

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  
бакалавр  
(ступінь вищої освіти)

на тему: Реконструкція ділянки залізниці з дослідженням впливу параметрів кривих на максимально допустиму швидкість руху

за освітньою програмою: Залізничні споруди та колійне господарство  
зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт  
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: КГ2113

\_\_\_\_\_ / Олександр ЄЛЬНИКОВ /  
(підпис студента) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник: \_\_\_\_\_ / проф. Дмитро КУРГАН /  
(підпис) (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_ /зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /  
(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**

**Building, architecture and infrastructure**

(faculty)

**Transport infrastructure**

(department)

**Explanatory Note**

**to Master's Thesis**

**bachelor**

(higher education degree)

on the topic: Reconstruction of a railway section with a study of the impact of curve parameters

on the maximum allowable speed

according to educational curriculum Railway constructions and track management

in the Speciality: 273 Railway transport

(speciality and its code)

Done by the student of the group:

/ Oleksandr YELNYKOV /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/Full Professor Dmytro KURHAN/

(position, name, surname)

Normative controller:

/Head of Department. Oleksii TIUTKIN/

(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: бакалавр

Освітня програма: Залізничні споруди та колійне господарство

Спеціальність: 273 Залізничний транспорт  
(шифр та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ ПІ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **Олексій ТЮТКІН**  
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата \_\_\_\_\_

**З А В Д А Н Н Я**

на кваліфікаційну роботу \_\_\_\_\_ першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
(ступінь вищої освіти)

студенту Єльнікову Олександр Миколайовичу  
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Реконструкція ділянки залізниці з дослідженням впливу параметрів кривих на максимальну допустиму швидкість руху

Керівник роботи: Курган Дмитро Миколайович, д.т.н., професор  
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від "03" 03 2025 р. № 328ст

2. Строк подання студентом роботи: 15.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: потік поїздів (кількість на добу, маса, швидкість):  
вантажні (27, 3200, 75), пасажирські (9, 1225, 95), прискорені (3, 825, 130), збірні (2, 2250, 75). Застосовуються локомотиви ВЛ8, ЧС-7. В межах ділянки розташовані криві радіусом 600 та 900 м.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):  
1) вибір категорії і конструкції верхньої будови колії; 2) визначення допустимої швидкості руху в кривій; 3) організація та технологія ремонтних робіт; 4) розробка заходів, щодо забезпечення безпеки руху поїздів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): графік робіт у вікно, графік робіт по дням, огороження місця робіт, набір слайдів до 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.		
2	Курган Д. М.		
3	Курган Д. М.		
4	Курган Д. М.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір категорії і конструкції верхньої будови колії	04.05.25	30%
2	Визначення допустимої швидкості руху в кривій		
3	Організація та технологія ремонтних робіт	25.05.25	60%
4	Розробка заходів, щодо забезпечення безпеки руху поїздів.	09.06.25	90%
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.06.24	100%
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавр:

53 стор., 1 табл., 9 літературних джерел.

У кваліфікаційній роботі розглядається питання розробки ремонту з визначенням допустимої швидкості руху в кривій. Обґрунтовано вибір категорії і конструкції верхньої будови колії, визначені допустимі швидкості руху в кривих ділянках колії. Також розроблено технологічний процес виконання ремонту, вибрано ланцюг машин для виконання робіт, розроблено графіки виконання основних робіт у «вікно» та «по днях». Розраховано кількість монтерів колії та механіків. Розроблено комплекс заходів з охорони праці для безпечного виконання працівниками робіт із підбивки, виправки і стабілізації колії. Вибрано схему огороження місця робіт. Описано дії працівників при виникненні аварійної ситуації.

Ключові слова: КАТЕГОРІЯ КОЛІЇ, ВАНТАЖОНАПРУЖЕНІСТЬ, ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ШВИДКІСТЬ, ВЕРХНЯ БУДОВА КОЛІЇ.

## ЗМІСТ

ВСТУП

1 ВИБІР КАТЕГОРІЇ І КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ

2 ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ В КРИВІЙ

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ, ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ

ПОЇЗДІВ

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

## ВСТУП

Колійне господарство відноситься до однієї з найважливіших галузей залізничного транспорту, від якої значною мірою залежить виконання перевізного процесу. Щорічні витрати на колійне господарство складають близько 25% від загальних.

Основним завданням колійного господарства є утримання колії і колійних пристроїв у постійній справності, щоб забезпечувати безпечне і плавне прямування поїздів з найбільшими швидкостями. Від технічного стану колії залежить вага і швидкість руху поїздів, що є основними показниками роботи залізничного транспорту.

В сучасних умовах роботи залізничного транспорту України колійники використовують нові ресурсозберігаючі технології при ремонтах і поточному утриманні колії, вкладають і експлуатують стрілочні переводи на залізобетонних брусах, розширюють полігон безстикової колії, в тому числі довжиною до блок-ділянки або перегону.

## 1 ВИБІР КАТЕГОРІЇ І КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ

Конструкція верхньої будови колії залежить від її категорії. В колійному господарстві є поділ колій на категорії залежно від вантажонапруженості і встановлених швидкостей руху поїздів. Колії, по яких встановлена швидкість руху поїздів понад 160 км/год, відносяться до швидкісної категорії. Решта головних залізничних колій поділяються на 7 категорій [1].

Вантажонапруженість ділянки колії визначається за формулою:

$$B = 3,65 \cdot 10^{-4} \sum_1^i n_i Q_i \quad (1.1)$$

Де  $Q_i$  – середня вага поїздів брутто  $i$ -ої категорії, т;

$n_i$  – добова кількість поїздів  $i$ -ої категорії.

Відповідно до вихідних даних потік поїздів наступний для різних категорій поїздів (кількість на добу, маса, швидкість):

- вантажні (27, 3200, 75),
- пасажирські (9, 1225, 95),
- прискорені (3, 825, 130),
- збірні (2, 2250, 75).

Застосовуються локомотиви ВЛ8, ЧС-7. В межах ділянки ремонту розташовані криві радіусом 600 м та 900 м.

$$B=3,65 \cdot 10^{-4} (27 \cdot 3200 + 9 \cdot 1225 + 3 \cdot 825 + 2 \cdot 2250) = 38,1 \text{ млн т км бр/км в рік.}$$

Отже, по ділянці здійснюється рух вантажних і пасажирських поїздів зі швидкостями 75 км/год і 130 км/год. Дану швидкість вважаємо як встановлену для встановлення категорії колії. Вантажонапруженість за розрахунком складає 38,1 млн т км бр/км в рік.

Таким чином, відповідно до Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України [1] ділянка колії відноситься до II категорії.

Згідно [1] характеристика основної конструкції верхньої будови для II категорії наступна:

- безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, I класу та старопритатних типу Р65, UIC60 I групи придатності. Скріплення і шпали нові. Скріплення і шпали нові. Еюра шпал: в прямих та кривих - 1840 шт/км, за винятком для дерев'яних шпал у ланковій колії в кривих  $R < 1200$  - 2000 шт/км. Баласт щебневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 40 см.

На залізницях України безстикова колія є найбільш прогресивною і основною конструкцією колії [2]. Як вказують Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України, безстикова колія при роздільних (КБ, СКД) і безболтових клемно-пружних (КПП) скріпленнях, залізобетонних шпалах на щебневому баласті укладається в прямих ділянках і в кривих радіусом не менше 350 м на коліях всіх категорій. Так як на ділянці ремонту криві радіусом 600 м та 900 м, то безстикова колія може бути вкладена на всій ділянці ремонту з урахуванням кривих.

Отже, можливо застосувати рейкове проміжне скріплення типу КБ-65, СКД-65Б, КПП-5. На рис. 1.1-1.3 показано відповідне скріплення.

