені становить близько

0,5-30 мм/год, залежно від ступеня можуть бути відведені становить близько 0,5-30 мм/год, залежно від ступеня забруднення баласту. Якщо очищення виробляється і під шпалами, але ширина вирізки недостатня, то і в цьому разі відведення води з баластної призми утруднюється з причини залишилися неочищених горбів по торцях шпал. У цьому випадку, критична кількість атмосферних опадів становить 1-10 мм/год. І тільки якщо ширина вирізки оптимальна, як це показано - може бути забезпечений безперебійного водовідведення. в цьому випадку навіть кількість атмосферних опадів до 150 мм/год може бути відведено.

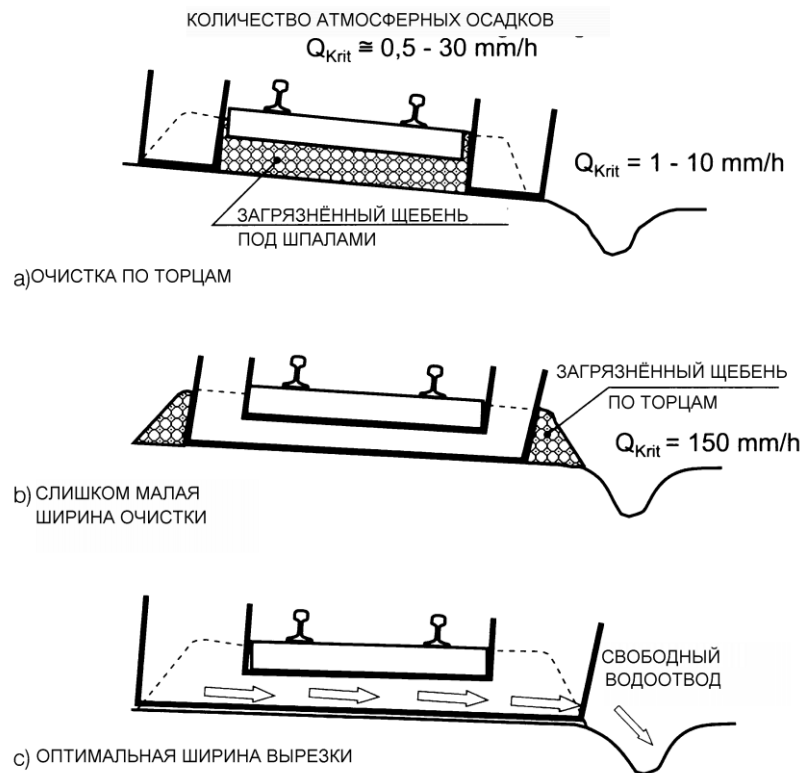


Рисунок 4.2 - Різні способи вирізки

- a) Вирізка по торцях шпал
- b) Занадто мала ширина вирізки
- c) Оптимальна ширина вирізки

Глубина вирізки

На деяких залізницях, при очищенні баласту застосовують малу глибину вирізки (до прим. до 20см). Причини цього в більш високій робочій швидкості і думці, що велика глибина вирізки може пошкодити

гомогенності основної площадки. У слідстві малої глибини вирізки , як це показано (рис.4.3) залишається забруднений шар баласту 10 -15см , що лежить на основній площадці. Цей шар щебеню затримує вологу і перешкоджає водовідведенню . Так частково створюється шар між очищеним і забрудненим баластом , але з іншого боку залишився забруднений баласт розм'якшує нижню будову . Крім того, цей метод має такий недолік, що наступна очистка повинна буде бути проведена набагато раніше. Критична кількість атмосферних опадів становить 8 мм / ч. Показана оптимальна глибина вирізки. Направляючі вигрібної ланцюга встановлюються точно на кордоні основного майданчика . Завдяки високій якості управління положенням вигрібної , поперечної балки , а також рівною і гладкою нижньої поверхні напрямних ланцюги і поперечної балки - досягається рівний і точний зріз без пошкодження шару основного майданчика . Цей метод визнаний технічно кращим і економічно найбільш вигідним.

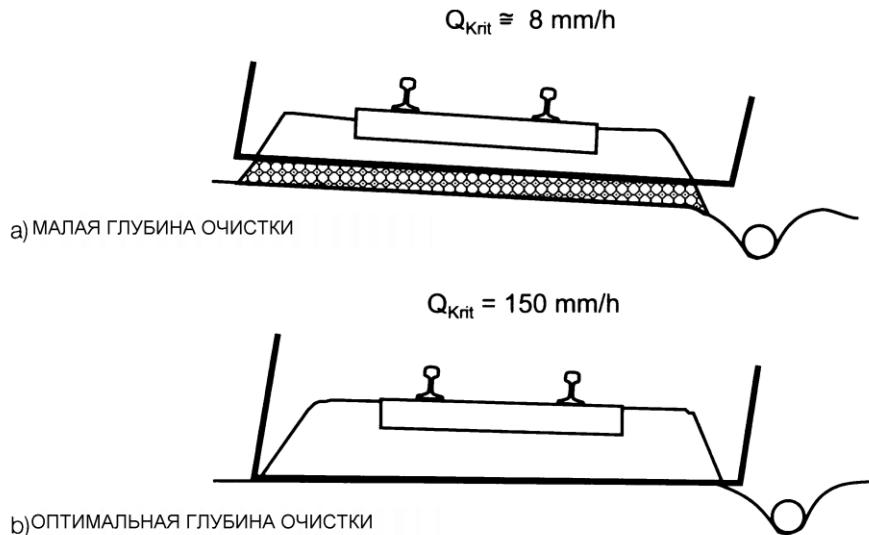


Рисунок 4.3 - Глибина вирізки щебнеочисної машини

- a) мала глибина вирізки
- b) оптимальна глибина вирізки

Сучасні щебнеочисні машини сконструйовані так , що - б забезпечити виконання всіх перерахованих вище вимог щодо якості очищення . На машинах встановлені прямі суцільні вигрібні балки , що забезпечують

прямий і рівний поперечний профіль під час вирізки, поперечна балка може встановлюватися залежно від необхідної для забезпечення хорошого водовідведення ширини вирізки, встановлюються грохоти забезпечують очищення найвищої якості, застосовуються керуючі та вимірювальні системи забезпечують рівну подовжню вирізку і бездоганний ухил основної площадки.

