

**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: Ремонт ділянки колії з перевіркою стійкості насипу

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

Виконав: студент групи: КГ20140

\_\_\_\_\_ / Владислав ЖИТАРЮК /  
(підпис студента) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник: \_\_\_\_\_ / професор 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 – 2023 рік

## ЗАЯВА

Я, Шитарюк Владислав Явлович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

студента(ки) групи \_\_\_\_\_ факультету «БАІ»

спеціальності 273 «Залізничний транспорт»

(код та назва спеціальності)

освітньої програми «Залізничні споруди та колійне господарство»

(назва освітньої програми)

освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр, магістр)

заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

Ремонт ділянки колії з перевіркою стійкості насипу

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання. Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

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

Студент(ка)

(підпис)

Владислав ШИТАРЮК

(прізвище, ім'я, по батькові)

Дата 26.08.23

Керівник ВКР

(підпис)

Дмитро КУРГАН

(прізвище, ім'я, по батькові)





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		
2	Технологія ремонту ділянки		
3	Розрахунок насипу на стійкість		
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	18.06.23	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається з 53 сторінок друкованого тексту, містить 7 рисунків, 2 таблиці та 8 літературних джерел.

Об'єктом розробки – технологічний процес виконання реконструкції, технічного переоснащення ділянки залізничної колії з перевіркою стійкості насипу.

Мета роботи – розробка проєкту виконання реконструкції, технічного переоснащення ділянки залізничної колії.

Методи дослідження: аналітичні розрахунки елементів проєктування та утримання залізничної колії за існуючими методиками; адаптація технологічних процесів ремонту колії під задані умови.

Одержані результати полягають в тому, що на основі заданого потоку поїздів було обґрунтовано категорію і конструкції верхньої будови колії після ремонту, розроблено проєкт організації та технології ремонтних робіт, перевірено стійкість укосу насипу, запропоновані заходи, щодо забезпечення безпеки руху поїздів під час виконання ремонту.

Ключові слова: ВЕРХНЯ БУДОВА КОЛІЇ, СТІЙКІСТЬ, НАСИП, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РОБОТИ У ВІКНО, ЛАНЦЮЖОК МАШИН.

## ЗМІСТ

Вступ	8
1 Вибір категорії і конструкції верхньої будови колії	9
2 Розрахунок насипу на стійкість	10
3 Технологія ремонту ділянки	23
3.1 Складання ланцюга машин	23
3.2 Знаходження довжини поїздів у транспортному положенні	25
3.3 Знаходження необхідної тривалості “вікна”, оптимальної та можливої	27
3.4 Побудова графіку розподілу підготовчих, основних і опоряджувальних робіт “по днях”	42
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	47

## ВСТУП

Головною метою робітників колійного господарства є забезпечення безпечного та безперебійного прямування поїздів з встановленими швидкостями.

Всі елементи залізничної колії (земляне полотно, верхня будова, штучні споруди) по тривалості, усталеності та стану повинні забезпечувати плавне прямування поїздів з найбільшими швидкостями для даної ділянки. Їхню справність забезпечують дистанції колії, колійні машинні станції, колійно-зварювальні підприємства, дорожні і дистанційні майстерні.

Для здійснення цієї мети необхідно систематично контролювати стан колії, якісно виконувати колійні роботи по утриманню і ремонтам колії. Найбільш складним і трудомістким із усіх видів ремонтів колії є реконструкція, технічне переоснащення.

Для досягнення ефективного результату при реконструкції, технічному переоснащенні необхідно організувати чітку взаємодію всіх ділянок виробничого процесу, що може бути досягнуте при старанно розробленому організаційно-технологічному проекті. Основними частинами модернізації колії є визначення порядку робіт, що підлягають виконанню, витрат праці на їхнє виконання; видів, типів та кількості колійних машин, організація їхньої роботи. Розробка технологічного процесу з визначенням необхідної тривалості „вікна” для виконання основних робіт, чисельності робочих, кількості матеріалів, розподілення робіт технологічного процесу по досягнутому рівню механізації робіт, виробітку на годину „вікна”.

Цей проект передбачає розробку організаційно-технологічних рішень для ефективного і якісного виробництва на базі упровадження високопродуктивних методів, засобів організації робіт і високопродуктивної техніки, досягнень трудових колективів мережі залізниць.

# 1 ВИБІР КАТЕГОРІЇ І КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ

Для визначення категорії колії потрібно визначити вантажонапруженість колії, яку визначаємо за формулою:

$$\Gamma = 365 \cdot (n_b \cdot Q_b + n_{II} \cdot Q_{II} + n_c \cdot Q_c + n_{36} \cdot Q_{36}) \cdot 10^{-6} \quad (1.1)$$

$$\Gamma = 365 \cdot (27 \cdot 4650 + 14 \cdot 1000 + 4 \cdot 750 + 2 \cdot 1700) \cdot 10^{-6} = 53 \text{ млн.т. бр./км за рі}$$

Згідно ЦП 0287 вибираємо II категорію колії яка має таку характеристику:

Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу та старопритатних типу Р65, UIC60 I групи притатності. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал: в прямих та кривих 1840 шт/км, за винятком 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.

## 2 ) РОЗРАХУНОК НАСИПУ НА СТІЙКІСТЬ

*Загальні відомості з ущільнення ґрунтів, мета та задача розрахунку  
насипу на ущільнення*

Насип залізничної колії будується з ґрунту, який складається з трьох частин:

- частин ґрунту;
- води(зв'язної, капілярної, у вигляді пари та інші);
- повітря.

До ґрунту насипу пред'являються вимоги забезпечення сталості геометричної форми й розмірів при роботі під навантаженням. З цієї вимоги слідує, що при дії на ґрунт усіх видів навантаження допустимі лише його пружні деформації.

Приведення ґрунту з розпушеного стану в щільний, здійснюється ущільненням. Розділяють три стадії ущільнення ґрунту:

1) Пружна стадія, за якої проходить пружний стиск ґрунту. На цій стадії ущільнення проходить за рахунок розчинення у воді бульбашок газу, концентрації бульбашок пари у порах, а також за рахунок пружного стиску скелета ґрунту. Ця стадія ущільнення супроводжується виведенням з ґрунту повітря і називається компресією ґрунту.

2) Фільтраційна стадія, за якої степінь ущільнення ґрунту визначається швидкістю(відносно переміщення частинок його скелету) вижимання води з його пор. ця стадія називається консолідацією ( або первиною консолідацією).

3) Вторинна консолідація – коли степінь ущільнення ґрунту визначається швидкістю водного переміщення частинок його скелета і протікаючи у формі в'язко-пластичного зсуву.

При будівництві насипу залізничних ліній в звичайних умовах можлива перша стадія ущільнення (компресія). Належним ущільненням ґрунту можна добитись того, щоб насип не давав недопустимих залишкових деформацій працював практично в пружній стадії, мав при необхідності додатній опір

проникненню води у ґрунт і такий опір зсуву, щоб вартість влаштування насипу потрібної якості з необхідним захистом і укріпленням була мінімальною.

Потрібна щільність ґрунту не повинна зменшуватись з часом, для чого при необхідності треба приймати належні міри.

Для виконання розрахунків необхідно провести випробування ґрунту на щільність – отримати компресійну криву. Фільтраційна стадія ущільнення ґрунту потребує багато часу для віджимання води. Зважаючи на малу значимість, для звичайних умов спорудження насипів, ця стадія в розрахунок не враховується. Однак, якщо будівництво насипів ведеться з перезволожених ґрунтів, врахування фільтраційної стадії необхідно. Третя стадія ущільнення (вторинна консолідація) враховується для насипів споруджених на болотах.

Визначення ступені ущільнення ґрунту складає важливу техніко-економічну задачу, що визначає надійність роботи насипу і економічність її спорудження.

Швидкість компресії та консолідації залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунту і зовнішніх впливів. Насип, що тривало експлуатується щільність ґрунту знаходиться у рівновазі з навантаженням на ґрунт. При зміні навантаження, наприклад, з підвищенням осьового навантаження екіпажів, рівновага може порушитись і процес ущільнення продовжитись. В зв'язку з цим, для запобігання наступної деформації насипу, розрахунок на ущільнення ведуть для перспективного поїзного навантаження.

Метою цього розрахунку є визначення необхідного ущільнення ґрунту у заданих точках, при якій будуть виникати лише пружні деформації насипу. Для спорудження насипу необхідно знати розрахункові значення щільності ґрунту для всіх відсипаємих шарів. Ці значення щільності визначаються за допомогою графіку (рис 1), який ілюструє результати розрахунку. Визначивши необхідну щільність  $\rho_i$  або питому вагу ґрунту  $\gamma_i$  на висоті  $h_i$ , в період будівництва по шару ґрунту пропускають ущільнюючу техніку до досягнення заданої щільності. Після цього роблять відсипку наступного шару.

В кожному шарі розрахункова щільність ґрунту по ширенні насипу не постійна. По вісі насипу вона більше і зменшується до країв кожного відсипаного шару. Але на практиці щільність ґрунту кожного відсипаємого шару забезпечують постійною, роблячи його тим самим деяке переущільнення. З метою вияснення кожної зміни щільності ґрунту по ширині відсипаємих шарів, розрахунок на ущільнення ведуть не тільки по осі насипу, але й в інших характерних точках.

Необхідна щільність  $\rho$  або питома вага ґрунту  $\gamma$ , які забезпечують її роботу за час експлуатації в пружній стадії, визначаються розрахунком з урахуванням природної вологості ґрунту  $W$  з формул:[1]

$$\rho = \rho_d(1+W) ; \gamma = \lambda_d(1+W) \quad (2.1)$$

де  $\rho_d$  і  $\gamma_d$  – щільність і питома вага сухого ґрунту.

В свою чергу:

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{1+e_0} ; \gamma_d = \frac{\gamma_s}{1+e_0} \quad (2.2)$$

де  $\rho_s, \gamma_s$  – щільність і питома вага скелету насипу;

$e_0$  – розрахунковий коефіцієнт пористості ґрунту, який представляє собою відношення об'єму твердих частинок ґрунту. Розрахунковий коефіцієнт пористості характеризує необхідну щільність ґрунту для розрахункової точки і визначається виразом (рис 1):

$$e_{oi} = e_{ani} - k_e(\Delta e_{ai} - \Delta e_{oi}), \quad (2.3)$$

де  $e_{ani}, \Delta e_{ai}$  – початкові коефіцієнти пористості і його зменшення, яке відповідає напруженню в розрахунковій точці від постійного діючого навантаження;

$\Delta e_{oi}$  – зменшення коефіцієнта пористості, яке відповідає повному напруженню ( $\sigma_{oi}$ ) в розрахунковій точці.

$k_e$  – коефіцієнт багатократності прикладання навантаження:

$$k_e = \frac{1}{1-\mu}, \quad (2.4)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт враховуючий інтенсивність зміни коефіцієнта пористості

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ai} &= \sigma_{eci} + \sigma_{\gamma i} \\ \sigma_{ai} &= \sigma_{eci} + \sigma_{\gamma i} \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

де  $\sigma_{eci}$ ,  $\sigma_{\gamma i}$  – напруження в  $i$ -й точці насипу від дії верхньої будови колії і поїзного навантаження, які визначаються як від смугових рівномірно розміщених навантажень шириною відносно  $b_i$ ,  $l_i$  інтенсивністю  $p_{ec}$  та  $p_p$  з виразів:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{eci} &= -p_{ec} I\left(\frac{Z_i}{b}, \frac{Y_i}{b}\right) \\ \sigma_{\gamma i} &= -p_p I\left(\frac{Z_i}{l}, \frac{Y_i}{l}\right) \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

де  $I\left(\frac{Z_i}{b}, \frac{Y_i}{b}\right)$ ,  $I\left(\frac{Z_i}{l}, \frac{Y_i}{l}\right)$  - доля напружень в  $i$ -й точці насипу від інтенсивності початкового навантаження  $p_{ec}$  і  $p_p$ , яка визначається в залежності від її координат  $Z_i$  і  $Y_i$  за додатком 1 - [1] при розміщенні центра координат по середині смугового навантаження.