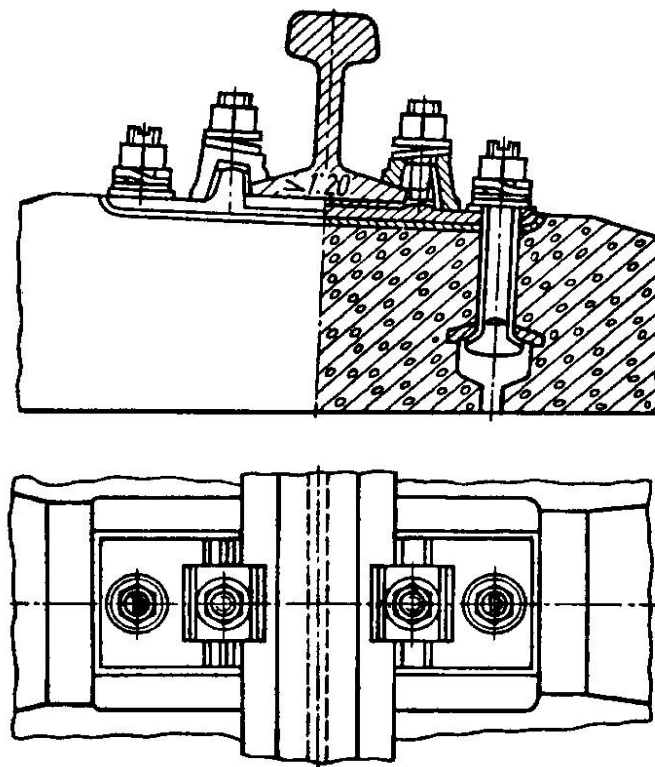


Рис. 1.1. Роздільне скріплення типу КБ-65

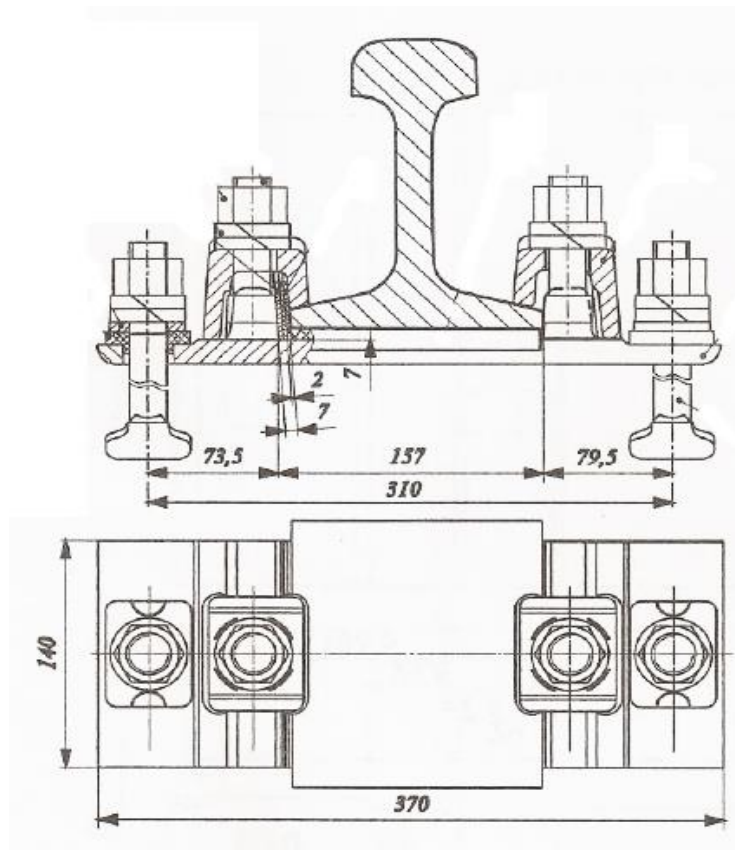


Рис. 1.2. Роздільне скріплення типу СКД-65Б

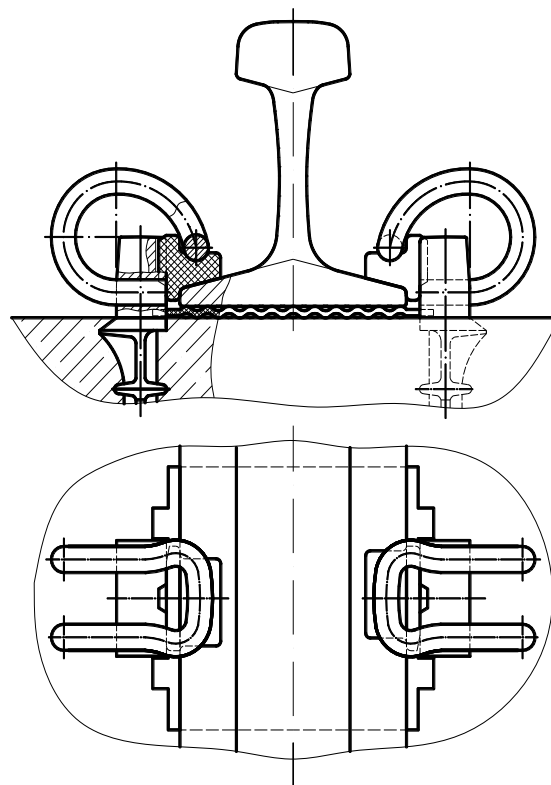


Рис. 1.3. Нероздільне безболтове скріплення типу КПП-5

Але відповідно до Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України [3] для колії на залізобетонних шпалах застосовують конструкції колії, які забезпечують регулювання ширини колії до 1535 мм, зокрема скріплення типу СКД-65Б, в кривих при радіусах від 200 м до 450 м. Так як на ділянці ремонту криві радіусом 600 м та 900 м, то може бути вкладена на всій ділянці ремонту з урахуванням кривих скріплення типу КБ-65. І тоді для колії на залізобетонних шпалах норма ширини колії на прямих і кривих при вказаних радіусах буде однаковою – 1520 мм.

На рис. 1.4 показано поперечні профілі баластної призми із щебеню при залізобетонних шпалах на прямій одноколійній ділянці в прямій та кривій;  $h_{щ}$  – товщина щебеневого шару під шпалою;  $h_{п}$  – товщина шару піщаної подушки;  $d$  – плече баластної призми.

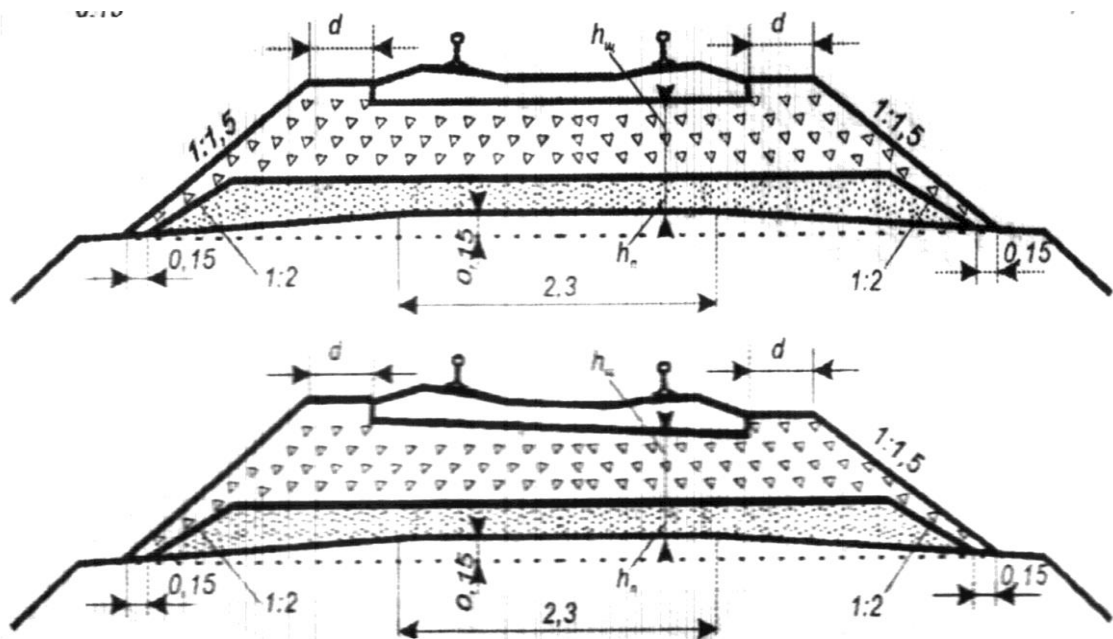


Рис. 1.4 Поперечні профілі баластної призми із щебеню при залізобетонних шпалах на прямій одноколійній ділянці в прямій та кривій.

У плановому порядку, під час виконання реконструкції колії баластна призма повинна приводитися до типового профілю. Крутість укосів баластної призми повинна бути 1:1,5, укосів піщаної подушки – 1:2. Для II категорії колії товщина щебеневого шару під шпалою повинна бути  $h_{щ}=4$  см, товщина шару піщаної

подушки  $h_{\text{п}}=20$  см, плече баластної призми  $d=45$  см. Ширина узбіччя земляного полотна  $n=50$  см..

У кривих ділянках баластну призму виконують із урахуванням підвищення зовнішньої рейки. Під внутрішньою рейкою товщина баластного шару повинна бути такою ж, як на прямих ділянках. Тому необхідно надалі визначити величину підвищення зовнішньої рейки.

Відповідно до Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України [3] підвищення зовнішньої рейки у кривих визначається в першу чергу за умови рівномірності завантаження обох рейкових ниток за формулою:

$$h_p = 12,5 \frac{V_{cp}^2}{R}, \quad (1.2)$$

де  $h_p$  – розрахункове підвищення, мм;

$R$  – радіус кривої, м;

$V_{cp}$  – середньовиважена квадратична швидкість руху поїздів (км/год), що визначається за фактичною швидкістю руху всіх пасажирських і вантажних поїздів різної маси, яку розвивають поїзди на даній кривій.

Швидкості пасажирських і вантажних поїздів, що проходять по кривій, визначаються за даними швидкостемірів. Середньовиважена квадратична швидкість визначається за формулою:

$$V_{cp} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N Q_n \cdot V_n^2}{\sum_{n=1}^N Q_n}}, \quad (1.3)$$

де  $n$  – порядковий номер поїзда у вибірці;

$N$  – обсяг вибірки (мінімальний обсяг вибірки – 30 швидкостемірних стрічок);

$Q_n, V_n$ , – фактичні маса, т, і швидкість, км/год,  $n$ -го поїзда;

Підвищення, одержане за формулою (1.2), округлюється до величини, кратної 5 мм, у ближчий бік.

З урахуванням вище приведених даних про поїздопотік можна записати

$$V_{cp} = \sqrt{\frac{27 \cdot 3200 \cdot 75^2 + 9 \cdot 1225 \cdot 95^2 + 3 \cdot 825 \cdot 130^2 + 2 \cdot 2250 \cdot 75^2}{27 \cdot 3200 + 9 \cdot 1225 + 3 \cdot 825 + 2 \cdot 2250}} = 79 \text{ км / Год}$$

$$h_p = 12,5 \frac{79^2}{600} = 130 \text{ мм}$$

$$h_p = 12,5 \frac{79^2}{900} = 87 \text{ мм}$$

Проведемо в наступному розділі для усіх категорій поїздів перевірку непогашених прискорень та за необхідності відкоригуємо допустиму швидкість руху в кривих радіусом 600 та 900 м при значеннях підвищення зовнішньої рейки 130 мм та 90 мм відповідно.

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ В КРИВІЙ

В даному розділі для усіх категорій поїздів проведемо перевірку непогашених прискорень та за необхідності відкоригуємо допустиму швидкість руху в кривих радіусом 600 та 900 м при значеннях підвищення зовнішньої рейки 130 мм та 90 мм відповідно.

### 2.1 Теоретичні відомості про допустиму швидкість

В кривих ділянках колії виникає відцентрова сила, що намагається рухомий склад викинути зовні колії. Для протидії цьому влаштовують підвищення зовнішньої рейки, яке намагається рухомий склад викинути всередину колії. При збалансованому стані обидві рейки рівномірно навантажені. Але практично такого ніколи не буває. Тому прийняті допуски непогашених прискорень для вантажних та пасажирських поїздів, які і формують силу, що впливає на рухомий склад. Коли радіуси кривих та підвищення зовнішньої рейки вже визначені і змінюватись не можуть, то перевіряють непогашені прискорення, і при перевищенні їх допустимих значень виконують обмеження швидкості руху поїздів.

Під час руху поїздів різних категорій повинна виконуватися вимога не перевищення допустимих непогашених прискорень

Можливість застосування рекомендованого підвищення, як і можливість подальшої дії встановленої допустимої швидкості доцільно перевірити за умовою не перевищення допустимих непогашених прискорень  $[\alpha_{nn \min}] \leq \alpha_{nn} \leq [\alpha_{nn \max}]$ .

Розрахунок величин фактичних непогашених прискорень виконується для даних швидкостей різних категорій поїздів за формулою:

$$\alpha_{nn} = \frac{V_{\phi}^2}{3.6^2 R} - 0.00613h, \quad (2.1)$$

де  $V_{\phi}$  – фактична швидкість руху пасажирських і вантажних поїздів, км/год;

$h$  – підвищення зовнішньої рейки, мм.