4.2 ЗАСТОСУВАННЯ МАШИН RM- 80

Щебенеочисні машини серії RM-80 стандартно забезпечують ширину вирізки до 4000 mm, яка за допомогою додаткових елементів може бути збільшена до 7700 мм. Таким чином, можуть очищатися також і стрілочні переводи. Висота вигрібної ланцюга становить 280 мм. У хороших умовах машина забезпечує продуктивність понад $500 \text{ м}^3 / \text{ч}$. Очищений щебінь за допомогою бічних, поворотних транспортерів може бути рівномірно розподілений на бажану ширину основної площадки. Завдяки застосуванню складалися викидного транспортера спереду, відпадає необхідність у вагоні прикриття. Всі чотири осі - приводні, для забезпечення хороших тягових характеристик. Гідравлічно керований шибєр може бути швидко переключено в положення суцільний вирізки. Товщина щебеню під шпалою легко регулюється відповідними гідравлічно приводяться заслінками та / або регулюванням самого гуркоту. Машини оснащені грохотами з трьома ситами і відділенням сверхфракції. Очищений щебінь вказує на наявність менше 3% дрібної фракції. У підвищеннях гуркіт встановлюється горизонтально. Електронний самописець фіксує шість параметрів: глибина вирізки, ухил основного майданчика, піднесення на неочищеному колії, піднесення на очищеному, опускання колії, і перекид на очищеній колії. Глибина вирізки і поперечний ухил управляються автоматично.

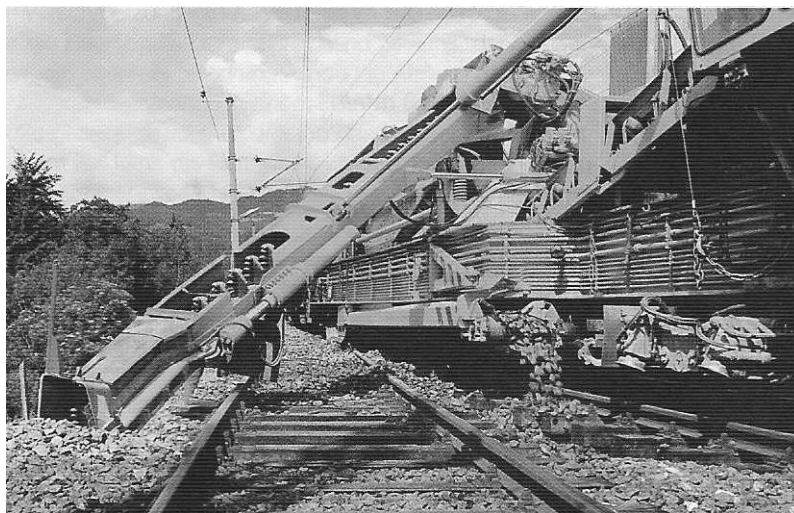


Рисунок 4.4 - 1Щебнеочисна машина *RM80* при очистці стрілочного перевода

В останні роки , завдяки високій якості роботи на коліях Укрзалізниці , добре зарекомендували себе щебенеочисні машини *RM-80* . На машинах типу *RM- 80* є спеціально розроблене мікропрограмне управління для забезпечення вирізки з необхідним поздовжнім і поперечним профілем.

Управління становищем колії в профілі (мікропрограмне управління - колія):

Початкове положення колії за рівнем відносно обраної базової нитки вимірюється за допомогою прецизійного інклінометра на передній візку і потім запам'ятовується. На обох сторонах встановлений по одному інклінометр. Той , який знаходиться на стороні базової нитки залучається для цілей вимірювання , другий інклінометр в цей час неактивний.

Старе розрахункове положення колії за рівнем , зміщене на вимірний поздовжній ухил машини , використовується для розрахунку опускання (на задній візку) , також для визначення значень коригування для планувальної фрези і для визначення висоти вигрібної ланцюга. Це означає , що дана автоматика враховує також і зміни ухилів.

Положення планувальної фрези за рівнем щодо рами визначається за допомогою датчиків кута . На основі виміряного поперечного ухилу рами проводиться перерахунок рівня та поперечного ухилу планувальної фрези на колія . Рівень фрези доводиться до розрахункових номінальних значень рівня

та поперечного ухилу. Не мається замкнутого контуру регулювання , так як опускання на задній візку фактично має місце тільки через кілька метрів і планувальна фреза не робить безпосереднього впливу на опускання .

Управління вигрібної ланцюгом (мікропрограмного управління - ланцюг) .

На основі геометричного відстані ланцюга від рами , а також тросових і кутових датчиків на правій і лівій сторонах рами від ланцюга , визначається просторове положення вигрібної ланцюга. На основі виміряного поперечного ухилу рами (за допомогою маятника) проводиться перерахунок на колія (верхня кромка головки рейки).

Номінальний положення ланцюга визначається глибиною вирізки (на основі заданого на цифровому потенціометрі значення) , ухилом земляного полотна (вводиться через клавіатуру) і значенням коригування , отриманим від мікропрограмного управління - колія (дане значення враховує вплив гребенів , западин і змін ухилу). Введене значення рівня баластної ліжку визначає глибину вирізки для введення і виведення.

Усередині системи всі розрахункові і задані значення відносяться до верхньої кромки головки рейки , у той час як поза системою вводиться значення висоти баластної ліжку допускає іншу точку відліку (наприклад : нижня кромка рейки).

Базова нитка доводиться до номінальної глибини вирізки , інша нитка з урахуванням ухилу земляного полотна (за замовчуванням задана різниця рівня земляного полотна в 60мм (ухил 1 / 25 щодо колії 1500мм) наводиться на цей же рівень (базова нитка = сторона земляного полотна; інша нитка розташована вище , базова нитка $\neq$ сторона земляного полотна; інша нитка розташована нижче).

Управління циліндрами проводиться з гістерезисом 5мм для того , щоб циліндри не перебували в постійному регульовальному русі.

Рихтування колії

Також при роботі машин RM - 80 є можливість рихтування колії використовуючи вбудовану систему рихтування . Зрозуміло, дана система може бути використана лише для усунення грубих відхилень і грубої постановки колії « на вісь» використовуючи , наприклад звичну «прив'язку» до опор контактної мережі або кілочків. Залежно від радіуса кривої на рихтувальних лінійці виставляється відповідна величина стріли прогину . Ціна розподілу рихтувальних лінійки = 1см.