Інтенсивність навантаження від верхньої будови колії  $p_{ec}=14,1$ кПа і середня ширина баластної призми  $b=4,70$  м (з таблиці «характеристик навантаження основної площадки зем. полотна від верхньої будови колії»).

Інтенсивність поїзного навантаження приймається рівна навантаженню від перспективного рухомого складу  $p_p=80$ кПа.

Напруження від власної ваги ґрунту в  $i$ -й точці знаходиться за формулою:

$$\sigma_{\gamma i} = -\frac{h_i}{n} \sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} \gamma = -h_i \cdot \gamma_{cp}, \quad (2.7)$$

де  $h_i$  – товщина шару ґрунту над  $i$ -ю точкою;

$n$  – кількість шарів ґрунту;

$\gamma_{cp}$  – середня питома вага ґрунту над розрахунковою точкою.

Так як питому вагу ґрунту над розрахунковою точкою не можна знайти, не задаючись питомою вагою ґрунту в розрахунковій точці, то її знаходять способом послідовних наближень. При цьому розрахунок вважається

закінченим, якщо отримане значення питомої ваги ґрунту  $\gamma'_i$  відрізняється від заданого  $\gamma_i$  не більше, ніж на  $0,05 \text{ кН/м}^3$ , тобто:

$$|\gamma_i - \gamma'_i| \leq 0.05 \text{ кН/м}^3 \quad (2.8)$$

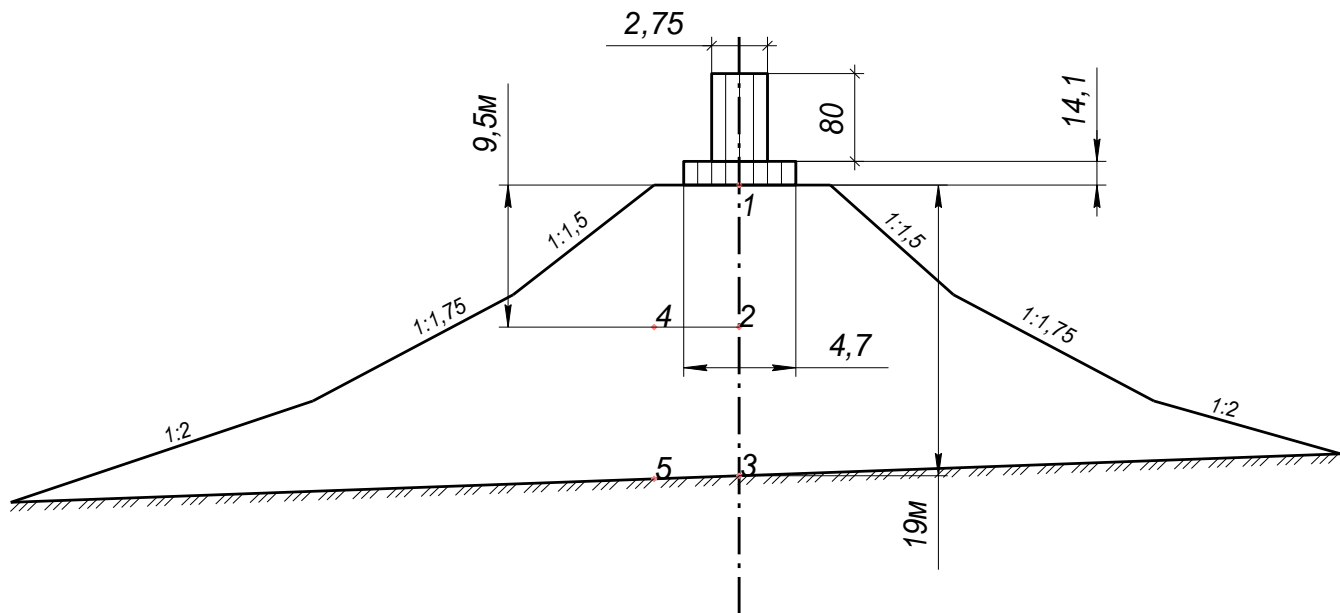


Рисунок 2.1 - Вид насипу при даних розрахункових даних

#### Вихідні данні

Висота насипу по вісі .....	19 м
Поперечний ухил місцевості.....	1/21
Напруження від ваги в бік нарівні основної площадки.....	14,1кПа
Напруження від рухомого складу.....	80кПа
Ділянка.....	одноколійна
μ.....	0,18
Питома вага частинок ґрунту $\gamma_s$ .....	26,8кН/м <sup>3</sup>
Вологість.....	23%

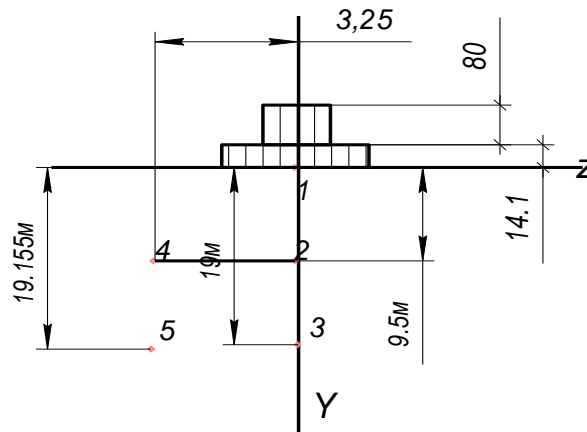


Рисунок 2.

ня напружень:

Розрахунок будемо вести для п'яти заданих точок:

В точці 1 ( $Z_0=0$ ;  $Y_0=0$ ) для поїзних напружень  $I_{p1}$ , отримана за допомогою додатка 1.  $I_{p1}=1$

Доля напружень від ваги верхньої будови колії, знайдена аналогічно:

$$I_{ec1}=1$$

Тоді :

$$\sigma_{p1} = p_p \cdot I_{p1} = 80 \cdot 1 = 80 \text{ кПа} ;$$

$$\sigma_{ec1} = p_{ec} \cdot I_{ec1} = 14,1 \cdot 1 = 14,1 \text{ кПа} ;$$

$$\sigma_{o1} = \sigma_a + \sigma_p = 14,1 + 80 = 94,1 \text{ кПа} ;$$

За допомогою компресійної кривої (рис 1) знаходимо:

При  $\sigma_a=14,1$  кПа

$$e_{an}=0,788$$

$$e_{ak}=0,72$$

При  $\sigma_o=94,1$  кПа

$$e_{an}=0,75$$

$$e_{ak}=0,707$$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a1} = e_{an} - e_{ak} = 0,788 - 0,72 = 0,068$$

$$\Delta e_{o1} = e_{an} - e_{ak} = 0,75 - 0,707 = 0,043$$

Коефіцієнт пористості в точці 1 знаходимо

при 
$$k_e = \frac{1}{1-\mu} = \frac{1}{1-0,18} = 1,22 ;$$

буде 
$$e_{o1} = e_{an1} - k_e (\Delta e_{a1} - \Delta e_{o1}) = 0,788 - 1,22(0,068 - 0,043) = 0,758 ;$$

необхідна вага сухого ґрунту  $\gamma_{d1}$  в точці 1 знаходимо

$$\gamma_{d1} = \frac{\gamma_s}{1 + e_{o1}} = \frac{26.8}{1 + 0.758} = 15.3 \text{ кН/м}^3;$$

Питома вага ґрунту в точці 1 з природною вологістю  $W$  знайдемо за формулою (1):

$$\gamma_1 = \lambda_{d1}(1 + W) = 15.3(1 + 0.23) = 18.82 \text{ кН/м}^3$$

Точка 2, яка знаходиться по середині висоти насипу.

$$(Z_0=9.5; Y_0=0); h_2=9.5\text{м}$$

$$I_{p2} = f\left(\frac{9.5}{2.75}, \frac{0}{2.75}\right) = f(3.45; 0.0)$$

За допомогою інтерполяції знаходимо  $I_{p2}=0.188$

$$\sigma_{p2} = 80 \cdot 0.188 = 15.04 \text{ кПа}$$

Аналогічним способом знаходимо  $I_{ec2}$

$$I_{ec2} = f\left(\frac{9.5}{4.7}, \frac{0}{4.7}\right) = f(2.02; 0.0) \quad I_{ec2}=0.301$$

$$\sigma_{ec2} = 14.1 \cdot 0.301 = 4.3 \text{ кПа};$$

Задаємось збільшеною в порівнянні з точкою 1, питомою вагою ґрунту для точки 2.

$$\gamma'_2 = \gamma_1 + \Delta\gamma = 18.82 + 0.3 = 19.12 \text{ кН/м}^3$$

Розрахуємо постійно діюче напруження:

$$\sigma_{\gamma 2} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \cdot \frac{h}{2} = \frac{19.12 + 18.82}{2} \cdot 9.5 = 180.22 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{a2} = \sigma_{ec2} + \sigma_{\gamma 2} = 4.3 + 180.22 = 184.52 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{o2} = \sigma_{a2} + \sigma_{p2} = 184.52 + 15.04 = 199.56 \text{ кПа};$$

При  $\sigma_{a2}=184.52$  кПа

$$e_{an}=0.722$$

$$e_{ak}=0.692$$

При  $\sigma_{o2}= 199.56$ кПа

$$e_{an}=0.72$$

$$e_{ak}=0.69$$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a2} = 0.722 - 0.692 = 0.029$$

$$\Delta e_{o2} = 0.72 - 0.69 = 0.03$$

Коефіцієнт пористості в точці 2 буде дорівнювати:

$$e_{o2} = 0.722 - 1.22(0.029 - 0.03) = 0.723;$$

Питома вага скелету ґрунту:

$$\gamma_{d2} = \frac{26.8}{1 + 0.723} = 15.56 \text{ кН/м}^3$$

Питома вага ґрунту в стані природної вологості:

$$\gamma_5 = 15,9 \cdot (1 + 0,23) = 19,557 \text{ кН / м}^3$$

Провіримо допустимість різниці між розрахунковим і взятим значенням питомої ваги ґрунту:

$$|19.14 - 19.12| = 0.02 \leq 0.05 \text{ кН/м}^3$$

Умова підбору виконана.