Якщо при рекомендованому підвищенні зовнішньої рейки непогашені прискорення будуть більші ніж допустимі, доцільно відкоригувати параметри, що порушують непогашене прискорення.

При співставленні розрахованих величин прискорень з допустимими значеннями можливі кілька варіантів подальших дій. Якщо перевищено норму  $[\alpha_{\text{нп пас}}]=0,7 \text{ м/с}^2$  або  $[\alpha_{\text{нп вант}}]=0,3 \text{ м/с}^2$ , то необхідно збільшити підвищення зовнішньої рейки, або зменшити максимальну швидкість пасажирських або відповідно вантажних поїздів.

Якщо ж непогашене прискорення у вантажних поїздів виявиться менше мінімально допустимого  $[\alpha_{\text{нп вант}}]=-0,3 \text{ м/с}^2$ , то необхідно зменшити підвищення, або підвищити швидкість вантажних поїздів.

В усіх варіантах при зміні швидкості руху поїздів певної категорії доцільно уточнити значення середньозваженої швидкості і відповідно розрахункового підвищення. При суттєвому його відхиленні від попереднього значення необхідно повторити увесь комплекс розрахунків.

Допустима швидкість руху розраховується за формулою:

$$V_{\text{доп}} = 3.6 \sqrt{R \cdot ([\alpha_{\text{нп}}] + 0.00613 \cdot h_{\text{рек}})}, \quad (2.1)$$

де  $[\alpha_{\text{нп}}]$  – допустиме прискорення для відповідних категорій поїздів,  $\text{м/с}^2$ .

З дозволу Укрзалізниці в окремих випадках для зменшення або усунення обмежень найбільшої допустимої швидкості в кривих норма непогашеного прискорення для пасажирських поїздів може бути збільшена до  $1,0 \text{ м/с}^2$ .

## 2.2 Розрахунки допустимої швидкості руху поїздів

Розрахунки допустимих швидкостей руху поїздів проведемо в табличній формі. В таблиці 2.1 розраховано криву радіусом 600 м при різних категоріях поїздів. Прискорення для прискорених поїздів в цій кривій  $1,38 \text{ м/с}^2$  більше за допустиме  $0,7 \text{ м/с}^2$ . Тому необхідно обмежити швидкість таким поїздам до  $100 \text{ км/год}$ .

Таблиця 2.1

	Швидкість, км/год	Радіус, м	Підвищення, мм	Прискорення, м/с <sup>2</sup>	Допустима швидкість, км/год
вантажні	75	600	130	-0,07	
пасажирські	95	600	130	0,36	
прискорені	130	600	130	1,38	107,9
збірні	75	600	130	-0,07	

Як зазначалося раніше, можна змінити підвищення. Незалежно від радіуса кривої підвищення зовнішньої рейкової нитки без урахування допусків не повинне перевищувати 150 мм. Але у необхідних випадках у кривих ділянках колій максимальне підвищення може допускатися з дозволу Укрзалізниці і більше 150 мм. В таблиці 2.2 розраховано криву радіусом 600 м при підвищенні зовнішньої рейкової нитки 150 мм.

Таблиця 2.2

	Швидкість, км/год	Радіус, м	Підвищення, мм	Прискорення, м/с <sup>2</sup>	Допустима швидкість, км/год
вантажні	75	600	150	-0,20	
пасажирські	95	600	150	0,24	
прискорені	130	600	150	1,25	112,2
збірні	75	600	150	-0,20	

Прискорення для прискорених поїздів в цій кривій 1,25 м/с<sup>2</sup> все рівно більше за допустиме 0,7 м/с<sup>2</sup>. Тому необхідно обмежити швидкість таким поїздам до 110 км/год.

В таблиці 2.3 розраховано криву радіусом 900 м при різних категоріях поїздів. Прискорення для прискорених поїздів в цій кривій 0,9 м/с<sup>2</sup> більше за допустиме 0,7 м/с<sup>2</sup>. Тому необхідно обмежити швидкість таким поїздам до 120 км/год.

Таблиця 2.3

	Швидкість, км/год	Радіус, м	Підвищення, мм	Прискорення, м/с <sup>2</sup>	Допустима швидкість, км/год
вантажні	75	900	90	-0,07	
пасажирські	95	900	90	0,22	
прискорені	130	900	90	0,90	120,8
збірні	75	900	90	-0,07	

Змінимо підвищення так, щоб було в межах норм длч вантажних і пасажирських поїздів. Після різних підстановок приймаємо для кривої радіусом 900 м підвищення 125 мм (табл.. 2.4.). Обмежувати швидкість не потрібно.

Таблиця 2.4

	Швидкість, км/год	Радіус, м	Підвищення, мм	Прискорення, м/с <sup>2</sup>	Допустима швидкість, км/год
вантажні	75	900	125	-0,28	
пасажирські	95	900	125	0,01	
прискорені	130	900	125	0,68	
збірні	75	900	125	-0,28	

Таким чином, обмеження швидкості необхідно організувати в кривій радіусом 600 м до 110 км/год лише прискореним поїздам.

Остаточно вибираємо підвищення те, що рекомендується встановити в колії  $h_{рек}$ . В кривій радіусом 600 м  $h_{рек}=150$  мм. В кривій радіусом 900 м приймаємо  $h_{рек}=125$  мм.

При цьому  $h_{рек}$  повинне бути близьким до розрахункового  $h_p$  (відповідно до Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України [3]). Воно може відрізнятись від розрахункового не більше, ніж на допустиму величину  $\pm \Delta h$ . Для колій з вантажонапруженістю 38,1 млн. т км брутто/км за рік і непогашеного прискорення вантажних поїздів біля  $-0,3$  м/с<sup>2</sup>, допустима величина  $[\Delta h]=40$  мм. В кривій радіусом 600 м  $\Delta h =150-130=20$  мм, що не більше 40 мм. В кривій радіусом 900 м  $\Delta h =125-90=35$  мм, що не більше 40 мм.

### 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ

На заданій ділянці планується виконати ремонт колії на 24 кілометрах в період з квітня по червень місяць, тобто до початку масових пасажирських перевезень.

Необхідна середня денна продуктивність роботи КМС  $lg$  для виконання роботи в заданий строк становить:

$$lg = \frac{A}{N - \Delta N - t_{\text{бк}}} = \frac{24}{61 - 6 - 8} = 0.51_{\text{км}}$$

За умовами організації руху поїздів на ділянці можливе надання вікон для ведення ремонтних робіт 1 раз на 2 або 3 дні. Тоді фронт робіт у «вікно» має складати з округлення до кратної 25 м величини.  $l = 1550$  м.

Для виконання робіт залучаються колійні машини важкого типу.

- 1.СМ-2 - для очищення колії від бруду і сміття, шлаку й інших матеріалів
- 2.ЩОМ-4 - для очищення та вирізки щебеневого баласту.
- 3.УК-25/9 - для зняття рейкошпальної решітки.
4. Трактори - для розпушування баласту та грубого планування баласту.
5. Автогрейдер - для виконання точного планування баласту.
6. УК-25/9-18 - для укладання нової рейкошпальної решітки.
8. ХДВ - призначена для перевезення, механізованого розвантаження баласту.
9. ВПО-3000М - використовується для механізованого виконання за один прохід підбивання і рихтування колії.
- 10.ХДВм - призначена для вивантаження баласту на торці шпал післяпроходу ВПО3000М.
11. ВПР-1200 - виконує роботи з виправки колії вибіркового рихтування колії в місцях відступів.
12. DGS - для виконання ущільнення баластового шару.

### *Розрахунок необхідної тривалості “вікна”*

Необхідне вікно- це тривалість “вікна”, що необхідна для виконання робіт на заданому фронті. Тривалість необхідного “вікна” для виконання робіт, знаходиться з виразу:

$$T_n = t_p + t_e + t_z, \quad (3.1)$$

де  $t_p$ - час, необхідний для розгортання робіт, включаючи час на закриття перегону;

$t_e$ - час роботи ведучої машини УК-25/9-18;

$t_z$ - необхідний час для згортання робіт і відкриття перегону для пропуску поїздів.

Час роботи ведучої машини знаходиться за формулою:

$$t_m = V \cdot a_m \cdot a_e, \quad (3.2)$$

де  $V$ - обсяг роботи, який виражений в одиницях вимірника та прийнятий в технічних нормах часу;

$\alpha_m$ - технічна норма часу роботи машини на вимірник, маш.-хв;

$\alpha_e$ - коефіцієнт додаткових витрат часу у “вікно”.

Час роботи бригади дорівнює:

$$t_{\text{бр}} = \frac{V \cdot \alpha_c \cdot \alpha}{n_{\text{бр}}}, \quad (3.3)$$

де  $\alpha_c$ - технічна норма витрат праці на вимірник, люд.-хв;

$n_{\text{бр}}$ - кількість робітників у бригаді;

Обсяг робіт  $V$  у кожному випадку визначається довжиною ділянки, на якій необхідно його виконати;

$\alpha$  - коефіцієнт додаткових витрат часу, що враховує додаткові витрати часу на пропуск поїздів, переходи у робочій зоні та фізіологічний відпочинок при роботах у «вікно», після «вікна», у підготовчий та заключний періоди:

$$\alpha = \frac{T_p}{T_p - \sum t_1}, \quad (3.4)$$

де  $T_p$ - тривалість робочої зміни, що дорівнює 480 хв, або тривалість «вікна»;

$t_1$ - час на переходи в робочій зоні (12 хв. на 1 км переходів);

$t_2$  – час на фізіологічний відпочинок після кожної години роботи, крім передобідньої та останньої (5 хв. щогодини);

$t_3$  – час, витрачений на пропуск поїздів, що залежить від типу огороження і умов руху поїздів (одноколійна чи двоколійна ділянка).

Час на пропуск поїздів  $t_3$  визначається за формулою:

$$t_3 = n_{ep} \cdot t_{ep} + n_{nac} \cdot t_{nac}, \quad (3.5)$$

де  $n_{ep}$ ,  $n_{nac}$  - кількість поїздів вантажних, пасажирських, моторвагонних та локомотивів, які проходять за час робіт на ділянці;

$t_{ep}$ ,  $t_{nac}$  - норма часу на пропуск поїздів по колії, що ремонтують.

В заданих умовах коефіцієнт  $\alpha$  в основні роботи у «вікно» дорівнює 1,15, в підготовчі роботи та опоряджувальні дорівнює 1,25.