Для постановки колії в правильне геометричне положення після очищення щебеневі основи , необхідно використовувати машини типу ВПР , ВПРС .

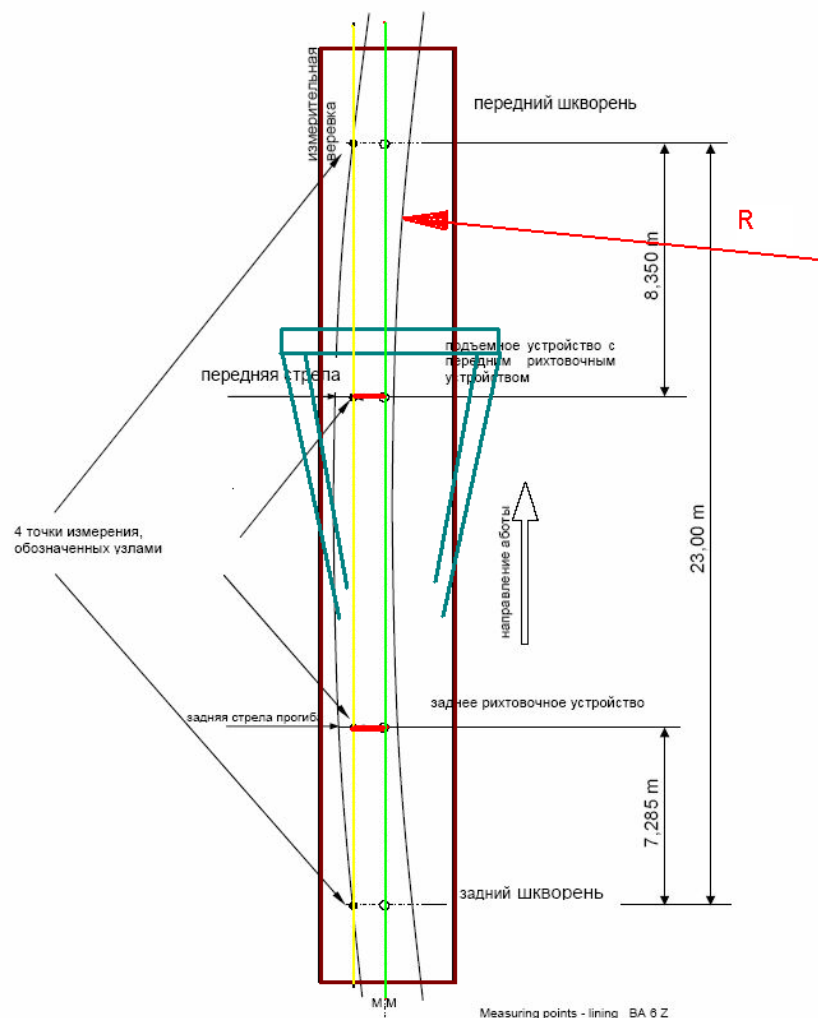


Рисунок 4.4 – Точки виміру для рихтування машиною RM-80

Запис параметрів колії

На машинах типу RM-80 є можливість запису параметрів пройденого колії використовуючи вбудований 8-ми каналний самописець DAR.

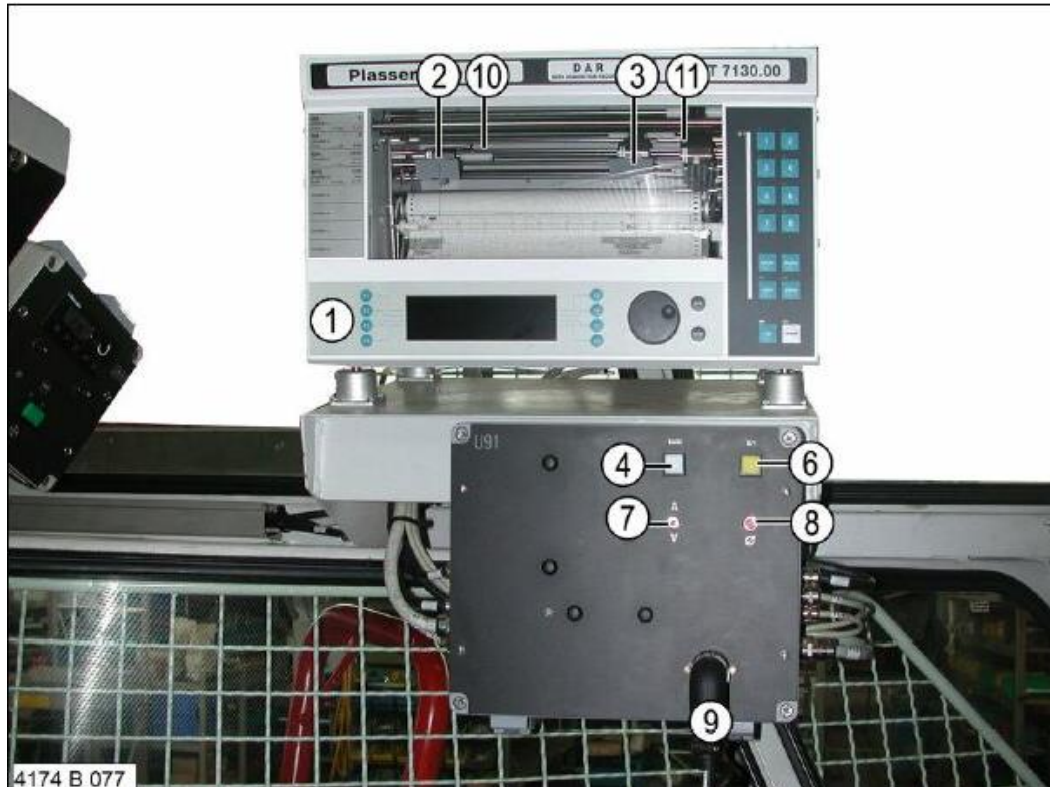


Рисунок 4.5 - 8-ми каналний самописець DAR

В залежності від виконання є можливість запису наступних параметрів:
глибини вирізки

ухилу

піднесення колії ззаду

перекіс колії

Запис параметрів проводиться на папір або електронний носій.