Подальші розрахунки для точок 3,4,5 приведені в таблиці 1

Таблиця 2.1 - Визначення щільності ґрунту насипу

№ п/п	Найменування розрахункових величин	значення для точок				
		1	2	3	4	5
1	координати точок у поперечному перерізі насипу	0,00	9,50	19,00	9,50	19,16
2	товщина шару ґрунту	0,00	9,50	19,00	9,50	19,16
3	координати точок у поперечному перерізі насипу	0,00	0,00	0,00	3,25	3,25
4	ширина поїзної смугового навантаження	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
5	відношення Z/b	0,00	3,45	6,90	3,45	7,00
6	відношення Y/b	0,00	0,00	0,00	1,18	1,18
7	доля поїзних напружень	1,00	0,19	0,09	0,15	0,09
8	поїзні напруження на рівні основної площадки	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
9	поїзні напруження	80,00	15,04	2,26	12,16	6,91
10	координати точок в поперечному перерізі насипу	0,00	0,00	0,00	3,25	3,25
11	ширина смугової нагрзуки від верхньої будови	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
12	відношення Z/l	0,00	0,85	4,04	2,02	4,05
13	відношення Y/l	0,00	0,00	0,00	0,69	1,18
14	доля напружень від ваги	1,00	0,62	0,16	0,22	0,15
15	напруження від ваги ВБК на рівні основної площадки	14,10	14,10	14,10	14,10	14,10
16	напруження від ваги ВБК	14,10	8,70	2,26	2,82	2,12
17	обране значення об'ємної ваги ґрунту		18,60	19,54	19,25	19,55
18	напруження від ваги ґрунту в розрахункових точках		180,22	367,46	182,40	371,60
19	постійно діюче напруження	14,10	188,92	369,71	185,22	373,70

20	повні напруження	14,10	203,96	377,07	197,38	380,63
21	коефіцієнт пористості $e_{a1}$ ущільнення графіку	0,788	0,722	0,689	0,721	0,687
22	коефіцієнт пористості $e_{a1}$ розуцільнення графіку	0,720	0,692	0,674	0,691	0,673
23	різниця ординат $\Delta e_a$ при постійно діючому напруженню	0,068	0,029	0,015	0,030	0,014
24	коефіцієнт пористості по гільці розуцільненні при повному напруженню $e_{o1}$	0,750	0,690	0,690	0,688	0,689
25	теж по гільці розуцільнення при повному напруженні $e_{o1}$	0,707	0,720	0,676	0,710	0,675
26	різниця ординат $\Delta e_o$ при повному напруженні $e_{o1}$	0,043	0,030	0,014	0,022	0,013
27	коефіцієнт багатозазості прикладення навантаження	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220
28	розрахунковий коефіцієнт пористості $e_{o1}$	0,758	0,723	0,688	0,711	0,686
29	питома вага сухого ґрунту	15,300	15,560	15,630	15,660	15,900
30	питома вага ґрунту(розрахункова)	18,820	19,140	19,560	19,250	19,557
31	різниця між розрахунковим і обраним значенням ваги ґрунту		0,020	0,010	0,050	0,007

Для послідуєчих розрахунків необхідні середні значення коефіцієнта пористості і середню питому вагу ґрунту насипу:

$$e_{cp} = \frac{1}{5}(e_{o1} + e_{o2} + e_{o3} + e_{o4} + e_{o5}) = \frac{1}{5}(3,566) = 0,7132$$

$$\gamma_{cp} = \frac{1}{5}(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 + \gamma_5) = \frac{1}{5}(96,327) = 19,265 \text{ кН.м}^3$$

Розрахунки показані на графіку: рис 4.

*Проектування поперечного профілю підтоплюваного насипу з розрахунками стійкості його низового укосу*

Тіло земляного полотна знаходиться у напруженому стані, зумовленому впливом зовнішніх сил і власною вагою ґрунту. Коли зсуваючі напруження у ґрунті перевищують певну границю, можуть виникнути залишкові деформації. Тому при проектуванні високих насипів їх укоси перевіряють на стійкість.

В курсовому проекті будемо використовувати графоаналітичний метод, згідно з яким передбачаються, що зсув укосу насипу при втраті стійкості відбувається по кругло циліндричній поверхні, .

Поперечний профіль насипу показаний на (рис 5) у масштабі 1:100. методика побудови кривих можливого зміщення складається з наступного: ці криві проходять через підшву укосу і характерні точки на поверхні земляного полотна. Напруження, які діють на основну площадку земляного полотна, замінюємо дією фіктивних стовпчиками ґрунту. Ширину стовпчика, який замінює навантаження від верхньої будови колії приймаємо рівній середній

ширині баластної призми, а від рухомого складу – довжині шпали. Висоту цих стовпчиків знаходимо за формулами

$$h_{вбк} = \frac{P_{вбк}}{\gamma_{ср}} = \frac{14.1}{19.265} = 0.73 м$$

$$h_p = \frac{P_p}{\gamma_{ср}} = \frac{80}{19.265} = 4.15 м$$

Де  $\gamma_{ср}$ - середня питома вага ґрунту насипу;

$P_{вбк}$  і  $P_p$  – інтенсивність навантаження від верхньої будови колії рухомого складу.

$$P_{вбк} = 14.1 кН/м^2;$$

$$P_p = 80 кН/м^2.$$

Для побудови кривих можливого зміщення укосу необхідно визначити положення лінії їх центрів. Її проводять з найближчої вершини укосу під кутом  $36^\circ$  до горизонту. Після побудови кривої сповзаючий масив розбиваємо на відсіки по характерним точкам.

Стійкість укосу насипу оцінюємо коефіцієнтом стійкості  $k$ , що являє собою відношення моментів сил, утримуючих укіс від зміщення, до сили моментів зсуваючи сил.

При визначенні коефіцієнта стійкості насипу, розглянемо три варіанти положення кривої можливого зміщення, і за розрахунковий приймаємо той, при якому коефіцієнт стійкості найменший. Крива, яка відповідає  $k_{min}$  називається критичною кривою.

На практиці коефіцієнт стійкості насипу розраховується як відношення сум вказаних сил. Розрахункова формула має вигляд:

$$k = \frac{\sum F_i + \sum C_i + \sum T_{iуmp}}{\sum T_{iзсув} + D_0},$$

Де  $F$ - сила тертя:  $F = f \cdot Q \cdot \cos \alpha$ ;

$f$  – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту:  $f = \operatorname{tg} \varphi$ ;  $\varphi$ - кут внутрішнього тертя ґрунту.

А- кут між напрямком сили тяжіння її нормальною складовою. Його знаходять з виразу:  $\sin \alpha = \frac{x}{R}$

R – радіус кривої можливого зміщення укусу.

x - відстань між центром відсіку і вертикальним радіусом. Сила тяжіння відсіку, її нормальна і тангенціальні складові можуть бути знайдені з виразів:

$$Q_i = \gamma' \omega' + \gamma'' \omega'' + \gamma''' \omega''';$$

$$N_i = Q_i \cos \alpha_i;$$

$$T_i = Q_i \sin \alpha_i;$$

Де  $\gamma'$  - питома вага ґрунту у стані природної вологості:

$$\gamma' = \gamma_{cp} 19.265 = \kappa H / \text{м}^3;$$

$\gamma''$  - питома вага ґрунту в зоні суцільного водонасичення:

$$\gamma'' = \frac{\gamma' + \gamma_e}{1 + e_0};$$

$\gamma_e$  - питома вага води:  $\gamma_e = 10 \kappa H / \text{м}^3$ ;

$e_0$  - коефіцієнт пористості ґрунту:  $e_0 = 0.7132$ ;

$$\gamma'' = \frac{19.265 + 10}{1 + 0.7132} = 17.077 \kappa H / \text{м}^3;$$

$\gamma'''$  - питома вага основи насипу:

$$\gamma''' = \frac{\gamma' + \gamma_e}{1 + e_{осн}};$$

$e_{осн}$  - коефіцієнт пористості ґрунту основи насипу:

$$e_{осн} = \frac{\gamma_s}{\gamma_d^{осн}} - 1;$$

$\gamma_d^{осн}$  - питома вага скелету ґрунту насипу:

$$\gamma_d^{осн} = \frac{\gamma_{осн}}{1 + W_{осн}};$$

$\gamma_{осн}$  – питома вага ґрунту основи насипу у стані природної вологості:

$$\gamma_{осн} = 19.8 \text{ кН/м}^3$$

$W_{осн}$  – вологість ґрунту основи насипу у долях одиниці:

$$W_{осн} = 0.20$$

$$\gamma_d^{осн} = \frac{19,8}{1+0,20} = 16,5 \text{кН} / \text{м}^3$$

$$e_{осн} = \frac{26.8}{16.5} - 1 = 0.6242 ;$$

$$\gamma^m = \frac{19.256+10}{1+0.6242} = 18.01 \text{кН} / \text{м}^3 .$$

$\omega', \omega'', \omega'''$  - площі частинок відсіків, які розміщені у зонах природної вологості, суцільного водонасичення і основи насипу.

$\sum T_{утр}$  – сума сил, утримуючих масив.

$\sum T_{зсув}$  – сума сил, зсуваючи масив.

$\sum C_i$  – сума щеплень ґрунту.

$$C_i = l_i \cdot c_i ;$$

де  $c_i$  - питоме щеплення ґрунту по поверхні зміщення відсіку;

$l_i$  – довжина основи відсіку.

Значення коефіцієнта тертя і питомого зчеплення ґрунту у зоні суцільного водонасичення приймаємо рівним:

$$f_g = 0.75 \cdot f ; \quad c_g = 0,5c ;$$

Фільтраційна сила визначається з виразу:  $D_0 = I_0 \cdot \Omega$

$I_0$  - середній уклон кривої дисперсії  $I_0 = 0.08$

$\Omega$  - сумарна площа частин відсіків.

Приклад розрахунку стійкості укосу для 5 відсіку першої кривої:

Подальші розрахунки стійкості укосу для інших відсіків приведені у таблицях. Для першої кривої у таблиці 2, другої таблиця 3, третя таблиця 4.

Оскільки  $k_1 > k_2 < k_3$ , то коефіцієнт стійкості  $k_2$  є найменшим.

### 3 ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ДІЛЯНКИ

#### 3.1 Складання ланцюга машин

Щоденна продуктивність робіт з ремонту ланкової колії з її заміною рейковими плітьми визначається по формулі

$$l_d = \frac{A}{N - \Delta N - 2t_{\text{ок}}}, \quad (3.1)$$

де  $A$  – об'єм робіт;

$N$  – кількість робочих днів, що виділяються для виконання об'єму робіт;

$\Delta N$  – резерв на непередбачені витрати часу, приймають  $\Delta N = (0,1 \dots 0,12)N$ ;

$t_{\text{ок}}$  – кількість робочих днів для заміни інвентарних рейок плітьми, що визначається за формулою

$$t_{\text{ок}} = \frac{A}{l_{\phi}^{\text{ок}}}, \quad (3.2)$$

де  $l_{\phi}^{\text{ок}}$  – величина фронту робіт укладання безстикової колії чи заміни ланок інвентарними рейками, рекомендується приймати  $l_{\phi}^{\text{ок}} = 1,8 \dots 3,6$  км.

Визначивши необхідну добову продуктивність КМС, розраховують фронт робіт у “вікно”, що дорівнює

$$l_{\phi} = l_d \cdot d, \quad (3.3)$$

де  $d$  – кількість днів, протягом яких “вікно” надають один раз. На магістральних залізницях приймається  $d = 2 \dots 5$  днів.

Об'єм робіт  $A$  складає 9 км;

Кількість робочих днів  $N$ , що виділяється для виконання робіт з перебудови 1 місяць, тобто 17 днів.

Нехай величина фронту робіт укладання безстикової колії складає  $l_{\phi}^{\text{ок}} = 3,6$  км/день.

Кількість робочих днів для заміни інвентарних рейок плітями  $t_{\text{ок}} = \frac{9}{3,2} = 2,8$

дня;

$$\Delta N = 0,1N = 0,1 \cdot 17 = 1,7;$$

$$l_d = \frac{9}{17 - 1,7 - 2,8} = 0,930 \text{ км};$$

$$\text{Фронт робіт } l_\phi = 0,930 \cdot 2 = 1,860 \text{ км.}$$

Округлимо фронт робіт до 25м в більшу сторону.

$$\text{Тоді, } l_\phi = 1,875 \text{ км.}$$

*Ланцюжок машин.*

1. Виривання рейко-шпальної решітки машиною ВПО-3000
2. Очищення щебеню щебенеочисною машиною ЩОМ-4.
3. Розболчування стиків монтерами колії.
4. Розбирання колії колієукладачем УК-25/9-18 (інвентарні рейки)
5. Планування баластної призми трактором планувальником.
6. Укладання колії ланками колієукладачем УК-25/9-18 (шпали залізобетонні, 25 м ланка) та встановлення нормальних стикових зазорів.
7. Постановка накладок та зболчування стиків.
8. Поправка шпал по міткам.
9. Рихтування колії з постановкою на вісь рихтовщиком РГУ-1.
10. Вивантаження із ХДВ щебеню для заповнення ящиків.
11. Постановка на щебінь, виправка колії в профілі та по рівні із суцільною підбивкою шпал машиною ВПО-3000.
12. Мала хопердозаторна вертушка (ХДВм), засипка торців шпал щебенем.
13. Вибіркове виправлення колії машиною ВПР-1200.
14. Постановка заземлювачів опор контактної мережі

### 3.2 Знаходження довжини поїздів у транспортному положенні

Ланцюжок машин та бригад для роботи у «вікно» показано на рис.3.1.