Тривалість роботи ведучої машини з укладання нових або зняття старих ланок укладальним краном визначається як:

$$t_{вед} = \frac{l_{\phi}}{l_{ли}} \cdot \alpha_{вед} \cdot \alpha_{\epsilon}, \quad (3.6)$$

де  $\alpha_{везд}$  - технічна норма часу на укладання чи розбирання однієї ланки хв/ланку,  $\alpha_{везд} = 1,9$  хв;

$\frac{l_{\phi}}{l_{ли}}$  - обсяг роботи машини на ділянці довжиною  $l_{\phi}$  дорівнює кількості

ланок, що укладаються, або змінюються.

Підставивши значення величин до формули (2.6) одержимо:

$$t_{везд} = \frac{1550}{25} \times 1,9 \times 1,15 = 136 \text{ хв.}$$

Час на розгортання і згортання робіт визначається в залежності від прийнятої схеми виконання ремонту колії.

Час розгортання робіт для нашого варіанту дорівнює:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (3.7)$$

де  $t_1$  – час на оформлення закриття перегону і пробіг машин до місця робочого поїзда від станції до місця виконання робіт ( $t_1=14$ хв);

$t_2$  – час, необхідний для зарядки ЩОМ  $t_2 = 17$  хв.

$t_3$  – інтервал часу між ЩОМ-4 і початком розболчування стиків

$$t_3 = (0.096 + 0.025) \cdot 39,6 \cdot 1.15 = 6 \text{ хв}$$

$t_4$  – час між початком розболчуванням стиків і розбиранням колії.

$$t_4 = 9 \text{ хв}$$

$t_5$  – інтервал часу між початком розбирання і укладання колії.

$$t_5 = 4 \cdot 1.9 \cdot 1.25 = 10 \text{ хв};$$

Загальний час розгортання робіт буде дорівнювати:

$$t_p = 14 + 3 + 12 + 10 = 39 \text{ хв}$$

Мінімальні розриви між поїздами та бригадами монтерів колії, на яких поїзди найжджають, складають 50 м, між поїздами 25 м., а між поїздом і бригадою, яка виконує роботу слідом за ним – 25 м.

Інтервал часу між початком очищення баласту і початком розболчування стиків

$$t_3 = (l_{\text{ЩОМ}} + \Delta l) \alpha_{\text{ЩОМ}} \quad (3.8)$$

де:  $l_{\text{ЩОМ}}$  - довжина поїзда з машиною ЩОМ;

$\Delta l$  - інтервал безпеки;

$\alpha_{\text{ЩОМ}}$  - 39,6.

Довжина машини ЩОМ знаходиться з формули:

$$l_{\text{ЩОМ}} = l_{\text{щом}} + l_{\text{лок}} + l_{\text{тур}} \quad (3.9)$$

де:  $l_{\text{ЩОМ}} = 52$  м довжина машини ЩОМ-4;

$l_{\text{лок}} = 19$  м – довжина локомотива ТЭ10;

$l_{\text{тур}} = 25$  м – довжина турного вагону.

Для визначення часу  $t_4$  необхідно знайти довжину ділянки, зайнятої бригадою по розболчуванням стиків, і довжину колієрозбирального поїзда.

Довжина колієрозбирального поїзда:

$$L_{\text{кр}} = l_{\text{лок}} + l_{\text{кр}} + n_{\text{нп}} \cdot l_{\text{нп}} + n_{\text{мп}} \cdot l_{\text{мп}} + l_{\text{пл}} + l_{\text{тур}}, \quad (3.10)$$

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

$l_{\text{нп}}$ ,  $l_{\text{мп}}$ ,  $l_{\text{пл}}$  - довжини платформ неmotorної, motorної та лебідочної;

$n$  - кількість відповідних платформ.

Кількість motorних платформ визначаємо з умови забезпечення перетягування пакетів ланок уздовж составів колієрозбирального поїзда. Motorну платформу встановлюють через десять неmotorних, окрім того приймається ще одна motorна платформа для перевезення пакетів ланок від хвостової частини

поїзда до головної. Наприкінці состава розміщується лебідочна платформа, яка дозволяє розмістити між нею та моторною платформою до 16 немоторних. Кількість немоторних платформ визначається з виразу:

$$n_{nm} = \frac{l_{\phi}}{l_{пл} \cdot n_{яр}} \cdot K_{пл}, \quad (3.11)$$

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

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

При цьому, значення округляється до цілої величини у більшу сторону.

Розрахунок довжини ділянки, знятої бригадою по розболчуванню стиків, виконується в наступній послідовності. Насамперед, знаходиться склад бригади. Для цього розраховується обсяг робіт з розболчування стиків на ділянці довжиною 1550 метрів.

$$V_{раз} = \left(\frac{1550}{25} + 1\right) \cdot 8 \cong 504 \text{шт.},$$

Бригада працює в одному темпі із машиною ЩОМ-4:

$$l_{ЩОМ} = t_{раз} = 1,550 \cdot 39,6 - 1,15 = 69 \text{хв.}$$

Кількісний склад бригади по розболчуванню стиків визначається з формули:

$$n_{раз} = \frac{504 \cdot 1,7}{69} \cong 16 \text{чол.},$$

12 чол. – з ключами, 4 чол. – з електростанцією.

Довжина ділянки, зайнятої бригадою по розболчуванню стиків, знаходиться з формули:

$$L_{раз} = \left(\frac{12}{4} - 1\right) \cdot 25 = 50 м,$$

Кількість несамоходних платформ визначається з виразу:

$$n_{нм} = \frac{l_{\phi}}{l_{зс} \cdot n_{яр}} \cdot k,$$

де  $n_{яр}$  - 5 - кількість ланок у пакеті;

$l_{зс} = 25 м$  - довжина ланки колії, що розбирається

$k$  - кількість платформ під один пакет при ланках довжиною 25 м,  $k=2$ .

$$n_{нм} = \frac{1550}{25 \cdot 5} \cdot 2 \cong 26шт,$$

Кількість моторних платформ визначається за умови забезпечення перетягування пакетів ланок уздовж поїзда. Звичайно такі платформи розташовуються через 10 несамохідних платформ, виходячи з довжини троса 150 метрів.

$$n_{м} = 3шт.,$$

$$L_{пр} = 19 + 44 + 15 \cdot 26 + 16 \cdot 3 + 25 + 25 = 551 м$$

Довжина ділянки, на якій необхідно зняти болти і поставити штирі, щоб можна було приступити до розбирання колії, дорівнює:

$$L_{раз} = 50 + 50 + 551 + 25 = 676 м$$

При підрахунку даної величини врахований технологічний розрив між машиною ЩОМ і бригадою по розболчуванню стиків (50 метрів), а також між головною і живильною частиною колієрозбирального поїзда (25 метрів).

Обсяг роботи, який необхідно виконати на цій ділянці:

$$V_{\text{раз}} = \left(\frac{676}{25} + 1\right) \cdot 8 \cong 224 \text{ болтів},$$

Підставивши це значення до формули, знайдемо інтервал часу між початком розболчування стиків і початком розбирання колії:

$$t_4 = \frac{224 \cdot 1,7 \cdot 1,15}{16} = 28 \text{ хв}$$

Обсяг роботи, який повинен зробити колієрозбиральний поїзд до початку укладання ланок, знаходиться в залежності від відстані між колієукладальним та колієрозбиральним поїздами. При очищенні щебеню машиною ЩОМ-4 ця відстань приймається рівною 100 м, тому інтервал часу між початком розбирання і початком укладання колії знаходиться з виразу:

$$t_5 = \frac{100}{25} \cdot 1,9 \cdot 1,15 \cong 9 \text{ хв}$$

$$t_p = 14 + 17 + 6 + 6 + 28 + 9 = 80 \text{ хв}$$

Довжина колієукладального поїзду знаходиться за тими ж принципами, що і довжина колієрозбирального поїзда. Однак при визначенні його довжини необхідно врахувати, що замість лебідочної платформи він має звичайну платформу прикриття, до якої може примикати не більш 10 неоторних платформ.

Далі знайдемо довжину колієукладального поїзда. Кількість неоторних платформ у колієукладальному поїзді:

$$n_{nn} = \frac{1550}{25 \cdot 4} \cdot 2 = 32шт$$

Кількість моторних платформ:

$$n_{mn} = \frac{32}{10} + 1 \cong 5шт$$

У цьому випадку поїзд повинен включати 5 моторних платформ. Тоді довжина колієукладального поїзда з краном УК 25/9-18 дорівнює:

$$l_{ук} = 19 + 44 + 12 \cdot 15 + 5 \cdot 16 + 25 + 25 = 683м$$

Кількісний склад бригади по постановці накладок і зболчування стиків знаходиться з урахуванням того, що темп її роботи такий же , як і укладального крана:

$$n_{об} = \frac{1550}{25} \cdot \frac{18,21 \cdot 1,15}{136} \cong 10чол.$$

У такому випадку бригада при роботі займає ділянку довжиною 25 метрів.

Бригада, що виконує постановку шпал по мітках, займає 25 метрів.

Бригада по рихтуванню колії звичайно працює на ділянці довжиною 50 метрів.

Визначаємо довжину хопер-дозаторної вертушки:

$$L_{верт} = l_{хд} \cdot n + l_{тур} + l_{лок}$$

де  $l_{хд}, l_{тур}, l_{лок}$  - довжина відповідно, хопер-дозаторного вагона, турного, вагона і локомотива відповідно;

$n$  - кількість хопер-дозаторних вагонів.

Кількість хопер-дозаторних вагонів не повина перевищувати 22 шт.

Кількість хопер-дозаторних вагонів визначається за формулою:

$$n_{хдв} = \frac{W_{щ} - \Delta W_{щ}}{W_{хд}} \cdot L_{ф} \quad (3.12)$$

де  $W_{щ}$  - об'єм баласту, що вивантажується з хопер-дозаторів за нормою на 1 км,

$W_{хд}$  - обсяг баласту в одному хопер-дозаторі,  $W_{хд} = 40 \text{ м}^3$ ;

$\Delta W_{щ}$  - обсяг щебеню, що резервується на малу вертушку,  $100 \text{ м}^3$ .

Після ремонту за завданням необхідно досипати щебенекий баласт товщиною 5 см. Витрата баласту на 1 км складає  $850 \text{ м}^3$ . За прийнятою технологією робіт перед роботою машини ВПО-3000М вивантажується  $650 \text{ м}^3$  щебеню, після проходу машини ВПО-3000М -  $100 \text{ м}^3$  та інша частина -  $100 \text{ м}^3$  щебеню вивантажується в опоряджувальних роботах.