Інші технології при створенні рівною основну площадку

У разі застосування для планування основного майданчика другий колійної техніки або землерийних машин необхідно прагнути , щоб поряд з достатнім ступенем ущільнення дотримувалася максимально можлива геометрична точність . Не допустимі горби , ями , сліди від коліс і гусениць.

Рівна основна площадка - це запорука тривалої, безпечної та економної колії.

4.3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ КОЛІЙНИХ МАШИН « PLASSER & THEURER » НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

За час своєї роботи був на всіх залізницях, спостерігав за різними видами колійних робіт, від КОР-ів до модернізацій, що виконуються різними підрозділами «Укрзалізниці».

З'являються нові інженерні споруди, оновлюється вагонний парк, створюються нові сучасні локомотиви. Але незважаючи на явний прогрес «Укрзалізниці» протягом останніх років, з жалем можна відзначити, що в такій області як ремонт залізничних ліній темпи зростання явно відстають від можливих. І якщо у високошвидкісному поїзді, наприклад, в Німеччині, можна в буквальному сенсі налити по вінця чашку кави не ризикуючи його розлити, то у нас іноді це кава може все ще опинитися на супутнику.

Сучасними українськими потягами сьогодні можна значно швидше потрапити до пункту призначення, ніж скажімо років десять тому, але з яким комфортом? І яка реальна вартість експлуатації колії?

За заявами керівників «Укрзалізниці», пріоритетними залишається впровадження швидкісного сполучення, та затвердження України, як транзитної держави.

Швидкісне і високошвидкісне залізничне сполучення використовується для з'єднання областей з високою щільністю населення. При цьому важливе збереження, по - можливості постійної швидкості на довгих ділянках. На реконструйованих ділянках це часто можливо тільки при використанні рухомого складу з нахилиються кузовом.

Колія для таких ділянок повинна знаходитися в дуже точному геометричному положенні, допуски знаходяться в міліметрових діапазонах. До ділянок на яких використовується рухомий склад з нахилиються кузовом, крім того пред'являються підвищені вимоги до змісту перехідних кривих.

Будівництво та утримання високошвидкісних ділянок повинне також мати по можливості невисоку вартість з тим , щоб була можливість конкуренції з іншими видами транспорту.

Застосовувані в Україні при ремонтах колії технології навряд чи можуть задовольнити сучасним вимогам по максимальним швидкостям і пропускної спроможності діючих ліній. Сучасна дорога техніка часто застосовується по-старому «на око» і далеко не повністю використовуються закладені в неї можливості. Як наслідок - підвищені витрати «Укрзалізниці» з поточного утримання , підвищений знос рухомого складу.

У ході тривалого закриття перегону застосовується наступна технологія виробництва робіт після заміни РШР за загальноприйнятою технологією:

1. Очищення щебеневого баласту машиною RM- 80 ,
2. Першого підбиття колії 2 -ним циклом і ущільнення щебеню по торцях шпал машиною Unimat 08-32/3S , для управління виправно - рихтувальних системою застосовувався режим роботи комп'ютера ALC - « проектна геометрія» з базовою под'ємкі близько 80мм,
3. Перша динамічна стабілізація колії машиною DGS- 62N в режимі «constanta»,
4. Розбивка колії «за рівнем і в плані» за допомогою нівеліра і оптичного приладу для вимірювання стріл прогину . Дані коригувань записувалися на шпалах,
5. Другий підбиття колії і ущільнення щебеню по торцях шпал машиною Unimat 08-32/3S 2 -ним циклом , для управління виправно - , рихтувальних системою застосовувався режим роботи комп'ютера ALC в прямих - «проектна геометрія» + додатково вводилися величини сдвіжок і піднімання , попередньо отриманих за допомогою оптичних приборів. В кривих для положення в плані застосували режим ALC «вимірювальна поїздка» з обов'язковим дотриманням проектних параметрів кривих ,

величини піднімання визначалися за допомогою оптики. Щебеню для другого підбиття було достатньо,

6. Другий динамічна стабілізація колії машиною DGS- 62N в режимі «constanta»,

7. Дозування колії щебенем з ХДВ ,

8. Розбивка колії « за рівнем і в плані » за допомогою нівеліра і оптичного приладу для вимірювання стріл прогину . Дані коригувань записувалися на шпалах,

9. Третя підбиття колії і ущільнення щебеню по торцях шпал машиною Unimat 08-32/3S для управління виправно - рихтувальних системою застосовувався режим роботи комп'ютера ALC в прямих - « проектна геометрія» + додатково вводилися величини здвигів і підняття , попередньо отриманих за допомогою оптичних приборів. В кривих для положення в плані застосували режим ALC « вимірювальна поїздка » з обов'язковим дотриманням проектних параметрів кривих , величини піднімання визначалися за допомогою оптики,

10 . Третій динамічна стабілізація колії машиною DGS- 62N,

11 . Дозування колії щебенем з ХДВ по необхідності,

12 . Обробка щебеневої призми оздоблювальної машиною на базі ВПО

13 . Через короткий час була на ділянці була проведена заміна інвентарних рейок рейковими батогами,

14 . Заключна підбиття колії машиною Unimat 08-32/3S, для управління виправно - рихтувальних системою застосовувався режим роботи комп'ютера ALC - «проектна геометрія» ,

15 . Заключна динамічна стабілізація колії машиною DGS- 62N.

Очевидні результати :

1. Відносно рівна, завдяки застосуванню машини RM- 80 основна площа,

2. Точне геометричне положення колії, внаслідок проведення попередніх вимірювань оптикою і сучасних систем управління виправкою і рихтуванням колії,

3. Висока стійкість колії, внаслідок досягнутої високого ступеня ущільнення щебеню при багаторазових підбиттях і динамічної стабілізації.