Між машинами відстань повинна бути не меншою за 25 метрів. Між машиною та бригадою, якщо бригада працює слідом за машиною, відстань повинна бути не меншою за 25 метрів також. Якщо бригада працює перед машиною, то відстань між ними повинна бути не меншою за 50 м.

Якщо господарські поїзди у своєму складі мають несамохідні машини, то їх довжина визначається за формулою:

$$l_{МАШ}^{II} = l_{ЛОК} + l_{МАШ} + l_{ТУР}, \quad (3.4)$$

де  $l_{ЛОК}$  – довжина локомотива;

$l_{МАШ}$  – довжина машини;

$l_{ТУР}$  – довжина турного вагону.

Якщо використовуються самохідні колійні машини, то довжина господарського поїзда рівна довжині самої машини.

$$l_{ВПО-3000}^{II} = 2 * 12 + 28 + 25 = 77 \text{ м};$$

$$l_{ЦОМ-4}^{II} = 17 + 52 + 25 = 94 \text{ м};$$

$$l_{ВПР-02}^{II} = 26 \text{ м};$$

Довжина колієрозбирального поїзда визначається за формулою:

$$L_{ПР} = l_{ЛОК} + l_{КР} + n_{ПН} l_{ПН} + n_{ПМ} l_{ПМ} + l_{ПЛ} + l_{ТУР}, \quad (3.5)$$

де  $l_{КР}$  – довжина прийнятого колієукладального крану;

$l_{ПН}$ ,  $l_{ПМ}$ ,  $l_{ПЛ}$  – довжина платформ неmotorної, motorної та лебідочної.

Кількість motorних (самохідних) платформ визначається з умови забезпечення перетягування пакетів ланок уздовж состава колієрозбирального поїзда. При застосуванні обвідних роликів розміщують motorні платформи через 15 неmotorних. Крім того, потрібна ще одна motorна платформа для перевезення пакетів ланок від хвостової частини поїзда до основної.

Наприкінці состава розміщується лебідочка платформа, яка має трос довжиною 250 м, що дозволяє розмістити між нею та моторною платформою до 16 немоторних платформ.

Кількість немоторних платформ визначається з виразу

$$n_{ПН} = \frac{l_{\phi}}{l_{ЛН} n_{ЯР}} K_{ПЛ}, \quad (3.6)$$

де  $n_{ЯР}$  – кількість ланок у пакеті;

$K_{ПЛ}$  – кількість платформ під один пакет, при довжині ланки  $l_{ЛН}=25$  м,  $K_{ПЛ}=2$ .

При цьому кількість платформ округляємо до цілої парної величини у більшу сторону.

$$n_{ПН} = 1875/(25*5)*2=30;$$

Приймаємо  $n_{ПМ}=2$  шт.

$$L_{ПР}=2*17+44+30*15+2*16+15+25=600 \text{ м};$$

Довжина колієукладального поїзда визначається за тими ж принципами, що й довжина колієрозбирального.

$$n_{ПН} = 1875/(25*5)*2=30$$

$$n_{ПМ} = 2 \text{ шт.}$$

$$L_{ПУ}=2*17+44+30*15+2*16+15+25=600 \text{ м};$$

Довжина хопер-дозаторної вертушки визначається з виразу

$$L_{ВЕРТ} = l_{ХД} n_{ХД} + l_{ТУР} + l_{ЛОК},$$

де  $l_{ХД}$ ,  $l_{ТУР}$ ,  $l_{ЛОК}$  – довжина відповідно хопер-дозаторного вагона, турного вагона та локомотива;

$n_{ХД}$  – кількість хопер-дозаторних вагонів.

Кількість хопер-дозаторів в одній вертушці не повинна перевищувати 22. При необхідності використання більшої кількості вагонів формується декілька вертушок.

Потрібне число хопер-дозаторів визначається з даного виразу та округлюється до цілого числа:

$$n_{XD} = \frac{W_{\text{Щ}} - 2\Delta W_{\text{Щ}}}{W_{XD}} l_{\phi}, \quad (3.7)$$

де  $W_{\text{Щ}}$  – об’єм баласту, що вивантажується з хопер-дозаторів за нормою на 1 км;

$W_{XD}$  – обсяг баласту в одному хопер-дозаторі,  $W_{XD} = 36 \dots 44 \text{ м}^3$ ;

$\Delta W_{\text{Щ}}$  – об’єм щебеню, що потрібно резервувати на малу вертушку, в розрахунку на 1 км ( $100 \text{ м}^3/\text{км}$ ).

$$n_{XD} = 19 \text{ шт};$$

Знаходимо довжину хопер-дозаторної вертушки

$$L_{\text{ВЕРТ}} = 10 * 19 + 20 + 2 * 17 = 244 \text{ м};$$

$$n_{XD} = (100) / 40 * 1,875 = 5 \text{ шт};$$

$$L_{\text{ВЕРТ}}^M = 10 * 5 + 20 + 17 = 87 \text{ м};$$

### **3.3 Знаходження необхідної тривалості “вікна”, оптимальної та можливої**

Тривалість “вікна”, яка необхідна для виконання робіт, знаходиться з виразу

$$T_H = t_P + t_{\text{ВЕД}} + t_3, \quad (3.8)$$

де  $t_P$  – час, необхідний для розгортання робіт, включаючи час на закриття перегону;

$t_{\text{ВЕД}}$  – час роботи ведучої машини (при ремонті колії – час роботи колієукладача чи колієрозбиральника, того з них що працює повільніше), в даному разі колієукладальний кран УК 25/9-18, працює повільніше;

$t_3$  – необхідний час для згортання робіт і відкриття перегону для пропуску графікових поїздів.

Час роботи ведучої машини знаходиться за формулою

$$t_M = V H_M \alpha_B, \quad (3.9)$$

де  $V$  – обсяг роботи, який виражений в одиницях вимірника та прийнятий в технічних нормах часу (км, м, ланка і т.д.);

$H_M$  – технічна норма часу роботи машини на вимірник, маш.-хв;

$\alpha_B$  – коефіцієнт додаткових витрат часу у “вікно”.

Час роботи бригади дорівнює

$$t_{BP} = \frac{VH_{BP}\alpha}{n_{BP}}, \quad (3.10)$$

де  $H_{BP}$  – технологічна норма витрат праці на вимірник, люд.-хв;

$n_{BP}$  – кількість робітників у бригаді;

$\alpha$  – коефіцієнт додаткових витрат часу.

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

За допомогою коефіцієнта  $\alpha$  враховуються додаткові витрати часу на пропуск поїздів, переходи в робочій зоні і фізіологічний відпочинок при роботах у “вікно”, після “вікна”, у підготовчий і заключний періоди. Його значення для кожного періоду знаходять за формулою

$$\alpha = \frac{T_P}{T_P - t_{III}}, \quad (3.11)$$

де  $T_P$  – тривалість робочої зміни, що дорівнює 480 хв, або тривалість “вікна”;

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

Час на пропуск поїздів обчислюють за формулою для двоколівної ділянки:

$$t_{III} = n_{II}(t_{II} + t'_{II}) + n_{IIP}(t_{IIP} + t'_{IIP}), \quad (3.12)$$

де  $n_{II}$ ,  $n_{IIP}$  – кількість поїздів пасажирських, вантажних;

$t_{II}$ ,  $t_{IIP}$  – норма часу на пропуск поїздів пасажирських та вантажних по колії, яку ремонтують.

$t'_{II}$ ,  $t'_{IIP}$  – норма часу на пропуск поїздів пасажирських та вантажних по сусідній колії.

$$t_{III} = 5*(2+1) + 5*(3+1,5) = 54 \text{ хв};$$

$$\alpha_B = 480 / (480 - 54) = 1,1$$

При підготовчих та опоряджувальних роботах

$$t_{III} = 5*(3+1) + 5*(5+1,5) = 77 \text{ хв};$$

$$\alpha = 480 / (480 - 77) = 1,19$$

Тривалість виконання ведучої роботи з укладання нових ланок укладальним краном визначається з формули

$$t_{BED} = \frac{l_{\Phi}}{l_{ЛН}} N_{BED} \alpha_B, \quad (3.13)$$

де  $\frac{l_{\Phi}}{l_{ЛН}}$  – обсяг роботи машини на ділянці довжиною  $l_{\Phi}$ , дорівнює кількості ланок, що укладаються;

$N_{BED}$  – технічна норма часу на укладання однієї ланки в хв./ланку.

$$t_{BED} = 1875 / 25 * 1,9 * 1,1 = 161 \text{ хв.}$$

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

Час розгортання дорівнює:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 \quad (3.14)$$

де  $t_1$  – час на оформлення закриття перегону та пробіг першого робочого поїзда від станції до місця виконання робіт, приймається при наявності автоблокування та електрифікації – 14 хв;

$t_2$  – інтервал часу між початком роботи зі знімання заземлювачів опор контактної мережі та початком роботи машини ВПО-3000

$$t_2 = \Delta l N_{зазем} \alpha_B,$$

$$t_2 = 0,05 * 6,9 * 1875 / (50 * 6) * 1,1 = 2 \text{ хв};$$

$t_3$  – інтервал часу між початком роботи машини ВПО-3000 та початком роботи машини ЩОМ

$$t_3 = (l_{ВПО} + \Delta l) N_{ВПО} \alpha_B,$$

$$t_3 = (0,077 + 0,025) * 33,9 * 1,1 = 4 \text{ хв};$$

$t_4$  – час, необхідний для зарядки ЩОМ; приймається  $t_3 = 15 * \alpha_B$ ,

$$t_4 = 15 * 1,1 = 17 \text{ хв};$$

$t_5$  – інтервал часу між початком роботи машини ЩОМ та початком розболчування стиків;

$$t_5 = (l_{\text{ЩОМ}} + \Delta l) H_{\text{ЩОМ}} \alpha_B,$$

$$t_5 = (0,094 + 0,025) * 39,6 * 1,1 = 5 \text{ хв};$$

$t_6$  – час між початком розболчування стиків і початком розбирання колії;

Визначаючи інтервали часу, ми враховуємо, що до чергової роботи можна приступити тільки після того, коли буде виконаний визначений обсяг попередньої роботи і звільниться ділянка, достатня для розміщення техніки та людей з урахуванням технологічних інтервалів безпеки.

Об'єм роботи з розболчування стиків знайдемо з урахуванням того, щоб довжина ділянки дозволила розмістити на ній колієрозбиральний поїзд  $L_{\text{ЛР}}$ , саму бригаду  $l_{\text{РОЗБ}}$ , що розболчує стики, дотримуючи інтервали безпеки між ними, а також між хвостовою (з краном) та основною частинами розбирального поїзда  $\Sigma \Delta l$ .

Довжина ділянки зайнята бригадою з розболчування стиків, знаходиться з формули

$$l_{\text{РОЗБ}} = \left( \frac{n_{\text{РОЗБ}}}{n_C} - 1 \right) l_{\text{ЛН}}, \quad (3.15)$$

$n_{\text{РОЗБ}}$  – кількість людей у бригаді без урахування машиністів пересувних електростанцій;

$n_C$  – кількість людей, що працюють на одному стикі колії (4 чол).