Визначаємо кількість хопер-дозаторних вагонів:

$$n_{хд} = \frac{650}{40} \cdot 1.550 = 26 \text{шт.}$$

Визначаємо довжину хопер-дозаторної вертушки:

$$L_{хдв} = l_{хдв} \cdot n_{хдв} + l_{тур} + l_{лок},$$

$$L_{хдв} = 10 \cdot 26 + 20 + 19 = 299 \text{м};$$

Довжина робочого поїзда з машиною ВПО-3000М, дорівнює:

$$L_{ВПО} = l_{ВПО} + l_{тур} + l_{лок},$$

де  $l_{ВПО} = 28$  м – довжина машини ВПО,

$l_{лок} = 19$  м – довжина локомотива ТЭ10;

$l_{тур} = 25$  м – довжина турного вагона.

$$L_{ВПО} = 28 + 19 + 25 = 72 м$$

Число хопер-дозаторів у малій вертушці, що вивантажує щєбінь після проходу машини ВПО-3000М, дорівнює:

$$n_{хд}^м = \frac{100}{40} \cdot 1.550 \cong 4$$

Довжина цієї вертушки дорівнює:

$$L_{хдв}^м = 10 \cdot 4 + 20 + 19 = 79 м;$$

Довжина машини ВПР-1200 дорівнює:  $L_{ВПР-1200} = 27 м;$

Довжина DGS дорівнює:  $L_{DGS} = 31 м;$

Далі знаходимо:

$$t_2 = (638 + 25 + 25 + 25 + 50 + 50 + 299 + 25 + 72 + 25 + 79 + 25 + 26 + 25 + 31) \cdot 33.9 \cdot 1.15 = 57 хв$$

Визначимо час згортання робіт

$$t_c = 10 + 57 + 10 = 77 хв$$

Необхідна тривалість «вікна» дорівнює:

$$T_o^n = 80 + 136 + 77 = 293 \text{ хв} = 4 \text{ з.} 53 \text{ хв}$$

### *Розробка графіка основних робіт у «вікно»*

Для зручності проектування окремі роботи, що входять у технологічний процес, зображуються у вигляді графіка. Для його побудови по осі абсцис відкладають фронт робіт, а по осі ординат – час.

При розрахунку часу розгортання і згортання робіт були визначені інтервали між роботами до початку укладання колії та після її закінчення до кінця «вікна».

Відкладаємо час на оформлення закриття перегону, зняття напруги та пробіг машин до місця робіт – 14 хв. Потім час на зарядження ЩОМ-4 – 17 хв. За ЩОМ з інтервалом 6 хв. в роботу вступає бригада по розболчуванню стиків.

Вона працює в темпі зі ЩОМ до початку роботи колієрозбирального поїзду, що починає працювати слідом за бригадою по розболчуванню стиків через 28 хв.

Після вступу в роботу колієрозбиральника темп роботи бригади по розболчуванню стиків може бути зменшеним, а люди, що звільнилися при цьому, переходять на виконання інших робіт.

Від початку роботи колієрозбирального поїзда відкладають тривалість його роботи наприкінці фронту робіт, та з'єднуючи крапки початку та кінця показують його роботу.

Слідом за колієрозбиральним поїздом через 9 хв. вступає в роботу колієукладач.

Між кранами працюють трактори та автогрейдери, які розпушують та планують баласт.

Слідом за колієукладальним краном через 25 м починає працювати бригада, що здійснює постановку накладок та зболчування стиків.

Робота з установки нормальних стикових зазорів виконується одночасно з укладанням колії.

Інтервал  $t_6$  знаходиться з умови, що головна частина колієукладального поїзду віддалилася від початку робіт на безпечну відстань.

$$t_6 = (44 + 2 \cdot 2 \cdot 15 + 16 + 25) \cdot \frac{1,9}{25} \approx 11 \text{ хв.}$$

Розробка графіка основних робіт закінчується визначенням кількості монтерів колії та машиністів, які зайняті у «вікно».

*Визначення виробничого складу КМС*

Кількість робітників, необхідна для щоденного виконання підготовчих та опоряджувальних робіт на перегоні знаходиться з виразу:

$$n_{\text{цод}} = \frac{Q_{\text{підг}} + Q_{\text{опр}} - (n_{\text{в}} - n_{\text{пв}}) \cdot T_{\text{пв}} - Q_{\text{маш}} - \sum n_i \cdot t_i}{(d - 1) \cdot T_{\text{зм}}} \quad (3.13)$$

де  $Q_{\text{підг}}$ ,  $Q_{\text{опр}}$  – сумарні витрати праці на виконання підготовчих та опоряджувальних робіт

$d$  – періодичність надання „вікон”;

$T_{\text{зм}}$  – тривалість робочої зміни,  $T_{\text{зм}} = 480 \text{ хв}$ ;

$Q_{\text{маш}}$  – витрати праці на роботи, що виконуються машинами у підготовчий та опоряджувальний період;

$\sum n_i \cdot t_i$  – трудомісткість робіт, які можуть виконати люди, що звільнилися раніше кінця „вікна”;

$T_{\text{пв}}$  – тривалість робіт після „вікна”;

$n_{\text{в}}$  – кількість робочих, зайнятих на виконання робіт у „вікно”;

$n_{\text{пв}}$  – кількість робочих, зайнятих на виконання робіт після „вікна”.

Отже, кількість робітників для двох варіантів буде дорівнювати:

$$n_{\text{цод}} = \frac{5692 + 40907 - (57 - 6)187 - 1197 - 2980}{960} = 34 \text{ чол.}$$

Таблиця 3.1 - Відомість затрат праці за технічними нормами

№ п/п	Найменування роботи	Одиниця	Кількість	Технічна норма		Затрати праці на роботу		Чисельність працюючих	Тривалість роботи, год		Примітка
				затрати праці на одиницю виміру, людиногод	часу роботи машин на одиницю виміру, маш.-год	без урахування відпочинку	з урахуванням відпочинку і		Всього	машин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Підготовчі роботи (1,25)</b>											
1	Зняття колійних знаків: - малих - великих	знак знак	14 4	17,28 36,29		241,92 145,16	302,40 181,45	2 2	242		
2	Зняття стелажів для по кілометрового запасу зі збиранням рейок у середину колії	Стелаж	1	159,75		159,75	199,69	2	100		
3	Розбирання постійного з/б настилу з укладанням дерев'яного тимчасового	М <sup>2</sup> настилу	35	30,65		1072,75	1340,94	8	168		
4	Розболчування і зняття 2-го і 4-го болтів у стиках	Болт	252	1,5		378	472,5	12	224		
5	Випробування і змащення стикових болтів	Болт	252	2,56		645,12	806,40	12			
6	Регулювання стикових зазорів гідравлічними приладами (50%)	М	775	1,45		1123,75	1404,69	12			
7	Закріплення шпал забиванням додаткових костилів на 15% шпал	Костиль	428	0,41		175,40	219,25	4	229		
8	Закріплення шпал добивкою 50% костилів	Костиль	8556	0,065		556,14	695,18	4			



Продовження таблиці 3.1

Основні роботи, які виконуються у «вікно» (1,15)											
1	Оформлення закриття перегону, пробіг машини до місця робіт	Хв	14								
2	Розбирання тимчасового ререїздного настилу	М <sup>2</sup> настилу	35	7,2		252,00	289,80	8	36	2	
3	Встановлення заземлювачів контактної мережі	Шт.	31	6,9		213,90	245,99	6	41		
4	Підготовка місця для зарядки ЩОМ-4	Місце	1	482		482,00	554,3	12	46		
5	Підготовка місця для зарядки ВПО-3000: баласт щебеневий	Місце	1	197,3		197,3	226,9	8	28		
6	Очистка колії СМ-2	Км	1,55	36	12	55,80	64,17	3	21	21	
7	Зарядка машини ЩОМ-4	Місце	1	135	15	135,00	155,25	9	17	17	
8	Очищення щебеню ЩОМ-4	Км	1,550	356,4	39,6	552,42	635,28	9	71	71	
9	Розрядка ЩОМ-4	Місце	1	117	13	117,00	134,55	9	15	15	
10	Розболчування стиків з установкою штирів у кожному стику	Болт	244	1,7		414,80	477,02	9	53		
11	Розбирання колії УК-25/9-18	Ланка	62	28,5	1,9	1797,00	2032,05	15	135	135	
12	Планування баласту трактором	Км	1,550	150	75	232,5	267,38	2	134	145	
13	Планування баласту автогрейдером	Км	1,550	75	75	116,3	133,69	1	134	145	
14	Укладання колії УК-25/9-18, з/б шпали, ланки 25 м	Ланка	62	39,9	1,9	2473,80	2844,87	21	135	135	
15	Заготівля й укладка рейкових рубок	Рубка	2	64,21		128,42	147,68	6	25		
16	Постановка нормальних стикових зазорів трактором з торцевою плитою, з/б шпали	Стик	63	5,7	1,9	359,10	412,97	3	138	138	
17	Постановка накладок і зболчування стиків	Стик	63	18,21		1147,23	1319,31	10	132		

## Продовження таблиці 3.1

	електрогайковим ключем										
18	Виправлення шпал по мітках – з/б шпали	Шпала	59	1,88		110,92	127,56	2	64		
19	Рихтування колії з постановкою на вісь моторним гідравлічним рихтовщиком РГУ-1 (50%)	М	775	0,575	0,115	445,63	512,47	5	102	102	
20	Вивантаження баласту з ХДВ 650 м <sup>3</sup> /км	М <sup>3</sup>	1008	0,56	0,14	564,20	648,83	4	162	162	
21	Виправлення колії з суцільним підбиттям шпал та рихтування ВПО-3000М, бал. Щеб	Км	1,550	237,3	33,9	367,82	422,99	7		60	
22	Засипання торців шпал після ВПО-3000М	М <sup>3</sup>	155	0,56	0,14	86,80	99,82	4		25	
23	Приведення машини ВПР-1200 у робоче положення	Місце	1	25,2	8,4	25,20	28,98	3		10	
24	Вибіркова виправка колії за допомогою ВПР-1200	Шпала	155	0,2136	0,0712	33,11	38,07	3		13	
25	Приведення ВПР-1200 у транспортне положення	Місто	1	18,9	6,3	18,90	21,74	3	7	7	
26	Ущільнення баласту DGS	Км	1,550	101,7	33,9	157,64	181,28	3	60	71	
27	Знімання заземлювачів контактної мережі	Шт.	31	5,33		165,23	190,01	4	48		
						<b>Разом</b>	<b>12324,21</b>				
<b>Основні роботи, які виконуються після «вікна»</b>											
1	Підтягування стикових болтів, які ослабли (50%)	Болт	248	0,52		128,96	161,20	1	161		
2	Засипання шпальних ящиків баластом у місцях перешкод для роботи машин	М	20	7,82		156,40	195,50	3	65		

