

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: Проект капітального ремонту колії з визначенням стійкості укосів насипу

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

Виконав: студент групи: КГ22160

(підпис студента) / Олександр ХОЛІН /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник: _____ / доц. Володимир АНДРЕЄВ /
(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: Project for major track repairs with determination of the stability of embankment slopes

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 KHOLIN /
(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ docent Volodymyr ANDRIEIEV /
(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 _____ ТІ _____

_____ **Олексій ТЮТЬКІН**

(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 Холіну Олександр Валентиновичу
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Проект капітального ремонту колії з визначенням стійкості укосів
насипу

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

затверджені наказом від "03" 03 2025 р. № 329ст

2. Строк подання студентом роботи: 19.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: рейко-шпало-баластна карта та аналіз технічного стану
ділянки колії

4. Зміст пояснювальної записки:

1) Визначення категорії колії та вибір конструкції верхньої будови колії; 2) Технологія виконання ремонтних робіт; 3) Розрахунки стійкості укосів насипу земляного полотна
4) Заходи з безпеки руху поїздів під час ремонтних робіт.

5. Перелік графічного матеріалу: слайди, що в повній мірі відображають виконану дипломну роботу.

6. Консультанти розділів роботи:

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення категорії колії та вибір конструкції верхньої будови колії	06.05.25	30%
2	Технологія виконання ремонтних робіт	12.05.25	40%
3	Розрахунки стійкості укосів насипів	23.05.25	60%
4	Заходи з безпеки руху поїздів під час ремонтних робіт	10.06.25	90%
5	Оформлення та підписання записки дипломної роботи	19.06.24	100%

Студент

_____ (підпис)

Олександр Холін

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Володимир АНДРЕЄВ

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавр:

61 стор., 9 літературних джерел.

У кваліфікаційній роботі розглядається питання розробки капітального ремонту з розрахунками стійкості укосів земляного полотна. Проведено порівняння проектування капітального ремонту колії з використанням колійної техніки та проведено розрахунок коефіцієнта стійкості укосів земляного полотна залізничного насипу.

Ключові слова: ЗЕМЛЯНЕ ПОЛОТНО, КАТЕГОРІЯ КОЛІЇ, ВАНТАЖОНАПРУЖЕНІСТЬ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ, ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, СТІЙКІСТЬ УКОСУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ОЦІНКА КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ ЩОДО ВІДПОВІДНОСТІ УМОВАМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	8
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ КОЛІЇ	12
3. РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ УКОСУ НАСИПУ	
4. ЗАХОДИ З БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ ПІД ЧАС РЕМОНТНИХ РОБІТ.	53
ВИСНОВКИ.....	58
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	59

ВСТУП

В багатогалузевій системі залізничного транспорту одне із важливих місць займає колійне господарство. В його склад входить колія з усіма спорудами та виробничими підприємствами. На долю колійного господарства приходить більше половини вартості основних фондів залізничних доріг, п'ята частина експлуатаційних витрат та контингенту працюючих на мережі.

В останні роки прийнятий комплекс заходів, направлених на подальшу модернізацію колії та споруд, удосконалення системи колійного господарства, укріплення виробничо-технічної бази лінійних підприємств, підвищення ефективності підприємств та якості роботи. Інтенсивно продовжується вкладання рейок важких типів, залізобетонних шпал, безстикової колії.

В колійному господарстві основними не використаними резервами являються удосконалення структури управління, підвищення рівня ефективності використання засобів механізації особливо важких колійних робіт, вантажно-розвантажувальних та транспортних засобів, оптимізація відношення між витратами праці на поточне утримання колії та ремонту. Працівникам, зайнятим утриманням колії передбачається в найближчий період розробити та упровадити у виробництво найбільш удосконалені методи організації робіт з використанням машин та в першу чергу при поточному утриманні колії. Вони повинні виконуватись в технологічні "вікна", закладені в графіку руху поїздів. Ведучими машинами при цьому стані: ВПР-1200, ВПРС-500, ВПО-3000, якими оснащені більшість дистанцій колії.

Сьогодні залізниці задовольняють потреби народного господарства та населення в перевезеннях. Укріплюється міжнародний авторитет українських залізниць завдяки пошуку прибуткових і для України і для зарубіжних країн перевезень, максимальному використанню вигідного географічного положення нашої держави, організації експедиторської роботи на конкурентно-спроможному рівні, діловій взаємодії з залізницями як СНГ, так і інших держав світу.

Останні три роки залізничний транспорт працював в умовах спаду економіки України.

Все ж таки залізницями України відправлено більш як 1,5 мільярд тонн народногосподарських вантажів, в тому числі більше 400 мільйонів тонн залізної та кольорової руди, 7,5 млн. тонн нафтопродуктів, багато іншої продукції промисловості та сільського господарства, перевезено без малого 2 млрд. пасажирів, в тому числі 115,7 млн . чоловік в місцевому сполученні та 1,3 млрд. чоловік в приміських перевезеннях.

1 АНАЛІЗ ТЕХІЧОГО СТАНУ ДІЛЯНКИ КОЛІЇ ТА ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДІЛЯНКИ КОЛІЇ

Вибір варіантів конструкції для порівняння

Конструкція верхньої будови колії залежить від категорії колії. Категорія колії в свою чергу визначається за вантажонапруженістю на ділянці, встановленими швидкостями руху пасажирських та вантажних поїздів.

Оскільки на даній ділянці вантажонапруженість складає 52,4 млн.т.км.брутто/км за рік, обертаються локомотиви 2ТЕ–10 в складі пасажирських поїздів зі швидкістю 100 км/год., 2ТЕ–10М в складі вантажних поїздів з швидкістю 80 км/год., та чотиривісні вантажні вагони ЦНИИ-ХЗ-0.

Згідно з [1], ділянка відноситься до 2-ї категорії. В залежності від категорії [1] визначаються основні характеристики верхньої будови колії.

Таким чином колія 2 категорії має наступні характеристики: безстикова, з рейками типу Р65 та UIC60 нових 1 групи. Шпали і скріплення нові. Епюра шпал у прямих і кривих радіусом 2000 м – 1840 шт./км; в кривих радіусом менше 2000 м – 2000 шт./км. Баласт щебенекий з товщиною шару не менше 40 см під шпалою на піщаній подушці товщиною 20 см.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ КОЛІЇ

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ

Характеристика колії

Загальна характеристика: ділянка одноколійна, неелектрифікована, обладнана автоблокуванням.

Верхня будова колії до ремонту:

- рейки типу R65, зварені в пліті довжиною 800 м;
- в ізолюючих стиках установлені полімерні накладки;
- шпали залізобетонні - 1840 шт./км - у прямих і 2000 шт./км, - у кривих із радіусом менше 1200 м;
- скріплення роздільне – КБ;
- баласт щебенекий, засмічений на 35%; канави, лотки і нагірні канави засмічені;
- ширина узбіччя земляного полотна менша допустимої величини.

Верхня будова колії після ремонту:

- конструкція колії – тип рейок залишається без змін; скріплення - КБ; епюра шпал – залишається без зміни.
- товщина шару чистого щебеневого баласту під шпалою складає не менше 40 см;
- розміри баластної призми з чистого баласту й узбіччі земляного полотна доведені до нормативних;
- криві мають запроектований радіус;

Умови виконання робіт

Капітальний ремонт колії здійснюється за декілька етапів на перегоні довжиною 10 км, що закривається на тривалий час.

Перший етап - проектно-вишукувальний, на якому виконуються вишукувальні роботи, розробка проекту. Роботи виконуються заздалегідь, витрати праці на цей вид робіт даним технологічним процесом не враховуються.

Другий етап - підготовчий: на якому виконується заміна плітей безстикової колії інвентарними рейками довжиною 25 м на фронті робіт 2000 м. Роботи виконуються в окремій «вікна» за 2 тижня до закриття перегону

Третій етап - підготовчий, у якому виконується переміщення зайвого баласту з узбіччя земляного полотна у колію за допомогою машини КОМ-300.

Четвертий етап - основний, у якому стара рейко-шпальна решітка замінюється на нову на фронті робіт 2000 м. Роботи виконуються за 5 днів.

П'ятий етап - основний, під час якого баластова призма очищується машиною РМ-80 на глибину 40 см, на фронті робіт 1000 м. Ця робота виконується за 10 днів поспіль.

Шостий етап - основний, під час якого машина ВПО-3000 виконує виправлення колії після її очищення машиною РМ-80.

Сьомий етап - опоряджувальний, коли виконується досипання щебеню на кінці шпал, суцільне виправлення колії в плані і профілі, стабілізація колії, а також очищення та ремонт водовідвідних споруд на всьому фронті робіт – 3000 м.

Восьмий етап - основний. На перегін привозяться нові рейкові пліти, виконується їх укладання, остаточне виправлення колії в плані і профілі машиною ВПП-09-32, опорядження колії машиною SSP-110 та її стабілізація.

Дев'ятий етап - заключний, на якому короткі пліти безстикової колії зварюються у довгі розміром з перегін.

Десятий етап - заключний, на якому виконується суцільне шліфування рейок для ліквідації початкових нерівностей на їх головці та перевірка стану колії вагоном-колієвимірником.

Одинадцятий етап - післясадочне виправлення колії – виконується після відкриття руху поїздів та пропуску біля 1 млн. т вантажів бруто.

Роботи з ліквідації складних деформацій земляного полотна виконуються за окремими проектами, як правило, за рік до виконання модернізації колії, технологічним процесом не враховані. Збирання нової, розбирання старої рейко-шпальної решітки виконується на виробничій базі відповідно до типових технологічних процесів. Витрати праці на ці роботи даним технологічним процесом враховуються.

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

- устрій відведення води з поверхні зрізу щебеневого баласту в процесі очищення машиною RM-80 з польового боку за допомогою машини КОМ-300;
- заміна рейко-шпальної решітки;
- зниження рівня головки рейки в середньому на 10 см;
- очищення щебеневого баласту від сміття об'ємом 1800 м³;
- укладання в колію нового щебеневого баласту об'ємом 850 м³.

Перед початком розбирання рейко-шпальної решітки краном УК –25/9-18 з колієукладального поїзду знімається ланка нової решітки на відводі попередньої ділянки, а потім, після планування відводу, ця ланка знову укладається в колію.

