

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Будівництво, архітектура та інфраструктура  
(назва факультету)

Транспортна інфраструктура  
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи  
магістр  
(ступінь вищої освіти)

на тему: Обґрунтування конструкції колії для реконструкції залізничної ділянки

за освітньою програмою Залізничні споруди та колійне господарство

зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт  
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: КГ2326

Керівник:

  
(підпис студента)

/ Антон МІРУС /  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

  
(підпис)

/ проф. Дмитро КУРГАН /  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

/ /  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

\_\_\_\_\_  
(назва розділу) \_\_\_\_\_  
(підпис)

/ /  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_  
(назва розділу) \_\_\_\_\_  
(підпис)

/ /  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_  
(назва розділу) \_\_\_\_\_  
(підпис)

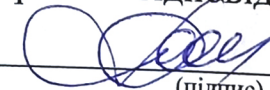
/ /  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_  
(назва розділу) \_\_\_\_\_  
(підпис)

/ /  
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

  
(підпис)

Дніпро – 2025 рік

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

**Construction, Architecture and Infrastructure**

(faculty)

**Transport Infrastructure**

(department)

**Explanatory Note**  
**to Master's Thesis**

**master**

(higher education degree)

on the topic: Justification of the track design for railway section reconstruction

according to educational curriculum Railway structures and track facilities

273 Railway transport

(Specialization and its code )

Done by the student of the group: **KG2326 / Anton MIRUS /**  
(name, surname)

Scientific Supervisor: **/ Full Professor Dmytro KURHAN /**  
(position, name, surname)

**/ /**  
(position, name, surname)

**Supervisors**

**/ /**  
(Chapter title heading) (position, name, surname)

**/ /**  
(Chapter title heading) (position, name, surname)

**/ /**  
(Chapter title heading) (position, name, surname)

**/ /**  
(Chapter title heading) (position, name, surname)

**Dnipro – 2025**

**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 і безпека на залізничному транспорті

Спеціальність: 273 Залізничний транспорт

(шифр та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

**Олексій ТЮТКІН**

(підпис)

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Дата \_\_\_\_\_

**З А В Д А Н Н Я**

на кваліфікаційну роботу

магістр

(ступінь вищої освіти)

студенту Мірусу Анону Григоровичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування конструкції колії для реконструкції залізничної ділянки

Керівник роботи: Курган Дмитро Миколайович, д-р техн. наук, професор

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

"16" 02 2024 р. № 157ст

2. Строк подання студентом роботи: 13.01.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Характеристики колії, типові технологічні процеси, відповідні нормативні документи

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина:

Огляд сучасних конструкцій залізничної колії

4.2 Основна частина:

Вибір категорії в залежності від умов експлуатації; організація робіт з реконструкції залізничної ділянки; заходи з безпеки руху та охорони праці

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

Набір демонстраційних слайдів для захисту роботи

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
1	Курган Д. М., професор		
2	Курган Д. М., професор		
3	Курган Д. М., професор		
4	Курган Д. М., професор		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Огляд сучасних конструкцій залізничної колії		
2	Розділ 2. Вибір конструкції колії в залежності від умов експлуатації		
3	Розділ 3. Організація робіт з реконструкції залізничної ділянки		
4	Розділ 4. Заходи з безпеки руху та охорони праці		
5	Формування реферату, загальних висновків та рекомендацій		
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	13.01.25	100%
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Антон МІРУС

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Дмитро КУРГАН

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

(рівень освіти)

60 с., 18 рис., 5 табл., 12 джерел.

Об'єкт розробки – процес планування та виконання ремонтів залізничної колії.

Мета даного дослідження полягає в аналізі та обґрунтуванні конструкції залізничної колії для реконструкції ділянки, з урахуванням сучасних технологій, умов експлуатації та вимог до безпеки руху.

У першому розділі роботи проведено огляд сучасних конструкцій залізничної колії, включаючи їхні технічні характеристики та сферу застосування. Другий розділ присвячено аналізу критеріїв вибору оптимальної конструкції залежно від експлуатаційних умов. Третій розділ охоплює організаційні аспекти реконструкції залізничної ділянки, враховуючи технологічні процеси та ресурсне забезпечення. Четвертий розділ зосереджений на заходах з безпеки руху та охорони праці, що є невід'ємними складовими успішної реалізації проекту.

Таким чином, результати роботи сприятимуть розробці практичних рекомендацій для підвищення ефективності реконструкції залізничної інфраструктури, забезпечуючи її довговічність, надійність та відповідність сучасним стандартам.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, КОНСТРУКЦІЯ КОЛІЇ, РЕКОНСТРУКЦІЯ КОЛІЇ, РЕМОНТ КОЛІЇ, БЕЗПЕКА РУХУ

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ	8
1.1 Європейський досвід сучасних конструкцій залізничної колії	8
1.2 Огляд сучасних конструкцій залізничної колії в Україні	11
2 ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	14
2.1 Формування варіантних даних для розрахунків колії на міцність	14
2.2 Аналіз напружень в елементах конструкції колії для обраних варіантів	18
3 ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ДІЛЯНКИ	25
3.1 Технологічний процес реконструкції колії у вікно	25
3.2 Графіки основних робіт у вікно та по днях	33
4 ЗАХОДИ З БЕЗПЕКИ РУХУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ	40
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	50
ДОДАТОК А. ВІДОМІСТЬ ВИТРАТ ПРАЦІ	52
ДОДАТОК Б. ДЕМОНСТРАЦІЙНІ СЛАЙДИ ДЛЯ ДОПОВІДІ	55

## ВСТУП

Реконструкція залізничної інфраструктури є важливим завданням для забезпечення ефективності та безпеки транспортування в умовах зростаючого навантаження на залізничні магістралі. Сучасні вимоги до експлуатації залізниць, зокрема підвищення швидкості руху, збільшення вагових нормативів та покращення рівня безпеки, вимагають раціонального підходу до вибору та обґрунтування конструкцій колії, які будуть адаптовані до конкретних умов експлуатації.

Значна частина українських залізничних колій перебуває в незадовільному технічному стані, що обмежує швидкість і безпеку руху. У зв'язку зі збільшенням експорту сільськогосподарської продукції, металу та інших товарів, існує нагальна потреба в модернізації залізниць для забезпечення високих навантажень. Україна активно працює над інтеграцією своєї залізничної мережі до європейської транспортної системи, що вимагає адаптації до європейських стандартів, зокрема за шириною колії, технічними нормами та організацією руху. Реконструкція залізничних ділянок з використанням сучасних рішень сприятиме зниженню експлуатаційних витрат та забезпечить довготривалу економічну вигоду. Впровадження інноваційних конструкцій та технологій дозволить не лише підвищити рівень безпеки руху, але й мінімізувати негативний вплив залізничної інфраструктури на навколишнє середовище. Всі ці фактори роблять виконання цієї роботи важливим для реалізації стратегічних завдань розвитку української залізничної інфраструктури та її адаптації до сучасних економічних і технічних викликів.

Наукова новизна роботи полягає у розробці комплексного підходу до вибору конструкції залізничної колії для реконструкції українських залізничних ділянок, з урахуванням специфічних умов експлуатації залізничної мережі, включаючи її інтеграцію до європейської транспортної системи; застосування сучасних матеріалів і технологій, впровадження інноваційних рішень щодо організації робіт з реконструкції, адаптації заходів з безпеки руху та охорони праці відповідно до актуальних національних і міжнародних стандартів.

# 1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

## 1.1 Європейський досвід сучасних конструкцій залізничної колії

Сьогодні в більшості європейських країн застосовується як баластна так і безбаластна конструкції колії. Застосування баластної та безбаластної колії залежить від умов експлуатації, призначення інфраструктури, економічних та екологічних факторів [1].

Баластна залізнична колія складається з баластного шару (щебінь), шпал (залізобетонні, дерев'яні або пластикові) та рейок. Використовується традиційно і залишається поширеним типом конструкції в країнах ЄС. Серед основних переваг має більшу легкість у ремонтних роботах та виправки геометрії колії, нижчу вартість будівництва в порівнянні з безбаластною колією, краще поглинання вібрацій завдяки баластному шару, ефективно розподіляє навантаження на основу. Серед основних недоліків зношування баласту – щебінь поступово руйнується і потребує регулярної заміни, часте обслуговування (поточне утримання та планові ремонти) для уникнення просідань та відновлення геометрії колії, суттєвий екологічний вплив через пил та шум.

Баластна залізнична колія має широкі сфери застосування, зокрема залізничні мережі загального користування (вантажні та пасажирські перевезення) з помірними швидкостями (до 200 км/год).

Безбаластна залізнична колія укладається на тверду основу (бетонну або асфальтобетонну плиту), що замінює баласт. Широко використовується в сучасних швидкісних і метрополітенових лініях. Серед основних переваг значно триваліший термін служби (до 50 років і більше) без потреби у частому ремонті, стабільність геометрії колії навіть при високих навантаженнях, менші витрати на поточне утримання, мінімізація пилу та шуму завдяки стабільній конструкції. Основні недоліки – це висока вартість будівництва, значно вища, ніж у баластної колії, у разі пошкодження ремонт вимагає значних витрат і часу, менше поглинання вібрацій, що може призводити до зростання шуму.

Тому сфери застосування безбаластної колії як правило обмежуються швидкісними лініями понад 250 км/год, тунелями та великими мостами,

метрополітенами, а також ділянками з обмеженим простором або складними геологічними умовами.

Основні висновки щодо порівняння баластної та безбаластної конструкції залізничної колії зібрані в табл. 1.1, візуальне порівняння показано на рис. 1.1.

Таблиця 1.1 – Ключові відмінності баластної та безбаластної конструкції залізничної колії

Параметр	Баластна колія	Безбаластна колія
Вартість будівництва	Нижча	Вища
Обслуговування	Часте	Мінімальне
Термін служби	25-30 років	50+ років
Швидкість руху	До 200 км/год	Понад 250 км/год
Застосування	Звичайні лінії	Швидкісні лінії, тунелі
Екологічність	Вищий екологічний вплив	Зменшений вплив



Рисунок 1.1 – Візуальне порівняння баластної та безбаластної колії [2]

Ґрунтуючись на результатах неведеного короткого огляду і задачах даної роботи подальші дослідження будуть базуватися виключно на баластній конструкції залізничної колії.

Огляд сучасних конструкцій залізничної колії в країнах ЄС відображає тенденцію до підвищення ефективності, безпеки та екологічності залізничної

інфраструктури. Типовою конструкцією колії можна вважати колію шириною 1435 мм, яка проектується для швидкостей 250–350 км/год, з посиленими основами, безстиковими рейками, а також спеціальними системами сигналізації. Широко використовуються інноваційні матеріали: композити та рециклінг-матеріали для шпал і баласту.

Конструкція колія передбачає наявність відповідної інфраструктури, зокрема систем управління та безпеки. Зокрема ERTMS (Європейська система управління рухом поїздів) [3]. Це уніфікована система сигналізації, яка забезпечує взаємосумісність між країнами, а також системи датчиків та моніторингу: Упровадження сенсорних технологій для контролю стану рейок, баласту та шпал в реальному часі [4].

Також велика увага надається екологічним ініціативам. Відмова від дизельних локомотивів на користь електричних для зменшення викидів. Переробка матеріалів, використання рециклінгових баластів і шпал для зниження екологічного сліду. Інтеграція зелених коридорів і шумозахисних бар'єрів, що підтримують природні екосистеми.

На конструктивні рішення європейської залізничної колії великий вплив мала інтеграція різних стандартів різних країн. Уніфікація ширини колії та систем управління в межах країн ЄС і сусідніх держав, зокрема такі питання встають і в контексті інтеграції України [5, 6].

В цілому такі сучасні конструктивні рішення залізничної колії сприяють підвищенню конкурентоспроможності залізниці як екологічно чистого виду транспорту в ЄС.



Баласт здебільшого використовується щебеновий із місцевих родовищ, однак проблема його зношення залишається актуальною.

В основному в Україні поширена баластна колія завдяки відносно низькій вартості будівництва та ремонту. Реконструкція проводиться із застосуванням ущільнених баластних шарів для підвищення стійкості колії.

Безбаластна колія почала впроваджуватися на окремих ділянках, але на сьогодні лише в тунелях та на мостах. Плити із залізобетону використовуються для забезпечення довговічності конструкції.

Здебільш застосовується безстикова колія. На основних магістралях використовується зварювання рейок для підвищення плавності руху та зниження зношення.

Впровадження нових систем рейкових скріплень (сьогодні це перехід з рейкових скріплень типу КБ на українські КПП-5 та деякі різновиди європейських пружних скріплень) дозволяє зменшити шум і вібрацію, що важливо для міських зон.

Типова конструкція залізничної колії для українських магістральних ліній наведена на рис. 1.3.