## Продовження таблиці 3.1

3	Укладання тимчасового переїзного настилу	М <sup>2</sup> на ст..	35	13		455,00	568,75	4	142		
						<b>Разом</b>	<b>925,45</b>				
<b>Опоряджувальні роботи</b>											
1	Демонтаж тимчасового переїзного настилу	м <sup>2</sup> настилу	35	7,2		252,00	315,00	4	79		
2	Очищення закритих водовідвідних з/б лотків	М лотка	78	10,67		832,26	1040,33	34	502		
3	Відновлення закритих водовідвідних з/б лотків	М лотка	47	272,8		12821,6	16027,00	34			
4	Часткове зрізання баласту колійним стругом - на насипу - у виїмці	Км	0,25 0,07	67,8 100	33,9 50	16,95 7,00	21,19 8,75	2 2			
5	Зрізання узбіччя колійним стругом - на насипу - у виїмці	Км	0,19 0,05	67,8 100	33,9 50	12,88 5,00	16,10 6,25	2 2			
6	Нарізка кюветів колійним стругом	Км	0,31	184	92	57,04	71,3	2		62	
7	Рихтування кривих за розрахунком машиною Р-2000	Км	0,47	175	25,00	82,25	102,87	7		15	
8	Приведення ВПП-1200 у робоче положення	Місце	1	25,2	8,40	25,2	31,50	3	11	11	
9	Вибіркова виправка колії ВПП-1200	Шпала	3026	0,2136	0,0712	646,35	807,94	3	269	269	
10	Приведення ВПП-1200 у транспортне положення	Місце	1	18,9	6,30	18,90	23,63	3	8	8	
11	Вивантаження баласту із ХДВ	М <sup>3</sup>	155	0,56	0,14	86,80	108,50	4	27	27	
12	Укладання тимчасового переїзного настилу	М <sup>2</sup> настилу	35	13		455,00	568,75	4	142		
13	Засипання баластом торців шпал після машино рихтування	М	465	0,58		269,70	337,13	6	56		

## Продовження таблиці 3.1

14	Зрізання узбіччя в містах перешкод для роботи струга	М <sup>3</sup>	15,5	16,2		251,10	313,88	16	173		
15	Очищення кювета у місцях перешкод для роботи струга	М <sup>3</sup>	9,3	133,6		1242,48	1553,10	16			
16	Збирання ґрунту з укосів виїмок і в місцях перешкод для роботи струга - перекиданням 50% - вивезенням 50%	М <sup>3</sup>	7,75 7,75	32,3 61,5		250,33 476,63	312,91 595,78	16 16			
17	Прибирання зайвого баласту біля опор контактної мережі, сміття після очищення лотків та кюветів	М <sup>3</sup>	31	9,48	4,74	293,88	367,35	2	184		
18	Планування узбіччя земляного полотна	М	620	5,4		3348,00	4185,00	21	476		
19	Обробка баластової призми	М	775	4,05		3138,75	3923,44	21			
20	Ремонт переїзду з укладанням настилу з з/б плит	Переїзд	1	4195		4195,00	5243,75	11	477		
21	Установка колійних знаків:	Знак	9 14	58,2 26,4		180,42 369,60	225,53 462,00	7 7	184		
22	Фарбування колійних знаків:	Знак	3 14	60,1 17,2		240,40 240,80	300,50 301,00	7 7			
						<b>Разом</b>	<b>37270,42</b>				
						<b>QМаш</b>	<b>1197,97</b>				
<b>Інші роботи</b>											
1	Витрати праці на заміну інвентарних рейок плітями безстикової колії з застосуванням колієукладачів	Км	1,55	23119			<b>35834,45</b>				
2	Витрати праці на лікування й	Км	1,55	9600			<b>14880,00</b>				

## Продовження таблиці 3.1

	оздоровлення земляного полотна											
3	Витрати праці на збирання нових і розбирання старих ланок колії на стенді виробничої бази: шпали до ремонту дерев'яні, після – з/б	Км	1,55	55948			<b>86719,40</b>					
							<b>Разом</b>	<b>137433,9</b>				
							<b>Усього</b>	<b>193465,2</b>				

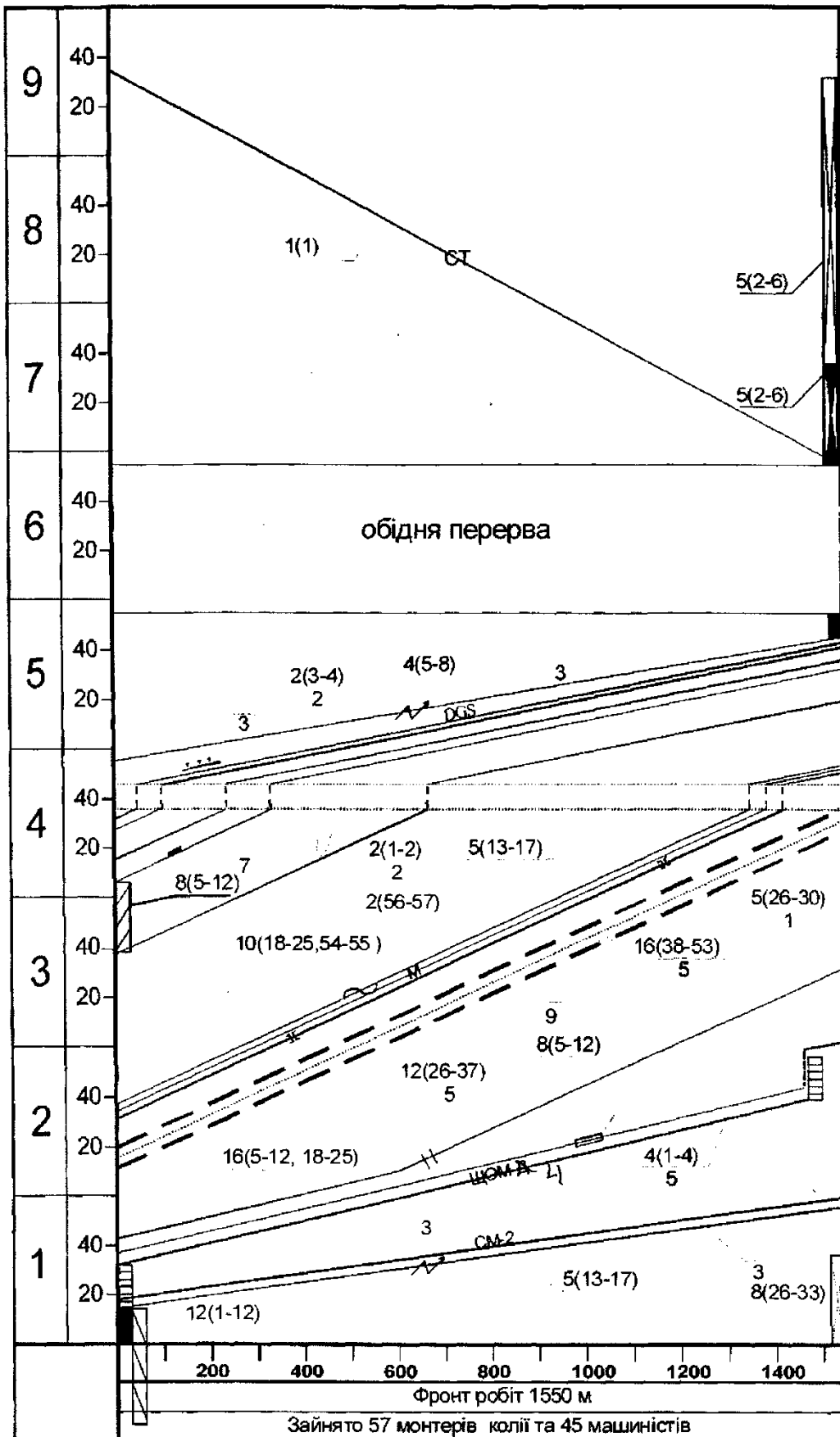


Рисунок 3.1 – Графік основних робіт у «вікно»

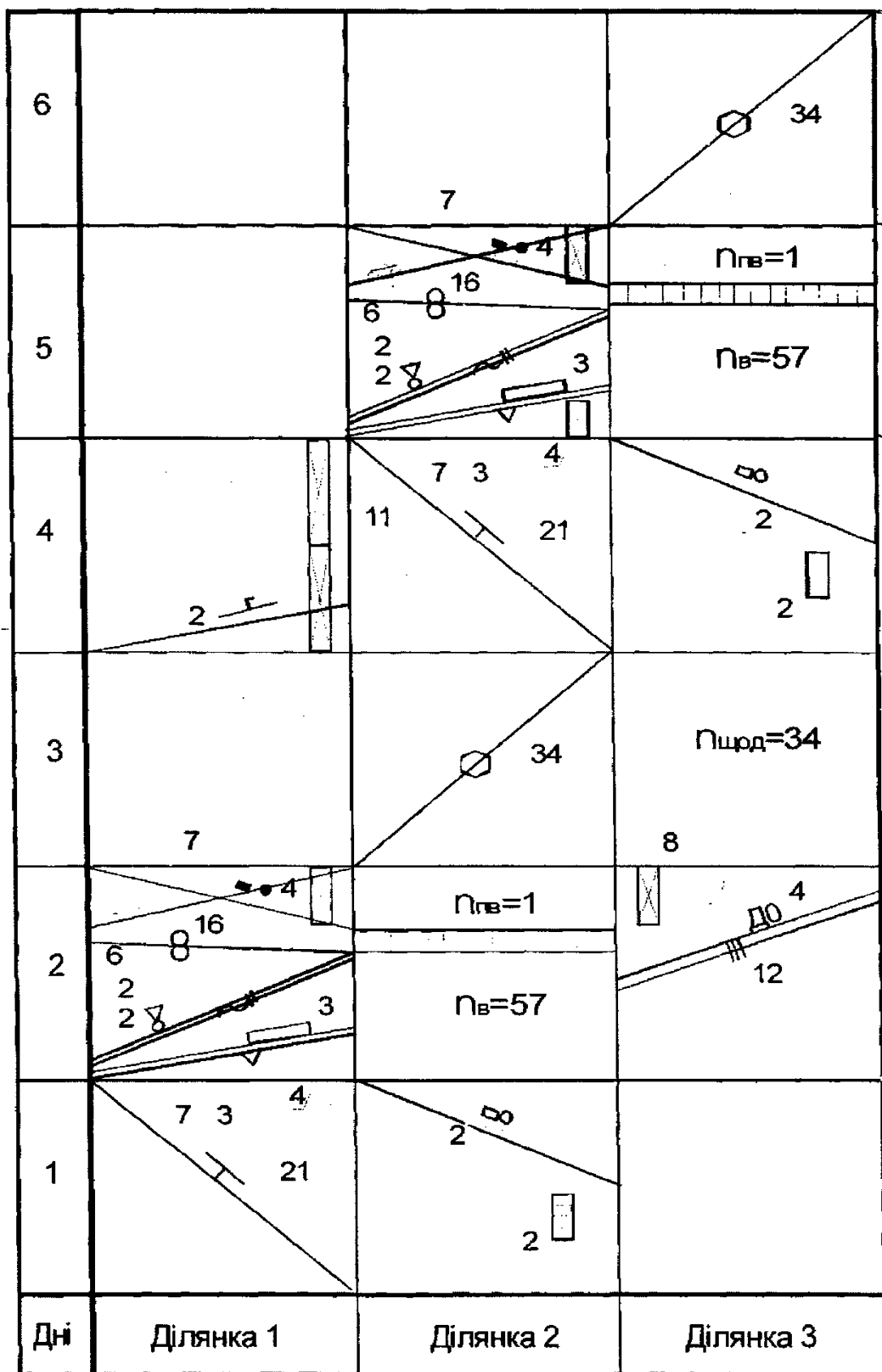


Рисунок 3.2 – Графік робіт по днях

## **4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ, ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ**

### **Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням колійних машин і механізмів**

Відповідність за виконання заходів безпеки працівників під час виконання робіт із застосуванням колійних машин покладається на керівника робіт, який призначається начальником структурного підрозділу: у разі робіт, виконуваних колійною машинною станцією (КМС) — на начальника КМС; у разі робіт, виконуваних дистанцією колії — на начальника дистанції колії.

У разі виконання робіт машинами Українського центру механізації колійних робіт Укрзалізниці відповідальність за виконання заходів безпеки працівників покладається на начальників машин.

До експлуатації повинні допускатися машини та механізми, оглянуті та випробувані у встановленому порядку, а також укомплектовані відповідно до інструкцій з їх експлуатації.

Відповідальність за справний стан машини покладається на призначену роботодавцем особу (начальник, головний механік, інженер-технолог або машиніст).

Колійна машина повинна бути забезпечена вогнегасниками, розташованими в легкодоступному місці, у повній готовності до застосування.

Обслуговуючий персонал повинен бути навчений правилам пожежної безпеки та методом використання первинних засобів пожежогасіння.

Не дозволяється зберігати та перевозити в кабінах машини легкозаймисті речовини.

До обслуговування колійної машини допускаються особи, які мають право на керування машиною та пройшли перевірку знань з питань охорони праці у встановленому на підприємстві порядку.

Відповідно до вимог ДНАОП 5.1.11-1.48-2000 під час виконання робіт на колії з використанням колієукладальних кранів, виправно-підбивально-опоряджувальних машин, щибенеочищувальних машин, електробаластерів,

стрілових кранів на електрифікованих ділянках постійного та змінного струму напруга з контактної мережі має бути знята на весь період роботи, а контактна мережа має бути заземлена.

Обслуговування машин з електроустаткуванням необхідно здійснювати відповідно до вимог ДНАОП 1.1.10-1.01-97 та ДНАОП 0.00-1.21-98.

Заземлення та занулення електроустаткування, встановленого на колійних машинах, повинні задовольняти вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98.

На колійних машинах з електроустаткуванням повинні бути спеціальні захисні засоби: гумові діелектричні килимки, гумові діелектричні рукавички.

Роботи з усунення несправностей на колійних машинах повинні виконуватися відповідно до інструкції з експлуатації.

Перед запуском двигуна та випробуванням гальм необхідно переконатися у відсутності людей під машиною та на колії.

Перед пуском робочих органів і зрушенням машини з місця машиніст (помічник машиніста) повинен подати звуковий сигнал.

Не дозволяється після подачі сигналу на початок роботи знаходитись в межах робочих органів машини, підлазити під машину, сідати або ставати на робочі органи машини.

Керувати машинами, що мають виносний пульт, слід знаходячись на узбіччі земляного полотна.

Сходити з машини слід повернувшись до неї лицем і тримаючись обома руками за поручні.

Необхідно стежити, щоб у кабінах, на сходинках і поручнях не було масла та бруду.

Під час руху колійних машин своїм ходом або в складі поїзда робочі органи повинні бути приведені в транспортне положення.

Не дозволяється передавати керування машиною особам, які не мають на це права.

Під час роботи на дво- і багатокільніх ділянках керівник робіт зобов'язаний забезпечити своєчасне оповіщення монтерів колії і бригаду машини про наближення поїзда по сусідній колії.

Не дозволяється знаходитися на міжколійї під час пропуску поїздів по сусідній колії.

Під час виконання робіт із застосуванням щибенеочищувальних машин, а також електробаластера на безстиківій колії відповідальною особою за забезпечення безпеки робітників повинен бути призначений працівник за посадою не нижче старшого майстра шляхового, начальника ділянки або виконроба.

Під час виконання робіт із застосуванням електробаластера на колії з ланок, колійного струга, кюветоочищувальної машини, колієукладальних кранів і рейкоукладачів, хопер-дозаторів, виправно-підбивально-рихтувальних машин, виправно-підбивально-опоряджувальної машини (ВПО-3000), рейкошліфувального поїзда, баластощільнувальної машини (БУМ), динамічного стабілізатора, колійного моторного гайковерта (ПМГ), плужного снігоочисника та снігоочисника таранного типу, електроснігоочисника роторного типу відповідальною особою за забезпечення безпеки робітників повинен бути призначений працівник за посадою не нижче майстра шляхового.

Під час виконання робіт із застосуванням планувальників баласту, рейкоочисної машини (РОМ), снігоприбиральних машин (СМ) відповідальною особою за забезпечення безпеки робітників повинен бути призначений працівник за посадою не нижче бригадира колії.

На час проходу поїзда по сусідній колії крила та бокові щітки снігоприбиральної машини повинні бути прибрані в межі габариту машини.

Не дозволяється робота колійних машин у темний час доби у разі недостатнього освітлення, а також під час туману або грози.

**Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням колієукладальних кранів типу УК-25**

Роботи із застосуванням колієукладальних кранів повинні виконуватися відповідно до вимог ДНАОП 0.00-1.03-2002 Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів, затверджених наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 20.08.2002 № 409 (далі- ДНАОП.0.00-1.03-2002).

Під час укладання нових ланок колії і розбирання старих, а також при перевертанні їх знаходитися під піднятою ланкою та збоку від неї не дозволяється. Працівники обслуговуючої бригади в цей час повинні знаходитися попереду або позаду піднятої ланки на відстані не менше 2 м.

Під час стикування утримувати ланки необхідно направляючою штангою за головку рейки на відстані не ближче 0,4 м від стику.

Не дозволяється перебувати та проходити між завантаженими не закріпленими пакетами ланок, перебувати між ними в момент перетягування, а також перебувати на відстані менше 10 м від троса в момент перетягування пакетів ланок.

Під час проходження колієукладального (колієрозбирального) поїзда до місця роботи і назад пакети ланок на платформах повинні бути надійно закріплені спеціальними пристроями.

На час пропуску поїзда по сусідній колії робота колієукладального крана та перетягування пакетів повинні бути припинені і забезпечений габарит для безпечного пропуску поїзда.

Не дозволяється виконувати колійні роботи позаду і попереду колієукладальних кранів на відстані менше 25 м, знаходитися на піднятому вантажі, переходити і знаходитися під піднятим вантажем, а також ближче 1 м збоку від нього.

Робітники, які входять до складу бригади, що обслуговує колієукладальні крани, повинні бути забезпечені захисними касками та рукавичками.

Не дозволяється обслуговуючому персоналу рейкоукладачів під час роботи користуватися передніми дверима kabіни. Ці двері повинні бути на час роботи зачинені на замок, а підвісна драбина знята.

До початку роботи рейкоукладача борти платформи повинні бути відкриті і закріплені в кронштейнах з установкою на бортах огорожуючого бар'єра.

### **Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням хопер-дозаторів**

Не дозволяється особам, що обслуговують поїзд під час навантаження і розвантаження:

- а) знаходитися усередині кузова;
- б) пролазити через відкриті люки в кузов;
- в) виконувати регулювання механізмів і знаходитися в зоні підняття й опускання дозаторів у разі включення повітря в робочу магістраль;
- г) знаходитися в зоні роботи екскаватора або під бункером у разі бункерного завантаження.

Перед заповненням повітрям робочої магістралі необхідно переконатися у відсутності людей усередині хопер-дозаторів, а також на відстані 1 м від розвантажувально-дозуючих механізмів. Заповнення повітрям в робочій магістраль дозволяється тільки після оповіщення працюючих; команда про заповнення подається керівником роботи.

Під час пропуску поїзда по сусідній колії робота з розвантаження баласту з хопер-дозатора повинна бути припинена, а бригаді, що обслуговує поїзд, необхідно зійти на узбіччя або піднятися на площадки вагонів.

Не дозволяється знаходитися на міжколійї під час пропуску поїздів по сусідній колії.

### **Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням спецсостава для навантаження, перевезення та розвантаження рейкових плітей**

Відповідальним за виконання вимог безпеки працівниками, які зайняті на навантаженні або розвантаженні рейкових плітей із застосуванням спецсостава

повинен бути керівник робіт за посадою не нижче старшого шляхового або шляхового майстра.

Відповідальним за виконання заходів безпеки працівниками спецсостава призначається машиніст цього спецсостава.

Під час навантаження, розвантаження рейкових плітей і руху спецсостава не дозволяється:

- а) ходити по рейкових плітях і стояти на них;
- б) знаходитися на спецсоставі стороннім особам.

Між машиністом, помічником машиніста спецсостава і машиністом локомотива повинен бути встановлений радіозв'язок.

Для контролю за рейковими плітями у місцях кріплення в темний час доби повинне передбачатися достатнє освітлення, але не менше 20 лк.

Рейкові пліті під час транспортування по електрифікованих ділянках на змінному струмі повинні бути заземлені гнучким проводом перетином не менш 10 мм<sup>2</sup> на металеву раму платформи через кожні 100 м. Машиніст спецсостава зобов'язаний перед відправленням поїзда на перегін перевірити наявність заземлення.

Рейкові пліті, що розвантажуються зі спецсостава для укладання їх на електрифікованих ділянках колії на змінному струмі, повинні заземлюватися відповідно до вимог ДНАОП 5.1.11-1.48-2000.