*щебень будет максимально уплотнён
и стабилизирован (новое строительство,
модернизация и средний ремонт)*

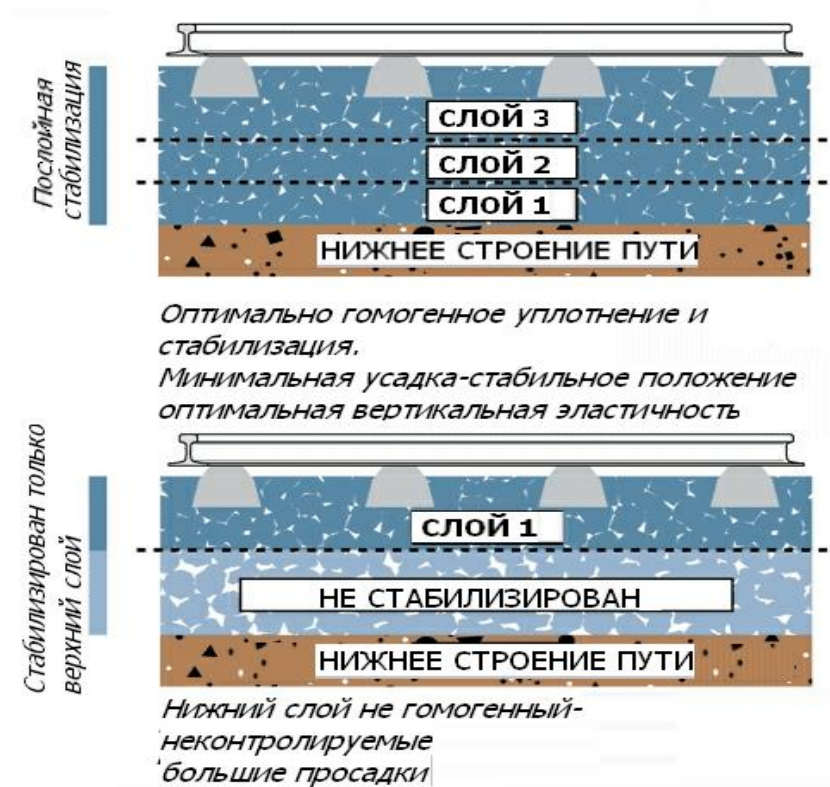


Рисунок 4.6 – Ущільнення баластної призми для максимальної стабільності колії

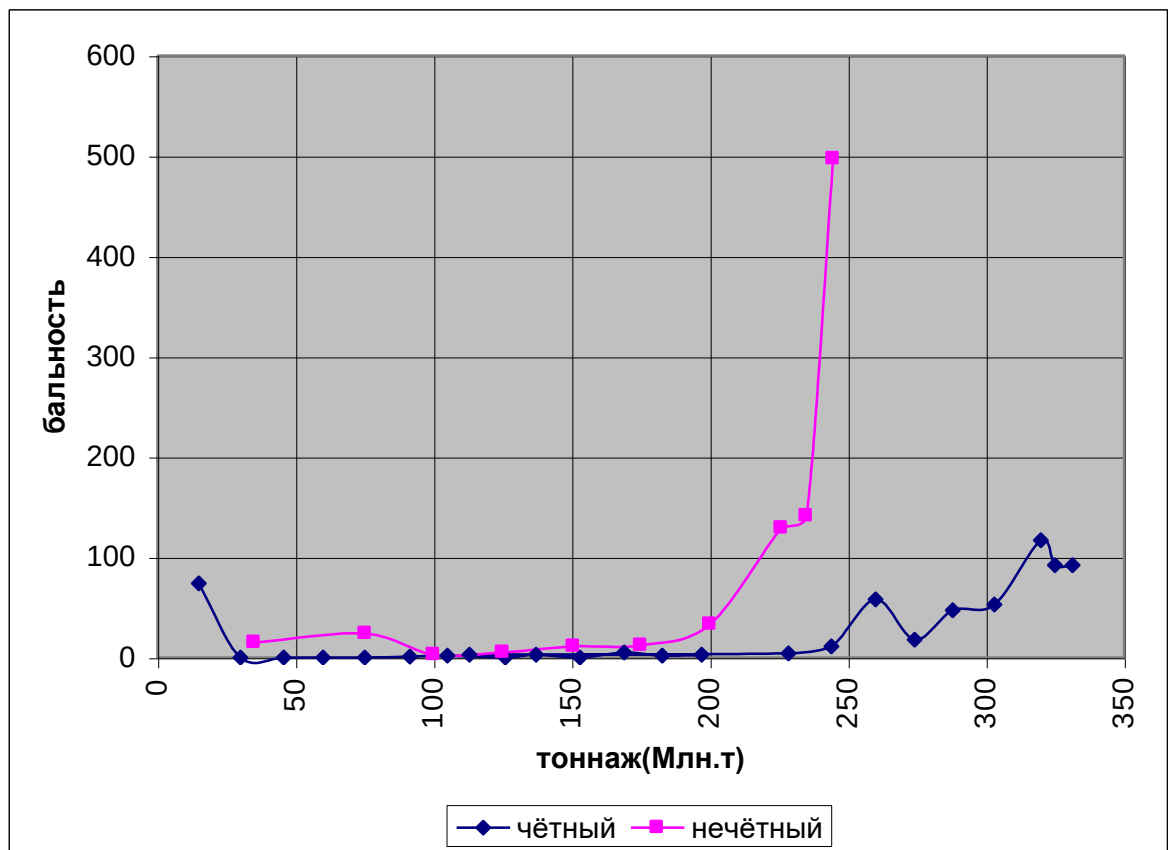


Рисунок 4.7 – Відхилення внаслідок уширення колії

На графіку не позначені відхилення внаслідок уширення колії, що відбулися на початку експлуатації і не були наслідком інших відхилень, таких як наприклад перекося , так - як найбільш ймовірно такі поширення сталися не внаслідок поганої якості колії , а через неякісні елементів верхньої будови колії. Внаслідок такого проведення робіт вартість ремонту зросла незначно , просто більш ефективно було використано встановлений час « вікна». Але як це видно з програми, бальність на цій ділянці залишалася дуже низькою протягом тривалого часу в результаті - економія матеріальних і трудових ресурсів.

На підставі спостережень, досвіду і попереднього аналізу можна припустити, що в разі дещо іншої організації колійного будівництва і ремонтів , «за ті ж гроші » можна отримати колію набагато більш високої якості , а так-же різко знизити витрати з його поточного утримання, підвищити терміни служби рухомого складу , збільшити пропускну спроможність ліній без істотного подорожчання їх вартості.