Повна кількість людей у бригаді знаходиться з умови, що темп роботи з розболчування стиків дорівнює темпу роботи машини ЩОМ, тому що в цьому випадку інтервал часу  $t_5$  буде мати найменше значення.

$$n_{\text{БР}} = \frac{Q_P}{t_{\text{Щ}}}, \quad (3.16)$$

де  $Q_P$  – трудомісткість роботи з розболчування стиків;

$t_{\text{Щ}}$  – час роботи ЩОМ по очищенню щебеню.

$$Q_P = V_P H_P \alpha_B, \quad (3.17)$$

де  $V_P$  – об’єм роботи з розболчування стиків, тобто кількість стикових болтів, що необхідно розкрутити на даному фронті роботи з урахуванням того, що в підготовчий період 2-й та 5-й стикові болти вже зняті;

$H_P$  – технологічна норма витрат праці на розболчування стиків в основний період;

$$V_P = \left( \frac{l_{\Phi P}}{l_{\text{ЛН}}} + 1 \right) \cdot n_B \cdot n_{CT}, \quad (3.18)$$

де  $\left( \frac{l_{\Phi P}}{l_{\text{ЛН}}} + 1 \right)$  – кількість стиків на даному фронті роботи;

$n_B$  – кількість стикових болтів в одному стику, що необхідно розкрутити (в даному разі це 1-й, 3-й, 4-й, 6-й);

$n_{CT}$  – кількість саме стиків в стику колії (2 шт).

$V_P = (1875/25 + 1) * 4 * 2 = 608$  болтів;

$Q_P = 608 * 1,7 * 1,1 = 1165$  люд.-хв/болт;

Час роботи ЩОМ по очищенню щебеню

$$t_{\text{Щ}} = l_{\Phi P} H_{\text{ЩОМ}} \alpha_B, \quad (3.19)$$

$t_{\text{Щ}} = 1,875 * 39,6 * 1,1 = 84$  хв;

Тоді повна кількість людей у бригаді:

$n_{БР} = 1165/84 = 13,97$  люд

Приймаємо  $n_{БР} = 14$  чол, з яких 12 працюють з електроключами ( $n_{РОЗБ} = 12$ ), а 2 – обслуговують електростанцію. Тоді довжина ділянки зайнята бригадою з розболчування стиків

$l_{РОЗБ} = (12/4 - 1) * 25 = 50$  м.

Інтервал безпеки між бригадою, що розболчує стики, та колієрозбиральним поїздом становить 50 м, а між хвостовою (з краном) та основною частинами розбирального поїзда – 25 м, тоді

$\Sigma \Delta l = 50 + 25 = 75$  м.

Отже, час між початком розболчування стиків і початком розбирання колії

$t_6 = (\Sigma \Delta l + L_{\text{ПР}} + l_{РОЗБ}) H_{\text{ЩОМ}} \alpha_B,$

$t_6 = (0,075 + 0,600 + 0,050) * 39,6 * 1,1 = 32$  хв.

$t_7$  – час між початком розбирання колії і початком укладання колії;

$$t_7 = V_{\text{ПР}} H_{\text{ПР}} \alpha_B$$

де  $V_{\text{ПР}}$  – обсяг роботи, який повинен виконати колієрозбиральний поїзд до початку укладання ланок, залежить від відстані між колієукладальним та колієрозбиральним поїздами. При однакових кранах ця відстань приймається рівною 100 м, що складає 4 ланки;

$H_{\text{ПР}}$  – технологічна норма витрат праці на розбирання колії.

$$t_7 = 4 * 1,9 * 1,1 = 9 \text{ хв.}$$

Таким чином, час розгортання дорівнює

$$t_P = 14 + 2 + 4 + 17 + 5 + 32 + 9 = 83 \text{ хв.}$$

Час  $t_3$ , який необхідний на згортання робіт, визначається в залежності від прийнятої технологічної схеми. Час згортання робіт дорівнює

$$t_3 = t'_1 + t'_2 + t'_3, \quad (3.20)$$

де  $t'_1$  – час на укладання рейкових рубок, приймається рівним 10 хв. При укладанні рубок головна частина колієукладального поїзду стоїть на місці і тому всі робочі поїзди та бригади, що знаходяться позаду нього, припиняють виконання робіт;

$t'_2$  – час на закінчення робіт останніх машин у ланцюжку, які були припинені в зв'язку з укладанням рейкових рубок. З'єднання частин колієукладального поїзда виконується за межами ділянки, що ремонтується, після зболчування всіх стиків;

$t'_3$  – час на оформлення відкриття перегону (10 хв).

Інтервал часу  $t'_2$ , визначається за формулою

$$t'_2 = V_{\text{ОМ}} H_{\text{ВПО}} \alpha_B, \quad (3.21)$$

де  $V_{\text{ОМ}}$  – обсяг робіт останньої машини;

$H_{\text{ВПО}}$  – технологічна норма витрат праці на виправлення колії із суцільним підбиттям шпал машиною ВПО;

$$V_{OM} = \Sigma l_{III} + l_{ЗБ} + l_P + \Sigma \Delta l, \quad (3.22)$$

де  $\Sigma l_{III}$  – сума довжин робочих поїздів, починаючи з колієукладального;  
 $l_{ЗБ}$ ,  $l_P$  – довжина ділянок колії, на яких виконується зболчування стиків та рихтування колії з постановкою на вісь;

$\Sigma \Delta l$  – сума технологічних розривів між робочими поїздами, а також між поїздами і бригадами монтерів колії, починаючи з колієукладального

$$\Sigma l_{III} = 600 + 244 + 77 + 26 + 87 = 1034 \text{ м}$$

Довжина ділянки зайнята бригадою, що зболчує стики, знаходиться з формули

$$l_{ЗБ} = \left( \frac{n_{ЗБ}}{n_C} - 1 \right) l_{III}, \quad (3.23)$$

$n_{ЗБ}$  – кількість людей у бригаді, що зболчує стики;

$n_C$  – кількість людей, що працюють на одному стикі колії (4 чол).

$$n_{ЗБ} = \frac{Q_{ЗБ}}{t_{III}}, \quad (3.24)$$

де  $Q_{ЗБ}$  – трудомісткість роботи по постановці накладок та зболчуванню стиків;

$t_{III}$  – час роботи колієукладального крану.

$$Q_{ЗБ} = V_{ЗБ} H_{ЗБ} \alpha_B, \quad (3.25)$$

де  $V_{ЗБ}$  – об'єм роботи по постановці накладок та зболчуванню стиків, тобто кількість стиків;

$H_{ЗБ}$  – технологічна норма витрат праці на постановку накладок та зболчування стиків;

$$Q_{ЗБ} = 76 * 18,21 * 1,1 = 1559 \text{ люд.-хв};$$

$$n_{ЗБ} = 1559 / 161 = 9,7 \text{ чол.}$$

Приймаємо  $n_{ЗБ} = 10$  чол. з яких 8 працюють з електроключами ( $n_{ЗБ} = 10$ ), а 2 – обслуговують електростанцію. Тоді довжина ділянки зайнята бригадою з розболчування стиків

$$l_{ЗБ} = (8/4 - 1) * 25 = 25 \text{ м}$$

Бригада, що зайнята рихтуванням колії з постановкою на вісь, знаходиться на ділянці довжиною 50 м, тобто  $l_p = 50$  м.

$$\Sigma \Delta l = 25 + 50 + 25 + 25 + 25 + 25 = 175 \text{ м};$$

$$V_{OM} = 1034 + 25 + 50 + 175 = 1284 \text{ м};$$

$$t'_2 = 1,284 * 33,9 * 1,1 = 49 \text{ хв};$$

Час, який необхідний на згортання робіт

$$t_3 = 10 + 49 + 10 = 69 \text{ хв}$$

Таким чином, тривалість “вікна”, яка необхідна для виконання робіт

$$T_H = 83 + 161 + 68 = 313 \text{ хв.}, (5 \text{ год. } 13 \text{ хв} \approx 5,22 \text{ год.}).$$

Оптимальна тривалість вікна визначається з формули

$$T_{opt} = t'_p + \sqrt{(t'_p)^2 + \frac{C_2(t'_p + t_{cл})}{KC_1}}, \quad (3.26)$$

де  $t'_p$  – сумарний час на розгортання і згортання робіт;

$C_1$  – вартість поїздо-години простою вантажного поїзда;

$C_2$  – вартість години роботи комплексу колійних машин і механізмів, які зайняті на основних роботах;

$t_{cл}$  – час проходження робочих поїздів від виробничої бази до місця виконання робіт і назад;

$K$  – коефіцієнт, що залежить від щільності руху поїздів і який при наявності резервів у графіку руху повинен бути більше одиниці.

Вартість поїздо-години простою поїзда при електричній тязі визначається за формулою:

$$C_1 = 57,72 + 0,004 Q_{БР}, \quad (3.27)$$

де  $Q_{БР}$  – маса поїзда бруто, т.

Вартість години роботи комплексу колійних машин і механізмів, що зайняті на основних роботах можна знайти з формули

$$C_2 = \frac{\Sigma C_{M-3}}{T_{3M}}, \quad (3.28)$$

де  $C_{3-M}$  – вартість машино-зміни кожної машини;

$T_{3-M}=8$  год. - тривалість зміни.

Час проходження робочих поїздів від виробничої бази до місця робіт і назад знайдемо з виразу

$$t_{СД} = 2 \frac{0.5L + L_B}{V_{Д}^X}, \quad (3.29)$$

де  $L$  – розгорнута довжина ділянки ремонту колії, км:( при двоколіній –  $L=0,5A$ ;

$L_B$  – відстань від бази КМС до початку ділянки робіт, 50 км;

$V_{ХД}$  – швидкість господарських поїздів на ділянці,  $V_{ХД}=40...50$  км/год.

Коефіцієнт, що залежить від щільності руху поїздів, для двоколійного перегону дорівнює:

$$K = \omega(1 + I_{\min} \omega), \quad (3.30)$$

$$\omega = \frac{1}{I_{СР}} - \frac{1}{T_{ПЕР}}, \quad (4.31)$$

де  $I_{СР}$  – середній інтервал між поїздами одного напрямку при нормальному русі;

$I_{\min}$  – мінімальний інтервал побіжного проходження, приймається 6 хв при автоблокуванні;

$T_{ПЕР}$  – період пари поїздів при одноколійному графіку руху на закритому перегоні;

Період пари поїздів дорівнює

$$T_{ПЕР} = t_{П} + t_{НП} + \tau_{П} + \tau_{НП},$$

де  $t_{П}$ ,  $t_{НП}$  – час ходу в парному непарному напрямках на обмежуючому перегоні, що визначають тяговими розрахунками(прийmemo  $t_{П}$ ,  $t_{НП}=0,2...0,6$  год.);

$\tau_{П}$ ,  $\tau_{НП}$  – станційні інтервали схрещення (звичайно приймають 0,05 год.).

Середній інтервал між поїздами визначають таким чином

$$I_{СР} = \frac{24}{N_{МАХ}}, \quad (3.32)$$

де  $N_{МАХ}$  – максимальне число поїздів за добу, що обчислюється з виразу

$$N_{MAX}=1,2N_{\Phi},$$

де  $N_{\Phi}$  – фактичне число поїздів за добу, що дорівнює сумі кількості вантажних і пасажирських поїздів.

$$Q_{БР} = 3000t;$$

$$C_1 = 57,72 + 0,004 \cdot 3000 = 69,72 \text{ грн/год.}$$

$$C_2 = 295 \text{ грн/год. (згідно методичних вказівок [7]);}$$

$$L = 0,5 \cdot 9 = 4,5 \text{ км.}$$

$$t_{СЛ} = 2 \cdot (0,5 \cdot 6,25 + 50) / 50 = 2,1 \text{ год.};$$

$$N_{\Phi} = 5 + 5 = 10 \text{ пар поїздів.}$$

$$N_{MAX} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ пар поїздів.}$$

$$I_{CP} = \frac{24}{12} = 2 \text{ год.};$$

$$T_{ПЕР} = 0,5 + 0,5 + 0,05 + 0,05 = 1,1 \text{ год.};$$

$$\omega = \frac{1}{2} - \frac{1}{1,1} = -0,41 \text{ год}^{-1};$$

$$K = -0,41 \cdot (1 - 0,1 \cdot 0,41) = -0,39$$

Приймаємо  $K=1$

$$t'_P = 2,5 \text{ год.};$$

$$T_{OPT} = 2,5 + \sqrt{(2,5)^2 + \frac{295 \cdot (2,5 + 2,1)}{1 \cdot 69,72}} = 7,5 \text{ год.}$$

Таким чином, оптимальна тривалість вікна  $T_{OPT}=7,5$  год, що не більше за нормативну величину тривалості робочого дня 8 год і до Необхідна тривалості вікна  $T_H=5,22$  год близька до оптимальної. Приймаємо для розробки графіка робіт необхідну тривалість «вікна» 5,22 год.