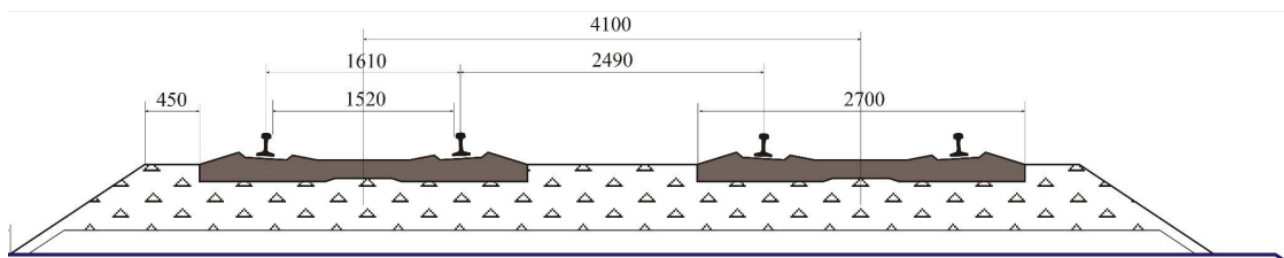


Рисунок 1.3 – Основні геометричні розміри типової конструкції верхньої будови залізничної колії [8]

Приведення конструкції залізничної ділянки до відповідності умовам експлуатації може ускладнюватись як технічними, так і економічними, соціальними та іншими факторами. Вважається, що на сьогодні існує значна зношеність колійної інфраструктури. Близько 60% залізничної колії в Україні потребує капітального ремонту (реконструкції). Брак коштів у державного оператора (Укрзалізниці) уповільнює реконструкцію та технічне

переоснащення. Виникають складнощі інтеграції української залізничної системи (1520 мм) з європейською (1435 мм) – інтероперабельність. Наявні пошкодження залізничної інфраструктури внаслідок бойових дій.

Незважаючи на об'єктивні труднощі, залізнична колія в Україні перебуває в процесі поступової реконструкції. Впровадження нових технологій, конструктивних рішень, а також інтеграція до європейської мережі сприятиме підвищенню ефективності транспорту. Разом із подоланням викликів це створить умови для економічного зростання та розвитку міжнародного співробітництва. Основними напрямками такого розвитку можна вважати інтеграцію до TEN-T – реалізація проєктів із будівництва колій європейської ширини (1435 мм), наприклад, на маршрутах Львів – Варшава або Київ – Одеса; продовження електрифікації магістралей для зменшення використання дизельного пального; впровадження систем моніторингу стану колії за допомогою датчиків і дронів (інтелектуальні технології); використання перероблених матеріалів для шпал і баласту (зелені ініціативи).

## 2 ВІБІР КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### 2.1 Формування варіантних даних для розрахунків колії на міцність

Всі розрахунки колії на міцність проводиться за допомогою он-лайн сервісу «Розрахунок колії на міцність» [9].

Щоб розрахувати колію на міцність необхідні деякі характеристики локомотивів, які наведені в табл. 2.1, характеристики елементів ВБК наведені в табл. 2.2, коефіцієнти до розрахунку на міцність наведені в табл. 2.3 [10, 11].

Таблиця 2.1 – Характеристики рухомого складу

№ п/п	Параметри	Тип рухомого складу	
		ЧС7	ВЛ10
1	Конструктивна швидкість, км/год	160	110
2	Осьова формула	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )
3	Статичне навантаження від колеса на рейку, кН: повне $P_{ст}$ не підресорене $q_k$	107,5	115
		17,5	30,6
4	Діаметр колеса, d см	125	125
5	Статичний прогин ресор, $f_{ст}$ мм	169	116,2
6	Послідовні відстані між осями, см	320-470-320-	300-400-300-
		521-320-470- 320	466,5-300-400- 300
7	Жорсткість ресорного підвішування, віднесена до колеса $J_p$ , Н/мм	1250	1010

Розрахунки колії на міцність дозволяють визначити:

- напруження в рейках (контактні, у зоні болтових створів, загальні напруження вигину і кручення);
- напруження в баласті під шпалою в підрейковому перетині;

- напруження в прокладках і бетони;
- напруження на основній площадці земляного полотна;
- пружні деформації рейкових ниток у вертикальних і горизонтальних поперечних площинах;
- ввести обмеження швидкості руху поїздів чи обмежити вертикальне навантаження колеса на рейку й обґрунтовано намітити заходи щодо посилення колії.

Таблиця 2.2 – Характеристики елементів ВБК

Показники та назва елемента	Значення величини
Площа поперечного перерізу F, см <sup>2</sup> : - Р65	76,08
Момент інерції I щодо горизонтальної осі, см <sup>4</sup> : - Р65	2998
Момент опору W <sub>п</sub> у вертикальній площині по підшві, см <sup>3</sup> : - Р65	404
Ефективна опорна площа напівшпали $\Omega_a$ , см <sup>2</sup>	2975
Ширина нижньої постелі шпали, см	25
Відстань між осями суміжних шпал l, см	55
Опорна площа підкладки $\omega$ , см <sup>2</sup> : - КБ	490

Таблиця 2.3 – Коефіцієнти до розрахунку на міцність

Коефіцієнт	Значення
$\beta$ – залежить від типу рейок: - Р65	0,87
$\gamma$ – від роду баласту	1,0
$\varepsilon$ – відображує вплив роду шпал	0,322
$\alpha_1$ – співвідношення приведених до точки контакту необресорених частин маси екіпажа і колії	0,931
$\alpha_0$ – від виду шпал	0,403
$\gamma_1$ – враховує нерівномірне прикладення просторового навантаження уздовж шпали	0,7

Модуль пружності для наступних видів скріплень:

КБ (  $U = 50$  МПа – пряма, літо;  $U = 55$  МПа – крива, літо;  $U = 100$  МПа – пряма, зима;  $U = 110$  МПа – крива, зима).

В розрахунках розглядалися наступні варіанти:

1 варіант. Ланкова колія з нових рейок Р65 I групи, 1 класу; залізобетонні шпали і скріплення КБ нові. Епюра шпал в прямих і кривій радіусом 600м. 1840 шт/км. Баласт щебеневий з товщиною шару 30 см під шпалою. Локомотив ВЛ10.

2 варіант. Безстикова колія з нових рейок Р65 I групи, 1 класу; залізобетонні шпали і скріплення КБ нові. Епюра шпал в прямих і кривій радіусом 600м. 1840 шт/км. Баласт щебеневий з товщиною шару 30 см під шпалою. Локомотив ВЛ10.

3 варіант. Безстикова колія з нових рейок UIC60; залізобетонні шпали і скріплення КБ нові. Епюра шпал в прямій і кривій радіусом 600м. 1840 шт/км. Баласт щебеневий з товщиною шару 30 см під шпалою. Локомотив ВЛ10.

4 варіант. Безстикова колія з нових рейок Р65 I групи, 1 класу; залізобетонні шпали і скріплення КПП-5 нові. Епюра шпал в прямих і кривій радіусом 600м.

1840 шт/км. Баласт щебеновий з товщиною шару 40 см під шпалою. Локомотив ВЛ10.

5 варіант. Ланкова колія з нових рейок Р65 I групи, 1 класу; залізобетонні шпали і скріплення КБ нові. Епюра шпал в прямих і кривій радіусом 600м. 1840 шт/км. Баласт щебеновий з товщиною шару 40 см під шпалою. Локомотив ЧС-7.

6 варіант. Безстикова колія з нових рейок Р65 I групи, 1 класу; залізобетонні шпали і скріплення КБ нові. Епюра шпал в прямих і кривій радіусом 600м. 1840 шт/км. Баласт щебеновий з товщиною шару 40 см під шпалою. Локомотив ЧС-7.

7 варіант. Безстикова колія з нових рейок UIC60; залізобетонні шпали і скріплення КБ нові. Епюра шпал в прямій і кривій радіусом 600м. 1840 шт/км. Баласт щебеновий з товщиною шару 40 см під шпалою. Локомотив ЧС-7.

8 варіант. Безстикова колія з нових рейок Р65 I групи, 1 класу; залізобетонні шпали і скріплення КПП-5 нові. Епюра шпал в прямих і кривій радіусом 600м. 1840 шт/км. Баласт щебеновий з товщиною шару 40 см під шпалою. Локомотив ЧС-7.

Міцність колії оцінюється порівнянням розрахункових максимальних напружень в елементах колії з допустимими напруженнями. За допустимі напруження як експлуатаційні критерії міцності колії приймаються:

1)  $[\sigma]_k$  – допустимі напруження розтягу в крайці підшви рейки за рахунок її згину і кручення під дією вертикальних і горизонтальних сил від рухомого складу за умовою не перевищення кількості відмов рейок, що допускається за період нормативного наробітку, допускається 240 МПа (350 МПа для звичайних та 400 МПа для термозміцнених рейок при подальшому врахуванню температурних напружень).

2)  $[\sigma]_{ш}$  – рекомендовані напруження на зм'яття в шпалах під підкладками усередині по площі підкладки, за умовою не перевищення допустимого зносу шпал (прокладок) за період нормативного виробітку; допускається 4 МПа.

3)  $[\sigma]_6$  – рекомендовані напруження стиску в баласті під шпалою в підрейковій зоні з умови не перевищення допустимої інтенсивності накопичення залишкових деформацій у баласті; допускається 0,5 МПа.

4)  $[\sigma]_3$  – допустимі напруження стиску на основній площадці земляного полотна в підрейковій зоні з умови не перевищення допустимої інтенсивності накопичення залишкових деформацій на основній площадці; допускається 80 кПа.

Чисельні значення допустимих напружень використані з [10].

## **2.2 Аналіз напружень в елементах конструкції колії для обраних варіантів**

За результатами розрахунків побудовані графіки залежності напруження від швидкості руху поїздів, що показані на рисунках 2.1-2.10. З них видно, що напруження, які виникають в елементах колії, не перевищують допустимих, не потрібно обмежувати швидкість. На рис. 2.1-2.5 розглядається вантажний рух на ділянці, в умовних позначках 1-4 варіанти відносяться до локомотива ВЛ10; а на рис. 2.6-2.10 досліджується пасажирський рух на ділянці, в умовних позначках 5-8 варіанти відносяться до локомотива ЧС-7.