Зарубіжний досвід показує, що ретельне ставлення до дотримання сучасних технологій при ремонті колії значно знижує наступні витрати на його утримання збільшуючи міжремонтні інтервали і підвищуючи термін служби елементів верхньої будови колії.

Звичайно можна заперечити проти цього і сказати , що після реконструкції ліній Київ - Харків та Київ - Дніпропетровськ там відкрито швидкісне сполучення . Але тоді виникає питання - що на відремонтованих ділянках робить безліч колійних машин вже наступного після ремонту рік. І не могли б темпи погіршення якості колії бути нижче існуючих? Прагнення до високих швидкостей без докорінної зміни підходу до будівництва та ремонту залізниць може призвести до невиправдано високих витрат з утримання таких високошвидкісних ділянок колії.

Необхідно відзначити , що при проходженні поїздів по ВСМ , на плавність ходу і безпеку руху починають впливати довгохвильові відхилення в положенні колії. І якщо виправляти і рихтувати такі колії на «Укрзалізниці» в принципі можна за допомогою наявних машин , зрозуміло із застосуванням оптики і сучасних контрольно - вимірювальних систем підбивальних машин, то ось здійснювати контрольні вимірювальні поїздки просто нічим. Так - як жоден з застосовуються на «Укрзалізниці » колієвимірювальних вагонів , технологічно не в змозі вимірювати довгохвильові відхилення в положенні колії.

Так-же можна відзначити практично повну відсутність контролю за якістю виконання робіт . Часто можна бачити підбивальні машини з зношеними підбивальними блоками абсолютно не забезпечують якісного ущільнення щебеню , відсутніми Підбійки; щебенеочисні машини з «дірками» в ситах грохота , коли частина засмічувачів залишається в дорозі та інше. А адже від якості їх роботи залежать не тільки подальші витрати з поточного утримання, але і безпеку пасажирів.

Правильний розріз земляного полотна можна побачити лише в підручниках і довідковій літературі , в дорозі ж це велика рідкість. А адже

земляне полотно - це фундамент споруди з назвою « колія ». Такий термін як «Геометрія колії» тільки останнім часом став з'являтися у Вищих навчальних закладах, на колії ж , майстер дільниці не завжди може з упевненістю вказати - де має бути початок перехідної кривої, а де пряма.

Думаю , що є спосіб переходу колійного будівництва на якісно новий рівень , що забезпечує високий техніко - економічний рівень в досить короткі терміни.

1. Впровадження сучасних технологій при ремонтах колії.

З описаного вище прикладу ясно, як навіть порівняно незначне застосування сучасних технологій дозволяє значно підвищити якість колії і вплинути на зниження витрат по поточному утриманню.

2. Економічні зміни.

При оплаті праці персоналу (інженери , машиністи колійних машин) , необхідно враховувати як кількість , так і якість виконаних робіт. фінансова стимуляція.

У вантажних перевезеннях - при оплаті вартості перевезення клієнтом - можна було - б враховувати час знаходження вантажу в дорозі.

3. Використання підбивальних машин тільки після необхідних підготовчих робіт (зйомка, дозування щебеню і т.д.).

- 4 . Облік вироблення колійних машин виходячи з міркувань якості , а не кількості: для підбивальних машин - це кількість циклів підбиття, для щебенеочисних - кубічні метри переробленого баласту і рівна основна площа, що забезпечує колії необхідні якості.

На діаграмах представлено співвідношення різних статей витрат:



Рисунок 4.8 – Витрати при модернізації колії



Рисунок 4.9 – Витрати при укладці безстикової колії

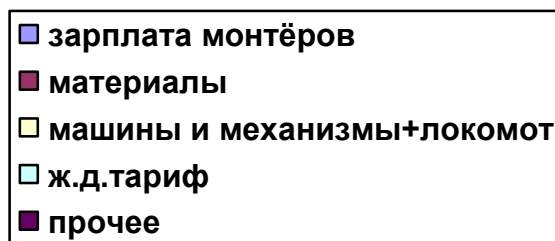
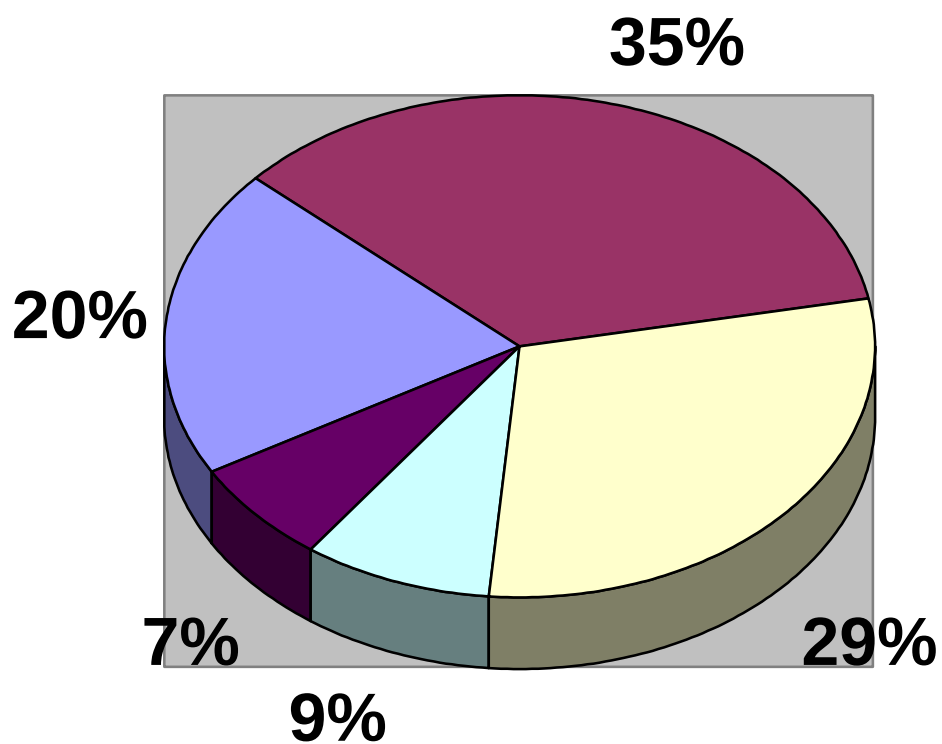