### **Вимоги безпеки під час роботи із застосуванням пересувних електростанцій напругою до 220 В включно та переносного електричного інструмента**

Пересувні електростанції повинні відповідати вимогам безпеки і утримуватися відповідно до заводських інструкцій.

Пересувні електростанції повинні транспортуватися до місця робіт на автомашинах або дрезинах.

Електростанція повинна встановлюватися на узбіччі земляного полотна на відстані не менше 2 м від крайньої рейки.

Металевий корпус електростанції повинен бути заземлений за допомогою заземлювача, забитого в землю на глибину не менше 1 м на відстані не ближче 2 м від крайньої рейки.

Корпус електричного інструменту при роботі повинен бути з'єднаний з корпусом електростанції за допомогою спеціальної жили кабелю живлення, яка слугує для заземлення.

По мірі переміщення електростанції кабель живлення повинен переноситися та укладатися в сухих місцях без скручування.

У разі необхідності укладання кабелю живлення через колію його потрібно пропускати між шпалами під рейки. Розподільчі коробки повинні бути на легких візках, що переміщуються по рейках.

Для приєднання трифазного електричного інструмента необхідно застосовувати чотирьохжильний кабель. Перевірка справності заземлення електростанцій і електричного інструменту повинна виконуватися перед початком роботи відповідно до їхнього технічного опису інструкції з експлуатації.

Під час переходу з електроінструментом з одного місця робіт на інше та у разі перерви в роботі напруга в кабелі живлення повинна зніматися, а електроінструмент відключатися. Під час перенесення інструменту не дозволяється тримати його за робочі частини.

Перед пропуском поїзда або іншого рухомого складу по колії, на якій виконуються роботи, або по сусідній колії напруга з кабелю живлення повинна бути знята, а електричний інструмент прибраний за межі габариту рухомого складу.

Не дозволяється очищати свердла і ножівкові полотна до повної їхньої зупинки під час роботи електросвердлильних і електрорейкорізальних верстатів відповідно до вимог НАОП 5.1.11-2.06-84 ОСТ 32.45-84 Робота з механізованим

колійним інструментом, затверджений Міністерством шляхів сполучення СРСР, 1984.

Ручні електричні, точильні і шліфувальні машини повинні бути оснащені міцними захисними кожухами згідно з вимогами ДНАОП 1.1.10-1.04-2001.

Не дозволяється робота зі знятим кожухом.

Не дозволяються заправлення бензинового бака паливом під час роботи електростанції, а також паління або розведення вогню біля електростанції.

Робота з електроінструментом класу I повинна виконуватися з обов'язковим використанням захисних засобів (гумових діелектричних килимів, калош, рукавичок)

Справність інструменту, що видається робітнику, перевіряється оглядом бригадиром колії або майстром шляховим.

Не дозволяється видача та застосування несправного, зношеного та не відповідного до виконуваної роботи інструменту.

Пересувні електростанції, електричний інструмент, металеві розподільчі коробки повинні періодично піддаватися перевірці відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98 і ДНАОП 1.1.10-1.01-97.

### **Огородження місця виконання робіт з ремонту колії**

Огороджуються місця виконання робіт відповідно до ЦП-0067.

При виконанні робіт розгорнутим фронтом (більше 200м) місця робіт, що вимагають зупинки поїздів, огороджуються згідно зі схемою, наведеною на рис.6.1.

Відстань Б, що вказана на рис. 4.1, залежать від встановленої швидкості руху поїздів, величини керуючого уклону та режиму руху поїзда. Б – величина гальмового шляху при службовому гальмуванні (1000-1700м).

Перед початком робіт закривається перегін для руху поїздів і огороджується ділянка. Місця проведення колійних робіт повинні бути огорожені та мати попереджувальні знаки, попередження про роботи передається на поїзди локомотивним бригадам відповідно до вимог ЦП-0067 Інструкції з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт на залізницях України.



башмаки на третій шпалі від кінця ланки, що покладена в колію. У разі виявлення несправностей у гальмах лебідок, у екіпажній частині, кінцевих вимикачах вантажозахоплювальних пристроїв, сигналах колієукладальні машини до роботи не допускаються.

Супроводження колієукладачів у складі господарчих поїздів від бази до місця робіт дозволяється тільки машиністу крана.

Під час робіт із застосуванням щибенеочисної машини необхідно дотримуватися таких правил техніки безпеки. Перед виконанням операцій із зарядження й розрядження щибенеочисної машини, а також перед пуском робочих органів машиніст повинен попереджувати про це керівника робіт і робітників, що знаходяться поблизу, звуковим сигналом.

Під час переведення робочих органів машини з транспортного положення в робоче та навпаки не можна знаходитися біля стійок несучої рами і роторного пристрою.

Під час роботи машини не можна стояти або ходити по узбіччю поблизу щибенеочисного пристрою, а також наближатися до нього попереду або позаду на відстань до 5 м. Під час зарядження або розрядження щибенеочисного пристрою рейки піднятої колійної решітки необхідно підтримувати захисними захоплювачами.

Виконання колійних робіт попереду й позаду машини ВПО-3000 дозволяється на відстані не ближче 50 м. Не допускається робота машин у темний час доби за відсутності необхідного освітлення, під час сильного туману або грози. Під час експлуатації машин забороняється: користуватися відкритим вогнем на машині й поруч з нею; сходити й сідати на ходу машини; усувати несправності пневматичних і гідравлічних пристроїв, що знаходяться під тиском; підніматися на дах машини на електрифікованій ділянці; ремонтувати й усувати несправності робочих органів, що знаходяться в піднятому й незастопореному стані.

Бригада монтерів, яка обслуговує ВПО-3000 і виконує роботи на сусідніх з місцем робіт ЩОМ-4 коліях, перед початком роботи ВПО-3000 повинна дізнатися

у керівника робіт про найбільш дозволений виліт крил дозатора і планувальника. При зарядженні й розрядженні останніх сусідні колії слід захищати сигналами припинення руху.

Не допускається робота машин у темний час доби за відсутності необхідного освітлення, під час сильного туману або грози. Машиністу, помічнику машиніста, операторам, шляховим майстрам та іншим працівникам заборонено знаходитися в міжколійї поруч з машиною.

Під час експлуатації будь-якої машини забороняється: користуватися відкритим вогнем на машині й поруч з нею; сходити і сідати під час руху машини; усувати несправності пневматичних і гідравлічних пристроїв, що знаходяться під тиском; підніматися на дах машини на електрифікованій ділянці; ремонтувати й усувати несправності робочих органів, що знаходяться у піднятому й не застопорованому стані.

Для перевірки пристроїв, що служать для заземлення машин, необхідно вимірювати в них опір не рідше чотири рази на рік. Ізоляцію електроустаткування рекомендується оглядати не рідше одного разу на тиждень і перевіряти мегомметром не рідше одного разу на місяць. Забороняється приступати до роботи за наявності несправностей у машині.

Приведення колії в готовність для пропуску перших поїздів повинно здійснюватися таким чином.

Після завершення основних робіт в “вікно” із застосуванням воправно-підбивочних та рихтувальних машин стан колії повинен забезпечити пропускання одного-двох поїздів зі швидкістю 25 км/год., а наступних – не менше 60 км/год. При виконанні ремонту із вкладанням залізобетонних шпал на інвентарних рейках нормальна швидкість руху поїздів, але не менше 100 км/год., повинна бути встановлена після вкладання зварених рейкових плітей, але не пізніше, ніж до кінця робочого дня другого “вікна”.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У першому розділі дипломного проекту було проведено аналіз фактичного стану ділянки колії. Після аналізу можливих варіантів для ремонту колії приймаємо: безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу та старопридатних типу Р65, UIC60 I групи придатності. Скріплення і шпали нові. Скріплення і шпали нові. Елюра шпал: в прямих та кривих - 1840 шт/км, за винятком для дерев'яних шпал у ланковій колії в кривих  $R < 1200$  - 2000 шт/км. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 40 см.

Для колій з вантажонапруженістю 38,1 млн. т км брутто/км за рік і непогашеного прискорення вантажних поїздів біля  $-0,3 \text{ м/с}^2$ , допустима величина  $[\Delta h] = 40$  мм. В кривій радіусом 600 м  $\Delta h = 150 - 130 = 20$  мм, що не більше 40 мм. В кривій радіусом 900 м  $\Delta h = 125 - 90 = 35$  мм, що не більше 40 мм.

В третьому розділі було розроблено технологічний процес виконання ремонту, вибрано ланцюг машин для виконання робіт, розроблено графіки виконання основних робіт у «вікно» та «по днях». Розраховано кількість monterів колії та механіків. При виконанні ремонту з використанням нових матеріалів, стару рейко-шпальну решітку замінено на нову, очищено щебеневий баласт, баластна призма приведена до нормативних розмірів, кювети очищені, водовідвідні лотки очищені та відновлені.

У четвертому розділі розроблено комплекс заходів з охорони праці для безпечного виконання працівниками робіт із підбивки, виправки і стабілізації колії. Вибрано схему огороження місця робіт. Описано дії працівників при виникненні аварійної ситуації.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України. ЦП-0287 / А. Бабенко, Г. Линник, К. Мойсеєнко, О. Патласов, В. Яковлев. – Київ, 2015. – 45 с.
- 2 Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України ЦП/0269: затверджено наказом Укрзалізниці від 10.08.2012 р. – К., 2012. – 332 с.
- 3 Даніленко Е.І. Залізнична колія. Підручник у 2-х томах. К.: 2010 – Том 2 - 456 с.
- 4 Організація та технологія виконання робіт з модернізації та капітального ремонту колії: Методичні вказівки до курсового і дипломного проектування / Уманов М.І., Савлук В.Є., Сиволап Т.Л. Днепропетровск, 2004. – 48 с.
- 5 Збірник типових технологічних процесів капітального та середнього ремонтів залізничної колії / ЦП–2–1198.–Д.: Вид–во АТЗТ ВКФ „Арт–Прес”, 2000.
- 6 Інструкція з сигналізації на залізницях України: ЦШ–0001: затверджено наказом Міністерства транспорту України від 8.07.1995 р. № 259. – К., 1995. – 238 с.
- 7 Правила технічної експлуатації залізниць України: ЦРБ–0004: затверджено наказом Міністерства транспорту України від 20.12.1996 р. № 411. – К., 2003. – 175 с.
- 8 НПАОП 60.1-1-04, Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві.
- 9 Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт / А.П. Татуревич, В.В. Рибкін, К.В. Мойсеєнко.-Д.: «Арт-Прес», 2001.- 132 с.