При розбиранні рейко-шпальної решітки шпали, що відривалися з однієї сторони, підв'язують до рейок дротом. Шпали, що відірвалися з обох сторін, спеціально обладнаним трактором зсувають з колії в бік, а в опоряджувальний період їх прибирають за допомогою грейферного крана.

Нормальні стикові зазори, колію на проектну вісь встановлюють при укладанні ланок.

Рубки на відводі готуються за попереднім розрахунком.

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

Перед проведенням робіт із очищення баласту роблять перевірку товщини баластового шару під рейковою ниткою з боку міжколійя в прямих або під

внутрішньою ниткою - в кривих ділянках колії. Глибину очищення засміченого щебеневого баласту машиною RM-80 треба регулювати, беручи до уваги товщину баластового шару, аби не зруйнувати подушку, але не менше 40 см. Сміття відвантажується у спеціальний состав, обладнаний транспортерами.

У процесі очищення баласту машиною RM-80 поверхня зрізання влаштується з ухилом 4% у польову сторону.

Виправлення колії з суцільним підбиванням шпал виконується:

- на ділянці заміни рейко-шпальної решітки машиною ВПО-3000 суцільно і машиною ВПР-1200 у місцях зарядки і розрядки машини ВПО-3000, у місцях перешкод для її роботи й у місцях відступів за рівнем після її роботи;
- на ділянці очищення баласту машиною ВПР-09-32;
- на ділянці опоряджувальних робіт машиною ВПР-09.

Рихтування колії виконується:

- на ділянці заміни рейко-шпальної решітки машиною ВПО-3000 суцільно і моторним гідравлічним рихтувальником у обсязі 50%;
- машиною ВПР-09-32 двічі у обсязі 100% після очищення баласту від сміття машиною RM-80 і в опоряджувальних роботах, у тому числі у кривих за розрахунком машиною ВПР-09.

По закінченні основних колійних робіт перед відкриттям колії виконується підключення елементів рейкових ланцюгів : дросель – трансформаторів та колійних перемичок.

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

Будівництво водовідвідних споруд здійснюється за окремими проектами, даним технологічним процесом не враховується.

Колійні, пікетні знаки встановлюються в заключній стадії опоряджувальних робіт.

Рейкові плити безстикової колії, призначені для заміни та укладання в колію, доставляються на перегін на рейковозному составі.

До закриття перегону господарчі поїзди зосереджуються на станції, що обмежує перегін за ходом робіт. На перегін господарчі поїзди відправляють відповідно до Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України.

Швидкості руху поїздів на ділянці колії, що ремонтується, після закінчення ремонтних робіт визначаються Інструкцією з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт.

При виконанні ремонту колії необхідно дотримуватись Правил технічної експлуатації залізниць України, інших інструкцій та нормативних документів, що мають відношення до виконання ремонту колії на залізницях України.

Визначення основних параметрів, що необхідні для проектування робіт

Вибір ланцюжка машин для виконання основних робіт залежить від типу верхньої будови колії, далі (ВБК), до та після ремонту, а також від прийнятої технології робіт.

Ланцюжок машин:

При модернізації колії роботи повинні виконуватись в певній послідовності, при цьому використаємо такий ланцюжок машин:

1. Машину типу КОМ-300 використовуємо для влаштування безперешкодного відведення води після очищення баласту.
2. Машину типу ЕЛБ-3 застосовуємо для підриву рейко-шпальної решітки та обрушення кірки баласту в шпальних ящиках.
3. Зняття рейко-шпальної решітки виконуємо за допомогою колієрозбирального крану УК25/18.
4. Для розпушування баласту використовуємо трактор-розпушувач.
5. Для планування баластової призми використаємо трактор-планувальник.
6. Укладаємо колію за допомогою колієукладача - УК25/18.

7. Підрізання забрудненого баласту із згортанням його на кінці шпал виконує машина ВПО-3000.
8. Очищення засміченого баласту виконується щибенеочисною машиною RM-80 на глибину 0,4 м під шпалою з відвантаженням засмічувачів в спец состав, обладнаний транспортерами.
9. Вивантаження баласту виконуємо за допомогою хопер-дозаторної вертушки (ХДВ).
10. Для суцільної виправки і підбивання шпал використовуємо машину ВПО-3000.
11. Засипання кінців і торців шпал – виконує мала хопер-дозаторна вертушка ХДВм.
12. Суцільне виправлення і рихтування колії в прямих та рихтування в кривих відповідно до розрахунків машиною ВПР-09.
13. Стабілізація колії динамічним стабілізатором DGS

Рекомендується до початку розрахунку зробити схему розташування машин та бригад для роботи з необхідними інтервалами безпеки. При цьому треба мати на увазі, що відстань між машинами повинна бути не меншою 25 метрів, такою ж повинна бути і відстань між машиною та бригадою, якщо бригада працює слідом за машиною. Якщо бригада працює перед машиною, то відстань між ними повинна бути не меншою 50 метрів. Також обов'язково потрібно зважити на те, що довжина господарських поїздів, які мають у своєму складі несамохідні колійні машини, повинна включати, окрім довжини машини, довжину локомотива та турного вагону.

У випадку самохідних колійних машин довжина господарського поїзда буде дорівнювати довжині самої машини.

Таким чином визначимо довжини господарських поїздів:

Довжина машини КОМ-300:

$$L_{КОМ} = 35 \text{ м}$$

Довжина поїзда з ЕЛБ-3:

$$L_{\text{ЕЛБ}} = l_{\text{ЛОК}} + l_{\text{ЕЛБ}} + l_{\text{ТГР}}, \quad (2.1)$$

де $l_{\text{ЛОК}}$ - довжина локомотива 2ТЕ-10 – 19 м;

$l_{\text{ЕЛБ}}$ - довжина машини ЕЛБ-3.

$$L_{\text{ЕЛБ}} = 19 + 51 + 25 = 95 \text{ м}$$

Довжина колієукладального та колієрозбирального крана:

$$L_{\text{ук25/18}} = l_{\text{ЛОК}} + l_{\text{кр}} + n_{\text{нн}} \cdot l_{\text{нн}} + n_{\text{нм}} \cdot l_{\text{нм}} + l_{\text{л}} + l_{\text{ТГР}}, \quad (2.2)$$

де $l_{\text{ед}}$ – довжина прийнятого колієукладального крана;

$l_{\text{л}}, l_{\text{л1}}, l_{\text{л2}}$ – довжина платформ немоторної, моторної та лебідочної.

. Кількість моторних (самохідних) платформ визначається з умови забезпечення перетягування пакетів ланок уздовж состава колієрозбирального поїзда. Наприкінці состава розміщується лебідочна платформа, яка має трос довжиною 250 м.

Кількість немоторних платформ визначається з виразу :

$$n_{\text{нн}} = \frac{l_{\text{фр}}}{l_{\text{л}} \cdot n_{\text{яп}}} \cdot K_{\text{пл}}, \quad (2.3)$$

де $n_{\text{яп}}$ – кількість ланок у пакеті (приймаємо 5 шт.);

$K_{\text{пл}}$ – кількість платформ під один пакет (приймаємо 2 шт.);

$$n_{\text{нн}} = \frac{2000}{25 \cdot 5} \cdot 2 = 32 \text{ шт}$$

Кількість моторних платформ для розборщика визначається з виразу:

$$n_{\text{м}} = \frac{n_{\text{нн}} - 16}{10} + 1, \quad (2.4)$$

де $n_{\text{нн}}$ - кількість немоторних платформ.

$$n_{nm} = \frac{32-16}{10} + 1 = 3 \text{ шт.}$$

Кількість моторних платформ для укладчика визначається з виразу:

$$n_m = \frac{n_{nm}}{10} + 1, \quad (4.5)$$

де n_{nm} - кількість немоторних платформ.

$$n_{nm} = \frac{32}{10} + 1 = 4 \text{ шт.}$$

Приймаємо 3 моторні платформи для розборщика і 4 моторні платформи для укладчика. Тоді:

$$L_{ук}^{розб} = 19 + 44 + 32 \cdot 15 + 3 \cdot 16 + 15 + 25 = 631 \text{ м};$$

$$L_{ук}^{збор} = 19 + 44 + 32 \cdot 15 + 4 \cdot 16 + 15 + 25 = 647 \text{ м}$$

Довжина поїзда ВПО-3000:

$$L_{ВПО} = 19 + 28 + 25 = 72 \text{ м}$$

Довжина машини RM-80 з спеціальним составом:

$$L_{RM} = l_{RM} + l_{ваг}^{спец} \cdot n_{ваг}^{спец}, \quad (4.6)$$

де l_{RM} - довжина машини RM-80;

$l_{ваг}^{спец}$ - довжина спеціального вагона для збору сміття після очищення;

$n_{ваг}^{спец}$ - кількість спеціальних вагонів.

З формули (4.7) отримуємо:

$$L_{RM} = 31,8 + 10 \cdot 10 = 131,8 \text{ м.}$$

Довжина хопер-дозаторної вертушки буде дорівнювати

$$L_{верт} = l_{хд} \cdot n_{хд} + l_{тур} + l_{лок}, \quad (2.7)$$

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

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

Потрібне число хопер-дозаторів

$$n_{хд} = \frac{W_{щ} - 2\Delta W_{щ}}{W_{хд}} L_{ф}, \quad (2.8)$$

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

на 1 км;

$$W_{щ} = 850 \text{ м}^3/\text{км};$$

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

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

$L_{фр}$ – довжина фронту робіт; $L_{фр} = 2 \text{ км}$.

З формули (4.9)

$$n_{хд} = \frac{850 - 2 \cdot 100}{40} \cdot 2 = 32 \text{ шт.}$$

$$L_{верт}^2 = 16 \cdot 10 + 20 + 19 = 199 \text{ м.}$$

$$L_{верт}^1 = 16 \cdot 10 + 20 + 19 = 199 \text{ м}$$

Довжина поїзда ВПО-3000:

$$L_{ВПО} = 19 + 28 + 25 = 72 \text{ м}$$

Число хопер-дозаторів у малій вертушці, що вивантажують щебінь після проходу машини ВПО-3000, дорівнює

$$n_{\text{ходв(м)}} = \frac{100}{40} \cdot 2 = 5 \text{ шт.}$$

Довжина вертушки:

$$L_{\text{ходв(м)}} = 5 \cdot 10 + 20 + 19 = 89 \text{ м.}$$

Довжина ВПР-1200:

$$L_{\text{ВПР}} = 26 \text{ м.}$$

Довжина ВПР-09:

$$L_{\text{ВПР}} = 32 \text{ м.}$$

Довжина динамічного стабілізатора DGS:

$$L_{\text{DGS}} = 31,4 \text{ м}$$

Складання відомості та розробка графіка основних робіт

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

Складаємо відомості витрат праці за технічними нормами: на заміну рейко-шпальної решітки й глибоке очищення баластового шару (додаток А). Розрахунок зручно вести в табличній формі.