Рисунок 4.10 - Витрати при комплексно-оздоровчому ремонті

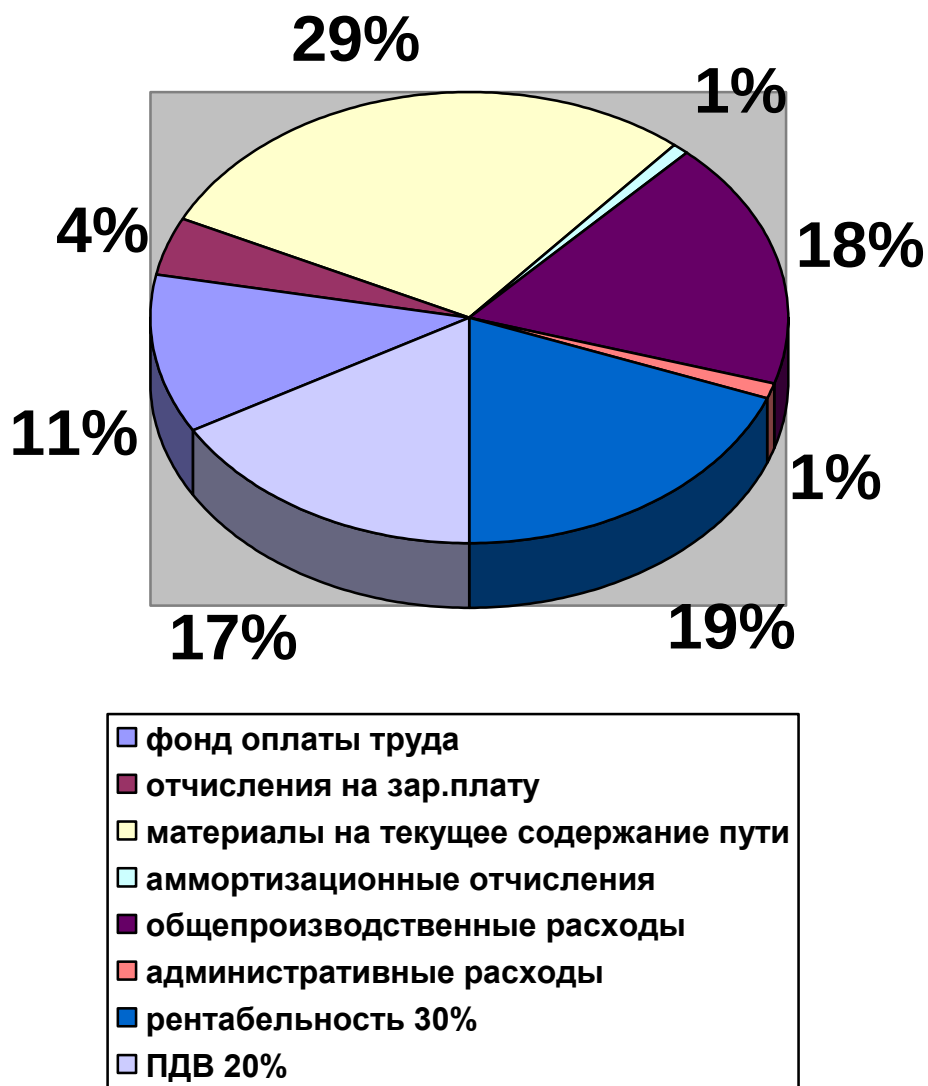


Рисунок 4.11 - Витрати при капітальному ремонті

З представлених діаграм добре видно , що дуже вагому частину витрат на модернізацію і наступне поточне утримання становить вартість матеріалів. Тому вважаю, що основоположною орієнтацією має бути збільшення терміну експлуатації матеріалів верхньої будови колії. Так-же добре помітно , що вартість експлуатації машин і механізмів має незначну складову.

Тому вкрай незрозуміла тенденція економії коштів на ремонтах колійної техніки , машин і механізмів. Ймовірно було б доцільно підвищення відрахувань на ремонт машин і механізмів, так - як у випадку використання техніки у відмінному та справному стані (і зрозуміло правильного її застосування) , в подальшому, буде досягнуто зниження витрат по поточному

утриманню в першу чергу за рахунок підвищення термінів експлуатації матеріалів.

Скорочення терміну експлуатації (наприклад за рахунок економії на роботах машин і механізмів , неефективного їх застосування та пов'язаного з цим підвищення зносу матеріалів колії і дефектів внаслідок втоми матеріалів) не доцільно, так - як зниження витрат по поточному утриманню не робить помітної економії коштів зважаючи на їх незначної ваги.

Додатково необхідно враховувати вигоду, від зниження зносу рухомого складу.

На колії хорошої якості , з вантажних вагонів менше висипається вантажів - наслідок зниження забруднення баласту і збільшення термінів експлуатації колії.

Економічне високошвидкісний рух можна забезпечити лише двома способами:

- Або якісний ремонт колії з незначним підвищенням вартості та істотним зниженням витрат по поточному утриманню і відсутності місць з обмеженням швидкості

- Або звичний підхід , коли головне - сьогоднішні темпи виконання ремонту, і постійні підвищені витрати на його утримання.

Для отримання порівняно швидкої віддачі від сучасних машин , навряд чи має сенс « винаходити велосипед» і намагатися вигадувати «нові технології використання » , замість того , щоб впровадити вже розроблені , і випробувані протягом десятиліть у країнах Західної Європи. Ймовірно , було б доцільно , за образом інших галузей , для запозичення досвіду , направляти обслуговуючий та інженерний персонал за кордон для підвищення кваліфікації. Звертає на себе увагу і організація ремонтів за кордоном , коли Залізниця заробляє гроші безпосередньо на перевезеннях , а ремонтами дороги займаються підрядні організації . Залізнична адміністрація лише стратегічно планує роботи , необхідні для отримання колії з необхідними

параметрами за швидкостями , осьовим навантаженням, пропускної здатності та контролює якість виконання робіт.

У результаті проведеного дослідження встановлено:

1. Що для підвищення якості вироблених ремонтних робіт недостатньо просто « застосовувати високопродуктивну колійну техніку» , а необхідно робити це правильно , краще по відточеним вже протягом десятиліть технологіями.