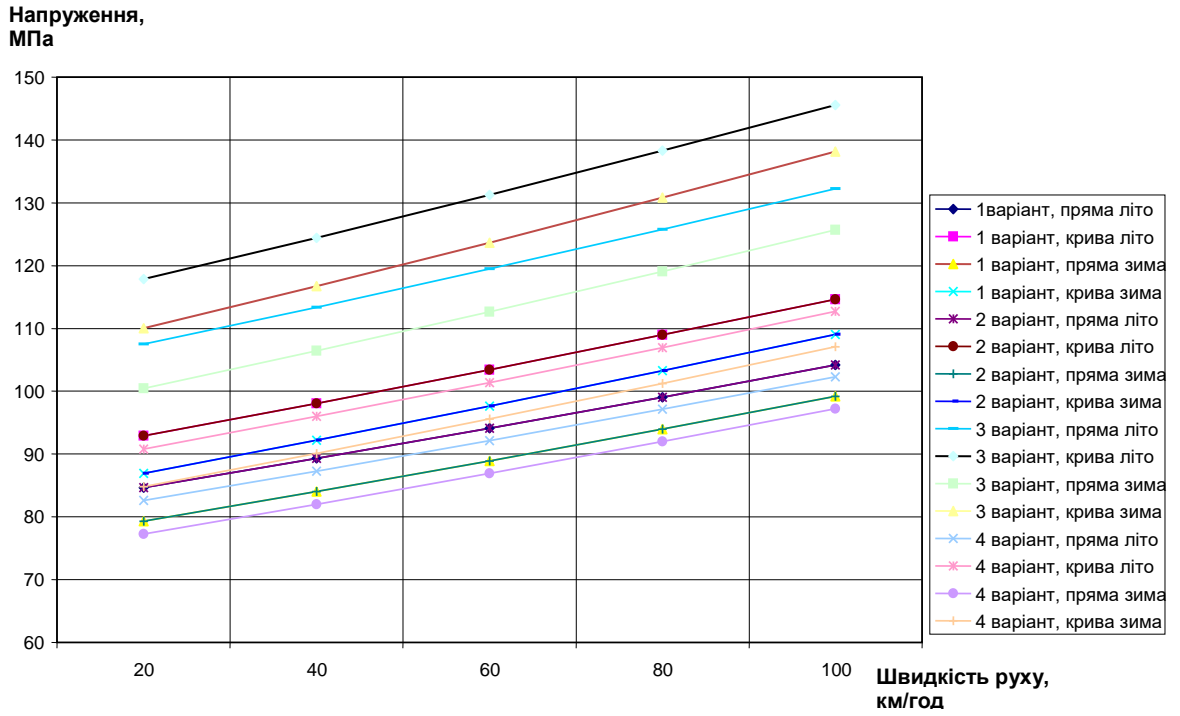


Рисунок 2.1 – Графік напружень в підшві рейки при вантажному русі

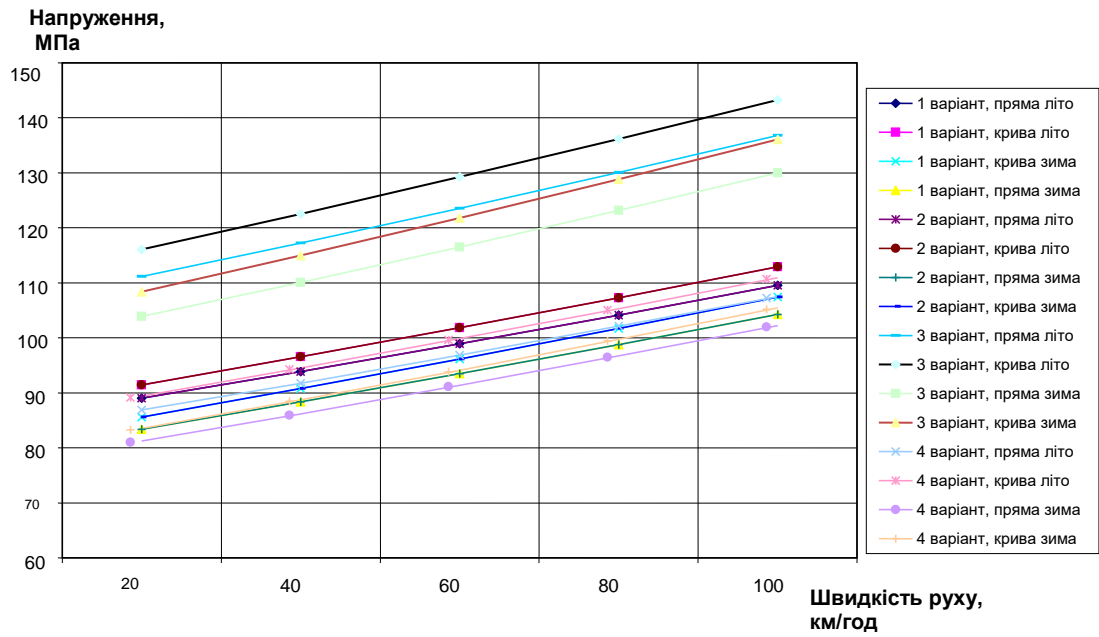


Рисунок 2.2 – Графік напружень в головці рейки при вантажному русі

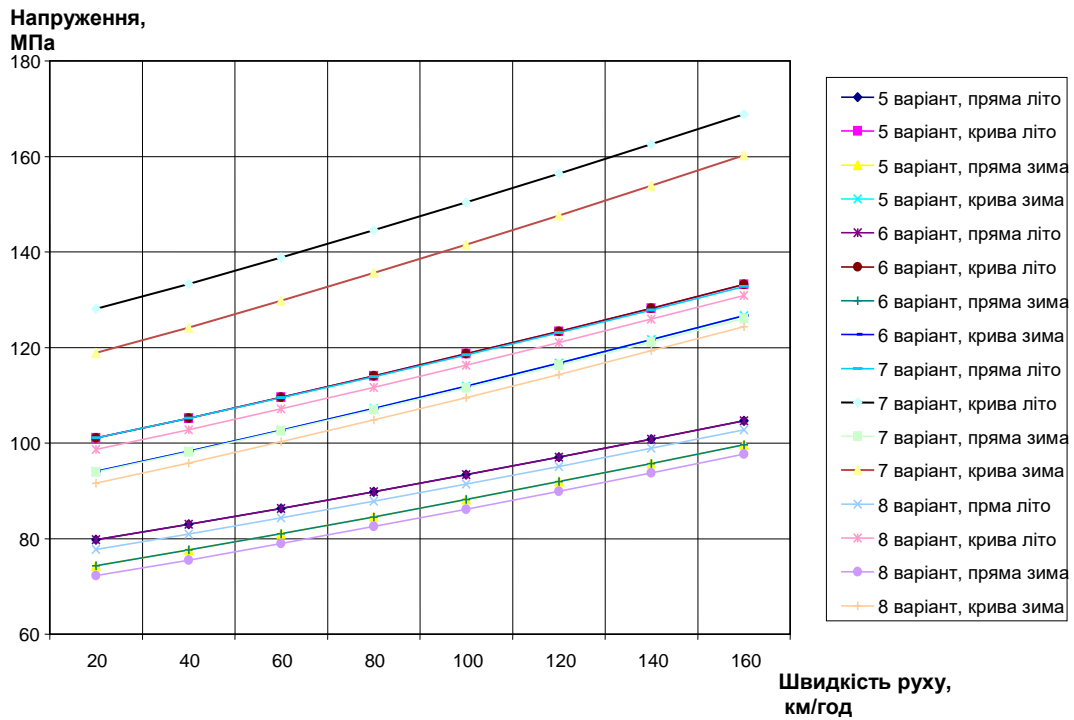


Рисунок 2.3 – Графік напружень в підшві рейки при пасажирському русі

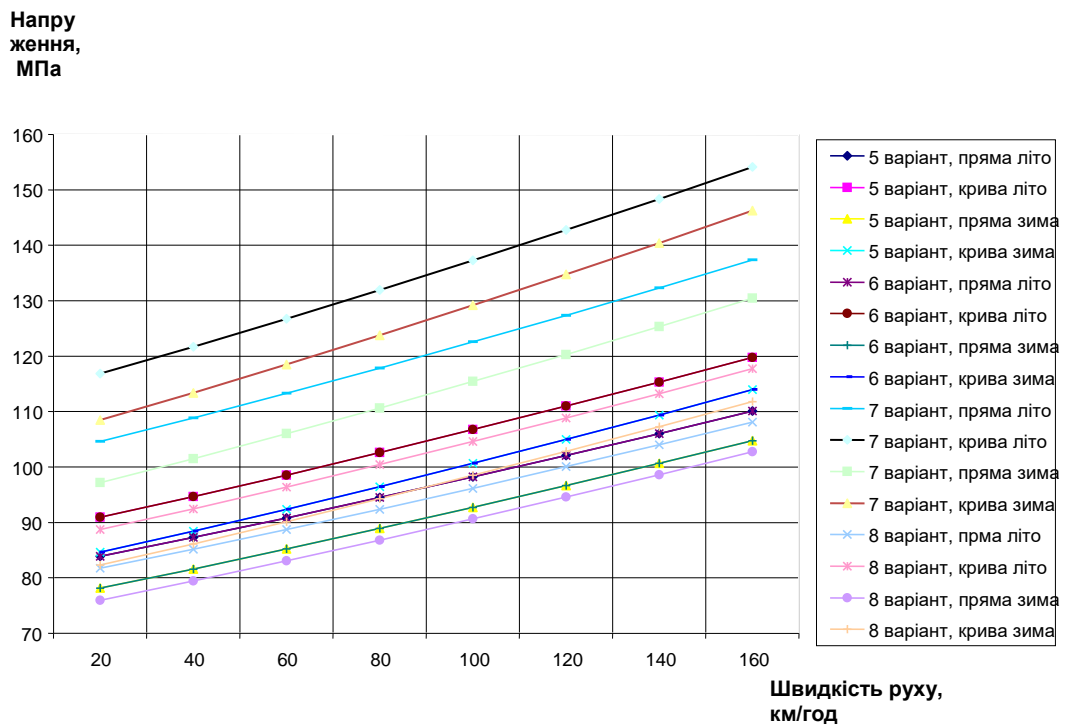


Рисунок 2.4 – Графік напружень в головці рейки при пасажирському русі

Таким чином мінімальний запас міцності в кромці підшви рейок типу Р65 на залізобетонних шпалах літом в кривій для локомотива ЧС7 складає 44% при

скріпленні КБ( 5 варіант, 6 варіант ), при скріпленні КПП-5 складає 45% ( 8 варіант ), а при рейках типу UIC60 складає 30% ( 7 варіант ); а в кривій літом ля локомотива ВЛ10 для рейок типу Р65 складає 52% при скріпленні КБ ( 1 варіант, 2 варіант), при скріпленні КПП-5 складає 53% ( 4 варіант), а при рейках типу UIC60 складає 39% ( 3 варіант ).

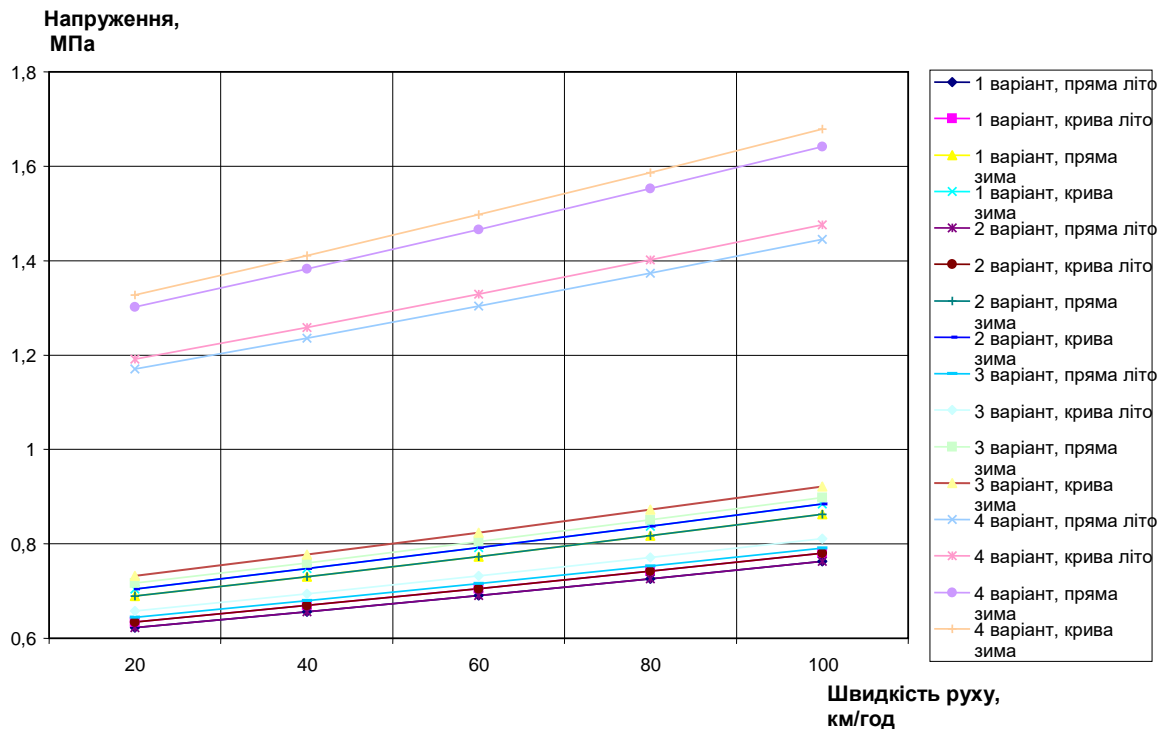


Рисунок 2.5 – Графік напружень в шпалі при вантажному русі

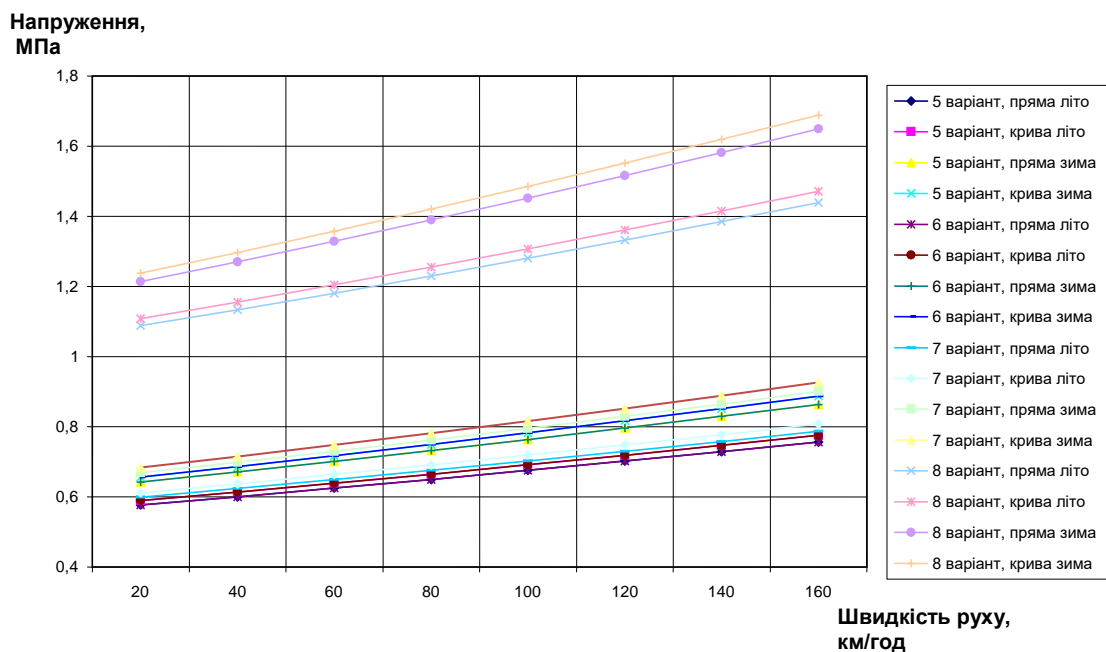


Рисунок 2.6 – Графік напружень в шпалі при пасажирському русі

В шпалах: в кривій зимою для локомотива ЧС7 для рейок типу Р65 складає 78% (5 варіант, 6 варіант) при скріпленні КБ, при скріпленні КПП-5 складає 57% (8 варіант), а при рейках типу UIC60 складає 77% (7 варіант); а в кривій зимою для локомотива ВЛ10 для рейок типу Р65 складає 78% (1 варіант, 2 варіант) при скріпленні КБ, при скріпленні КПП-5 складає 58% (4 варіант), а при рейках типу UIC60 складає 78% (3 варіант).