Для зручності проектування роботи, що входять у технологічний процес, зображують у вигляді графіка. Для його побудови по осі абсцис відкладаємо відстань, а по осі ординат – час. Побудову графіка основних робіт зручно виконувати у чотири етапи.

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

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

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

На четвертому етапі показуємо роботи, які виконуються ланковим способом. Розраховуємо кількість монтерів колії, які виконують ці роботи, привласнюємо їм табельні номери та вирішуємо питання про їх перехід з роботи на роботу.

Графіки основних робіт будуємо для робіт, які виконуються на третьому, четвертому, п'ятому, шостому етапах, показані на окремих рисунках

Організація виконання основних робіт з заміни рейко-шпальної решітки.

На третьому етапі виконують роботи з заміни рейко-шпальної решітки (рис. 2.2).

За годину до закриття перегону розбирається постійний переїзний настил за допомогою автокрана та чотирьох монтерів колії (1-4), дванадцять монтерів колії (5-16) частково розболчують стики із залишенням двох болтів у стику, знімаються стелажі покілометрового запасу та колійні знаки шістнадцять монтерів колії (17-32).

Починає роботу машина ЕЛБ-3, яка підриває решітку, її обслуговує 3 механіки. Після неї машина КОМ-300 вирізає узбіччя, а вирізаний щебінь укладає в середину колії, обслуговують 4 машиністи і один монтер колії (16). Потім проїжджає головна частина колієрозбирального поїзда і 4 монтери колії (22-25) починають остаточне розболчування стиків. Цю роботу вони виконують до початку роботи колієрозбирального поїзда, потім їх замінюють 2 монтери колії (14-15). Колієрозбиральний поїзд з краном УК 25/18 розбирає рейко-шпальну решітку на ланки довжиною 25 м і формує їх у пакети. Пакети переміщують на платформи й там закріплюють. Роботу виконують 9 монтерів

колії (1-2),(26-32) і 7 машиністів (УК та МПД). Ці ж монтери колії підв'язують відірвані з одного боку шпали дротом до рейок.

Шпали, що повністю відірвалися, прибираються з колії трактором, обладнаним спеціальним пристроєм, який рухається за колієрозбиральним поїздом. Його обслуговує один машиніст. Далі бульдозер косим ножем планує щебеневу поверхню. Після цього виконується розпушення баласту розпушувачем на базі трактора. За ним прямує важкий планувальник, що планує поверхню баластової призми. Його обслуговують два машиністи. За ним ще один бульдозер заднім ходом загладжує поверхню баластової призми поправляючи можливі відступи за рівнем.

Услід колієукладальний кран УК 25/18 укладає нову рейко-шпальну решітку ланками довжиною 25 м. Роботу виконують 15 монтерів колії (22-25, 3-4, 33-41) і 8 машиністів (УК та МПД). Двоє з цих монтерів колії встановлюють нормальні стикові зазори. На перетяжці пакетів працюють дев'ять монтерів колії (33-41). Починаючи з другої ділянки колієукладальний кран спочатку знімає ланку на відводі попередньої ділянки, а потім, після планування відводу бульдозерами, укладає її на місце.

За головною частиною колієукладального поїзда дев'ять монтерів колії (5-13), встановлюють накладки, стикові болти, зболчують стики електрогайковими ключами й поправляють шпали за позначками, а за ними п'ять монтерів колії (17-21) рихтують колію за допомогою РГУ.

Рубки на відводі готують сім монтерів колії (26-32), що звільнились після розбирання решітки. За хвостовою частиною колієукладального поїзда працює машина ВПО-3000, яка своїми дозаторами підрізає забруднений баласт і згортає його на кінці шпал. Її обслуговують 7 машиністів. Після неї чотири монтери колії (1-4) встановлюють тимчасовий переїзний настил.

Відомість витрат праці за технічними нормами на ці роботи наведена в додатку Д.

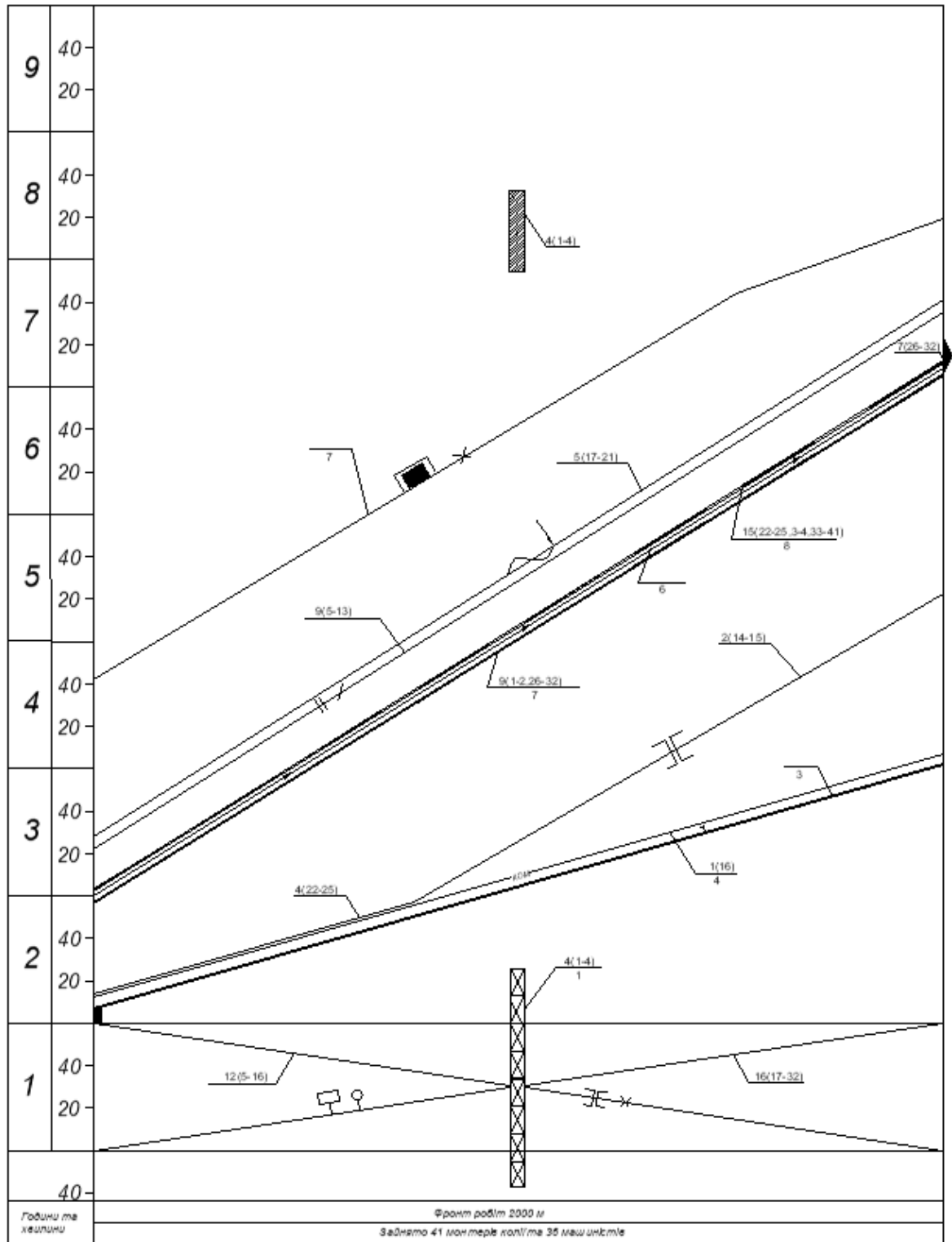


Рисунок 3.1. – Графік основних робіт у «вікно»

	Знімання колійних знаків та стелажів покілометрового запасу
	Розбирання постійного настилу
	Часткове розболчування стиків із залишенням двох болтів у стику
	Зрізання плеча баластової призми машиною КОМ-300
	Підривання решітки машиною ЕЛБ-3
	Розболчування стиків зі зніманням накладок
	Розбирання та укладання колії краном УК 25/18
	Робота землерийної техніки
	Постановка накладок, зболчування стиків та поправка шпал за позначками
	Заготівля й укладання рейкових рубок
	Рихтування колії з постановкою на вісь РГУ-1 (50%)
	Укладання тимчасового переїзного настилу
	Підрізання забрудненого баласту із згортанням його на кінці шпал машиною ВПО-3000
	Оформлення закриття перегону, пробіг машин до місця роботи

Організація робіт з очищення баластового шару

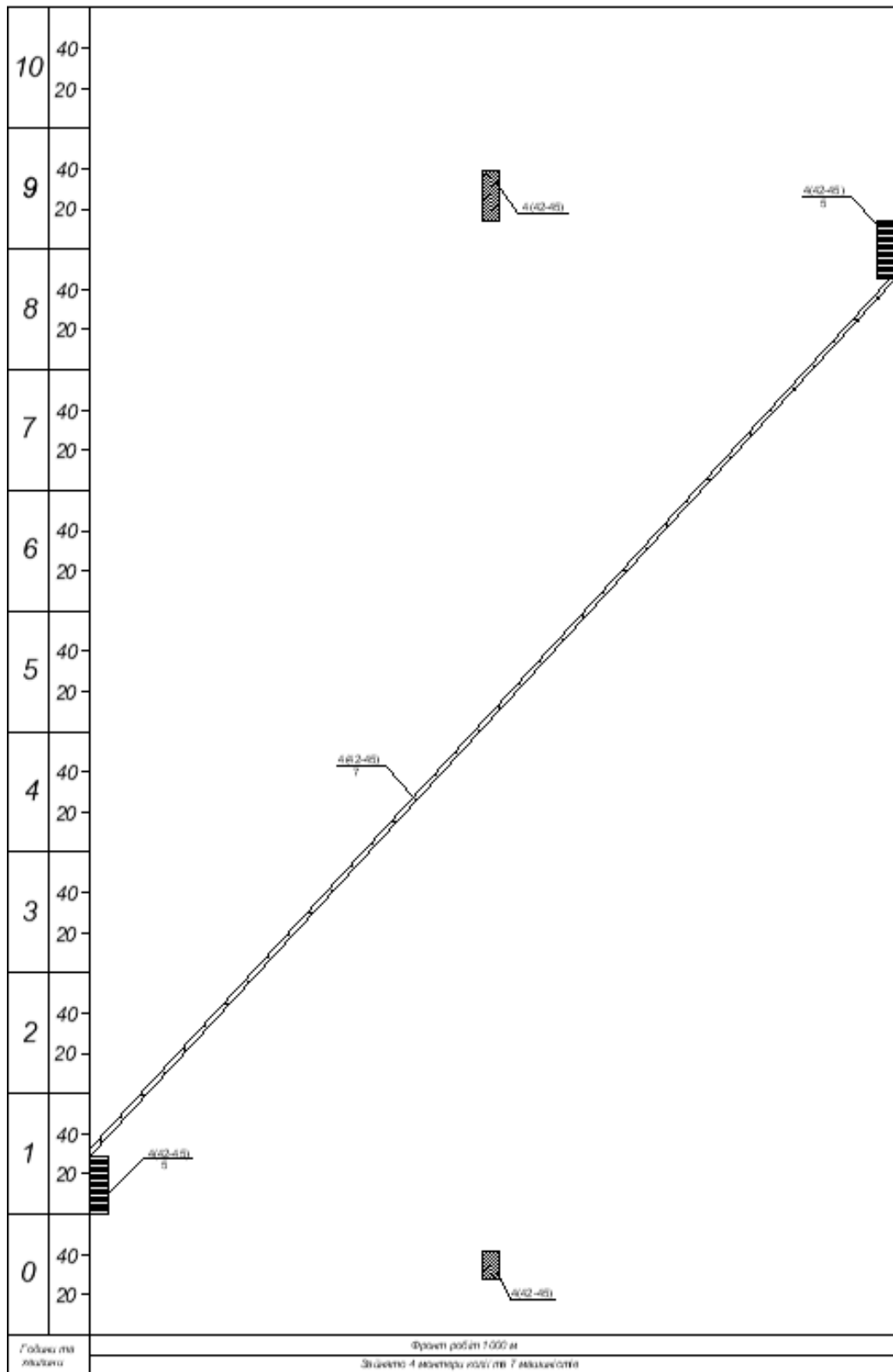
Очищення засміченого баластового шару виконується машиною RM-80 за один день на ділянці 1000 м (рис 2.3).

Господарчий поїзд, призначений для очищення баластового шару, складається з щибенеочисної машини RM-80 з одним хопер-дозатором у хвості та спецсостава для перевезення засмічувачів з локомотивом у голові. Спецсостав для перевезення засмічувачів, який обслуговують 2 машиністи, має 10 обладнаних транспортерами напіввагонів, транспортується окремим локомотивом і під час роботи може роз'єднуватися на дві частини по 5

нанапіввагонів. Перша частина може курсувати між місцем роботи RM-80 і місцем, призначеним для розвантаження засмічувачів, яке повинно бути узгоджене з екологічними службами.

Перед початком роботи машини RM-80 4 монтери колії (42-45) розбирають тимчасовий переїзний настил та закінчують готувати місце для зарядження машини. Машину RM-80 обслуговують 5 машиністів та 4 монтери колії (42-45). Ці ж монтери колії допомагають розрядити машину. У кінці роботи з очищення баласту хопер-дозатор, що входить до складу господарчого поїзду, розвантажує баласт у місцях його нестачі (в основному в місцях зарядження й розрядження RM-80). 4 монтери колії (42-45) укладають тимчасовий переїзний настил.

Відомість витрат праці за технічними нормами на ці роботи наведена в додатку А.




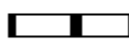

	Зарядження та розрядка машини RM-80
	Очищення щебеню машиною RM-80
	Розбирання та укладання тимчасового переїзного настилу

Рисунок 2.2 – Графік робіт по заміні щебеню

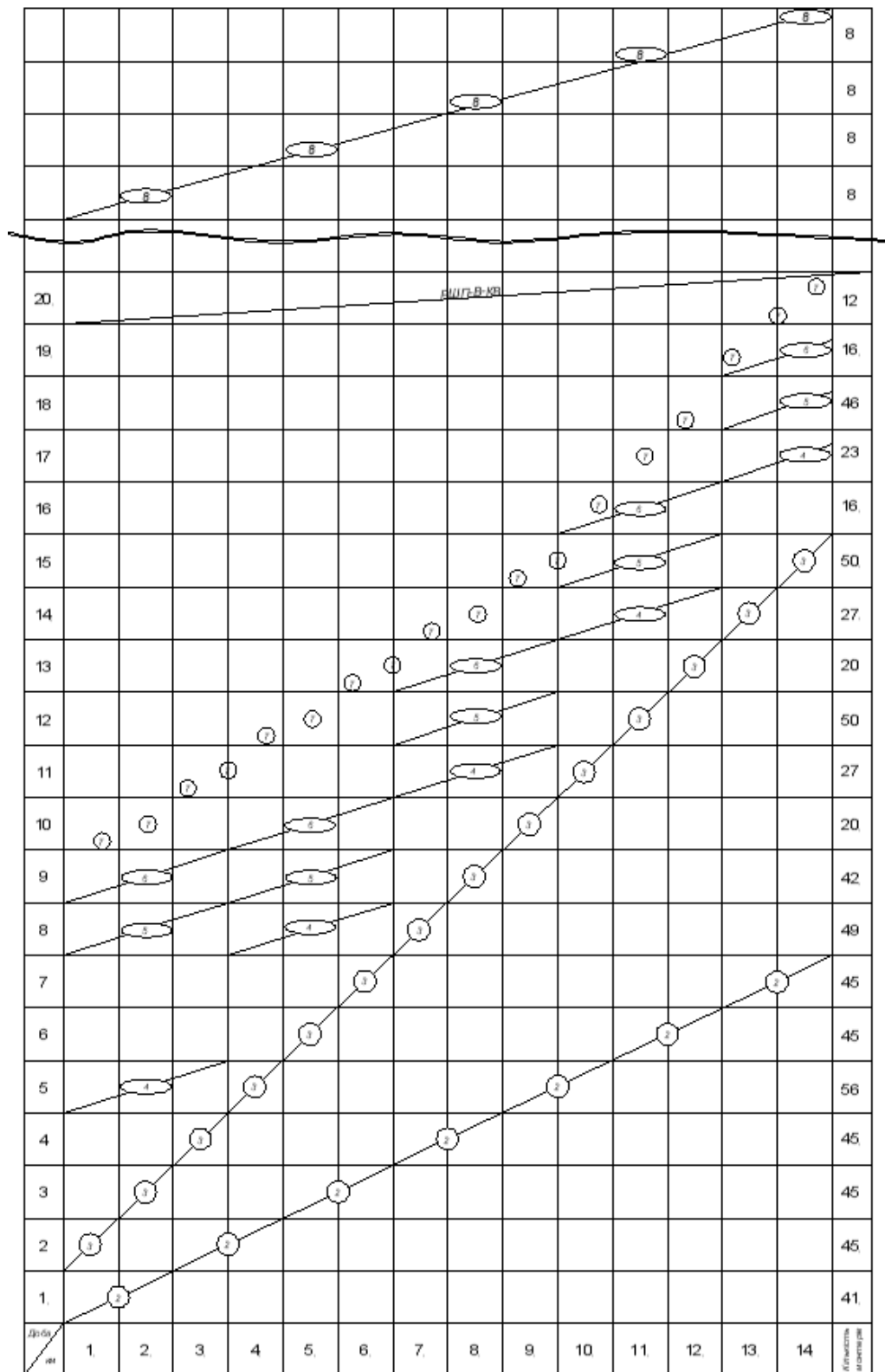



Рисунок 2.3 – График работы по дням

2	Заміна рейко-шпальної ренітки
3	Очищення щебеню машиною RM-80
4	Виправні та опоряджувальні роботи
5	Вивантаження та укладання плітей
6	Остаточні опоряджувальні роботи
7	Зварювання двох коротких плітей і припасовочних рейок по обох нитках
<i>РШП-В-КВ</i>	Шліфування рейок поїздом РШП-48 та прохід колієвимірального вагону
8	Суцільна післясадочна виправка колії
	Показує, що після довгострокового закриття перегону по ділянці до виконання суцільного виправлення колії перевезено 1 млн.т.брутто

3 РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ УКОСУ НАСИПУ

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

- часточки ґрунту;
- вода(зв'язна, капілярна, 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 досягнути 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, який ілюструє результати розрахунку. Визначивши необхідну щільність ρ_i або питому вагу ґрунту γ_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 ширині насипу не постійна. По висі 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 ρ або питома вага ґрунту γ , які забезпечують її роботу за час експлуатації в пружній стадії, визначаються розрахунком з урахуванням природної вологості ґрунту W з формул:

$$\rho = \rho_d(1+W) ; \gamma = \gamma_d(1+W) \quad (3.1)$$

де ρ_d і γ_d – щільність і питома вага сухого ґрунту.

В свою чергу:

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{1+e_0} ; \gamma_d = \frac{\gamma_s}{1+e_0} \quad (3.2)$$

де ρ_s, γ_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 :

$$e_{oi} = e_{ani} - k_e(\Delta e_{ai} - \Delta e_{oi}), \quad (3.3)$$

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

Δe_{oi} – зменшення коефіцієнта пористості, яке відповідає повному напруженню (σ_{oi}) в розрахунковій точці.

k_e – коефіцієнт багатократності прикладання навантаження:

$$k_e = \frac{1}{1-\mu}, \quad (3.4)$$

де μ – коефіцієнт враховуючий інтенсивність зміни коефіцієнта пористості.

$$\sigma_{ai} = \sigma_{eci} + \sigma_{\gamma i} \quad (3.5)$$

$$\sigma_{ai} = \sigma_{eci} + \sigma_{\gamma i} \quad (3.6)$$

де $\sigma_{всi}$, σ_{pi} – 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 $p_{вс}$ та p_p з виразів:

$$\sigma_{eci} = -p_{ec} I\left(\frac{Z_i}{b}, \frac{Y_i}{b}\right) \quad (3.7)$$

$$\sigma_{pi} = -p_p I\left(\frac{Z_i}{l}, \frac{Y_i}{l}\right) \quad (3.8)$$

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 $p_{вс}$ і p_p , яка визначається в залежності від її координат Z_i і Y_i при розміщенні центра координат по середині смугового навантаження.

Інтенсивність навантаження від верхньої будови колії $p_{вс}=15,4\text{кПа}$ і середня ширина баластної призми $b=8,70$ м (з таблиці «Характеристика навантаження основної площадки земляного полотна від верхньої будови колії»).

Інтенсивність поїзного навантаження приймається рівна навантаженню від перспективного рухомого складу $p_p=160\text{кПа}$.

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

$$\sigma_{\gamma i} = -\frac{h_i}{n} \sum_{\gamma=1}^{\gamma-1} \gamma = -h_i \cdot \gamma_{cp}, \quad (3.9)$$

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

n – кількість шарів ґрунту;

γ_{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 γ'_i відрізняється від заданого γ_i не більше, ніж на $0,05 \text{ кН/м}^3$, тобто:

$$|\gamma_i - \gamma'_i| \leq 0.05 \text{ кН/м}^3 \quad (3.10)$$

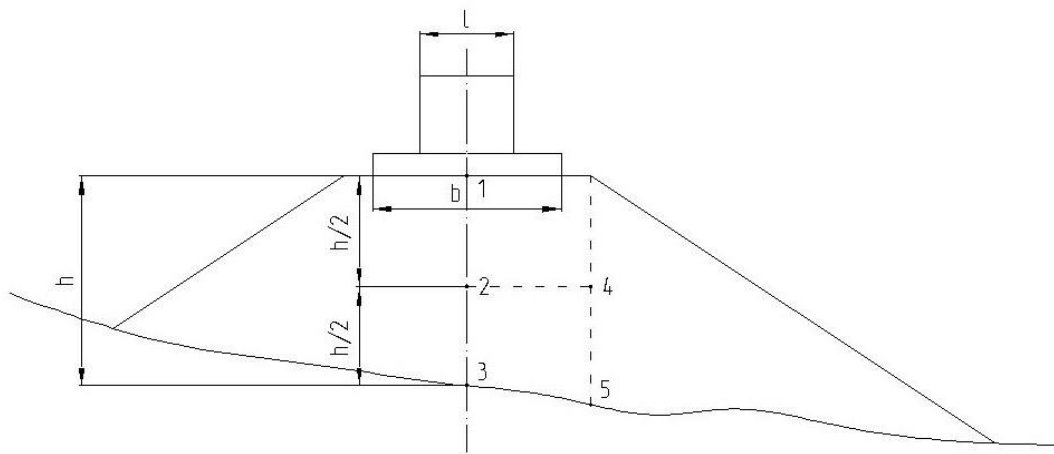


Рисунок 3.1- Розрахункова схема насипу

Розрахунок будемо вести для п'яти заданих точок:

В точці 1 ($Z=0$; $Y=2,05$) доля поїзних напружень $I_{p1}=1$

Доля напружень від ваги верхньої будови колії $I_{вс1}=1$

Тоді :

$$\sigma_{p1} = p_p \cdot I_{p1} = 160 \cdot 1 = 160 \text{ кПа} ;$$

$$\sigma_{вс1} = p_{вс} \cdot I_{вс1} = 16,4 \cdot 1 = 16,4 \text{ кПа} ;$$

$$\sigma_{o1} = \sigma_a + \sigma_p = 160 + 16,4 = 176,4 \text{ кПа} ;$$

За допомогою компресійної кривої (рис 1) знаходимо:

При $\sigma_{a1}=16,4 \text{ кПа}$

$$e_{an}=0,762$$

$$e_{ак}=0,687$$

При $\sigma_{o1}=176,4 \text{ кПа}$

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

$$e_{ок}=0,665$$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a1} = e_{an} - e_{ak} = 0,075$$

$$\Delta e_{o1} = e_{on} - e_{ok} = 0,042$$

Коефіцієнт пористості в точці 1 знаходимо при

$$k_e = \frac{1}{1 - 0.3} = 1.429$$

$$e_o^1 = 0.762 - 1.429(0.075 - 0.042) = 0.716$$

Необхідна вага сухого ґрунту γ_{d1} в точці 1 знаходимо

$$\gamma_{d1} = \frac{\gamma_s}{1 + e_{o1}} = \frac{27}{1 + 0,716} = 15,734 \text{ кН/м}^3;$$

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

$$\gamma_1 = \lambda_{d1}(1 + W) = 15,734 \times (1 + 0,21) = 19,038 \text{ кН/м}^3$$

Точка 2, яка знаходиться по середині висоти насипу.

$$(Z=10,25; Y=0); h_2=10,25\text{м}$$

$$I_p^2 = f\left(\frac{10,25}{2.7}; \frac{0.0}{2.7}\right) = f(3,79; 0.00)$$

За допомогою інтерполяції знаходимо $I_{p2}=0,178$

$$\sigma_p^2 = 160 \cdot 0,178 = 32,08 \text{ кПа}$$

Аналогічним способом знаходимо I_{bc2}

$$I_{an}^2 = f\left(\frac{10,25}{8.7}; \frac{0.0}{8.7}\right) = f(1,17; 0.00)$$

За допомогою інтерполяції знаходимо $I_{bc2}=0,498$

$$\sigma_{\hat{A}\hat{A}}^2 = 15,1 \cdot 0,498 = 8,167 \text{ êĭà}$$

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

$$\gamma'_2 = 19,038 + 0,2 = 19,238 \text{ кН/м}^3$$

Розрахуємо постійно діюче напруження:

$$\sigma_\gamma^2 = \frac{19,238 + 19,038}{2} \cdot 10,25 = 196,16 \text{ êĭà}$$

$$\sigma_a^2 = \sigma_{\hat{A}\hat{A}}^2 + \sigma_\gamma^2 = 196,16 + 8,167 = 204,33 \text{ êĭà}$$

$$\sigma_o^2 = \sigma_a^2 + \sigma_p^2 = 204,33 + 32,08 = 236,407 \text{ кПа}$$

При $\sigma_{a2}=204,33$ кПа

$$e_{an}=0,696$$

$$e_{ak}=0,601$$

При $\sigma_{o2}= 236,407$ кПа

$$e_{on}=0,687$$

$$e_{ok}=0,657$$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a2}=0,035$$

$$\Delta e_{o2}=0,032$$

Коефіцієнт пористості в точці 2 буде дорівнювати:

$$e_o^2 = 0,696 - 1,429 \cdot (0,035 - 0,03) = 0,689$$

Питома вага скелету ґрунту:

$$\gamma_{d2} = \frac{27}{1,691} = 15,986 \text{ кН / м}^3$$

Питома вага ґрунту в стані природної вологості:

$$\gamma_{d2}' = 15,939 \cdot 1,21 = 19,34 \text{ кН / м}^3$$

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

$$|19,34 - 19,2| = 0,14 > 0,05$$

Умова не виконується.

Приймаємо

$$\gamma'_2 = 19,34 \text{ кН/м}^3$$

Розрахуємо постійно діюче напруження:

$$\sigma_{\gamma_2} = \frac{\gamma_1 + \gamma'}{2} \cdot \frac{h}{2} = \frac{19,34 + 19,04}{2} \cdot 9,25 = 177,51 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{a_2} = \sigma_{\text{сc}_2} + \sigma_{\gamma_2} = 185,675 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{o_2} = \sigma_{a_2} + \sigma_{p_2} = 217,75 \text{ кПа}$$

При $\sigma_{a_2} = 185,675 \text{ кПа}$

$$e_{\text{ан}} = 0,696$$

$$e_{\text{ак}} = 0,661$$

При $\sigma_{o_2} = 217,75 \text{ кПа}$

$$e_{\text{он}} = 0,687$$

$$e_{\text{ок}} = 0,657$$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a_2} = 0,035$$

$$\Delta e_{o_2} = 0,03$$

Коефіцієнт пористості в точці 2 буде дорівнювати:

$$e_{o_2} = 0,696 - 1,408(0,035 - 0,03) = 0,689 ;$$

Питома вага скелету ґрунту:

$$\gamma_{d_2} = \frac{27}{1 + 0,689} = 15,986 \text{ кН / м}^3$$

Питома вага ґрунту в стані природної вологості:

$$\gamma_{d_2}' = 15,986(1 + 0,23) = 19,34 \text{ кН / м}^3$$

Перевіримо допустимість різниці між розрахунковим і взятим значенням питомої ваги ґрунту за формулою (10):

$$|19,34 - 19,34| = 0,00 < 0,05$$

Умова виконується.

Третя точка.

Точка 3, яка знаходиться в основі насипу.

$$(Z=20,5; Y=0); h_2=20,5\text{м}$$

$$I_p^3 = f\left(\frac{20,5}{2,7}; \frac{0,0}{2,7}\right) = f(7,6; 0,00)$$

За допомогою інтерполяції знаходимо $I_{p2}=0,11$

$$\sigma_D^3 = 160 \cdot 0,11 = 17,6 \text{ кПа}$$

Аналогічним способом знаходимо I_{bc2}

$$I_{an}^3 = f\left(\frac{20,5}{8,7}; \frac{0,0}{8,7}\right) = f(2,4; 0,00)$$

За допомогою інтерполяції знаходимо $I_{bc2}=0,2548$

$$\sigma_{AA}^3 = 15,1 \cdot 0,2548 = 3,847 \text{ кПа}$$

Задаємось збільшеною в порівнянні з точкою 2, питомою вагою ґрунту для точки 3.

$$\gamma'_3 = 19,34 + 0,3 = 19,64 \text{ кН/м}^3$$

Розрахуємо постійно діюче напруження:

$$\sigma_\gamma^3 = \frac{19,038 + 19,34 + 19,64}{3} \cdot 20,5 = 396,5 \text{ кПа}$$

$$\sigma_a^3 = \sigma_{AA}^3 + \sigma_\gamma^3 = 396,5 + 3,847 = 400,3 \text{ кПа}$$

$$\sigma_o^3 = \sigma_a^3 + \sigma_p^3 = 400,3 + 17,6 = 418,00 \text{ кПа}$$

При $\sigma_{a3}=400,3 \text{ кПа}$ $e_{an}=0,615$

$e_{ak}=0,598$

При $\sigma_{o3}= 418,00 \text{ кПа}$ $e_{on}=0,613$

$e_{ok}=0,597$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a3}=0,017$$

$$\Delta e_{o3}=0,016$$

Коефіцієнт пористості в точці 3 буде дорівнювати:

$$e_o^3 = 0.615 - 1.429(0.017 - 0.016) = 0.6136$$

Питома вага скелету ґрунту:

$$\gamma_d^3 = \frac{27,0}{1 + 0,6136} = 16,73 \text{ т/м}^3$$

Питома вага ґрунту в стані природної вологості:

$$\gamma_3 = 16,73 \cdot (1 + 0,21) = 20,24 \text{ т/м}^3$$

Перевіримо допустимість різниці між розрахунковим і взятим значенням питомої ваги ґрунту за формулою (10):

$$|20,24 - 19,64| = 0,6 > 0,05$$

Перевірка не відповідає належним значенням різниці.

Тому приймаємо

$$\gamma_3' = 20,24 \text{ т/м}^3$$

Далі проводимо аналогічні розрахунки для 3ої точки.

Розрахуємо постійно діюче напруження:

$$\sigma_\gamma^3 = \frac{19,038 + 19,34 + 20,24}{3} \cdot 20,5 = 400,56 \text{ кПа}$$

$$\sigma_a^3 = \sigma_{\lambda\lambda}^3 + \sigma_\gamma^3 = 400,56 + 3,847 = 404,4 \text{ кПа}$$

$$\sigma_o^3 = \sigma_a^3 + \sigma_p^3 = 404,4 + 17,6 = 422,00 \text{ кПа}$$

При $\sigma_{a3}=404,4$ кПа

$$e_{an}=0,615$$

$$e_{ak}=0,598$$

При $\sigma_{03} = 422,00$ кПа

$$e_{on} = 0,613$$

$$e_{ок} = 0,597$$

Знайдемо:

$$\Delta e_{a3} = 0,017$$

$$\Delta e_{o3} = 0,016$$

Коефіцієнт пористості в точці 3 буде дорівнювати:

$$e_o^3 = 0,615 - 1,429(0,017 - 0,016) = 0,6136$$

Питома вага скелету ґрунту:

$$\gamma_d^3 = \frac{27,0}{1 + 0,6136} = 16,73 \text{ кН/м}^3$$

Питома вага ґрунту в стані природної вологості:

$$\gamma_3 = 16,73 \cdot (1 + 0,21) = 20,24 \text{ кН/м}^3$$

Перевіримо допустимість різниці між розрахунковим і взятим значенням питомої ваги ґрунту за формулою (10):

$$|20,24 - 20,24| = 0,00 < 0,05$$

Далі визначаємо середню щільність та середній коефіцієнт пористості:

$$\gamma_{cp} = \frac{(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3)}{3} = 19,54 \text{ кН/м}^3;$$

$$e_{cp} = \frac{(e_1 + e_2 + e_3)}{3} = 0,673.$$

*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, .

Методика побудови кривих можливого зміщення складається з наступного: ці криві проходять через підшову 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 (8,7 м), а від рухомого складу – довжині шпали (2,7 м). Висоту цих стовпчиків знаходимо за формулами:

$$h_{\text{ВБК}} = \frac{\sigma_{\text{ВБК}}}{b_{\text{ВБК}} \cdot \gamma}, \quad h_{\text{П}} = \frac{\sigma_{\text{П}}}{b_{\text{П}} \cdot \gamma}, \quad (3.21)$$
$$h_{\text{ВБК}} = \frac{16,4}{19,54} = 0,84\text{м}$$

$$h_{\text{П}} = \frac{80}{19,64} = 4,1\text{м} \quad (3.12)$$

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

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

$$P_{\text{вбк}}=16,4\text{кН/м}^2;$$

$$P_{\text{р}}=80\text{кН/м}^2.$$

Для побудови кривих можливого зміщення укосу необхідно визначити положення лінії їх центрів. Її проводять з найближчої вершини укосу під кутом

36° 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:

$$k = \frac{\sum F_i + \sum C_i + \sum T_{i\text{ymp}}}{\sum T_{i\text{зсув}} + D_0}, \quad (3.13)$$

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

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

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

R – радіус кривої можливого зміщення укосу.

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

$$Q_i = \gamma' \omega' + \gamma'' \omega'' + \gamma''' \omega''' ; \quad (3.14)$$

$$N_i = Q_i \cos \alpha_i ; \quad (3.15)$$

$$T_i = Q_i \sin \alpha_i , \quad (3.16)$$

де γ' - питома вага ґрунту у стані природної вологості:

$$\gamma_{\text{сп}} = \gamma' = 19,54 \text{ кН/м}^3$$

γ'' - питома вага ґрунту в зоні суцільного водонасичення:

$$\gamma'' = \frac{\gamma' + \gamma_e}{1 + e_0}; \quad (3.17)$$

γ_e - питома вага води: $\gamma_d = 10 \text{ кН/м}^3$;

e_0 - коефіцієнт пористості ґрунту: $e_0 = 0,535$

$$\gamma'' = \frac{19,54 + 10}{1 + 0,673} = 17,71 \text{ кН/м}^3$$

γ''' - питома вага основи насипу:

$$\gamma''' = \frac{\gamma_s - \gamma_e}{1 + e_0^{осн}} \quad (3.18)$$

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

$$e_0^{осн} = \frac{\gamma_s}{\gamma_d^{осн}} - 1 \quad (3.19)$$

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

$$\gamma_d^{осн} = \frac{\gamma_{осн}}{1 + W_{осн}} \quad (3.20)$$

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

$$\gamma_d^{осн} = \frac{19,2}{1+0,21} = 15,87 \text{ кН/м}^3;$$

$$a_0^{\hat{m}i} = \frac{27,0}{15,87} - 1 = 0,701 ;$$

$$\gamma''' = \frac{27,0-10}{1+0,701} = 9,99 \text{ кН/м}^3.$$

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

$$W_{осн}=0,21$$

$\omega', \omega'', \omega'''$ - 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, зсуваючих 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:

$$f_g = 0.75 \cdot f; \quad c_g = 0.5c;$$

Зробивши всі необхідні розрахунки, визначимо коефіцієнти стійкості укосу насипу при різному положення кривої можливого зміщення.

Оскільки $k_2 < k_3 < k_1$, то коефіцієнт стійкості k_2 є найменшим, отже друга крива є критичною.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Вимоги безпеки праці під час виконання робіт по заміні рейко-шпальної решітки

Організація і виконання робіт з капітального ремонту колії на ділянці мають здійснюватися при додержанні законодавства України про безпеку праці, природоохоронного законодавства нормативно-правових актів, що містять нормативні вимоги з охорони праці та чіткого дотримання технологічного процесу.

Під час експлуатації колійних машин, засобів механізації, пристроїв, оснащення, ручних машин, інструменту при модернізації колії необхідно передбачати заходу щодо попередження впливу на працівників наступних небезпечних і шкідливих виробничих, факторів, пов'язаних з характером роботи:

- переміщення конструкцій, вантажів;
- обвалення незакріплених елементів конструкцій будинків і споруд;
- падіння вище розташованих матеріалів, інструменту;
- виконання робіт у зоні повітряних ліній електропередачі;
- підймання вантажів, вага яких перевищує вантажопідйомність механізмів;
- перекидання машин, падіння їхніх частин;
- робота без індивідуальних засобів захисту;
- недостатнє освітлення;
- підвищеної забруднюваності повітря, шкіряних покривів, спецодягу хімічними речовинами, пилом;
- підвищеного рівня шуму, вібрації;
- підвищеної чи зниженої температури, вологості, рухомості повітря;
- підвищеного рівня статичної електрики;
- гострі країки, шорсткість на поверхнях опоряджувальних матеріалів і конструкцій;

Загальні 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.

Не дозволяється зберігати та перевозити в кабінах машини легкозаймисті речовини.

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.

Відповідно до вимог НПАОП 60.1-1.48-00 „Правила безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях" під час виконання робіт на колії із застосуванням колієукладальних кранів, виправно-підбивально-опоряджувальних машин, щибенеочищувальних машин, електробаластерів, стрілових кранів на електрифікованих ділянках постійного та змінного струму напруга з контактної мережі повинна бути знята на весь період роботи, а контактна мережа повинна бути заземлена.

Обслуговування машин з електроустаткуванням необхідно здійснювати відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.01-97 „Правила безпечної експлуатації електроустановок", та НПАОП 40.1-1.21-98 „Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

Заземлення та занулення електроустаткування, установленого на колійних машинах, повинні відповідати вимогам НПАОП 40.1-1.21-98.

На колійних машинах з електроустаткуванням повинні бути спеціальні захисні засоби: гумові діелектричні килимки відповідно до вимог „Ковры дизлектрические резиновые. Технические условия" (ГОСТ 4997-75), гумові діелектричні рукавички, інструмент з діелектричними рукоятками.

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

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 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.

Під час перерв у роботі машин необхідно вживати заходів проти їх самовільного руху, а також доступу до них сторонніх осіб.

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

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 знаходитись безпосередньо в зоні випромінювання поблизу машин, які мають лазерні прилади.

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

Для цього на поїзди, що рухаються по сусідній колії, видаються попередження, додатково керівник робіт повинен призначити сигналіста, який знаходиться поблизу машини і попереджає працівників про наближення поїздів.

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

Під час виконання робіт із застосуванням щетенеочищувальних машин, а також електробаластера на безстиковій колії відповідальною особою за забезпечення безпеки працівників має бути призначений працівник за посадою не нижче старшого майстра шляхового, начальника ділянки або виконавця робіт.

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, рейкошліфувального поїзда, баластоущільнювальної машини, динамічного стабілізатора, колійного моторного гайковерта відповідальною особою за забезпечення безпеки працівників повинен бути призначений працівник за посадою не нижче майстра шляхового - на одну машину, старшого майстра шляхового - на дві машини, начальника, заступника начальника дистанції колії, КМС - на 3 і більше машин.

Під час виконання робіт із застосуванням планувальників баласту, рейкоочишувальних машин, за забезпечення безпеки працівників має бути призначений працівник за посадою не нижче бригадира колії.

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

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

Ремонт земляного полотна та його елементів із застосуванням землерийних та землерийно-транспортних машин виконується за типовими або індивідуальними проектами виконання робіт, у яких визначаються конкретні заходи безпеки праці відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 "Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві".

Під час виконання робіт із застосуванням машин на базі тракторів (у тому числі гусеничних) з порушенням габариту необхідно видавати попередження на поїзди та огорожувати місця робіт відповідно до вимог нормативно-технічних документів.

Керівником робіт має бути призначений працівник за посадою не нижче бригадира колії.

Граничні межі наближення бульдозера до брівки насипу, траншеї або котловану мають бути позначені.

У разі зупинки машини навісне обладнання (відвал, ківш та Інше) має бути опущене на землю.

Не дозволяється очищення та обслуговування навісного обладнання машин під час роботи або за наявності тиску в робочій магістралі.

Для забезпечення безпеки в разі потреби переїзду через колію гусеничної машини застосовуються дерев'яні підкладки: поперечні - типу „Трап" або поздовжні - типу „Лижі".

Відповідальним за виконання заходів безпеки працівників під час виконання робіт із застосуванням колійних машин є керівник робіт, який призначається начальником структурного підрозділу: у разі виконання робіт КМС - на начальника КМС; у разі виконання робіт дистанцією колії – на начальника ПЧ.

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.

Не допускається робота машини в темний час доби за відсутності необхідного освітлення, під час сильного туману або грози.

Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням виправно-підбивально-рихтувальних машин

Перед виїздом на перегін I з перегону необхідно переконатися, що всі робочі органи та візки контрольно-вимірювальної системи приведені в транспортне положення та надійно закріплені та 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 двигуні, що працює, та за наявності тиску в пневмогідросистемах, усувати несправності робочих органів, що знаходяться в піднятому і не закріпленому положенні.

На час проходу поїзда по сусідній колії робота машин, у яких можливе висунання робочих органів за межі габариту сусідньої колії, припиняється, робочі органи прибираються в межі габариту, персонал, що обслуговує, знаходиться в кабінах керування, а бригада монтерів - на колії, закритій для руху поїздів, або на узбіччі.

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, попереду або позаду машини ближче 5 м.

Дії працівників в аварійних ситуаціях

При настанні нещасного випадку необхідно негайно повідомити про це керівнику робіт, організувати надання потерпілому першої медичної допомоги та направити його, якщо це потрібно, у лікувальний заклад. На місці нещасного випадку слід усе зберігти, як було на момент його настання до приїзду комісії з розслідування (якщо це не загрожує здоров'ю та життю оточуючих людей та не призведе до більш тяжких наслідків).

При виявленні обриву дротів електрообладнання слід негайно попередити про це електромонтера, чергового техніка дистанції та, до прибуття бригади електромонтерів, огородити місце обриву та стежити, щоб ніхто не наближався до нього ближче 4 метрів.

При виявленні в зоні крокової напруги людини, слід прийняти заходи для відключення електроустановки. Якщо відключення електроустановки неможливе, можна відкинути дріт сухою палицею, або відтягнути потерпілого за сухий одяг, не торкаючись оголених ділянок тіла потерпілого. При цьому слід надіти діелектричні рукавички або намотати на руку суху тканину. Крім того слід пам'ятати, що вхід та вихід із зони крокової напруги слід проводити лише "гусячим кроком", не відриваючи ніг від землі.

Аварійна ситуація може виникнути в залежності від умов і характеру роботи, що виконується.

При виникненні аварійної ситуації необхідно негайно припинити роботу, огородити небезпечну зону, не допускати в неї сторонніх осіб.

Повідомити про те, що сталося керівнику робіт або черговому по станції.

У випадку вимушеної зупинки на перегоні і неможливості подальшого слідування, машиніст колійної машини зобов'язаний:

-зупинити машину по можливості на ділянці з достатньою видимістю, якщо не потребується екстренної зупинки;

-вияснити можливість подальшого слідування після зупинки, і якщо вино буде неможливим, вимкнути двигун, загальмувати машину ручними

гальмами, заперти двері, підкласти під колеса гальмівний башмак і перевірити стан хвостових сигналів;

-передати по рації про місце знаходження машини та причині зупинки черговому найближчої станції та в ефір усім можливим поїздам, що наближаються до місця зупинки машини;

-якщо причина зупинки не може бути усунена впродовж 20 хвилин, огородити машину встановленим порядком та ждати допоміжного локомотива.

Крім того, при зупинці на перегоні, обладнаному автоблокуванням, прибирання машини з перегона до найближчої станції може бути проведено ззаду рухаючим поїздом без відчеплення локомотиву встановленим порядком.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння):

негайно повідомити про це пожежну охорону, при цьому назвати місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

при можливості й наявності духового рідка подати звуковий сигнал пожежної тривоги (один довгий і два короткі звуки);

повідомити про пожежу керівника робіт чи відповідну компетентну посадову особу;

відключіть всі електричні мережі, газові мережі й прилади;

при можливості розпочати гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння, гасити предмети, що горять і розміщені на відстані менше 2м від контактної мережі, дозволяється за допомогою вуглекислотних або порошкових вогнегасників тільки після відключення напруги, заземлення контактної мережі, в установленому порядку працівниками дистанції електропостачання та отримання письмового допуску на проведення гасіння, гасити предмети, що горять та розміщені на відстані більше 7 м від контактної мережі, яка перебуває під напругою, водою може бути дозволено без зняття напруги так, щоб струмінь води або піни не наближався на відстань менше 2 м до контактної мережі при загрозі від пожежі безпеці руху поїздів, огородити місце пожежі сигналами зупинки поїзда; зустріти підрозділи пожежної охорони, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожежі та до установки для підключення до водних джерел.

При ураженні електричним струмом:

звільнити потерпілого від дії струму, якщо потерпілий тримає дрід руками, швидко відключити електроустановку за допомогою вимикача, рубильника, запобіжника, роз'єднати штепсельне з'єднання.

При напрузі до 1000 В звільнити потерпілого від струмоведучих частин або дроту сухим канатом, палкою, дошкою чи іншою сухою річчю, яка не проводить електричний струм. Відтягнути потерпілого від струмоведучих частин за одяг

(якщо він сухий і відстає від тіла), при цьому не торкайтесь до металевих предметів та частин тіла потерпілого, не прикритих одягом.

Для ізоляції своїх рук надіти діелектричні рукавички або обмотати руку сухим шарфом, надіти на руку картуз із сухого сукна, натягнути на руку рукав піджака або пальта.

При звільненні потерпілого від струмопровідних частин треба діяти однією рукою.

Перервати дію струму на потерпілого, підсунувши під нього суху дошку або, відтягнути від землі його ноги мотузкою або одягом. Перерубати дрiт сокирою із сухою дерев'яною рукояткою або за допомогою інструмента з ізолюваною рукояткою (кусачок, пасатижів тощо).

Перерубувати дрiт кожної фази треба окремо, при цьому ізолювати себе від землі (стояти на сухих дошках, дерев'яній драбині тощо). При напрузі більше 1000 В, відокремлюючи потерпілого, треба використовувати засоби захисту: надіти діелектричні рукавички й боти та діяти штангою або ізолюваними кліщами, що розраховані на відповідну напругу.

При знаходженні дроту на землі треба пам'ятати про напругу кроку.

Переміщуватись в цій зоні з треба з особливою обережністю, використовуючи засоби для ізолювання від землі (діелектричні калоші, боти, килими, ізолюючі підставки) або речі, що погано проводять електричний струм (сухі дошки, колоди тощо). Без засобів захисту в такій зоні переміщуватись тільки, пересуваючи ступні ніг по землі і не відриваючи їх одна від одної.

ВИСНОВКИ

У першому розділі дипломного проекту було проведено аналіз фактичного стану ділянки колії.

Було встановлено що задана ділянка відноситься до V категорії колії, призначено капітальний ремонт колії з використанням нових матеріалів.. Конструкція верхньої будови колії після ремонту буде наступною: безстикова колія із нових рейок типу Р50, скріплення КБ, шпали залізобетонні, епюра шпал 1840 шт./км, товщина шару нового баласту під шпалами не менше 25/20 см.

У другому 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 монтерів колії та механіків. При виконанні капітального ремонту з використанням нових матеріалів, стару рейко-шпальну решітку замінено на нову, очищено щебеновий баласт, баластна призма приведена до нормативних розмірів, кювети очищені, водовідвідні лотки очищені та відновлені.

В третьому розділі прораховано стійкість укосів земляного полотна залізничних насипів.

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.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- 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.

Відомість витрат праці за технічними нормами на заміну рейко-шпальної решітки.

ДОДАТОК А

ВІДОМІСТЬ ВИТРАТ ПРАЦІ											
фронт робіт – 2 км.											
№ п/ч	Найменування робіт	Вимірник	Обсяг робіт	Технічна норма на вимірник		Витрати праці , люд.-хв.		Кількість робітників	Тривалість робіт, хв.		Кількість та табельні номери монтерів колії, кількість машиністів
				Витрати праці, на вимірник люд.-хв.	Часу роботи машин на вимірник маш.-хв.	На роботу	На роботу з урахуванням відпочинку і пропуску поїздів		Робітників	Машин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Підготовчі роботи ($\alpha = 1,25$)											
1	Знімання колійних знаків:	знак						16	57	-	16 (17-32)
	- малих		18	17,3	-	311,4	389,25				
	- великих		3	36,3	-	108,9	136,125				
2	Знімання стелажів для покілом. запасу	стелаж	2	159,8	-	319,6	399,5				
Разом							924,88				
2. Основні роботи ($\alpha = 1,25$)											
2.1 З заміни рейко-шпальної решітки											
1	Розбирання постійного переїзного настилу	м ² , наст	12	33,5	6,7	402	502,50	5	101	100,5	4 (1-4)
2	Часткове розбирання стиків	болт	486	1,13	-	549,18	686,48	12	57	-	12 (5-16)
3	Закриття перегону, пробіг машин до місця робіт	шт.	1	-	14	-	-	-	-	14	-

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Вирізання КОМ-300 засміченого баласту на плечі призми	км	2	230	46	460	575	5	115	115	1 (16) 4 маш.
5	Відривання рейко-шпальної решітки від баластної призми з руйнуванням корки баласту машиною ЕЛБ-3	км	2	63	21	126	157,5	3	52,5	52,5	3 маш.
6	Розболчення стикових болтів, що залишилися	болт	162	1,13	-	183,06	228,825	4	43	-	4 (22-25)
7	Прибирання накладок на кінці шпал сусідньої колії	стик	162	0,7	-	113,4	141,75	2	147		2 (14-15)
8	Розбирання колії краном УК-25/18	ланка	80	37,5	2,5	3000	3750,00	16	250	250	9 (1-2, 26-32) 7 маш.
9	Підв'язування шпал, що відірвалися з однієї сторони, дротом	шпала	80	1	-	80	100			-	
10	Прибирання шпал, що відірвалися, за допомогою трактора	км	2	75	75	150	187,5	1	187,5	187,5	1 маш.
11	Робота двох бульдозерів	км	2	150	75	300	375	2	187,5	375	2 маш
12	Розпушування баласту розпушувачем	км	2	75	75	150	187,5	1	187,5	187,5	1 маш.
13	Планування баласту важким планувальником	км	2	150	75	300	375	2	187,5	375	2 маш.
14	Знімання нових ланок на відводі попередньої ділянки краном УК-25/18	ланка	1	47,5	2,5	47,5	59,38	19	3	3,13	11 (3-4, 33-41) 8 маш.

Продовження додатка А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	Укладання колії краном УК-25/18	ланка	81	52,5	2,5	4252,5	5315,63	23	253	253,13	15 (3-4, 22-25, 33-41) 8 маш.
16	Постановка нормальних стикових зазорів	стик колії	82	5		410	512,50			-	
17	Постановка накладок та зболчування стиків	стик колії	82	18,21		1493,22	1866,53	9	253	-	9 (5-13)
18	Поправка шпал за позначками гідравлічним перегонщиком (2%)	шпала	75	4,3		322,5	403,13				
19	Рихтування колії з постановкою на вісь РГУ (50%)	100 м	10	57,5	11,5	575	718,75	5	143,75	143,75	5 (17-21)
20	Підрізання баласту і підгортання його на кінці шпал машиною ВПО-3000	км	2	237,3	33,9	474,6	593,25	7	84,75	84,75	7 маш.
21	Заготівля й укладання рейкових рубок	рубка	2	64,2	-	128,4	160,50	7	23	-	7
22	Укладання тимчасового переїзного настилу	м ² , наст	12	13	-	156	195	4	49	-	4(1-4)
Разом							17099,70				

Відомість витрат праці за технічними нормами на роботи з очищення щебеню.

Продовження додатка А

2.2 Основні роботи з очищення щебеню											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Розбирання тимчасового переїзного настилу	м ² , наст	12	7,2	-	86,4	108	4	27	-	4 (42-45)
2	Підготовка місця для зарядки машини RM-80 за допомогою бульдозера	місце	2	5	5	10	12,5	1	13	12,5	1 маш.
3	Зарядка машини RM-80	місце	2	180	20	360	450	9	50	50	4 (42-45)
4	Очищення щебню машиною RM-80	км	2	4077	453	8154	10192,5	9	1133	1132,5	4 (42-45) 5 маш.
5	Завантаження сміття після очищення щебеню у спецсостав та його розвантаження у призначені для цього місця	км	2	906	453	1812	2265	2	1133	1132,5	2 маш.
6	Розрядка машини RM-80	місце	2	180	20	360	450	9	50	50	4 (42-45) 5 маш.
7	Укладання тимчасового переїзного настилу	м ² , наст	12	13	-	156	195	6	43	-	4 (42-45)
Разом							13673				

Розрахункові дані	Відсіки															Сума
	1	2	3													
$x_i, м$	23,05	7,67	2,26													-
$\sin(\alpha)=x_i/R_i$	0,5612	0,187	0,055													-
$\alpha_i, рад$	0,5959	0,188	0,055													
$\cos(\alpha)$	0,8277	0,982	0,998													-
$\varphi_i, прир рад$	0,5131	0,513	0,513													-
$\varphi_i, водонас рад$	0,3997	0,4	0,4													-
$\varphi_i, основи рад$	0,5315	0,531	0,531													-
$f_i = tg(\varphi_i)$	0,4409	0,441	0,441													-
$\omega' м^2$	202,16															-
$\omega'' м^2$		9,85														-
$\omega''' м^2$			1,26													1,26
$\gamma'*\omega' кН$	3950,2															3950,206
$\gamma'*\omega'' кН$		174,4														174,4435
$\gamma'*\omega''' кН$			12,59													12,5874
$Q_i = \sum \gamma'*\omega кН$	3950,2	174,4	12,59													
$f_i*N_i = f_i*Q_i*\cos(\alpha_i) кН$	1441,5	75,56	5,541													
$T_{ypr_i} = [Q_i*\sin(\alpha_i)] y_{np} кН$																
$T_{зс_i} = [Q_i*\sin(\alpha_i)] z_c кН$	2217	32,58	0,693													
$l_i, м$	30,6	8,56	5,7													
$c_i кН / м$	16	8	18													
$c_i*l_i кН$	489,6	68,48	102,6													
$f_i*N_i + c_i*l_i + T_{ypr_i} кН$	1931,1	144	108,1													2183,276
$T_{зс_i} кН$	2217	32,58	0,693													2250,272
$R, м$	41,07															
$кН / м^3$	19,54															
$\gamma'' кН / м^3$	17,71															
$\gamma''' кН / м^3$	9,99															
K	0,9702	- отриманий за розрахунком коефіцієнт стійкості														
$\varphi (град)$	29,4															
$\varphi вод (град)$	22,9															
$\varphi осн (град)$	30,45															

Таблиця 1. Розрахунок коефіцієнту стійкості.

Розрахункові дані	Відсіки																Сума
	1	2	3														
$x_i, м$	17,65	6,02	1,05														-
$\sin(\alpha)=x_i/R_i$	0,3931	0,134	0,023														-
$\alpha_i, рад$	0,404	0,134	0,023														
$\cos(\alpha)$	0,9195	0,991	1														-
$\varphi_i, прир рад$	0,5131	0,513	0,513														-
$\varphi_i, водонас рад$	0,3997	0,4	0,4														-
$\varphi_i, основи рад$	0,5315	0,531	0,531														-
$f_i = tg(\varphi_i)$	0,4409	0,441	0,441														-
$\omega' м^2$	249,65																-
$\omega'' м^2$		25,16															-
$\omega''' м^2$			5,74														5,74
$\gamma' * \omega' кН$	4878,2	0	0														4878,161
$\gamma' * \omega'' кН$		445,6															445,5836
$\gamma' * \omega''' кН$			57,34														57,3426
$Q_i = \sum \gamma' * \omega кН$	4878,2	445,6	57,34														
$f_i * N_i = f_i * Q_i * \cos(\alpha_i) кН$	1977,7	194,7	25,28														
$T_{ypr_i} = [Q_i * \sin(\alpha_i)] y_{np} кН$																	
$T_{zci} = [Q_i * \sin(\alpha_i)] z_c кН$	1917,6	59,74	1,341														
$l_i, м$	20,74	12,54	14,25														
$c_i кН / м$	16	8	18														
$c_i * l_i кН$	331,84	100,3	256,5														
$f_i * N_i + c_i * l_i + T_{ypr_i} кН$	2309,5	295	281,8														2886,277
$T_{zci} кН$	1917,6	59,74	1,341														1978,667
$R, м$	44,9																
$кН / м^3$	19,54																
$\gamma'' кН / м^3$	17,71																
$\gamma''' кН / м^3$	9,99																
K	1,4587	- отриманий за розрахунком коефіцієнт стійкості															
$\varphi (град)$	29,4																
$\varphi вод (град)$	22,9																
$\varphi осн (град)$	30,45																

Таблиця 2. Розрахунок коефіцієнту стійкості.

Розрахункові дані	Відсіки															Сума
	1	2	3													
$x_i, \text{ м}$	17,71	6,16	1,21													-
$\sin(\alpha) = x_i/R_i$	0,3945	0,137	0,027													-
$\alpha_i, \text{ рад}$	0,4055	0,138	0,027													
$\cos(\alpha)$	0,9189	0,991	1													-
$\varphi_i, \text{ прир рад}$	0,5131	0,513	0,513													-
$\varphi_i, \text{ водонас рад}$	0,3997	0,4	0,4													-
$\varphi_i, \text{ основи рад}$	0,5315	0,531	0,531													-
$f_i = \text{tg}(\varphi_i)$	0,4409	0,441	0,441													-
$\omega' \text{ м}^2$	284,67															-
$\omega'' \text{ м}^2$		24,44														-
$\omega''' \text{ м}^2$			5,82													5,82
$\gamma' * \omega' \text{ кН}$	5562,5															5562,452
$\gamma' * \omega'' \text{ кН}$		432,8														432,8324
$\gamma' * \omega''' \text{ кН}$			58,14													58,1418
$Q_i = \sum \gamma' * \omega \text{ кН}$	5562,5	432,8	58,14													
$f_i * N_i = f_i * Q_i * \cos(\alpha_i) \text{ кН}$	2253,6	189	25,63													
$T_{ypr_i} = [Q_i * \sin(\alpha_i)] \text{ умр кН}$																
$T_{зс_i} = [Q_i * \sin(\alpha_i)] \text{ зс кН}$	2194,5	59,4	1,567													
$l_i, \text{ м}$	20,74	12,54	14,25													
$c_i \text{ кН / м}$	16	8	18													
$c_i * l_i \text{ кН}$	331,84	100,3	256,5													
$f_i * N_i + c_i * l_i + T_{ypr_i} \text{ кН}$	2585,4	289,4	282,1													3156,895
$T_{зс_i} \text{ кН}$	2194,5	59,4	1,567													2255,46
$R, \text{ м}$	44,89															
кН / м^3	19,54															
$\gamma'' \text{ кН / м}^3$	17,71															
$\gamma''' \text{ кН / м}^3$	9,99															
K	1,3997	- отриманий за розрахунком коефіцієнт стійкості														
$\varphi \text{ (град)}$	29,4															
$\varphi \text{ вод (град)}$	22,9															
$\varphi \text{ осн (град)}$	30,45															

Таблиця 3. Розрахунок коефіцієнту стійкості.