2. Використання колійних машин фірми " PLASSER & THEURER" по «західної технології» є блискучих результат як щодо якості колії, так і її довготривалого збереження в порівнянні з звичайно застосовуються на «Укрзалізниці» технологіями. Інтенсивність розладу колії виявилася набагато нижче, ніж на колії «обробленому по-старому». Цей експеримент показав, як якісне виконання ремонту з використанням можливостей закладених в дорогої колійної техніці може реально принести вигоду «Укрзалізниці» за рахунок підвищення економії коштів на ділянці відразу ж після ремонту, це:

2.1. підвищення терміну служби елементів верхньої будови колії;

2.2. протягом тривалого часу відсутність місць з обмеженням швидкості;

2.3. зниження зносу рухомого складу;

2.4. зниження витрат у зв'язку з непотрібністю постійного «латання дірок» на ділянці та ін..

3. Правильне застосування вже наявних машин виробництва фірми " PLASSER & THEURER " і впровадження нових машин і технологій може дозволити «Укрзалізниці » в найкоротші терміни отримати колію, яка відповідає найвищим стандартам якості, економічності та безпеки!

4. Аналіз витрат на проведення ремонтних робіт показує , що основні засоби витрачаються на матеріали верхньої будови колії , витрати на машини і механізми істотно нижче. Це показує повну недоцільність «псевдоекономії» на роботі машин , що надалі тягне за собою різке підвищення витрат за більш дорогим статтями .

5. Також очевидно, що витрати на запчастини та швидкозношувані деталі машин може бути розцінена не інакше, як пряма інвестиція «Укрзалізниці» в дорогу, підвищення віддачі від якого, за рахунок підвищення швидкостей, відсутності місць з обмеженням швидкості і пр., може бути розцінено як дивіденди! Не кажучи вже про скорочення витрат за змістом колії.

6. Прагнення до високих швидкостей на залізниці пред'являє до колії, підвищені вимоги щодо геометрії її положення, а також контролю і аналізу зміни геометричних параметрів колії. Відомо, що при швидкісному русі велике значення мають довгохвильові відхилення в положенні колії, які може зафіксувати не кожен « колієвимірювальний вагон».

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Для підвищення якості вироблених ремонтних робіт недостатньо просто « застосовувати високопродуктивну колійну техніку» , а необхідно робити це правильно, краще по відточеним вже протягом десятиліть технологіями.

Використання колійних машин фірми " PLASSER & THEURER" по «західної технології» є блискучих результат як щодо якості колії, так і її довготривалого збереження в порівнянні з звичайно застосовуються на «Укрзалізниці» технологіями. Інтенсивність розладу колії виявилася набагато нижче, ніж на колії «обробленому по-старому». Цей експеримент показав, як якісне виконання ремонту з використанням можливостей закладених в дорогої колійної техніці може реально принести вигоду «Укрзалізниці» за рахунок підвищення економії коштів на ділянці відразу ж після ремонту, це:

- а). підвищення терміну служби елементів верхньої будови колії;
- б). протягом тривалого часу відсутність місць з обмеженням швидкості;
- в). зниження зносу рухомого складу;
- г). зниження витрат у зв'язку з непотрібністю постійного «латання дірок» на ділянці та ін..

Правильне застосування вже наявних машин виробництва фірми " PLASSER & THEURER " і впровадження нових машин і технологій може дозволити «Укрзалізниці » в найкоротші терміни отримати колію, яка відповідає найвищим стандартам якості, економічності та безпеки!

Аналіз витрат на проведення ремонтних робіт показує , що основні засоби витрачаються на матеріали верхньої будови колії , витрати на машини і механізми істотно нижче. Це показує повну недоцільність «псевдоекономії» на роботі машин , що надалі тягне за собою різке підвищення витрат за більш дорогим статтями .

Також очевидно, що витрати на запчастини та швидкозношувані деталі машин може бути розцінена не інакше, як пряма інвестиція «Укрзалізниці» в дорогу, підвищення віддачі від якого, за рахунок підвищення швидкостей, відсутності місць з обмеженням швидкості і пр., може бути розцінено як дивіденди! Не кажучи вже про скорочення витрат за змістом колії.

Прагнення до високих швидкостей на залізниці пред'являє до колії, підвищені вимоги щодо геометрії її положення, а також контролю і аналізу зміни геометричних параметрів колії. Відомо, що при швидкісному русі велике значення мають довгохвильові відхилення в положенні колії, які може зафіксувати не кожен « колієвимірювальний вагон».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Göbel, Claus: Ausbau und Instandhaltung bestehender Eisenbahnstrecken, EI Eisenbahningenieur (50) 6/2017, S. 56ff
2. Euronorm prENV13803-1 „Railway applications – Track alignment design parameters – Track gauges 1435 mm and wider – Part 1: Plain line“
3. Richtlinie 800.0110 der DBAG: Netzinfrasturktur Technik entwerfen: Linienführung, 2018
4. Heindl, W.; Presle, G.: Zum Einsatz der Raumkurventheorie für die Beurteilung von Gleisbögen, Manuskript 2004
5. Hainitz, Helmut: Erhaltungsarme Bogengeometrie als Folge eines neuen Oberbaumodells, Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ) (138) 1/2009, S. 7-9
6. Richtlinie 800.0130 der DBAG: Netzinfrasturktur Technik entwerfen: Streckenquerschnitte auf Erdkörpern, 2018
7. Kracke, R.: Eisenbahnwesen I, Spurführung, Oberbau, Gleisverwindungen; Umdruck zur Vorlesung, Universität Hannover, Inst. für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb, Stand 2017
8. Gerlach, A.; Köhler, M.; Beckedahl, H.; Hothan, J.: Zur Eignung des Schotteroberbaues für die Neubaustrecken der Deutschen Bundesbahn, Mitteilungen aus dem Fachgebiet Konstruktiver Straßenbau im Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau der Universität Hannover, Heft 10, 2020
9. Tilting Trains (Pendolino), Perseverance brings commercial reward, Railway Journal 12/2019.
10. ЦП-0113 - «Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України».
11. ЦП-0287 - «Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України».

12 ДСТУ 9002:2020 Споруди транспорту. Класифікація, періодичність призначення та проведення планово-запобіжних ремонтів залізничної колії (затверджені 16.03.2020 наказом ДП «УкрНДНЦ» № 67).