Визначимо можливу тривалість “вікна” для заданої ділянки. Для двоколіїної ділянки можлива тривалість “вікна” дорівнює

$$T_M = 24 - t_{П} - (N_{MAX} - 1) I_{min},$$

де  $t_{П}$  – час ходу між станціями, що обмежують ділянку, яка ремонтується (звичайно приймають 12...36 хв).

$$T_M = 24 - 0,5 - (12 - 1) 0,1 = 22,4 \text{ год.}$$

$$T_H = 5,22 \text{ год.}$$

$T_{OPT}=7,5 \text{ год.}$

$T_M=22,4 \text{ год.}$

Оскільки  $T_M > T_{OPT}$  та  $T_M > T_H$  для «вікон» на заданій ділянці непотрібна розробка організаційно-технічних заходів щодо збільшення пропускної здатності на період виконання ремонту колії.

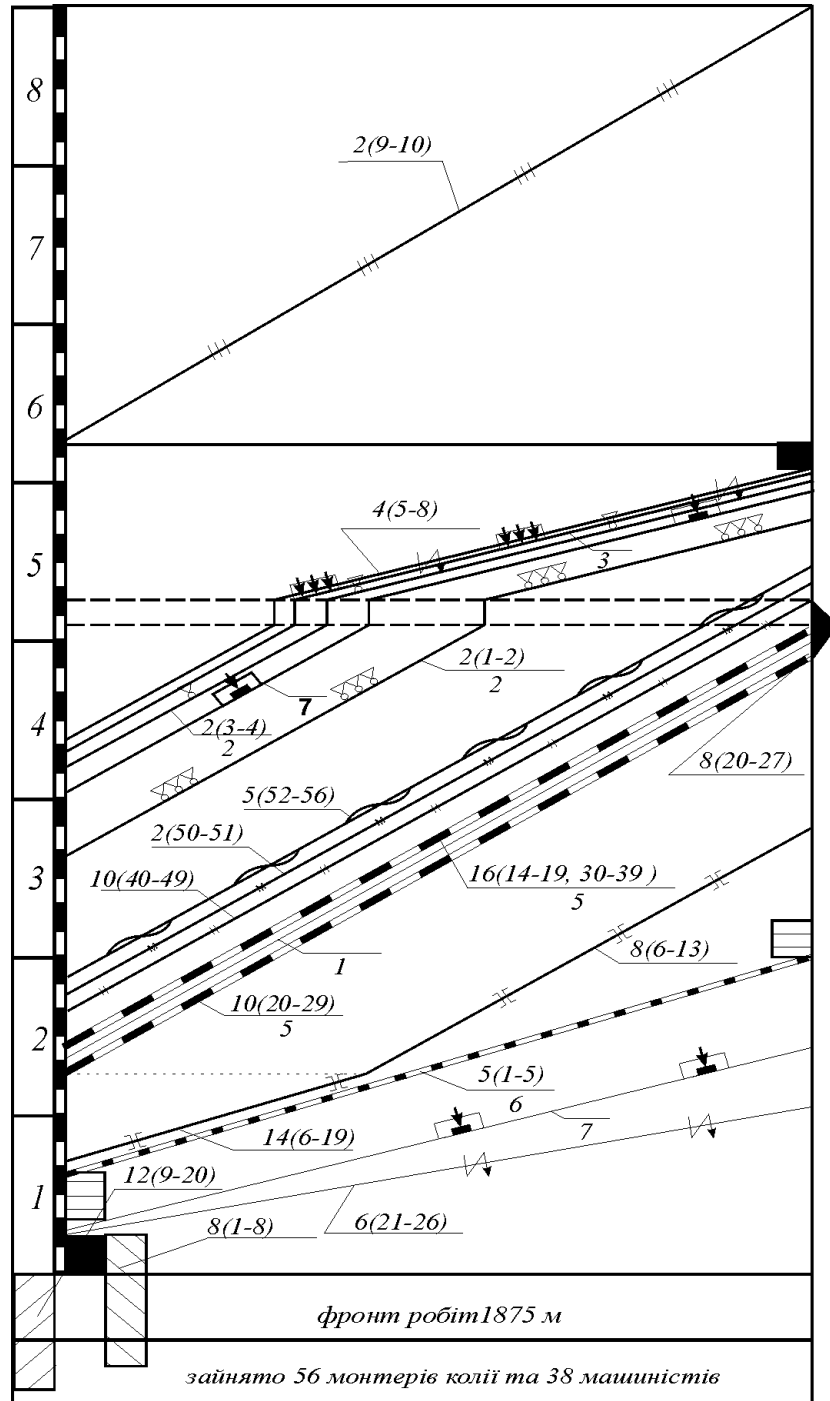




















Рисунок 3.1 - Графік основних робіт у «вікно»

-  Оформлення закриття перегону
-  Знімання та установка заземлювачів опор контактної мережі
-  Підготовка місця зарядки ЩОМ
-  Підготовка місця зарядки ВПО
-  Зарядження (розрядження) ЩОМ
-  Очищення баласту ЩОМ
-  Розболчування стиків зі зняттям накладок
-  Розбирання (укладання) решітки УК
-  Постановка накладок та зболчування стиків
-  Поправка шпал по міткам
-  Рихтування колії РГУ-1
-  Вивантаження баласту з великих вертушок
-  Виправлення колії ВПО
-  Вивантаження баласту з малої вертушки
-  Виправлення колії ВПР
-  Підтягування слабих стикових болтів
-  Заготовка та укладання рейкових рубок
-  Робота трактора планувальника

Умовні позначення до графіка робіт у «вікно»

Графік основних робіт у „вікно” вважається складеним задовільно, якщо виконується умова

$$n_B \cdot T_B / Q_B < 1,3 ,$$

$n_B$  –сумарна кількість монтерів використаних на основних роботах у „вікно”;

$T_B$  –тривалість „вікна”;

$Q_B$ –сумарні витрати праці на основні роботи у „вікно”.

$$n_B \cdot T_B / Q_B = 56 \cdot 313 / 14493 = 1,21 < 1,3$$

Отже, графік складений задовільно.

*Підрахунок потреби у виробничій силі для виконання основних, підготовчих і опоряджувальних робіт.*

Підрахунок потреби у виробничій силі для виконання основних робіт виконаний при складанні відомості витрат праці. При підрахунках використовуються технологічні норми витрат праці на вимірник в стовпці [5] – люд.-хв, в стовпці [6] – маш.-хв. Витрати праці на роботу (стовпець [7]), отримують як добуток кількості робіт [4] та технологічної норми [5]. Витрати праці на роботу з урахуванням відпочинку і пропуску поїздів (стовпець [8]) дорівнює добутку [7] та  $\alpha_B$  ( коефіцієнт додаткових витрат часу у “вікно”). Тривалість роботи машини – стовпець [11]=[4]\*[6]\* $\alpha_B$ .

Кількість монтерів колії для робіт, що виконуються за допомогою машин:

$$n_{MK} = n_P - n_M$$

$n_P$  –загальна кількість робітників (стовпець [9]), необхідних для виконання даної роботи.

$n_M$  –число машиністів, що обслуговують дану машину; приймається за додатком(див. список літератури [4]).

$$n_P = Q/t,$$

$Q$ – витрати праці по даній роботі зі стовпця [8];

$t$ – час роботи машини на даній роботі зі стовпця [11];

Якщо роботи виконуються без застосування машин, то приймають або число робітників і визначають час їх роботи, або приймають час роботи і визначають кількість робочих; дані підрахунки погоджуються з графіком робіт.

У стовпець [10] заносять час роботи робітників:

$$t = Q_P / n^{OKP}_P$$

$Q_P$  – витрати праці на дану роботу;

$n^{OKP}_P$  – округлене до цілого число робітників, що заноситься до стовпця

[9];

Якщо роботи об'єднуються, то їх витрати праці для підрахунку сумуються. Розрахунок виконано при складанні відомості витрат праці в комп'ютерній програмі Excel.

### **3.4 Побудова графіка розподілу підготовчих, основних і опоряджувальних робіт «по днях»**

Розробку графіку виконання робіт “по дням” виконують таким чином:

1) креслять прямокутну сітку, де по осі абсцис відкладають ділянки роботи, а по осі ординат – дні роботи;

2) на одній із середніх ділянок, а потім і на сусідніх ділянках, показують роботи у “вікно”. У цьому ж прямокутнику показують кількість робітників, зайнятих у “вікно” та після “вікна”;

3) показують роботу машин в опоряджувальний період. При чому, якщо  $d=2-3$  дні, то ці роботи виконують під прикриттям «вікна» для основних робіт, а якщо  $d=4-5$  днів, то ці роботи виконують в окреме «вікно». У загальному випадку на опоряджувальні роботи нам потрібні такі машини:

– струг, який очищає чи нарізає кювети у виїмках, прибирає ґрунт з откосів, насипів і виїмок, та планує баластну призму;

– машина, яка виконує рихтування в кривих за розрахунком. Це може бути Р-2000, ЭЛБ, ВПР, та ін.;

– на колії з залізобетонними шпалами потрібно застосовувати машину ПМГ для підтягування клемних та закладних болтів.

– машина для виконання повторної виправки колії та рихтування у прямих. Це повинна робити машина сімейства ВПР (ВПР-1200, ВПР-02 та ін.).

– мала хопер-дозаторна вертушка (з розрахунку 100м куб на км), що вивантажує баласт у місцях нестачі та по кінцях шпал після машинної рихтовки;

- 4) завантажують роботою людей, що звільнилися від основних робіт у “вікно” чи від опоряджувальних робіт;
- 5) показують підготовчі роботи;
- 6) показують виконання опоряджувальних робіт, що лишилися невиконаними.