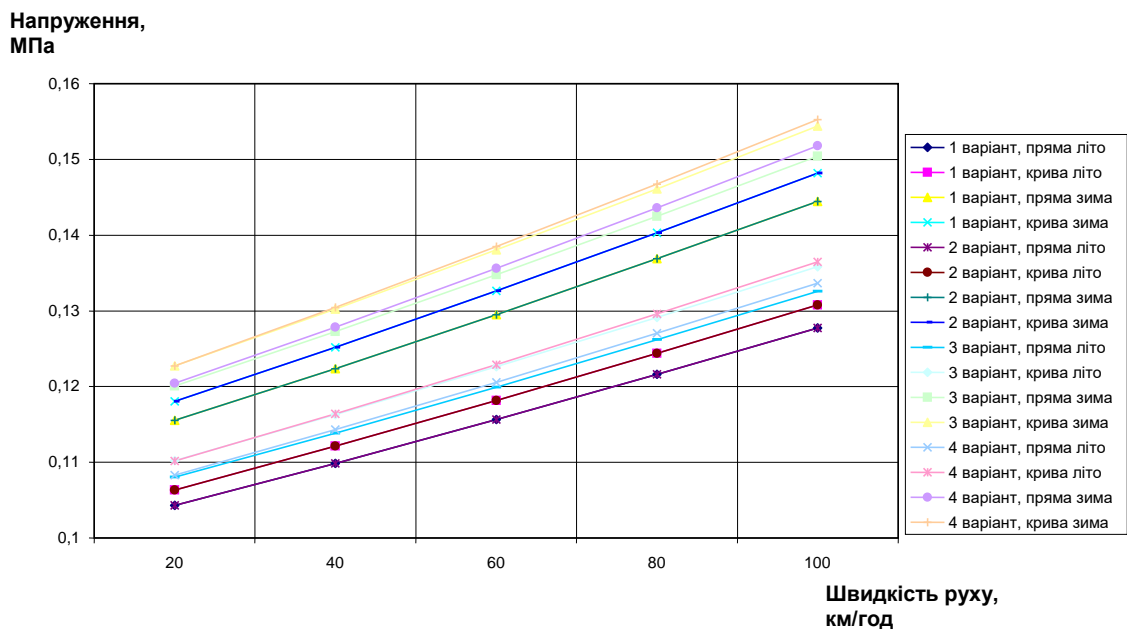


Рисунок 2.7 – Графік напружень в баласті при вантажному русі

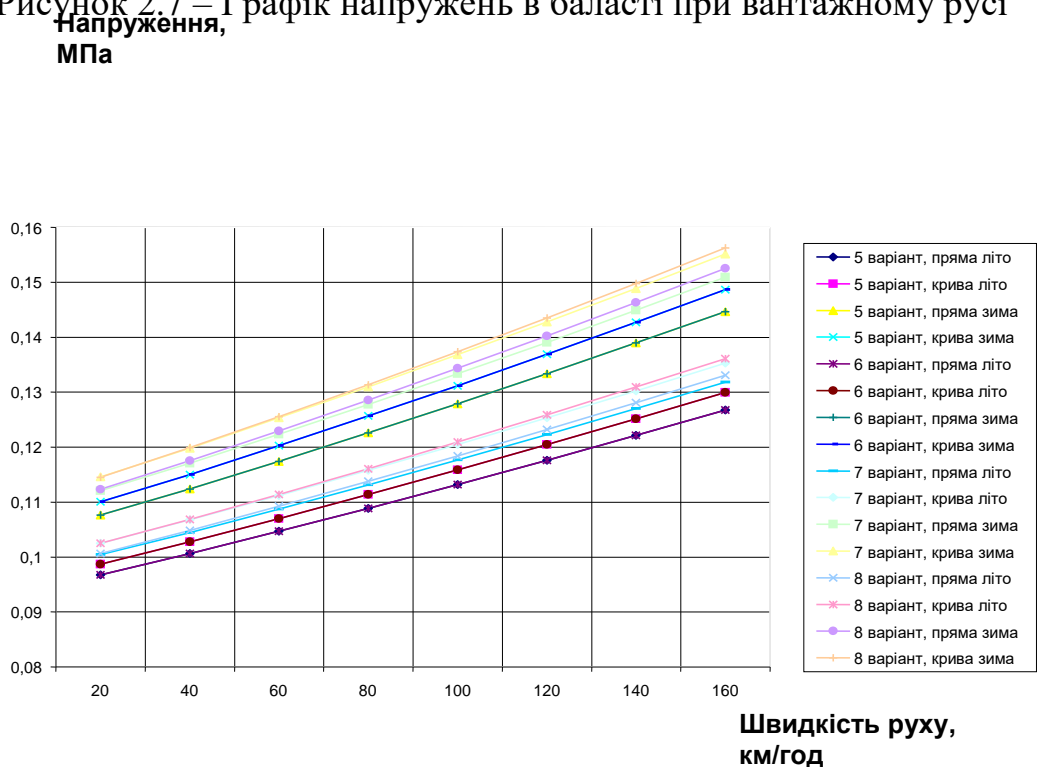


Рисунок 2.8 – Графік напружень в баласті при пасажирському русі

В баласті: в кривій зимою для локомотива ЧС7 для рейок типу Р65 складає 70% (5 варіант, 6 варіант) при скріпленні КБ, при скріпленні КПП-5 складає 68% (8 варіант), а при рейках типу УІС60 складає 68% (7 варіант); а в кривій зимою для локомотива ВЛ10 для рейок типу Р65 складає 70% (1 варіант, 2 варіант) при скріпленні КБ, при скріпленні КПП-5 складає 68% (4 варіант), а при рейках типу УІС60 складає 70% (3 варіант).

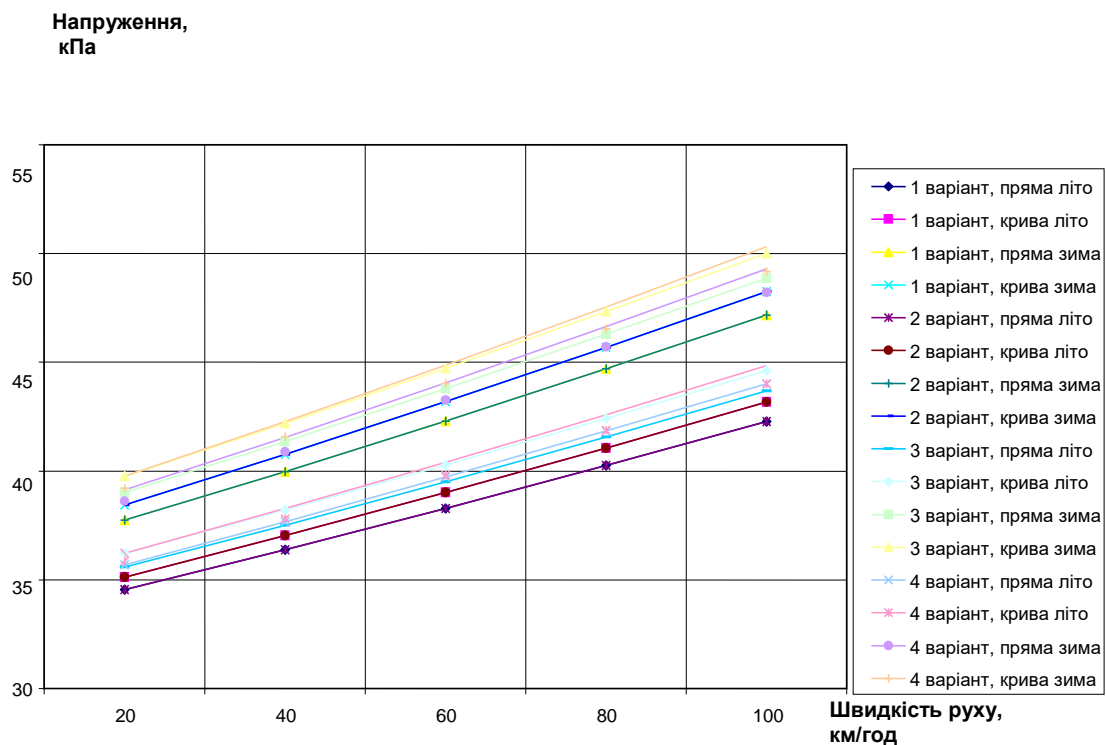


Рисунок 2.9 – Графік напружень на основній площадці земляного полотна при вантажному русі

На основній площадці земляного полотна: в кривій зимою для локомотива ЧС7 для рейок типу Р65 складає 40% (5 варіант, 6 варіант) при скріпленні КБ, при скріпленні КПП-5 складає 37% (8 варіант), а при рейках типу УІС60 складає 37% (7 варіант); а в кривій зимою для локомотива ВЛ10 для рейок типу Р65 складає 40% (1 варіант, 2 варіант) при скріпленні КБ, при скріпленні КПП-5 складає 37% (4 варіант), а при рейках типу УІС60 складає 38% (3 варіант).

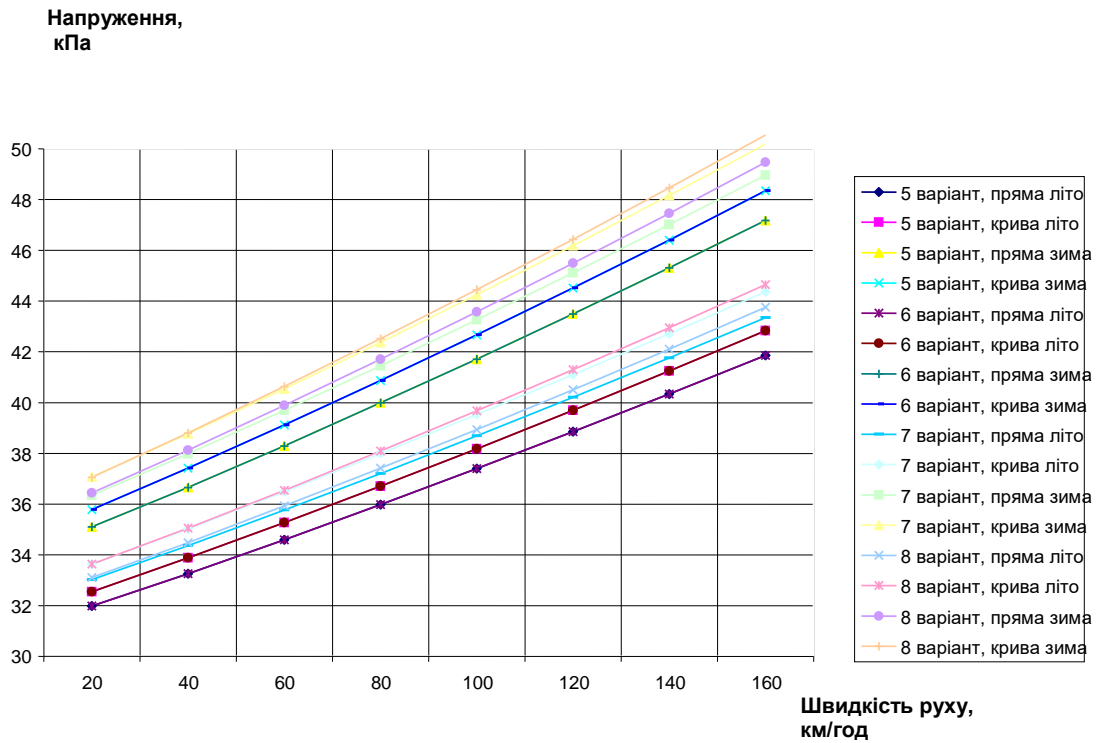


Рисунок 2.10 Графік напружень на основній площадці земляного полотна при пасажирському русі

Після визначення критеріїв міцності і порівняння їх з допустимими напруженнями отримали висновок, що всі розглянуті варіанти колії по напруженням не перевищують допустимих значень, по швидкості руху поїздів обмеження не виникає.

По умові міцності найбільші напруження в рейках виникають під дією локомотива ЧС7 в рейках типу UIC60 зі скріпленням КБ, та рейках типу Р65 зі скріпленням КПП-5 на залізобетонних шпалах, тому для подальшого розрахунку приймаємо такий варіант конструкції колії: рейки типу Р65 (або UIC60), залізобетонні шпали, щебневий баласт 40 см с піщаною подушкою 20 см, скріплення КПП-5 нові.

## **3 ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ДІЛЯНКИ**

### **3.1 Технологічний процес реконструкції колії у вікно**

Призначається реконструкція колії для періодичності повної заміни рейко-шпальної решітки на нову на коліях швидкісної та 1-3 категорії з одночасним очищенням та поповненням щебеневого баласту. Як правило ці роботи виконують колійні машинні станції, з використанням високопродуктивних машин та механізмів. Реконструкція призначається при умові пропуску нормативного тоннажу або досягнення нормативного терміну роботи у роках з моменту укладання рейко-шпальної решітки з урахуванням додаткових критеріїв, які визначають фактичний стан колії.

Для виконання робіт по реконструкції колії необхідно розробити робочий технологічний процес виконання колійних робіт, що являється детальним планом найбільш ефективної їх організації. Розробка такого процесу дозволяє виконати роботи у визначені нормами терміни з належною якістю та мінімальними затратами. Робочий технологічний процес розробляється на основі типових технологічних процесів з урахуванням усіх особливостей даної місцевості.

Розробка технологічних процесів проводиться з урахуванням наступних рекомендацій:

1. Технологічні процеси повинні передбачати найбільш ефективне використання існуючих технічних засобів, використання нових наукових розробок, для забезпечення підвищення темпу та якості виконання робіт;

2. Чисельність робочого контингенту КМС встановлюється з урахуванням максимально-можливої механізації робіт та найбільш ефективного використання машин та механізмів;

3. Основні роботи виконуються із застосуванням машин у “вікно”;

4. Трудові затрати на виконання робіт визначаються згідно технічних норм, з урахуванням витрат праці машиністів, що обслуговують колійні машини;

5. Технологічні процеси розробляються таким чином, щоб після виконання комплексу основних робіт у “вікно” стан колії дозволяв забезпечити безпечний рух поїздів з установленими швидкостями.

Виходячи з рекомендацій отриманих щодо конструкції колії в попередньому розділі розглянемо наступний випадок реконструкції.

Верхня будова колії до ремонту:

- рейки типу Р65, зварені в пліті довжиною 800 м;
- шпали залізобетонні - 1840 шт/км;
- скріплення – КБ;
- баласт щебеневий, засмічений на 35% та більше;
- ізолюючі стики клеєболтові;
- кювети, лотки і нагірні канави засмічені.

Верхня будова колії після ремонту:

- конструкція колії – тип рейок залишається без змін; скріплення-КПП-5; епюра шпал - 1840 шт/км;
- товщина шару чистого щебеневого баласту під шпалою складає не менше 40 см.

В процесі ремонту колії надається одне основне “вікно”, для виконання опоряджувальних робіт, використовується вікно на суміжній ділянці.

Довжина фронту робіт прийнята 1000 м, як величина яка може бути використана в якості уніфікованої для подальших досліджень.

Збирання нової, розбирання старої рейко - шпальної решітки виконується на виробничій базі відповідно до типових технологічних процесів. Витрати праці на ці роботи даним технологічним процесом не враховуються.

Обсяги основних робіт, що підлягають виконанню на 1,0 км колії:

- Збирання зайвого баласту з плеча й укусу баластної призми, що не потрапляє до зони обробки машиною RM-80 – 1000 м;
- Заміна рейко-шпальної решітки – 1000 м;
- Очищення щебеневого баласту від сміття - 1000м;
- Укладання нового щебеневого баласту – 600 м.куб.

Для забезпечення нормальної роботи машин при підготовці ділянки за габарит робочих органів видаляються перешкоди, що можуть викликати припинення роботи або пошкодження техніки, влаштовуються місця для в'їзду й з'їзду з колії розпушувача, автогрейдера тощо.

Рейко-шпальна решітка знімається, а потім укладається ланками довжиною 25м з застосуванням колієукладальних кранів УК –25/9-18.

До розбирання старої рейко-шпальної решітки, її піднімають за допомогою віброплит, машиною ЕЛБ-3, а спресований баласт з розрихляється.

Рубки на відводі готуються за попереднім розрахунком.

Перед укладанням нових ланок розпушувачем і автогрейдером баластна призма приводиться в стан, підготовлений для укладання ланок.

Перед проведенням робіт із очищення баласту роблять перевірку товщину баластового шару під рейковою ниткою з боку міжколійя в прямих або під внутрішньою ниткою - в кривих ділянках колії. Глибину очищення засміченого щебеневого баласту машиною RM-80 треба регулювати, беручи до уваги товщину баластового шару, аби не зруйнувати подушку, але не менше 40см. Сміття відвантажується у спеціальний состав, обладнаний транспортерами, або у піввагони чи платформи на сусідній колії.

Виправка колії з суцільним підбиванням шпал виконуються машиною ВПО-3000.

Рихтування колії виконується машиною Р-2000.

Щебневий баласт для виправлення й опорядження колії доставляється на місце робіт у хопер-дозаторах.

Колійні знаки встановлюються в заключній стадії опоряджувальних робіт.

Вибір ланцюжка машин приймається в залежності від типу верхньої будови колії до та після ремонту, а також від прийнятої технології робіт. Машину для очищення баластного шару вибираємо в залежності від міри його забруднення. При забруднені баласту 35% для першого варіанту очищення баласту виконуємо машиною RM-80. Розбирання та укладання колії здійснюється кранами УК-25/9-18. Підйомку колії на баласт з його одночасним виправленням

виконуємо машиною ВПО-3000. Після проходження ВПО оголяються кінці та торці шпал, їх засипаємо за допомогою малої ХДВ.

Ланцюжок машин:

ЭЛБ-3 – МК - УК 25/9-18 – трактор-планувальник – УК 25/9-18 – МК - RM-80 - ХДВ вел. – ВПО-3000 - ХДВм – Р-2000-ДГКу - DGS.

Де МК-монтери колії.

Послідовність виконання робіт:

1. ЕЛБ-3 – для виривання рейко-шпальної решітки на залізобетонних шпалах(використовують при забрудненості баластового шару більше 35%), має потужні електромагніти які можуть при підняти решітку будь якого типу. Робоча швидкість 5–10 км/год, розрахункова підйомна сила електромагніта 440 кН, максимальна висота підйому решітки 350 мм, максимальна висота підйому 250 мм;
2. Зняття рейко-шпальної решітки виконуємо за допомогою колієрозбирального крану УК25/9-18;
3. Для планування баластової призми використаємо трактор-планувальник;
4. Укладаємо колію за допомогою колієукладача – УК 25/9-18, який використовується при залізобетонних шпалах;
5. Виконуємо очищення баласту машиною типу RM-80;
6. Вивантаження баласту виконуємо за допомогою хопер-дозаторної вертушки (ХДВ), яка служить для перевозки баласту і вивантаження його рівним шаром заданої товщини. Хопер-дозатор представляє собою відкритий чотирьох осьовий вагон, лобові частини якого нахилені під кутом 45°. Нижня частина вагона утворює два бункера, які закриваються чотирма кришками;
7. Піднімання колії на баласт і суцільне виправлення колії в профілі – виконує машина ВПО-3000 – машина неперервної дії, вона потребує локомотив. Основним органом являється підйомно-рихтуючий пристрій з електромагнітами та віброплитами. Може піднімати, перекошувати і

рухати колію. Використовують для виправки колії в профілі і одночасного впорядкування баластної призми на 50%;

8. Засипання кінців і торців шпал робить мала хопер-дозаторна вертушка ХДВм;
9. Рихтування колії робимо машиною типу – Р-2000;
10. ДГКу – робить постановку рейкових з'єднувачів;
11. DGS – динамічний стабілізатор колії, призначений для ущільнення баласту. Використовується для стабілізації колії. Стабілізацію виконує за допомогою передачі вібронавантажень. Один прохід замінює пропуск 350-4000 тис.тон.

До початку розрахунку тривалості “вікна” розроблена схема розташування машин та бригад для роботи у “вікно” з необхідними інтервалами безпеки. При цьому відстань між машинами повинна бути не меншою 25 метрів, такою ж повинна бути і відстань між машиною та бригадою, якщо бригада працює слідом за машиною. Якщо бригада працює перед машиною, то відстань між ними повинна бути не меншою 50 метрів. Також обов'язково потрібно зважати на те, що довжина господарських поїздів, які мають у своєму складі несамохідні колійні машини, повинна включати, окрім довжини машини, довжину локомотива та турного вагону. У випадку самохідних колійних машин довжина господарського поїзда буде дорівнювати довжині самої машини.

Довжина колієрозбирального поїзда знаходиться з виразу:

$$L_{кр} = l_{лок} + l_{кр} + n_{нп} \cdot l_{нп} + n_{мп} \cdot l_{мп} + l_{пл} + l_{тур}, \quad (3.1)$$

де  $l_{кр}$ - довжина колієукладального крану;

$l_{нп}$ ,  $l_{мп}$ ,  $l_{пл}$  - довжини платформ немоторної, моторної та лебідочної;

$n$  - кількість моторних платформ.

Кількість моторних платформ визначається з умови забезпечення перетягування пакетів ланок уздовж составів колієрозбирального поїзда. Моторну платформу встановлюють через десять немоторних, окрім того

приймається ще одна моторна платформа для перевезення пакетів ланок від хвостової частини поїзда до основної. Наприкінці состава розміщується лебідочна платформа, яка дозволяє розмістити між нею та моторною платформою до 16 немоторних. Кількість немоторних платформ визначається з виразу:

$$n_{нм} = \frac{l_{\phi}}{l_{лн} \cdot n_{яр}} \cdot K_{пл}, \quad (3.2)$$

де  $n_{яр}$ - кількість ланок у пакеті;

$K_{пл}$ - кількість платформ під один пакет,  $K_{пл}=2$ .

Приймаємо 16 немоторних платформ

Кількість немоторних платформ колієукладального поїзда буде така ж, однак при розрахунку довжини поїзда слід врахувати, що замість лебідочної платформи він має одну звичайну платформу прикриття, до якої може примикати не більше десяти немоторних платформ.

Кількість моторних платформ приймаємо 2.

Кількість хопер-дозаторних вагонів визначається за формулою:

$$n_{хдв} = \frac{W_{щ} - 2 \cdot \Delta W_{щ}}{W_{хд}} \cdot L_{\phi}, \quad (3.3)$$

де  $W_{щ}$ - об'єм баласту, що вивантажується з хопер-дозаторів за нормою на 1 км, приймаємо 400 м<sup>3</sup>;

$W_{хдв}$ - обсяг баласту в одному хопер-дозаторі,  $W_{хдв}=36$  м<sup>3</sup>;

$\Delta W_{щ}$ - обсяг щебеню, що резервується на малу вертушку, 200 м<sup>3</sup>.

Довжину хопер-дозаторної вертушки визначається за формулою:

$$L_{верт} = l_{хдв} \cdot n_{хдв} + l_{тур} + l_{лок}, \quad (3.4)$$

Довжина поїзда ВПО визначається за формулою:

$$L_{ВПО} = l_{ВПО} + l_{тур} + l_{лок}, \quad (3.5)$$

Визначаємо довжини поїздів:

$$L_{\text{лок}}=12\text{м}; L_{\text{кр}}=44\text{м}; L_{\text{тур}}=25\text{м}; L_{\text{RM-80}}=31,8\text{м}; L_{\text{DGS}}=31,4\text{м}.$$

За формулою (3.1) визначаємо довжину колісрозбирального поїзда:

$$L_{\text{пр}}^1 = 12 + 44 + 16 \cdot 15 + 2 \cdot 16 + 15 + 25 = 368\text{м}$$

Визначаємо кількість хопер-дозаторних вагонів:

$$n_{\text{хд}}^1 = \frac{400 \cdot 1}{36} = 11\text{шт.}$$

За формулою (3.4) визначаємо довжину хопер-дозаторної вертушки:

$$L_{\text{верт}}^1 = 10 \cdot 11 + 20 + 12 = 142\text{м}$$

Кількість вагонів малої хопер-дозаторної вертушки буде:

$$n_{\text{хд}}^1 = \frac{200 \cdot 1}{36} = 5\text{шт.}$$

Довжина малої хопер-дозаторної вертушки:

$$L_{\text{хдв}}^1 = 5 \cdot 10 + 20 + 12 = 82\text{м}$$

За формулою (3.5) визначаємо довжину робочого поїзду з машиною ВПО-3000:

$$L_{\text{ВПО}} = 28 + 25 + 12 = 65\text{м}$$

Довжина поїзда RM-80 дорівнює:

$$L_{\text{RM-80}} = l_{\text{лок}} + l_{\text{RM-80}} + l_{\text{тур}} \quad (3.6)$$

$$L_{\text{RM-80}} = 12 + 31,8 + 25 = 68,8\text{м}$$

Довжина поїзда ЕЛБ-3 дорівнює:

$$L_{\text{ЕЛБ-3}} = l_{\text{лок}} + l_{\text{ЕЛБ-3}} + l_{\text{тур}} \quad (3.7)$$

$$L_{\text{ЕЛБ-3}} = 12 + 51 + 25 = 88\text{м}$$

Довжина рихтувальної машини Р-2000 дорівнює:

$$L_{\text{Р-2000}} = 26\text{м}$$

Довжина виправно-підбивально-рихтувальної машини ВПР-1200 дорівнює:

$$L_{\text{ВПР-1200}} = 26\text{м}$$

Довжина ДГКу дорівнює:

$$L_{ДГКу} = 15м$$

Довжина динамічного стабілізатора колії DGS дорівнює:

$$L_{DGS} = 31,4м$$

Підрахунок витрат праці на всі роботи, які виконуються на перегоні при модернізації колії (за винятком робіт з заміни плітей безстикової колії інвентарними рейками та укладання плітей безстикової колії замість інвентарних рейок, на які складаються окремі технологічні процеси) оформлюється у вигляді відомості. В відомості приводиться кількість робітників, що зайняті на виконанні кожної операції, а також тривалість роботи машин і монтерів колії.

Заповнення відомості витрат праці роблять таким чином. У стовпець 1 заносять найменування всіх робіт за прийнятою технологічною послідовністю, підрозділяючи їх на підготовчі, основні, опоряджувальні та інші, до яких відносяться роботи, що ураховують тільки витрати праці. До таких робіт відносяться: витрати праці на лікування земляного полотна, на розбирання старих та збирання нових рейкових ланок, на заміну інвентарних рейок плітями безстикової колії та ін. У свою чергу, основні роботи можуть підрозділяти на роботи, виконані до “вікна”, виконані у “вікно” і після “вікна”.

У стовпці 5 і 6 заносять норми витрат праці робітників і норми часу роботи машин у розрахунку на вимірник, що приводиться в стовпці 2 (ці дані можна взяти з типових технологічних процесів капітального ремонту колії додаток 7 методичних вказівок [6] . Обсяг роботи на кожен операцію підраховують для ділянки довжиною, рівної фронту робіт, і заносять у стовпець 4 у розрахунку на вимірник, що приводиться в стовпці 4.

У стовпець 7 заносять витрати праці для кожної роботи, обчисленої за виразом:

$$Q' = V \cdot H, \tag{3.8}$$

де  $V$  – обсяг кожної роботи (стовпець 3);

$H$  – технічна норма витрат праці (стовпець 4)

Дані стовпця 8 одержують з виразу:

$$Q = Q' \cdot \alpha, \quad (3.9)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує витрати робочого часу, які зв'язані з відпочинком, переходами в робочій зоні та пропуском поїздів дивись.

Далі заповнюють стовпець 11 “тривалість роботи машин” по тих роботах, які виконуються. Дані графі 11 обчислюють з формули.

Крім того, по стовпцях 7 та 8 роблять підсумковий підрахунок витрат праці окремо для підготовчих, основних робіт до “вікна” (якщо вони виконуються), робіт у “вікно”, після “вікна” та для опоряджувальних робіт, а також сумарні витрати праці по всім видам робіт, крім інших.

Потім окремими рядками в стовпець 7 заносять витрати праці на роботи з лікування й оздоровлення земляного полотна, на зборку нових та розбирання старих ланок на виробничій базі КМС.

Потім підраховують витрати праці по всьому технологічному процесу.

Подальше заповнення відомості виконують одночасно з побудовою графіка основних робіт і графіка робіт по днях.

Розрахунок зручно вести у табличній формі (3.1)

### **3.2 Графіки основних робіт у вікно та по днях**

Основні роботи поділяються на роботи, що виконуються у “вікно” та після “вікна”. Для зручності проектування роботи, що входять у технологічний процес, зображують у вигляді графіка. Для його побудови по осі абсцис відкладають відстань, а по осі ординат – час. Побудову графіка основних робіт зручно виконувати у чотири етапи.

На першому етапі будують графіки робіт, які виконуються поточним способом.

На другому етапі розраховують кількість монтерів колії та механіків, що зайняті на виконанні цих робіт.

На третьому етапі привласнюють монтерам колії табельні номери, одночасно вирішуючи питання про перехід монтерів колії з роботи на роботу.

На четвертому етапі показують роботи, які виконуються ланковим способом. Розраховують кількість монтерів колії, які виконують ці роботи, привласнюють їм табельні номери та вирішують питання про їх перехід з роботи на роботу.

Графік основних робіт у “вікно” показані на рис. 3.1, 3.2

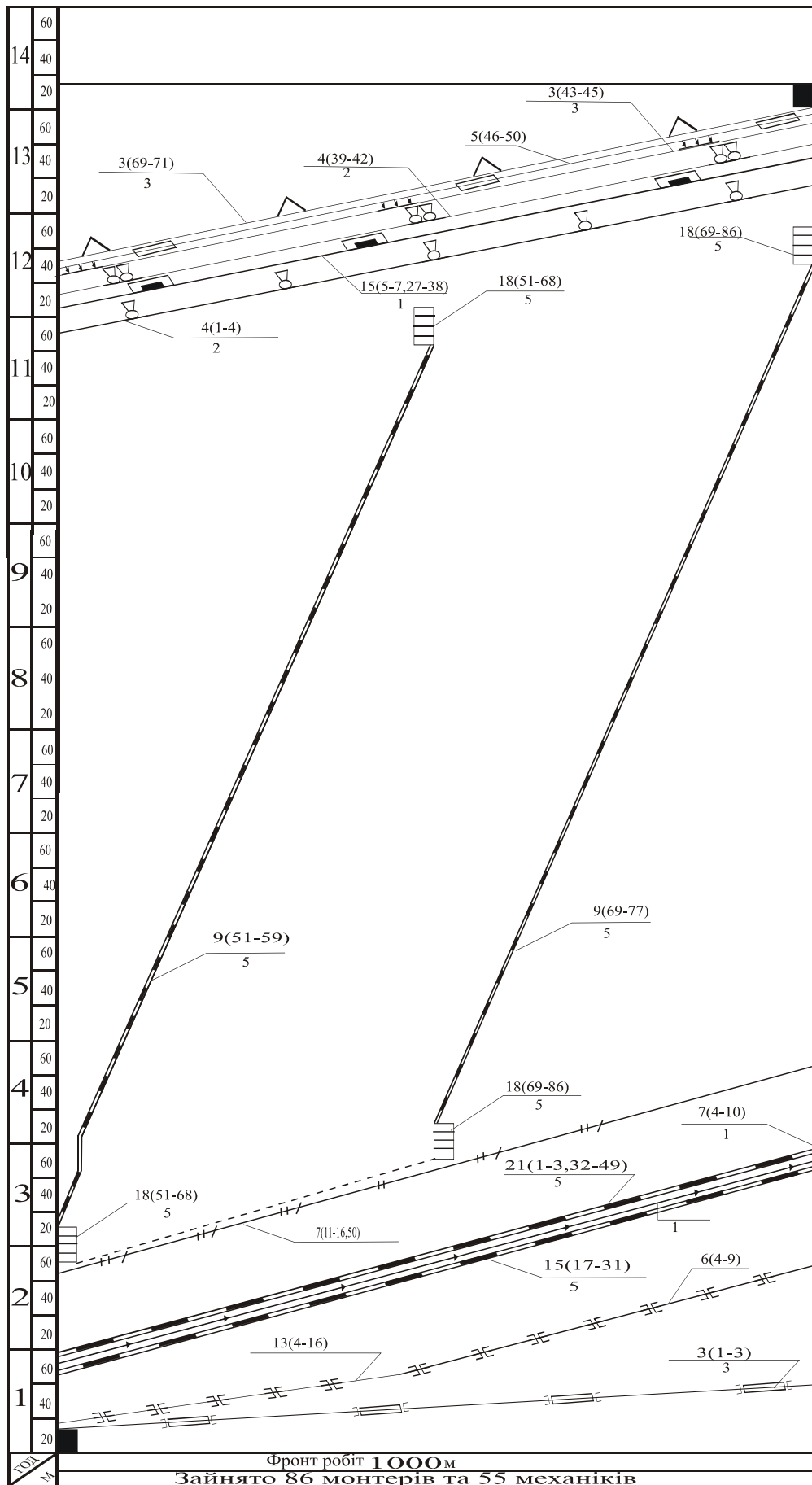


Рисунок 3.1 – Графік основних робіт у вікно

### Умовні позначення:

- Оформлення закриття (відкриття) перегону, пробіг машини до місця робіт, знімання (відновлення) напруги контактної мережі
- □ □ □ Баластування колії машиною ЕЛБ
- ≠ Розрізка рейкових плітей
- Розбирання та укладання колії краном УК 25/9-18
- Робота землерийної техніки
- Постановка накладок та зболчування стиків, виставлення шпал за позначками
- ▶ Заготівля та укладання рейкових рубок
- □ Зарядження і розрядження машини RM-80
- Очищення щебеню машиною RM-80
- ⊘ Вивантаження щебеню з ХДВ
- □ Суцільне виправлення колії з підбиванням шпал і рихтування колії машиною ВПО-3000
- ⊘ Засипання торців шпал після рихтування машиною ХДВ мала
- Рихтування колії машиною Р2000
- □ □ Постановка рейкових з'єднувачів за допомогою ДГКу
- △ Стабілізація колії динамічним стабілізатором DGS

Рисунок 3.2 – Умовні позначення

Роботи із заміни рейко-шпальної решітки на фронті робіт 1000 м проводяться у “вікно”.

Після закриття перегону починає працювати машина ЕЛБ-3, яка відриває рейко-шпальну решітку, задіяно 3 монтери колії (1-3) та 3 механіка. Після ЕЛБ-3, 13 монтерів колії (4-16) розболтують стики спочатку в ритмі роботи ЕЛБ-3, а потім 6 монтерів (4-9) у темпі роботи колієрозбирального крану. Після початку роботи монтерів йде колієрозбиральний кран УК -25/9-18 з локомотивом у голові, тут працює 15 монтерів колії (17-31) та 5 механіків. Після закінчення робіт із розбирання колії 7 монтерів колії (4-10) та 1 механік заготовляють та укладають рейкові рубки на відводі. Також, після розбирання колії, починає працювати трактор-планувальник, тут задіяний 1 механік. Слідом за цим колієукладальний кран УК-25/9-18 укладає нову рейко-шпальної решітку ланками по 25 м, за ним 32 чотиривісні платформи з роликовим транспортером,

завантажені пакетами нових ланок, 3 моторні платформи, МПД і локомотив у хвості поїзда, працює 21 монтер колії (1-3,32-49) і 5 механіків.

Далі 7 монтерів колії (11-16,50) виконують постановку накладок та зболчування стиків. Після цього заряджається машина RM-80, котра очищує щебінь і розряджається в кінці ділянки. Тут працюють на розрядженні та зарядженні машини 18 монтерів колії (51-68) та 5 механіків, на роботі з очищенням щебеню працюють 9 монтерів колії (51-59) та 5 механіків. Для фронту робіт 1000 м приймаємо дві машини типу RM-80, які працюють в однаковому темпі з різницею в 60 хв. На розрядженні та розрядженні машини працюють 18 монтерів колії (69-86) та 5 механіків, на роботі з очищенням щебеню працюють 9 монтерів колії (69-77) та 5 механіків.

Далі хопер-дозаторний поїзд, що складається з 11 хопер-дозаторних вертушок, вивантажує чистий баласт. Її обслуговує 4 монтера колії (1-4) та 2 механіка. Після цього виконується суцільне виправлення колії машиною ВПО-3000, її обслуговує 15 монтерів колії (5-7,27-38) та 1 механік, а потім мала хопер-дозаторна вертушка вивантажує чистий баласт у місцях його нестачі. Її обслуговують 4 монтери колії (39-42) та 2 механіка. Після чого колія рихтується машиною Р-2000, працює 3 монтери колії (43-45) та 3 механіка. Коли машина відійшла на безпечну відстань на перегін виїжджає машина ДГКу, котра приварює рейкові з'єднувачі. Працює 5 монтерів колії (46-50). Потім машина DGS виконує динамічну стабілізацію колії, задіяні 3 механіки та 3 монтери колії (69-71). Потім оформлюється відкриття перегону.

На цьому основні роботи у “вікно” закінчуються.

Графік виконання робіт по днях показано на рис. 3.3, 3.4

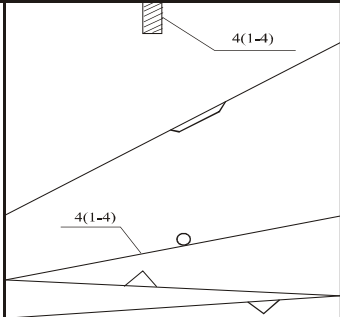
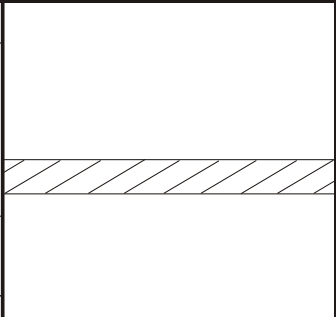
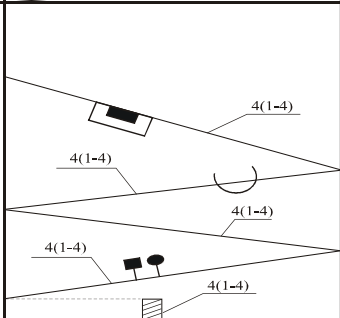
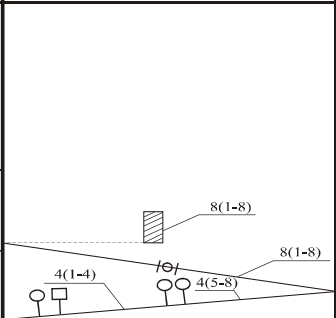
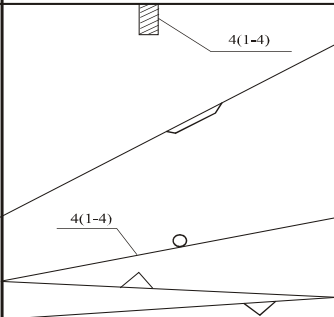
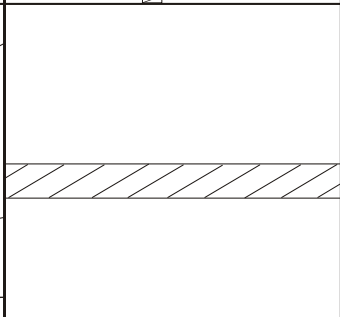
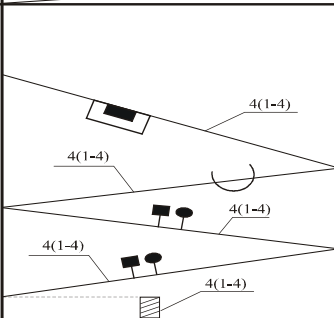
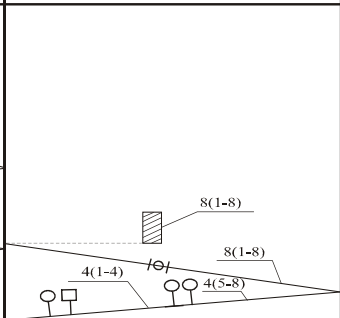
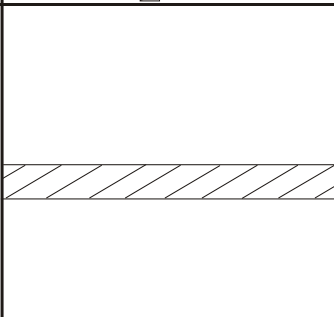
5			
4			
3			
2			
1			
Дні	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3

Рисунок 3.3 Графік виконання робіт по днях

- ▨ Розбирання постійного залізобетонного настилу з укладанням дерев'яного тимчасового з застосуванням автокрана
- ⌋ Зняття колійних знаків: малих, великих
- ⌋ Зняття стелажів для кілометрового запасу зі збиранням рейок у середину колії
- Регулювання стикових зазорів гідравлічними приладами
- ✓ Часткове зрізання баласту колійним стругом
- ∧ Зрізання узбіччя колійним стругом
- └ Прибирання сміття після очищення лотків та кюветів
- Зрізання узбіччя в місцях перешкод для роботи струга
- Установка колійних знаків та фарбування
- ⌋ Улаштування стелажів для по кілометрового запасу з укладанням на них рейок
- ▣ Очищення закритих водовідвідних залізобетонних лотків

Рисунок 3.4 – Умовні позначення

#### 4 ЗАХОДИ З БЕЗПЕКИ РУХУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

Під час виконання робіт по поточному утриманню колії та ремонту споруд на робітників можуть діяти наступні основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомий склад та транспортні засоби ;
- працюючі машини, механізми, обладнання та їх елементи;
- матеріали верхньої будови колії, збірні конструкції та інші предмети;
- падаючі з висоти предмети та інструменти;
- підвищене значення напруги електричної мережі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищення рівнів шуму та вібрації на робочому місці;
- підвищення чи пониження температури, вологості і рух повітря робочої зони;
- підвищення чи пониження температури поверхні металевих частин верхньої будови колії, обладнання та інструментів;
- підвищений рівень іонізуючих випромінювань при роботі в зонах радіаційного забруднення;
- фізичні перевантаження при переміщенні тяжкості вручну;
- нервово – психічні перевантаження при виконанні робіт на залізничних коліях.

До роботи в колійному господарстві згідно «Правил безпеки праці при виконанні робіт у колійному господарстві» [12] допускаються працівники, які пройшли медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 № 45, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 21.06.94 за № 136/345 (далі – Положення про медичний огляд).

Особи, молодші 18 років, не допускаються до роботи на посадах, зазначених у Правилах технічної експлуатації залізниць України, затверджених наказом Міністерства транспорту України від 20.12. 96 № 411, зареєстрованих у

Міністерстві юстиції України 25.02.97 за № 50/1854 (зі змінами) (далі – ЦРБ/0004), безпосередньо пов'язаних з рухом поїздів, і до робіт, пов'язаних із впливом вібрації, а також копанням глибоких і мокрих прорізів, установкою та розбиранням в них кріплень, до робіт з ремонту мостових і тунельних споруд, очищення стрілочних переводів, зварювально-наплавлювальних робіт і робіт з отруйними хімікатами та інших робіт відповідно до Переліку важких робіт і робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 № 46, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 28.07.94 за № 176/385.

Жінки не допускаються до виконання робіт, зазначених у Переліку важких робіт і робіт із шкідливими та небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок, затвердженому наказом Міністерства охорони здоров'я України від 29.12.93 № 256, зареєстрованому в Міністерстві юстиції України 30.03.94 за № 51/260 а також до підіймання і переміщення вантажів при чергуванні з іншою роботою, маса яких перевищує – 10 кг, а постійно протягом робочої зміни – 7кг, відповідно до Граничних норм підіймання та переміщення важких речей жінками, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 10.12.93 № 241, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 22.12.93 за № 194.

Навчання і перевірка знань з питань охорони праці, а також порядок допуску до самостійної роботи працівників колійного господарства проводиться відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 231/10511, а з питань пожежної безпеки відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання і перевірки знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків

Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 № 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за № 1148/8469 (далі – НАПБ Б.02.005-2003).

Для того щоб запобігти деяким з цих факторів робітники, зайняті утриманням та ремонтом колії та споруд, повинні бути забезпечені відповідним спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).

Всяка перешкода для руху, а також місце виконання робіт, небезпечне для руху, вимагаючи зупинки або зменшення швидкості, повинно бути загороджено сигналами з обох сторін незалежно від того, очікується поїзд чи ні.

Перелік перегонів з зазначенням відстані Б, на котрому повинні встановлюватись петарди і відстані А, на котрих встановлюються сигнали зменшення швидкості в залежності від керуючого спуску і максимальної допустимої швидкості руху поїздів на перегоні визначається начальником дороги.

При виконанні робіт розгорнутим фронтом 1000 м місце робіт огорожується, як показано на рис. 4.1. Встановлені на відстані 50 м від границь ділянки переносні червоні щити повинні знаходитись під охороною стоячих біля них сигналістів з ручними червоними сигналами. Від цих сигналів на відстані Б укладаються по три петарди і на відстані 200 м від першої, найближчої до місця робіт петарди встановлені переносні сигнали зменшення швидкості.

Переносні сигнали зменшення швидкості і петарди повинні знаходитись під охороною сигналістів, що стоять на 20 м від першої петарди в сторону місця робіт з ручними червоними сигналами (рис. 4.1). Сигналісти повинні бути монтери колії не нижче III розряду

Під час виконання робіт напруга в контактній мережі повинна бути знята на весь період виконання робіт, а контактна мережа на місці робіт – заземлена, відповідно до вимог розділу 7 Правил безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях, затверджених наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 31.05.2000 №120, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 08.06.2000 за №340/4561 (далі – НПАОП 60.1.-

1.48-00), та Правил охорони електричних мереж, затверджених постановок Кабінету Міністрів України від 04.03.97 №209 (далі – Правила охорони електричних мереж). Для цього керівник робіт повинен надати письмову заявку на адресу начальника дистанції електропостачання з вказанням місця проведення робіт, початку, тривалості і характеру робіт. Приступати до виконання робіт дозволяється тільки по отриманню наказу енергодиспетчера на виконання робіт і дозволу відповідальної особи ЕЧ. Забороняється виконання робіт при відсутності або перерві зв'язку керівника робіт з енергодиспетчером.

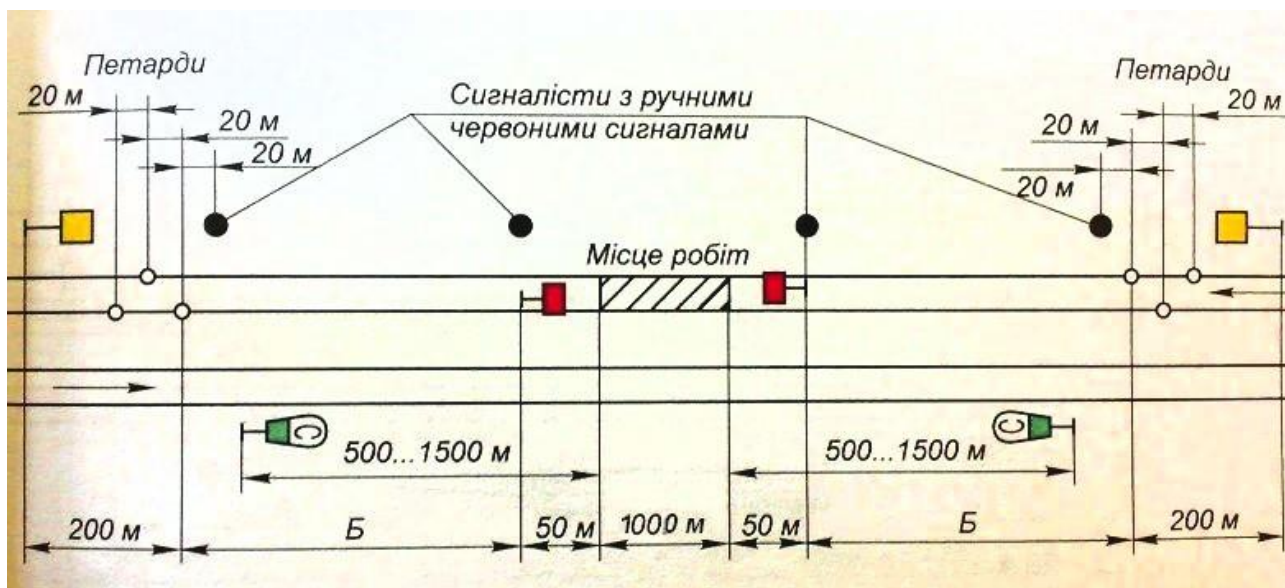


Рисунок 4.1 – Схема огороження місця робіт при фронті робіт 1000 м

Працівники колійного господарства, які виконують роботи з обслуговування та експлуатації електроустановок і електроінструменту, повинні мати групу з електробезпеки та посвідчення відповідно до Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України від 09.01.98 № 4, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10.02.98 за № 93/2533 (далі – НПАОП 40.1-1.21-98).

Перевірка знань електротехнічного персоналу та присвоєння відповідної групи з електробезпеки повинна проводитися у порядку, установленому НПАОП 40.1-1.21-98.

Заходи безпеки під час виконання робіт з реконструкції монтерами колії:

Перед початком роботи керівник повинен перевірити наявність сигнальних засобів і захисних засобів, переконатись у тому, що заява про надання попереджень на поїзди прийнята до виконання.

При наближенні поїзду необхідно:

- при відстані до поїзду не менше 400 м на колії не повинно залишатись працюючих;
- відвід працівників з колії повинен бути зроблений на наступну відстань від крайньої рейки:
- при наближенні поїзду – не менше ніж на 2 м;
- при роботі колієукладальника, ВПР і т.д. – на 5 м;

Забороняється перебігати колію перед рухомим складом при обході вагонів, які стоять на колії, забороняється перетинати цю колію ближче 5 м від крайнього вагону, переходити поміж вагонами можна тільки тоді, коли відстань між ними не менше 10 м;

- забороняється пролазити під вагонами і просувати під ними інструмент, матеріали;
- забороняється сідати на рейки, кінці шпал і баластну призму;
- при виконанні робі у „вікно” або при огороженні місця робіт сигналами зупинки на одній з колій двоколійної дільниці, сигналісти, які охороняють петарди і жовтий сигнал, подають сигнали ріжком про наближення поїзду по сусідній колії. Керівник робіт дає розпорядження про зупинення робіт у міжколійному просторі і про вихід з нього;
- забороняється приступати до роботи без огороження місця робіт згідно встановленого порядку сигналами або сигнальними знаками (Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт ЦП-00169);
- сигналістами призначають монтерів колії не нижче 3 розряду, які пройшли навчання і перевірку знань;
- при виконанні робіт у складі двох монтерів колії, їх треба розміщувати так, щоб один міг спостерігати за наближенням поїздів одного

- напрямку, другий протилежного напрямку. Один з монтерів колії призначається старшим;
- забороняється сідати на рейки, кінці шпал, баластну призму, всередині рейкової колії і в міжколійному просторі, на по кілометровий запас рейок;
  - інструмент має задовольняти наступним вимогам, а саме: ручки його мають бути виготовлені з міцного дерева, чисто стругані, без заусенець, поверхня ударних частин повинна бути чистою, не мати заусенець, наплавів металу, надійно насажені на ручку;
  - при закручуванні гайок вручну користуватися тільки типовим ключем. Бити чимось по ключу, збільшувати його довжину, нарощуючи другим ключем, вставляти прокладки між гайкою і губкою ключа забороняється;
  - забороняється збивати гайки ударом молотка;
  - при роботі ударним інструментом забороняється виконувати роботи без захисних окулярів;
  - перевірку співпадання отворів в накладках і рейках виконувати тільки бородком або болтом;
  - забороняється прибирати руками металеві стружки під час різки рейок;
  - розгонка рейкових зазорів ударами рейки в накладку забороняється;

Для захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів працюючі повинні використовувати засоби індивідуального захисту.

Працівники колійного господарства забезпечуються безкоштовно спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до Норм безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам залізничного транспорту України, затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України від 21.01.2004 № 12, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 06.02.2004 за № 169/8768 (далі – НПАОП 60.1-3.01.04).

Під час виконання робіт на залізничній колії всі працівники повинні бути одягнені в робочий спецодяг оранжевого кольору із світловідбивальними смугами на тулубі, руках та ногах.

Під час виконання робіт на колії із застосуванням колійних машин, технологічне обладнання та інструменти на електрифікованих ділянках постійного та змінного струму напруга з контактної мережі повинна бути знята на весь період роботи, а контактна мережа повинна бути заземлена. Кожна машина, станок, агрегат, стенд повинні мати експлуатаційну документацію, яка містить вимоги безпеки. Блокуюче механізоване обладнання повинно бути оснащено принципіальними схемами.

Виконується в «вікно» із застосуванням колієукладального поїзда і пристроїв для насування рейкових плітей на підкладки. Рейкові пліті розвантажують із спеціально обладнаного рухомого складу в наступному порядку.

Із задньої платформи ручною лебідкою знімають похилу апарель і встановлюють її в робоче положення на рейки діючого шляху, закріплюючи до платформи тягою. До двох рейкових плітей причіплюють троси, другі кінці яких захопленнями закріплюють до підшов рейок діючого шляху.

Після закріплення троса керівник подає команду про зняття закріплюючого пристрою на головній платформі, всім робітникам відійти від тросів, а машиністу локомотива рухатися складом вперед спочатку із швидкістю 3, а потім 5 км/год. У міру руху складу дві закріплені рейкові пліті залишаються на місці, а склад з апарелью поступово виходить з-під них.

Вивантаженням рейкових плітей керує відповідальна особа колійної машинної станції або дистанції колії не нижче за старшого дорожнього майстра. Порядок утримання і експлуатації спецскладів для навантаження, перевезення і вивантаження довгих рейкових плітей встановлений відповідною інструкцією.

На складі при транспортуванні рейок забороняється перевіз людей і якогонебудь вантажу. Не дозволяється для закріплення тросів при вивантаженні плітей користуватися ломиками, накладками і іншими предметами.

Трос потрібно зачіпляти за болтовий отвір вивантажуваної пліти сергою з болтом, а за подошву рейки діючого шляху - спеціальною скобою.

Укладання в колію розвантажених рейкових плітей здійснюють колієукладальним краном УК-25/9-18 за допомогою різних пристосувань: підвіски з роликівими кліщами для підтримки рейкових плітей в підвішеному стані; розпірних роликів для доведення відстані між рейковими батогами перед опусканням їх на підкладки до розміру нормальної ширини колії; візка, що забезпечує безпеку працюючого по розкладці бракуючих амортизаційних прокладок. Крім того, звичні траверси колієукладального крана замінюють траверсами з рейковими кліщами для захоплення інвентарних рейок, що знімаються.

Роликові кліщі з підвісками і рейкові кліщі з траверсами щорічно проходять випробування з навантаженням, в 2 рази перевищуючої нормальне. На траверсах і балках роблять напис про дату випробування. Зарядка пристроїв здійснюється так: першою траверсою з рейковими кліщами подають до підвісок роликові кліщі і наднімають їх до ланцюгів підвіски; тією ж траверсою захоплюють лежачі у середині колії пліти і підводять їх до рівня роликових кліщів; робітники, наднявши скоби, розкривають роликові кліщі і направляють їх на рейкові пліти, закріплюють опорні ролики кліщів знизу стягуванням, пліти опускають на опорні ролики і траверсу з рейковими кліщами звільняють; встановлюють візок з напівшпалами; роликові кліщі буксирним канатом зчіплюють з краном.

Після виконання підготовчих робіт і зарядки пристрою четверо монтерів колії захоплюють рейковими кліщами дві інвентарні рейки. Кран піднімає і кладе їх на платформу.

У міру руху укладального поїзда і зняття інвентарних рейок довгі рейкові пліти розсовують роликовими кліщами до нормальної ширини колії і укладають на прокладки. При цьому один робітник, що йде усередині колії за візком, розкладає прокладки. Візок має підвішені напівшпали, розташовані під піднятими плітями. У разі зламу рейкової пліти вона впаде на напівшпалу.

Перед початком роботи всі вузли, пристрої ретельно оглядають і усувають знайдені несправності. Такий же огляд виконується і після зарядки пристрою.

При вантаженні інвентарних рейок після закріплення рейкових кліщів робітники повинні відійти на відстань не менше 2 м від рейок.

Місце виконання робіт по укладанню зварних рейкових плітей захищається сигналами зупинки. Перегін для руху потягів закривається. При проходженні потягів по сусідньому шляху роботу крана припиняють. Потягам, які прямують по сусідній колії, при ширині міжколійя менше 5,5 м видаються попередження про зниження швидкості руху до 50 км/год і готовності до зупинки. Керівник робіт зобов'язаний стежити, щоб міжколійя і сусідній шлях не захаращувалися інструментом і матеріалами, і своєчасно видаляти людей перед осадженням колієукладального потягу.

Рейкошліфувальний поїзд призначений для усунення хвилеподібних і інших нерівностей поверхні катання головки рейок, що лежать в колії. При експлуатації рейкошліфувального поїзда необхідно дотримуватись Правил по техніці безпеки і виробничої санітарії при виконанні колійних робіт.

Рух поїзда з місця і осадження вагонів повинні виконуватись тільки по команді начальника потягу, який перед подачею команди зобов'язаний особисто переконатися у тому, що ніхто не працює під вагонами. Не можна знаходитися під рамою вагонів і цистерн без попередження начальника потягу і машиніста локомотива, огорожі вагона червоними сигналами і установки під колесами гальмівних башмаків.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведено огляд сучасних конструкцій залізничної колії, включаючи їхні технічні характеристики та сферу застосування. Зокрема зроблено порівняльний аналіз європейських та українських сучасних конструкцій верхньої будови колії. Аналіз показав тотожність основних конструктивних рішень та можливість взаємозамінності більшості елементів колії за умови забезпечення потрібної ширини колії.

2. Сучасна конструкція верхньої будови колії, запроваджена в Україні, що складається з рейок типу Р65, залізобетонних шпал, пружних скріплень та щебеневого баласту загальною товщиною 60 см задовольняє вимогам міцності і може бути застосована на основних магістральних напрямках.

3. Розроблено рекомендації щодо організації робіт з реконструкції залізничної ділянки, які дозволяють мінімізувати вплив на транспортний процес, скоротити строки виконання робіт та забезпечити їх економічну доцільність.

4. Запропоновано комплекс заходів, які забезпечать безпеку руху під час і після реконструкції, а також створять безпечні умови праці для залученого персоналу.

5. Продемонстровано, що впровадження сучасних конструкцій сприяє адаптації залізничної інфраструктури України до європейських стандартів, що є важливим кроком для інтеграції в загальноєвропейську транспортну систему.

6. Отримані результати можуть бути використані для подальших досліджень, зокрема вивчення довговічності конструкцій колії в реальних експлуатаційних умовах, вплив новітніх матеріалів та технологій на зниження витрат, а також адаптація конструкцій до сучасних умов експлуатації.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Курган М. Б., Курган Д. М. Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні : монографія; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2016. 283 с.
2. Рейкова колія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F)
3. Knutsen D., Olsson N. O. E., Fu J. ERTMS/ETCS Level 3: Development, assumptions, and what it means for the future. *Journal of Intelligent and Connected Vehicles*. 2023. Vol. 6(1), pp. 34-45. doi: <https://doi.org/10.26599/JICV.2023.9210003>
4. Kurhan D., Kovalchuk V., Markul R., Kovalskyi D. Development of Devices for Long-Term Railway Track Condition Monitoring: Review of Sensor Varieties. *Acta Polytechnica Hungarica*. 2025. Vol. 22(4), pp. 65-82. doi: <https://doi.org/10.12700/APH.22.4.2025.4.5>
5. Курган М. Б., Курган Д. М. Науково-технічне забезпечення залізничного сполучення Україна – Євросоюз : монографія; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро. 2018. 268 с.
6. Kurhan M., Fischer S., Tiutkin O., Kurhan D., Hmelevska N. Development of High-Speed Railway Network in Europe: A Case Study of Ukraine. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*. 2024. Vol. 52(2), pp. 151–158. doi: <https://doi.org/10.3311/PPtr.23464>
7. Пластмасові шпали. URL: <https://www.railway.supply/uk/plastmasovi-shpali/>
8. Курс «Залізнична колія». URL: <https://lider.ust.edu.ua/course/view.php?id=516>
9. Розрахунок колії на міцність. URL: <http://www.raildiit.somee.com/put.aspx>
10. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість. ЦП-0117. Затв.: Наказ Мінтрансу та зв'язку України від 13.12.2004, №960-ЦЗ. Київ, 2004. 170 с.
11. Даніленко Е. І. Залізнична колія : підручник для вищих навчальних закладів у 2-х томах. Київ : Інпрес, 2010. Том 2. 456 с.

12. Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві.  
НПАОП 63.21-1.25-07. Затверджено наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 12.03.2007 № 43.

ДОДАТОК А  
ВІДОМІСТЬ ВИТРАТ ПРАЦІ

Таблиця А.1

Відомість витрат праці за технологічними нормами											
№ п/п	Найменування роботи	Вимірник	Кількість робіт	Технологічна норма витрат праці на вимірник, люд.-хв	Технологічна норма часу роботи машин на вимірник, маш.-хв	Витрати праці		Кількість робітників	Тривалість роботи, хв		Номер бригади табельні номери monterів колії
						На роботу	На роботу з урахуванням відпочинку і пропуску поїздів		робочих	машин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Основні роботи, які виконуються в "вікно"</b>											
1	Оформлення закриття перегону, пробіг машин до місця роботи	хв	1		14			1		15.4	
2	Зарядка машини типу RM- 80	місце	2	180	20	360	396	18	22	44	18(51-68)18(69-86)
3	Очищення щебеню машиною типу RM-80	км	1.0	4077	453	4077	4484.7	9	498.3	498.33	9(51-59)9(69-77)
4	Розрядка машини типу RM-80	місце	2	180	20	360	396	18	22	44	18(51-68)18(69-86)
5	Піднімання колії ЕЛБ із дозуванням баласту чи розрівнюванням його струнками	км	1.0	64.5	21.5	64.5	70.95	3	23.65	23.65	3(1-3)
6	Розрізка рейкових плітей на рейки автогенами чи бензорізними апаратами	місце	40	2.6	0.65	104	114.4	136	6.1613.35	28.6	13(4-16)6(4-9)
7	Розбирання колії колієукладачем УК-25/9-18 , шпали залізобетонні, довжиною 25.0м	ланка	40	28.5	1.9	1140	1254	15	83.6	83.6	15(17-31)
8	Планування баластового шару трактором планувальником: баласт щебеневий	км	1.0	35.9	35.9	35.9	39.49		39.49	39.49	
9	Укладання колії колієукладачем УК-25/9-18 з/б шпали, довжиною 25.0м	ланка	40	39.9	1.9	1596	1755.6	21	83.6	83.6	21(1-3,32-49)
10	Заготівля й укладання рейкових рубок з/б шпали	рубка	2	64.21		128.42	141.26	7	20.18		7(4-10)

11	Постановка накладок і зболтовування стиків електрогайковим ключем	Стик колії	41	18.21		746.61	821.27	7	117.3 2		7(11 - 16,5 0)
12	Постановка рейкових з'єднувачів за допомогою ДГКу	Стик колії	41	5.18	1.035	212.38	233.61	5	467.2	46.6 8	5(46 -50)
13	Вивантаження баласту з ХДВ	м <sup>3</sup>	600	0.56	0.14	336	369.6	4	92.4	92.4	4(1- 4)
14	Виправлення колії з підбиттям шпал електрошпалопідбійкам і в місцях зарядки, розрядки машини ВПО-3000 і в місцях перешкод для її роботи, баласт щебеневий: шпали залізобетонні	шпала	123	10.03		1233.6 9	1357.0 6	15	90,5		15(5 - 7,27- 38)
15	Рихтування колії машиною: Р - 2000	км	1.0	90.0	30.0	90.0	99	3	33	33	3(43 -45)
16	Засипання торців шпал після рихтування машиною, баласт щебеневий: ХДВм	м <sup>3</sup>	100	0.56	0.14	56	61.6	4	15.4	15.4	4(39 -42)
17	Ущільнення баласту машиною DGS	км	1.0	101.7	33.9	101.7	111.87	3	37.29	37.2 9	3(69 -71)
	<b>Разом</b>						12112. 42				

ДОДАТОК Б  
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ СЛАЙДИ ДЛЯ ДОПОВІДІ