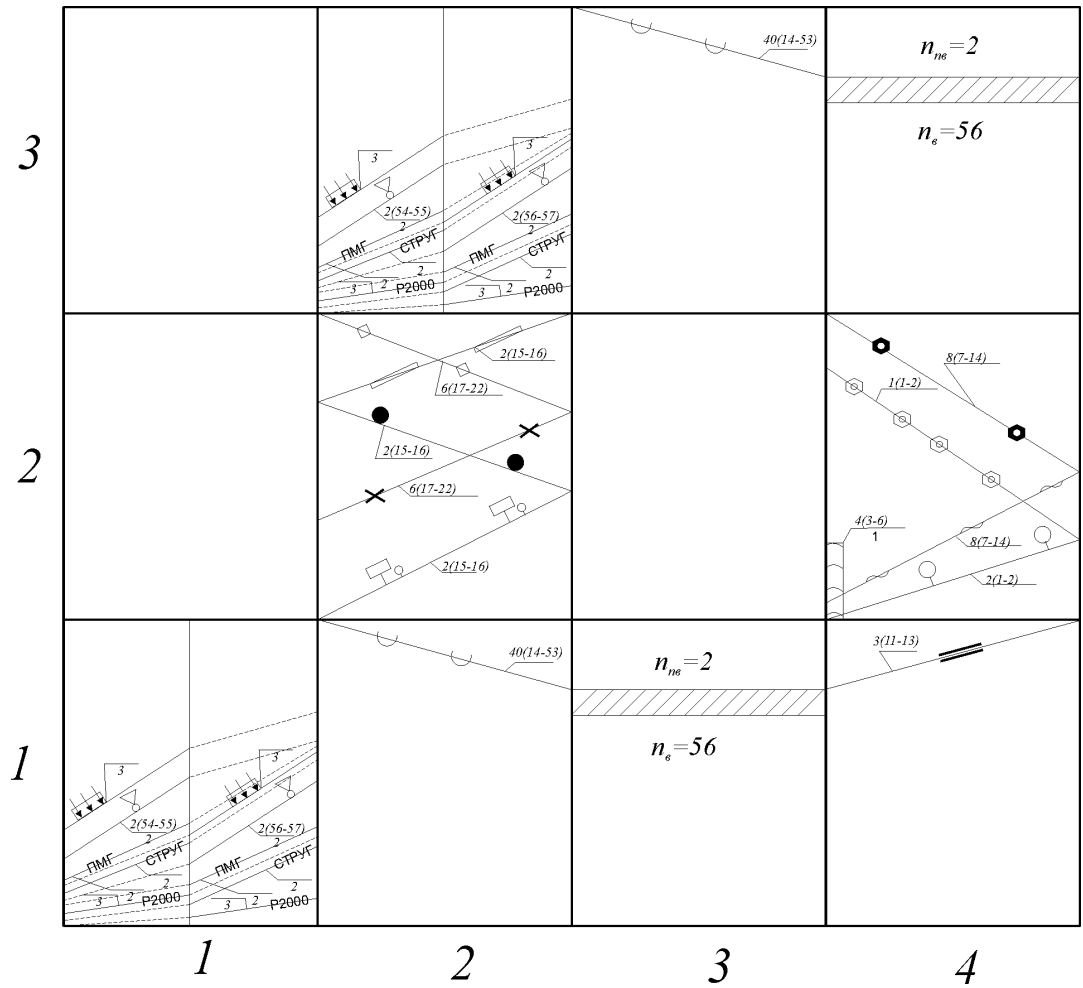



















Рисунок 3.2 - Графік розподілу робіт «по днях»

	Зняття колійних знаків
	Регулювання стикових зазорів
	Зняття 2-го та 5-го стикових болтів
	Змащування стикових болтів
	Розбирання постійного настилу
	Рихтування колії Р2000
	Опрядження баластної призми СТРУГОм
	Підтягування болтів ПМГ
	Робота машини ВПР
	Досипка баласту на торці шпал
	Встановлення колійних знаків
	Фарбування колійних знаків
	Влаштування стелажів ПКЗ
	Розбарання стелажів ПКЗ
	Очищення кюветів, опорядження узбіччя, міжколійя в місцях перешкод
	Опорядження баластної призми
	Відновлення лотків

Умовні позначення до графіка по днях

### Визначення складу КМС

Кількість робітників, що необхідна для виконання підготовчих та опоряджувальних робіт на перегоні, знаходять з виразу

$$n_{\text{щод}} = \frac{Q_{\text{підг}} + Q_{\text{опор}} - (n_B - n_{\text{ПВ}})T_{\text{ПВ}} - Q_{\text{маш}} - \sum n_i \cdot t_i}{(d-1)T_{\text{ЗМ}}}, \quad (3.33)$$

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

$d$  – періодичність надавання „вікон”;

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

$Q_{МАШ}$  – сумарні витрати праці на роботи, що виконуються машинами у підготовчий та опоряджувальний період;

$\sum n_i t_i$  – трудомісткість робіт, які можуть виконати люди, що звільнилися раніше кінця „вікна”. Суму даного добутку розраховуємо наступним чином: з графіку основних робіт у „вікно” беремо кількість монтерів колії  $n_i$ , що звільнилися раніше кінця „вікна” з певного виду робіт, даємо їм 1 год. на обід і рахуємо скільки часу  $t_i$  їм залишилось до кінця „вікна”. Включаємо в суму тільки тих монтерів, для яких  $t_i > 20$  хв.

Дана формула може бути застосована, якщо  $(n_B - n_{ПВ}) > 0$ . Так як,  $n_B = 56$  чол., а  $n_{ПВ} = 2$  чол., то можемо застосувати дану формулу.

$$Q_{ПДГ} = 5058$$

$$Q_{ОПОР} = 9285$$

$$T_{ПВ} = 167 \text{ хв}$$

$$Q_{МАШ} = 733$$

$$\sum n_i t_i = 5 \cdot 160 = 800 \text{ люд. - хв.}$$

$$n_{ЩОД} = \frac{5058 + 9285 - (56 - 2) \cdot 167 - 733 - 800}{(2 - 1) \cdot 480} = 9 \text{ чол.}$$

Додаткова кількість робітників  $\Delta n = n_B - n_{ЩОД}$  в день „вікна” береться з бази КМС.

$$\Delta n = 56 - 9 = 47 \text{ чол.}$$

Кількість монтерів колії на базі КМС знаходиться з формули

$$n_B = \frac{Q_B - \Delta n \cdot T_{ЗМ}}{d \cdot T_{ЗМ}} - n_{МАШ}^B,$$

де  $Q_B$  – витрати праці на збирання та розбирання ланок колійної решітки на базі, та інші витрати праці на базі КМС;

$n_{МАШ}^B$  – кількість машиністів, що обслуговують механізми на базі відповідно до застосованих технологічних процесів (8...10 чол.).

$$Q_B = 182599$$

$$n_B = \frac{182599 - 47 \cdot 480}{2 \cdot 480} - 10 = 157 \text{ чол.}$$

Далі формують колону на виконання підготовчих, основних та опоряджувальних робіт чисельністю  $n_{\text{ЩОД}}$ , колону виробничої бази  $n_{\text{Б}}$  та бригаду по лікуванню земляного полотна чисельністю  $n_{\text{Л}}$ . Створюється також цех по обслуговуванню машин і механізмів, чисельність якого визначається сумарною кількістю машиністів, що працюють у „вікно” і на виробничій базі. У виробничий склад КМС включаються також виконавці робіт (по 1 чол. на колону), майстри шляхові (один на 3–4 бригади), майстер з експлуатації машин на базі, підсобні робітники та сигналісти та два телефоністи. Незвільнені бригадири колії (по числу бригад) входять до числа монтерів колії. До підсобних робітників включають водоносів (один на 25 чол., які працюють одночасно на перегоні). Кількість сигналістів залежить від умов виконання робіт..

Чисельність бригади по лікуванню земляного полотна

$$n_{\text{Л}} = \frac{Q_{\text{Л}}}{d \cdot T_{\text{СМ}}} = \frac{2142}{2 \cdot 480} = 3 \text{ чол.};$$

Чисельність бригади по заміні старих плітей новими інвентарними рейками та старих інвентарних рейок новими плітями

$$n_{\text{ЗАМ}} = \frac{\Sigma Q_{\text{ЗАМ}}}{d \cdot T_{\text{ЗМ}}} = \frac{33395 + 71666}{2 \cdot 480} = 109 \text{ чол.};$$

Розбиваємо робітників на бригади:

бригада №1–(1–9) 9 чол.;

бригада №2–(10–19) 10 чол.;

бригада №3–(20–29) 10 чол.;

бригада №4–(30–41) 12 чол.;

бригада №5–(42–56) 15 чол.;

Необхідно 5 бригадирів, 2 колійних майстри, 1 майстер з експлуатації машин на базі, 3 водоноса, 2 телефоністи, цех по обслуговуванню машин і механізмів 38 чол., 1 виконавець робіт.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

*Вимоги безпеки праці під час виконання робіт з виправки, підбивки, стабілізації колії*

### **Робочі операції**

Під час виконання ремонту на ділянці колії після проходження машини щибенеочисної машини RM-80 і хопер-дозаторної вертушки виконуються такі роботи:

- виправлення і підбивка шпал машиною ВПО-3000;
- засипання торців шпал малою хопер-дозаторною вертушкою;
- вибіркоче виправлення колії машиною UNIMAT-08;
- стабілізація колії динамічним стабілізатором DGS.

### **Шкідливі та небезпечні фактори**

Під час виконання робіт колійними машинами ВПО-3000, UNIMAT-08, DGS виникають наступні шкідливі та небезпечні фактори:

- рухомий склад, машини та механізми;
- рухомі частини машин – робочі органи;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму;
- підвищений рівень вібрації;
- недостатнє освітлення робочої зони при роботі в темний час доби;
- падаючі з висоти предмети, інструмент;
- елементи верхньої будови колії;
- гострі крайки, кути, шорсткість на поверхнях матеріалів верхньої будови колії та інструментів.

### **Вимоги безпеки праці**

#### **Вимоги до осіб, які виконують роботи у колійному господарстві**

До роботи в колійному господарстві 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.

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, 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 із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх, відповідно до Правил безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві, НПАОП 63.21-1.25-07.

Жінки не допускаються до виконання робіт, зазначених у Переліку важких робіт та робіт із шкідливими і 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 підймання і переміщення вантажів при чергуванні з іншою роботою, маса яких перевищує – 10 кг, постійно протягом робочої зміни – 7 кг, відповідно до Граничних норм підймання і 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, НПАОП 0.00-4.12-05.

Працівники колійного господарства забезпечуються безкоштовно спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту

відповідно до вимог Норм безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам залізничного транспорту України 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.

Про кожний нещасний випадок потерпілий або працівник, який його виявив, чи інша особа – свідок нещасного випадку повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до подання необхідної допомоги потерпілому відповідно до порядку розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженого постановою кабінету міністрів від 30.11.2011 №1232.

### **Вимоги безпеки під час прямування працівників до місць виконання робіт і під час повернення до місця збору**

До початку прямування працівників до місця виконання робіт керівник робіт зобов'язаний перевірити наявність сигнальних приладів і захисних пристроїв, переконатися у тому, що заявка на видачу попереджень локомотивним бригадам поїздів прийнята до виконання.

Прямувати від місця збору на роботу та повертатися дозволяється тільки збоку від колії або узбіччям земляного полотна під керівництвом спеціально призначеної особи.

Під час перевезення колійного інструменту та матеріалів на колійних вагончиках, двоколійних однорейкових або одновісних візках для супроводження їх призначаються монтери колії (не менше двох), а також сигналісти попереду та позаду з переносними або ручними червоними сигналами на відстані не менше 50 м від вищезазначених візків, інші працівники йдуть узбіччям земляного полотна.

У разі неможливості пройти збоку від колії або узбіччям, прямування по колії дозволяється із дотриманням заходів безпеки:

- керівник робіт зобов'язаний попередити працівників, щоб вони йшли один за одним або по два в ряду, не допускаючи відставання;
- керівник із сигналами знаходиться позаду групи, огороджуючи її розгорнутим червоним прапорцем, а вночі – ліхтарем з червоним вогнем.

Перед групою має йти сигналіст, який огороджує групу сигналами зупинки. В умовах недостатньої видимості (у крутих кривих, глибоких виїмках, у лісистій місцевості, за наявності будівель, а також у темний час доби, туман, заметіль та інших випадках) керівник робіт зобов'язаний призначити двох сигналістів, один з яких прямує попереду, а інший – позаду групи на відстані зорового зв'язку, але так, щоб поїзд, що наближається, був видимий йому на відстані не ближче 500 м від групи і вчасно подає різком сигнал про наближення поїзда. Сигналісти мають іти з розгорнутими червоними прапорцями (в ночі з ліхтарями з червоним вогнем) і огороджувати групу працівників, поки вона не зійде з колії НПАОП 63.21-1.25-07.

### **Вимоги безпеки під час проведення робіт на залізничних коліях**

До початку робіт у випадках, передбачених нормативно-технічними документами із забезпечення безпеки руху, мають бути виставлені необхідні сигнали, сигнальні знаки "С" (про подачу свистка) і сигналісти, а також видані попередження на поїзди.

Під час виконання колійних робіт в умовах недостатньої видимості (у крутих кривих, глибоких виїмках, лісистій місцевості, за наявності будівель і інших умов, що погіршують видимість), у разі робіт з інструментом (електричним, пневматичним та ін.), що погіршує чутність, якщо робота не вимагає огороження сигналами зупинки, керівник робіт зобов'язаний для попередження працівників про наближення поїздів установити автоматичну сповіщувальну сигналізацію; у разі відсутності такої сигналізації керівник робіт повинен поставити з боку поганої видимості або чутності сигналіста з духовим різком якнайближче до бригади, що працює, так, щоб поїзд, що наближається, було видно сигналістові на відстані не менше 500 м від місця робіт при установленій швидкості до 120 км/год.

Місця виконання робіт огороджуються відповідно до вимог нормативно-технічних актів із забезпечення безпеки руху поїздів.

Під час наближення до місця виконання колійних робіт машиніст локомотива має подати сповіщувальний сигнал, починаючи з кілометра, що передує зазначеному в попередженні, незалежно від наявності переносних сигналів.

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

До експлуатації допускаються машини та механізми, що пройшли огляд та випробування у встановленому порядку, а також укомплектовані відповідно до інструкцій заводу-виробника з їх експлуатації.

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

Обслуговуючий персонал повинен володіти та дотримуватись правил пожежної безпеки та методів використання первинних засобів пожежогасіння.

До керування колійної машини допускаються особи, які мають право на керування машиною та пройшли навчання і перевірку знань з питань охорони праці в установленому на підприємстві порядку.

Кількість працівників, які знаходяться на колійних машинах, не повинна перевищувати норми, установлені інструкціями з їх експлуатації.

Перед запуском двигуна та випробуванням гальм необхідно переконатися у відсутності людей під машиною та 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 у зоні робочих органів машини, підлазити під машину, сідати або ставати на робочі органи машини.

Не дозволяється знаходитись безпосередньо в зоні випуску та розповсюдження вихлопних газів.

Підніматись на машину і сходити з неї слід, повернувшись до неї обличчям

і тримаючись обома руками за поручні.

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

Під час руху колійних машин своїм ходом або в складі поїзда їх робочі органи мають бути приведені в транспортне положення та зафіксовані страхувальними пристосуваннями, які є в комплекті машини (ланцюги, троси та ін.)

Працівникам, які змушені знаходитись близько біля машини, наприклад, сигналісти, керівник робіт, повинна бути надана інформація про функції та порядок користування пристроями захисту, які знаходяться на зовнішніх стінах машини (звуковий сигнал, вимикач аварійної зупинки, вірьовчані вимикачі та ін.).

Не дозволяється перевозити осіб, які не мають відношення до роботи на колійних машинах.

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

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

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

- перебувати усередині кузова;
- пролазити через відкриті люки в кузов;
- виконувати регулювання механізмів і знаходитися в зоні підняття й опускання дозаторів у разі включення повітря в робочу магістраль;
- перебувати 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-дозувальних механізмів.

Заповнення повітрям робочої магістралі дозволяється тільки після

оповіщення працівників. Команда про заповнення подається керівником роботи.

Під час пропуску поїзда по сусідній колії розвантаження баласту з хопер-дозатора припиняється, а бригада, що обслуговує поїзд, повинна зійти на узбіччя або піднятися на площадки вагонів.

### **Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням виправно-підбивально-опоряджувальної машини (ВПО-3000)**

Керівник робіт перед початком робіт на сусідніх коліях визначає та вказує бригаді, що обслуговує машину ВПО-3000, найбільший дозволений виліт крил дозатора та планувальника.

На час проходу поїзда по сусідній колії робота машини ВПО-3000 припиняється, а крила дозатора та планувальника прибираються в межі її габариту.

Не дозволяється виконувати будь-які колійні роботи попереду машини на відстані менше 50 м від неї.

### **Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням виправно-підбивально-рихтувальної машини (Unimat-08)**

Перед виїздом на перегін і з перегону необхідно переконатися, що всі робочі органи та візки контрольно-вимірювальної системи приведені в транспортне положення та надійно закріплені і зафіксовані страхувальними пристроями (ланцюгами, тросами та ін.).

Перед початком роботи необхідно переконатися, що всі частини механізмів, що рухаються, надійно захищені кожухами й огороженнями, передбаченими заводом виробником.

Обслуговуючий персонал машини під час роботи забезпечується навушниками протишумовими.

Не дозволяється знаходитися під час роботи машин у безпосередній близькості біля підбивальних блоків і силової установки без навушників.

Під час роботи машини не дозволяється знаходитися на відстані менше 1 м від опущених віброплит, ущільнювачів баласту, підбивальних блоків машини, крил планувальника.

Не дозволяється виконувати ремонт машини при працюючому двигуні, та за наявності тиску в пневмогідросистемах, усувати несправності робочих органів, що знаходяться в піднятому і не закріпленому положенні.

Під час руху до місця виконання робіт, під час роботи і повернення з перегону на машині може перебувати тільки обслуговуючий персонал та керівник робіт.

Не дозволяється перебувати без потреби на сусідній колії або міжколії, попереду або позаду машини ближче 5 м.

### **Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням динамічного стабілізатора колії DGS**

Під час роботи на перегоні динамічний стабілізатор колії огорожується сигналами.

Не дозволяється обслуговуючому персоналу та іншим працівникам знаходитися в робочій зоні машини, особливо в зоні рухомих пристроїв та робочих органів.

Не дозволяється підніматись на дах динамічного стабілізатора під контактною мережею, сідати та сходити з машини під час руху.

Не дозволяється знаходження працівників на суміжній колії та міжколії попереду та ззаду динамічного стабілізатора ближче 5 м.

### **Огородження місць перешкод для руху поїздів і місць проведення робіт на перегонах**

Будь-яка перешкода для руху поїздів на перегоні має бути огорожена сигналами «Зупинка» незалежно від того, очікується поїзд чи ні.

Місця проведення робіт на перегоні, що вимагають зупинки поїздів, огорожуються так, як і перешкоди.

Перешкоди на перегоні огорожуються з обох боків на відстані 50 м від меж ділянки, що огорожується, сигналами «Зупинка». Від цих сигналів на відстані Б, в залежності від керуючого спуску та максимально допустимої швидкості руху поїздів на перегоні, укладається по три петарди і на відстані 200

м від першої, ближчої до місця робіт, петарди у напрямку від місця робіт встановлюються тимчасові сигнали «Зменшення швидкості». Схема огороження перешкод і місць проведення робіт на одноколіійній ділянці у випадку виконання робіт розгорнутим фронтом (більше 200 м) показана на рис. 3.1.

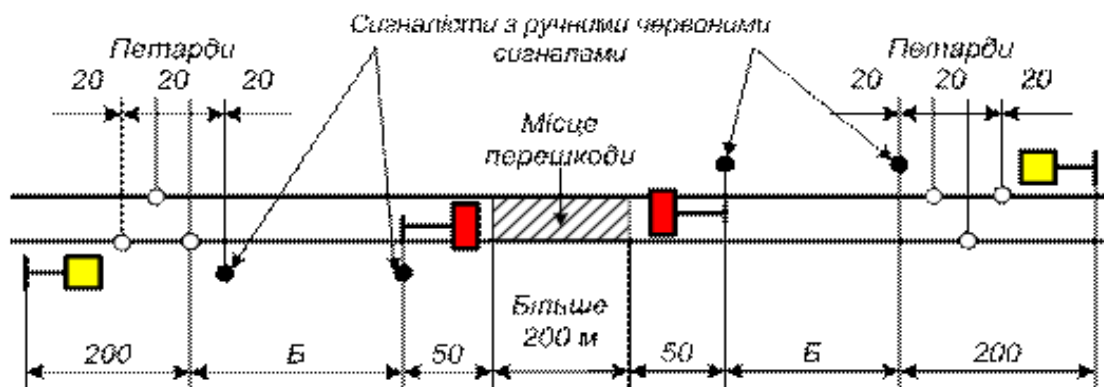


Рисунок 4.1- Схема огороження перешкод і місць проведення робіт на одноколіійній ділянці у випадку виконання робіт розгорнутим фронтом (більше 200 м)

Тимчасові сигнали «Зменшення швидкості» та петарди мають знаходитися під охороною сигналістів, які стоять з ручними червоними сигналами на відстані 20 м від першої петарди у бік місця робіт. Тимчасові сигнали «Зупинка» повинні знаходитися під наглядом керівника робіт.

Тимчасові сигнали «Зупинка», встановлені на відстані 50 м від меж ділянки, що вимагає огороження, повинні знаходитися під охороною сигналістів з ручними червоними сигналами, які стоять біля них.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У першому розділі дипломного проекту було проведено аналіз фактичного стану ділянки колії. Було встановлено що задана ділянка відноситься до II категорії колії. Згідно ДСТУ [1] призначено реконструкцію, технічне переоснащення.

У другому розділі було розроблено технологічний процес виконання ремонту, вибрано ланцюг машин для виконання робіт, розроблено графіки виконання основних робіт у «вікно». Розраховано кількість монтерів колії та механіків. При виконанні реконструкції, технічного переоснащення стару рейко-шпальну решітку замінено на нову, очищено щебневий баласт, баластна призма приведена до нормативних розмірів, кювети очищені, водовідвідні лотки очищені та відновлені.

Оптимальна тривалість вікна  $T_{\text{опт}}=7,5$  год, що не більше за нормативну величину тривалості робочого дня 8 год і до Необхідна тривалості вікна  $T_{\text{н}}=5,22$  год близька до оптимальної. Приймаємо для розробки графіка робіт необхідну тривалість «вікна» 5,22. На ділянці є насип висотою 19 м, розрахунки показали, що в наявному стані її коефіцієнт стійкості 1.452, що не потребує заходів щодо укріплення.

У третьому розділі розроблено комплекс заходів з охорони праці для безпечного виконання працівниками робіт із підбивки, виправки і стабілізації колії. Вибрано схему огородження місця робіт.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 9002:2020 - Споруди транспорту класифікація, періодичність призначення та проведення планово-запобіжних ремонтів залізничних колій.
2. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України : ЦП-0269 / затв. нак. Укрзалізниці від 01.03.2012 р. № 072-Ц. / Е. І. Даніленко, А. М. Орловський, М. Б. Курган, В. О. Яковлев та ін. – К.: «НВП Поліграфсервіс», 2012. – 456 с.: іл.
3. Даніленко Е.І. Залізнична колія./Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом/Підручник для вищих навчальних закладів (у 2-х томах). Київ, Інпрес, 2010. – Том 2- 456 с.
4. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України: ЦП-0266 / затв. нак. Укрзалізниці від 01.02.2012 р. №033-Ц/ В. В. Рибкін, О. М. Патласов, О. І. Белорусов, М. І. Карпов та ін. – К. – 2012. – 107 с.
5. Розробка організації та технології виконання робіт з модернізації та капітального ремонту колії: методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Технологія, автоматизація, та механізація колійних робіт» і дипломного проектування / уклад.: М. І. Уманов, Т. Л. Сиволап, В. Є. Савлук, М. П. Сисин, Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. – 55 с.
6. Збірник типових технологічних процесів модернізації та капітального ремонту залізничної колії: Затв.: Наказом Головного управління колійного господарства Укрзалізниці від 30.12.2003 р. № ЦП – 3/65. 175 с.
7. Інструкція з сигналізації на залізницях України. ЦШ-0001 / затверджена наказом Міністерства транспорту України від 23.06.2008 № 747, – Київ.: ТОВ «Інпрес», 2008. – 58 с.
8. ДБН В.2.3-19:2018 Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування.