

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Український державний університет  
науки і технологій

Кафедра «Транспортна інфраструктура»

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

  
О. Л. Тюткін

2023 р. 25 « 06 »

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

на здобуття ОС

«бакалавр»

Галузь знань 27 «Залізничний транспорт»

Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

Освітня програма «Залізничні споруди та колійне господарство»

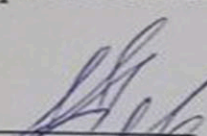
Тема: **«ПРОЕКТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ  
НА ДІЛЯНЦІ ОБХОДУ»**

Design of track reconstruction on the bypass section

Керівник дипломного проекту доцент

Нормоконтролер доцент

Виконавець, студент групи КГ1911

  
\_\_\_\_\_ М. А. Арбузов

\_\_\_\_\_ М. А. Арбузов

\_\_\_\_\_ Д. О. Петраш

\_\_\_\_\_ Petrash Danylo

Дніпро

2023

## ЗАЯВА

Я, Петраки Данило Олександрович  
(ПІБ повністю)

Студенті групи КГ1911  
(шифр групи)

Спеціальності займилися копія  
(код та назва спеціальності)

освітньої програми займилися створення та кон.  
(назва освітньої програми)

освітнього ступеня підготовки бакалавр господарс  
(бакалавр, магістр)

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

Уроєк рекопектрції копія  
на зліяці одхову

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 ознайомена 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.

Дата 29.08.23

Підпис [підпис]

Керівник Арбузов

Підпис [підпис]

Український державний університет науки і технологій  
Факультет БАІ кафедра Транспортна інфраструктура  
Галузь 27 Транспорт  
Спеціальність 273 Залізничний транспорт  
ОПП Залізничні споруди та колійне господарство

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ О. Л. Тютькін

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023р.

### **ЗАВДАННЯ**

до дипломного проекту на здобуття ОС \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_  
(освітній ступінь)

студента групи КГ1911(541) Петраш Данило Олександрович  
(номер групи) (ПІБ)

1. Тема дипломного проекту: «Проектування реконструкції колії на ділянці обходу»  
затверджена наказом по університету від «1» 03 2023р. №195 ст.
2. Термін подання студентом закінченого дипломного проекту 14.06.2023
3. Вихідні дані до дипломного проекту: поздовжній профіль, рейко-шпало-баластна карта, відомість кривих.
4. Зміст пояснювальної записки:
  1. Аналіз технічних характеристик ділянки колії.
  2. Технічні характеристики ділянки колії А-Б.
  3. Розробка проекту робіт з реконструкції колії.
  4. Розрахунок геометричних параметрів ділянки обходу.
  5. Охорона праці.

## 6. Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Аналіз технічних характеристик ділянки колії.	Арбузов М.А.		
Технічні характеристики ділянки колії А-Б.	Арбузов М.А.		
Розробка проекту робіт з реконструкції колії.	Арбузов М.А.		
Розрахунок геометричних параметрів ділянки обходу.	Арбузов М.А.		
Охорона праці.	Арбузов М.А.		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	Обсяг розділу, %
Аналіз технічних характеристик ділянки колії.	25.04	10
Технічні характеристики ділянки колії А-Б.	08.05	20
Розробка проекту робіт з реконструкції колії.	16.05	75
Розрахунок геометричних параметрів ділянки обходу.	01.06	90
Охорона праці.	07.06	100

Дата видачі завдання: «05» 04 2023р.

Керівник дипломного проекту \_\_\_\_\_

(підпис) (ПІБ)

М. А. Арбузов

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис) (ПІБ)

Д. О. Петраш

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту має 59 с., 15 рис., 8 табл.

**Тема: Проектування реконструкції колії на ділянці обходу.**

У дипломному проекті розглядається проектування технологічного процесу реконструкції колії на ділянці обходу з вирішенням проблем улаштування кривих.

*Ключові слова: ділянка обходу, рейкова пліть, рейко-шпальна решітка, допустимі швидкості, недоліки у геометричних параметрах ділянки обходу.*

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДІЛЯНКИ КОЛІЇ.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Особливості конструкції колії і умов взаємодії з рухомим складом .</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Безпека під час обслуговування колії.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 Проблема з сезонними деформаціями ґрунту в земляному полотні на ділянці обходу .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4 Гідроізоляційне покриття .....</b>	<b>11</b>
<b>1.5 Попередньовигнуті рейки для кривих .....</b>	<b>13</b>
<b>2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДІЛЯНКИ КОЛІЇ А-Б.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Опис технічних параметрів .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Геометричні параметри ділянки обходу .....</b>	<b>20</b>
<b>3 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Вибір конструкції верхньої будови колії.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Упорядкування варіантів організації робіт .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Визначення довжин господарчих поїздів.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 Визначення тривалості «вікна» необхідного для використання колійних робіт.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4 Складання відомості витрат праці.....</b>	<b>32</b>
<b>3.5 Розробка графіку основних робіт .....</b>	<b>38</b>
<b>3.6 Технологічний опис графіку виконання основних робіт .....</b>	<b>44</b>
<b>3.7 Підрахунок потреби в робочій силі для виконання основних робіт</b>	<b>45</b>
<b>3.8 Визначення виробничого складу КМС, необхідного для виконання усіх робіт за прийнятим варіантом .....</b>	<b>46</b>
<b>3.9 Розробка графіку робіт по днях .....</b>	<b>48</b>
<b>4 РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЛЯНКИ ОБХОДУ .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Перевірка основних геометричних параметрів ділянки обхідної колії.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Перевірка рекомендованого підвищення і рекомендації щодо допустимих швидкостей руху.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3 Розрахунок можливості збільшення радіусу кругових кривих на ділянці обходу .....</b>	<b>59</b>
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт з реконструкції ділянки обходу .....</b>	<b>61</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>67</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....</b>	<b>68</b>

## ВСТУП

Роль залізниць в Україні одна із найважливіших в економічному та стратегічному плані. Вже багато років залізничний транспорт посягає перше місце по вантажоперевезенням в країні. Це ціла «жива» система, колії якої, як вени та судини у живої істоти, що доставляють кров до кінцівок. Найбільшу ношу в залізничному ділі України займає саме колійне господарство. Біля 50% витрат на обслуговування та модернізацію залізниць витрачають в колійному господарстві. Завдяки роботі колійників, починаючи від проектувальників, залізниці України долають такі природно-рельєфні перешкоди як: річки, гори та ліси. Насправді таких перешкод дуже багато, але ми зупинимось на річках, бо це є темою даної науково-дослідницької роботи по обхідній колії, яка проходить через річку. Головною задачею дипломного проекту є дослідити ділянку обходу, спроектувати майбутній капітальний ремонт, розглянути геометричні параметри ділянки обходу та вирішити проблеми, що з'ясуються в ході роботи.

# 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДІЛЯНКИ КОЛІЇ

## 1.1 Особливості конструкції колії і умов взаємодії з рухомим складом

Залізнична колія – фундамент залізничного транспорту, від стану якої залежить якість перевізного процесу, швидкість і безпека руху поїздів.

Обслуговуванням залізничної колії займається колійне господарство, під обслуговуванням понад 30 тис. км головної колії, понад 17 тис. км станційних та біля 62 тис. стрілочних переводів, велика кількість штучних споруд.

Основна мета роботи колійного господарства – обслуговувати залізничну колію так, щоб забезпечити безпеку руху поїздів з максимальними швидкостями.

Обслуговуванням залізничної колії та її штучних споруд в Україні займаються 110 дистанцій колії, 37 колійних машинних станцій, 6 рейкозварювальних підрозділів та багато інших підрозділів-підприємств.

Контролювати розвиток залишкових деформацій в колії і вчасно виконувати відповідні технічні та технологічні заходи – це і є головним й найважливішим завданням працівників колійного господарства.

Основними видами розладів і несправностей колії є такі:

1. розширення (звуження) колії – порушення нормативного значення ширини колії;
2. відхилення рейкових ниток за рівнем – порушення нормативного значення ширини колії; нерівності колії в плані – пов'язані з дією на колію горизонтальних поперечних сил;
3. виплески баласту, угон колії, вертикальний і боковий знос головки рейки, дефекти скріплення, шпал, тощо;
4. деформації земляного полотна.

Отже, розуміючи основні принципи залізничної колії, можемо зробити такий висновок, що залізнична колія потребує постійного контролю за

залишковими деформаціями, щоб швидко зреагувати та вирішити проблему, й забезпечити головним чином безпеку руху поїздів з максимальними швидкостями, що є візитівкою колійників.

## 1.2 Безпека під час обслуговування колії

Розглядаючи різні проблеми, що пов'язані з залізничною колією, можемо зустріти гостру проблему корозії металевих частин конструкції рейко-шпальної решітки(далі РШР). Таку проблему описав Вілас С. Вадекар у своїй статті «SAFETY DURING TRACK MAINTENANCE»:

Під час експлуатації головка гвинта дуже швидко піддається корозії, оскільки відкрита для атмосфери весь час відкрита атмосфері і постійно піддається впливу стоків з туалету поїзда.

Гайковий ключ не утримує проржавілу головку і тоді її стає важко зняти. Подальша корозія відбувається під головою рейки і потім вона гальмується, залишаючи частина гвинта всередині шпали і, нарешті, вона стає непридатною до експлуатації, неефективним і призводить до дефектної арматури, що є небажано.

Зламаний шматок гвинта видаляється за допомогою спеціальної процедури зварювання, при якій новий наконечник потрібно вставити за допомогою відповідного клейкого матеріалу і нового гвинта для пластини надається новий пластинчастий гвинт. Цю роботу здебільшого виконують підрядні організації, і приблизна вартість одного гвинта становить від 90 до 135 рупій у різних районах.

Рішення даної проблеми Вілас С. Вадекар знайшов в удосконаленні системи – використання «гвинтового ковпачка».

Спеціальний "ковпачок" з антикорозійного матеріалу розроблений і для захисту головки пластинчастого гвинта пластинчастого гвинта від можливої корозії.

Також він виділив переваги цього методу удосконалення:

1. Цей ковпачок захищає головку пластинчастого гвинта від корозії.
2. Легко адаптується без будь-яких відхилень у стандартній конструкції пластинчастого гвинта.
3. Економічний
4. Значна економія коштів, оскільки передчасна заміна шпал та видалення зламаного гвинта за допомогою зварювання не знадобиться.

### **1.3 Проблема з сезонними деформаціями ґрунту в земляному полотні на ділянці обходу**

Ще з появи залізничної дороги з'явилась така проблема в її утриманні, як сезонні деформації ґрунту земляного полотна. Деформації основної площадки земляного полотна, в тому числі, пучини та весняні пучинні просадки, погіршують мікро профіль залізниці й, виходячи з цього, погано впливають на плавність руху поїздів, збільшують динамічне навантаження від рухомого складу. В результаті чого відбувається швидкий знос рейки, шпали, скріплення та баласту.

В статті І.К. Монахова, А.П. Хамова та Л.М. Шклярєнко в журналі «Колія та колійне господарство» від 1992 року, на тему «Земляне полотно: деформації, діагностика, засоби укріплення», биль повно розглядаються ознаки деформацій основної площадки земляного полотна. Виділяють такі:

1. необхідність частих підйомів колії на баласт;
2. появилення у весняний період у шпал по узбіччях «глиняного молока»;
3. пучення ґрунту на узбіччях, міжколійї та в кюветах;
4. пучини;
5. густа рослинність на укосах;

Деформації розвиваються при сильному зволоженню ґрунту атмосферними осадками, що накопичуються в заглибленнях основної площадки. До найбільш неприємних відносять наступні:

1. осідання, що виникають в наслідок ущільнення чи випирання основи земляного полотна під статичними й динамічними навантаженнями;
2. зсуви, що відбуваються через перезволоження ґрунтів в окремих частинах масиву й утворювання поверхні ковзання;
3. провали через гірських виробіток, карстових процесів, розриву торф'яного слою при створенні насипу на болотах без виторфовування.

В статті М.В. Аверочкина та В.П. Тітова на тему «Усувати сезонні деформації земляного полотна», в журналі «Колія і колійне господарство» від 1982 року, розглядається ця тема більш детально. Провели наукове дослідження, в якому вони пишуть: [На багатьох ділянках і цілих напрямках пучинних горбів заввишки понад 30-50 мм стає все менше, але залишається багато нерівностей висотою до 15-20 мм. Виходить так, що на шляху, виправленому до початку промерзання баласту і ґрунту, взимку і навесні виникають порівняно короткі (10-20 м) нерівності, розташовані одна за одною. Вони можуть бути односторонніми, двосторонніми, перекісними. На таких ділянках за великої швидкості руху динамічні впливи від поїздів динамічні впливи від поїздів у 1,3-1,5 раза більші за статичні осьові навантаження. Розрахунки показали, що навіть на швидкісних лініях Ленінград - Москва, Москва - Рязань, де колія міститься з дуже невеликими відступленнями від норм, коефіцієнти вертикальної динаміки досягають 0,5.

Такі незначні пучинні деформації не вносили до звіту, тому вони вирішили розглянути наступний приклад: На ділянці довжиною 200 м швидкісної лінії, де систематично нівелювали шлях, особливо у період переходу від зимного сезону до весняного, середня різниця ухилів, на 5-метрових відрізках, у теплий час перебувала в межах 0,60-0,65 %. Зауважимо,

що це різниці додаткових ухилів, відносно основного ухилу профілю. Наприкінці листопада, коли починали з'являтися пучини, різниця ухилів становила в середньому 0,73 ‰, а найбільша становила 2‰. У лютому-квітні мікро профіль став гіршим. У середині лютого середня різниця ухилів дорівнювала 0,91‰ (найбільша 4‰), у першій декаді березня – 0,97‰ (3,6‰), у третій декаді – 0,95 ‰ (3‰), і в середині квітня – 0,74‰(2‰).

При цьому до кінця березня виправляти картки довелось 25% усієї ділянки колії, а до середини квітня – 40%. Як бачимо, навіть за такого значному обсязі зимових виправних робіт стан мікро профілю навесні погіршився. Теж саме часто відбувається і на інших лініях. При перекосах, навантаження на рейки зростають ще на 20-30%.

Виходячи з їх суджень, ми можемо зрозуміти, що навіть збільшення зимових виправних робіт не покращать ситуацію в цілому, а лише тимчасово зарадять, тому у цій статті був запропонований інший підхід вирішення ситуації, а саме: Земляне полотно потрібно посилювати. Перш за все треба виконувати плани заходів щодо усунення сезонних деформацій основної площадки. Потрібно також ширше застосовувати, хоча й порівняно дорогі й трудомісткі, але й перспективні способи тривалої дії: замінювати глинистий ґрунт на дренавальний, влаштовувати посилені дренажі, гідроізоляцію і теплоізоляцію основної площадки, зміцнювати ґрунт в'язучими добавками, що забезпечить стабільність земляного полотна між капітальними ремонтами колії, збільшить термін служби рейок та скоротить витрати на їх заміну.

Й дійсно, не зважаючи на дату випуску журналу, в наш час також залишилась проблема з сезонними деформаціями земляного полотна на деяких ділянках колій, і доцільне вирішення цієї проблеми з часом теж не змінилось.

#### **1.4 Гідроізоляційне покриття**

В цьому ж журналі від 1982 року, В.І. Гріцик опублікував свою статтю на тему «Гідроізоляційні покриття». Зважаючи на те, що гідроізоляція є одним

із можливих способів уникнення сезонних деформацій, розглянемо більш детально. Як відомо, розміри морозних пучин й деформацій земляного полотна сильно залежать від вологості глинистих ґрунтів. На весні та у період літньо-осінніх дощів в полотні можуть виникати залишкові деформації основної площадки й пучинні просадки. Взимку, при залишковому зволоженні глинистих ґрунтів на залізниці з'являються пучини. Саме тому дуже важливо попередити можливе надлишкове зволоження глинистих ґрунтів. В.І. Гріцик описав один із можливих рішень, що використали УЄМШТ разом з Челябінською дистанцією шляху у 1973 році, а саме: на одній із станційних колій з пучинним горбом, довжиною 15 м й висотою 35 мм, вклали гідроізоляційне асфальтне покриття. На піщану підготовку товщиною 5 см вклали шар дорожнього асфальтобетону (5 см) й укрили азбестовим баластом (25 см). Ширина покриття, в періоді нижньої основи баластної призми, 4,2 м.

Покриття вкладали в 3-часове «вікно». До місця робіт подали поїзд, що складався з локомотива, полу вагона с азбестовим баластом й грейферним краном. Після зняття вручну ланки колії, рештки краном й бульдозером убрали старий баласт, за чим засипали піщаний шар. Привезений самоскидами, асфальтобетон вклали й розрівняли, надав йому поперечний уклон в 0,04 й ущільнили катком та металевими трамбуваннями. Далі, за допомогою крану, вивантажили з полу вагонів азбестовий баласт й розрівняли його бульдозером. Зібрали назад ланку, підбили й виправили колію. У день укладки покриття суглинки земляного полотна мали вологість 12-17%.

Нівелювання показало, що остаточні пучинні деформації при примерзанні, в першу зиму на глибині 1,8 м, були менше допустимих. Знизилась й вологість ґрунту на 2-4%. Трирічне спостереження підтвердили, що це покриття ефективне.

Виходячи із цих даних, можна сказати, що це як один із варіантів рішення проблеми с сезонними деформаціями, але він не є дуже перспективним, так як дуже високий кошторис у гідроізоляції такого типу.

## 1.5 Попередньовигнуті рейки для кривих

Ще одна гостра проблема, що перейшла до нас з часів радянського союзу - боковий знос головки рейок в кривих. У журналі «Колія та колійне господарство», випуску 2000 року, розглядається тема «Для кривих – гнуті рейки», автором є А.І. Кармазін. Ця стаття є дискусією спочатку на тему «збільшення/звуження ширини колії, як це впливає на знос головки рейки», а потім переходить плавно, з доказовою базою, у те, що можна використати гнуті рейки, для отримання позитивного результату. Розглянемо детальніше:

Для перевірки результатів В.М. Кузнецова, Ростовський державний університет шляхів сполучення (РДУШС) разом із Північно-Кавказькою залізницею провів експлуатаційні випробування дослідних рейок, виготовлених із блюмів. Усі рейки загартовані, з майже однаковими механічними характеристиками. У 1984-1985 рр., а потім в 1989 р. їх уклали на чотири оглядові дільниці у кривих радіусом біля 600 м. Взяли середню ширину колії 1530 мм. На сусідніх кривих колія була звуженою. Пустили однаковий рухомий склад (далі РС), проте на дільниці з звуженою колією зоглядалися значно більший знос рейок, ніж на «досвідчених» коліях.

Завдяки дослідженням, установили, що нерівномірний знос на рейках відбувається через: Заміри стріл кривизни від хорди завдовжки 25 м у дев'яти точках, а також від такої самої хорди в стику, ліворуч і праворуч від стику показали, що кінці рейок важких типів, особливо в перший період експлуатації, залишаються практично прямими, а середня частина вигинається за кривою малого радіуса. Насправді, особливо в цей період, рейки лежать не по круговій кривій, як зазначено в паспорті, а по ламаному криволінійному багатокутнику з кутами в стиках. Після проходження колесами приймаючого стику, динамічне навантаження впливає на практично прямолінійну ний кінцеву ділянку рейки, посилюючи там знос і пошкоджуваність контактними дефектами.

Був розглянутий відразу й другий дослід, щоб перевірити вплив підвищення упорної нитки на знос рейок: На іншій дослідній ділянці поклали однакові рейки у двох поруч розташованих кривих парної колії. Їхні радіуси 623 і 636 м, загальна протяжність 923 м. Піднесення упорної нитки в кривій радіусом 623 м було на 23 мм більше, ніж у кривій радіусом 636 м. Це в 5 і більше разів підвищило пошкоджуваність рейок контактними дефектами в другій кривій порівняно з першою. При цьому на внутрішній нитці кривої радіусом 623 м з'явилися контактні пошкодження. Після ремонту колії за майже однакового піднесення упорних ниток цих кривих пошкоджуваність рейок стала однаковою. Рейки після пропуску 390 млн. т вантажу зняли і поклали на другорядному шляху.

Виходячи із цих двох дослідів, встановили, що для збільшення експлуатаційного строку рейок й коліс, кривизна рейок в кругових кривих повинна бути постійною. Для цього був розроблений спеціальний станок, щоб вигинати рейки. Такий станок направили до Львову, для покращення становища з боковим зносом головки рейок на кривих малих радіусом, також його використовували в Ужгороді в 1978 році. У процесі експлуатації гнутих рейок бальність покращилася у 20-30 разів, в 1,5 – 2 рази зменшився боковий знос й в 3-4 рази скоротилася пошкоджуваність контактними дефектами. Робили вигин в кінцевих ділянках рейки довжиною 7 м; самі кінці з болтовими отворами довжиною по 0,5 м й середню частину довжиною 10 м не чіпали.

Робимо висновки, що ще у 1974 році, коли станок потрапив у Львов, становище з боковим зносом у кривих малих радіусів міг би стати набагато краще, якби деякі високопосадовці не заважали розвитку залізничної колії своїми застарими ідеями та принципами.

## 2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДІЛЯНКИ КОЛІЇ А-Б

### 2.1 Опис технічних параметрів

Задана ділянка обходу колії починається на 183 кілометрі на ПК 0 + 00.00, довжиною в 4200 м, закінчується на 187 кілометрі на ПК 2 + 00.00. На протязі усієї довжини ділянки маємо 5 кривих, різних за радіусом, довжиною, підйомом зовнішньої рейки та іншими характеристиками. Перша така крива (ліва) починається на 184 кілометрі ПК 7 + 92.99, радіус цієї кривої 1265 м, довжина 444,73 м, закінчується на 185 кілометрі ПК 2 + 37.72. Друга крива (права) починається на 185 кілометрі ПК 8 + 42.32, довжина 173,22 м, закінчується на 186 кілометрі ПК 0 + 15.54. Найбільш наповнений на криві 186 кілометр, третя крива (ліва) починається на ПК 1 + 22.96, довжина 215,86 м, четверта крива (ліва) починається на ПК 4 + 43.71, довжина 235.35 м, п'ята крива (права) починається на ПК 7 + 32.09, довжина 210,52 м. В таблиці 1 будуть скомпоновані данні по кривим.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані по кривим на ділянці обходу

Координати кривої				Довжина кривої, м	Радіус, м	Підвищення, мм	Зовнішня рейка	Довжина перехідної кривої, м		Норма, мм	Боковий знос, мм	Допуск, мм
початок		кінець						1 ПК	2 ПК			
км	м	км	м									
184	792	185	237	444	1265	69	лів	90	90	1520	7	15
185	842	186	15	173	700	64	пр	60	60	1520	9	
186	122	186	338	215	950	87	лів	60	60	1520	7	15
186	443	186	679	235	1100	80	лів	60	60	1520	7	15
186	732	186	942	210	880	80	пр	60	60	1520	7	15

На ділянці маємо платформу-зупинку між двома станціями А-Б, що починається на 186 кілометрі ПК 0 + 36.65, довжина 50 м.

Штучні споруди перелічені у таблиці 2, також в таблиці вказане їх розташування, тип, отвір.

Таблиця 2.2 – Аналіз штучних споруд

№	Місце розташування		Тип споруди	Отвір, м	Необхідність реконструкції
	км	м			
1	186	393	металевий міст	42,5	без заміни

Виконавши аналіз поздовжнього плану заданої ділянки, приходимо до висновку, що керівний ухил становить – 4.9 ‰. Взагалі ділянка дуже рівномірна й не має великих перекосів, найбільший знаходиться біля штучної споруди.

Таблиця 2.3 – Питома вага у (%) елементів профілю заданого діапазону ухилів

Ухил, ‰	Довжина ділянки, м	Питома вага, %
0-1	1900	45,2
1,1-2	900	21,4
2,1-3	800	19,1
3,1-4	200	4,8
4,1-5	400	9,5
<b>Всього</b>	<b>4200</b>	<b>100%</b>

Таблиця 2.4 – Існуюча відмітка головки рейки (ІГР) та ухил (‰), з урахуванням знаку

№	ІГР	Ухил, ‰	Довжина, м	№	ІГР	Ухил, ‰	Довжина, м
1	59.54	- 0.9	100	24	59.72	- 0.2	100
2	59.45	- 0.8	100	25	59.70	- 1.6	100
3	59.37	0.3	100	26	59.54	- 4.6	100
4	59.40	2.2	100	27	59.08	- 1.6	100
5	59.62	1.5	100	28	58.92	- 2.9	100
6	59.77	0.9	100	29	58.63	- 3.7	100
7	59.86	- 2.3	100	30	58.26	- 4.9	100
8	59.63	0.5	100	31	57.77	- 1.7	100

9	59.68	0	100	32	57.60	- 0.3	100
10	59.68	1.4	100	33	57.57	- 2.4	100
11	59.82	1.5	100	34	57.33	- 0.1	80
12	59.97	0.6	100	35	57.27	- 0.9	47
13	60.03	- 2.4	100	36	57.28	- 4.9	73
14	59.79	- 0.4	100	37	56.92	- 3.6	100
15	59.75	- 0.8	100	38	56.56	- 4.8	100
16	59.67	1.2	100	39	56.08	0	100
17	59.79	0.9	100	40	56.08	2.2	100
18	59.88	2.8	100	41	56.30	- 0.6	100
19	60.16	0.7	100	42	56.24	0	100
20	60.23	- 1.6	100	43	56.24	0.6	100
21	60.07	- 2.3	100	-	-	-	-
22	59.84	0.3	100	-	-	-	-
23	59.87	- 1.5	100	-	-	-	-

Проводимо аналіз рейко-шпало-баластової карти для заданої ділянки колії категорії IV. Для заданої ділянки серія ведучого локомотива – ВЛ-8 вантажний, та ЧС-2 пасажирський. Вантажонапруженість складає 7,9 млн. т км бруто / км за рік. Установлена швидкість пас./вант. поїздів – 100/80 км/год.

З аналізу рейок по довжині ділянки бачимо, що тип рейок Р65, безстикова колія, а на 184 й 185 кілометрах першої групи (рис. 1). Пропущений тоннаж на кожному з кілометрів наведено в млн. т бруто (див. рис.1).


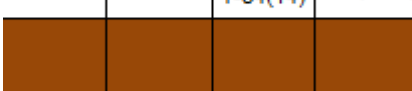
184	185	186	187
			
A-88(07)	A-88(07)	K-84(07) T-84(14)	T-84(14) A-84(04,17)
			
540+197,7	540+197,7	600+284,6	600+284,6

Рисунок 2.1 – Аналіз рейок на ділянці обходу

Коричневий колір позначає, що пропущений тоннаж є повторної укладки.

Аналізуючи скріплення на ділянці обходу, маємо скріплення типу КБ з різною кількістю пропущеного тоннажу та різною кількість непридатних скріплень по кілометрам у % (рис.2).

184	185	186	187
2/0/0/2	2/0/0/2	4/0/1/3	2/0/0/2
КБ	КБ	КБ	КБ
540+197,7	540+197,7	600+264,6	600+264,6

Рисунок 2.2 – Аналіз скріплень на ділянці обходу

Чорним кольором позначено у % кількість непридатних скріплень, майже на всій ділянці обходу лише 10% є непридатними, а на 185 км у локальному місці кілометру 20%.

По паспорту шпальної карти, епюра шпал – 1840 шт/км, у локальних місцях епюра шпал переходить у 2000 шт/км, використані залізобетонні шпали, що перекладенні з інших місць(рис. 2.3).

184	185	186	187

Рисунок 2.3 – Аналіз шпал на ділянці обходу

Позначення:

1. синім кольором позначається епюра шпал у 1840 шт/км;
2. червоним – 2000 шт/км;
3. дві чорні лінії, що перетинають малюнок – залізобетонні шпали, які перекладені.

З паспорту ділянки колії також дізнаємося рід баласту, а саме – щебеневий та сортовий гравій. На 186 та 187 кілометрах засмічення баласту більше 20% (рис. 2.4).

184	185	186	187
		3	3
		4	4

Рисунок 2.4 – Аналіз баласту на ділянці обходу

Позначення:

1. червоним кольором позначається баласт – щебінь та сортовий гравій;
2. чорний колір, що повністю заповнив клітину – забруднення баласту на більше ніж 20%;

3. числом «3» - позначили кількість виплесків на ділянці;

4. числом «4» - позначили кількість шпальних ящиків на ділянці.

Основні вихідні дані також скомпоную у вигляді таблиці(таблиця 2.5).

Останні ремонтно-коліїні роботи, а саме – модернізація чи капітальний ремонт, проводились у 2007 та 2004 роках, для 184, 185 та 186, 187 кілометрів відповідно. На 184 та 185 кілометрі проводився проміжний ремонт у 2020 році, проводили середній ремонт колії. На 186 та 187 кілометрах у 2014 та 2018 відповідно проводили заміну рейок старопридатними.

Таблиця 2.5 – Основні технічні параметри ділянки обходу

№	Параметри	Одиниця виміру	Значення
1	Експлуатаційна довжина	км	4,2
2	Керівний ухил	‰	4,9
3	Вид тяги	-	Електрична
4	Тип вантажного локомотиву	-	ВЛ8
5	Швидкість руху поїзду	км/год	80
6	Корисна довжина приймально-відправних колій	м	850
7	Конструкція існуючої верхньої будови колії: - рейки - шпали - баласт	- - -	Р65 залізобетон щебенекий

## 2.2 Геометричні параметри ділянки обходу

На наведеній ділянці маємо 4 кривих, що являються ділянками обходу, усі вони відносяться до непаралельного зміщення колії з перехідними кривими (рис. 2.5). Визначення їх до категорії непаралельного зміщення вдалося через їх різні радіуси, лівий і правий контури різні.

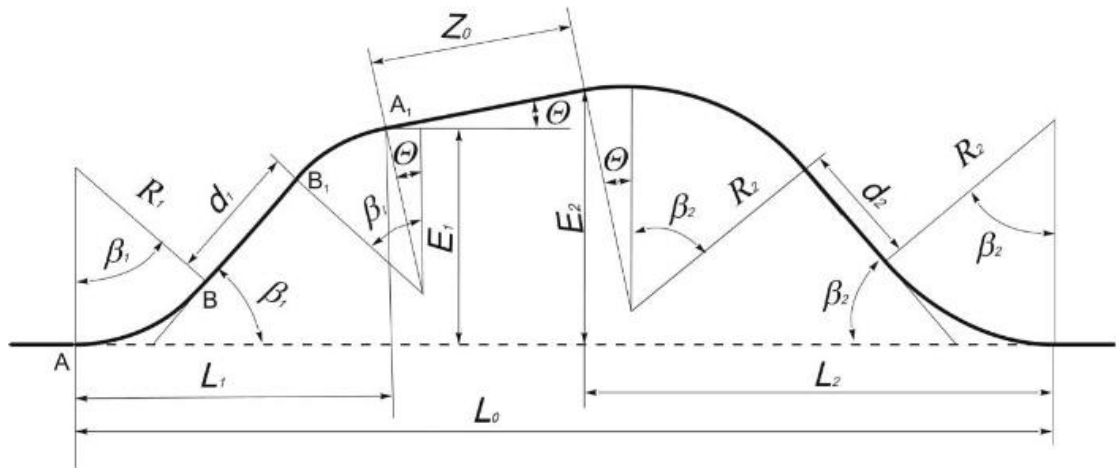


Рисунок 2.5 – Схема непаралельного зміщення колії з перехідними кривими

Зміщення колії з влаштуванням перехідних кривих при непаралельному розміщенні основної і обхідної колії відрізняється від паралельного зміщення колії з перехідними кривими в куту повороту другої зворотної кривої  $\beta_1$  менше кута повороту першої кривої  $\beta$ . Зрозуміло, що й довжина кривої  $K_1$  буде менша (рис. 2.6).

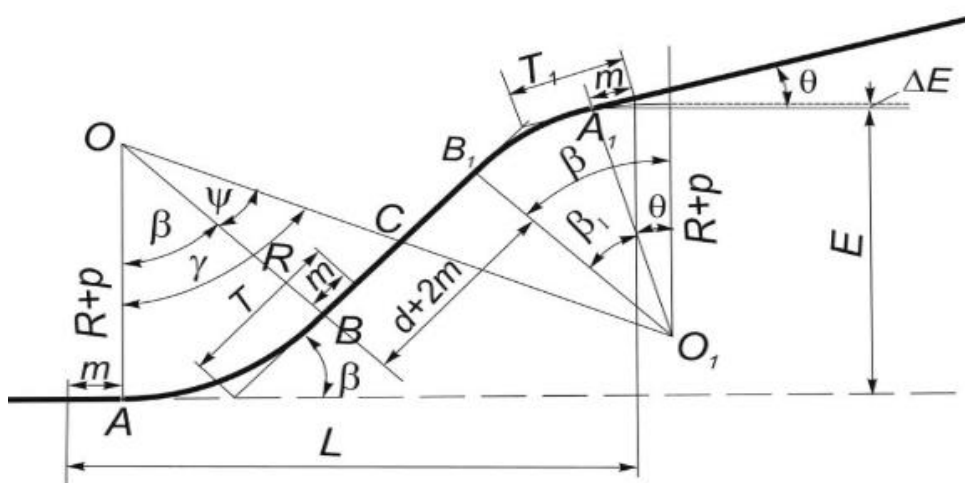


Рисунок 2.6 – Схема зміщення колії при непаралельному розташуванні існуючого напрямку та обхідної кривої

Частина колії від А до С аналогічна схемі розбивки при паралельному зміщенні з перехідними кривими й друга частина цього зміщення умовно розраховується, як і перша. Але через кут повороту  $\theta$ , від кривої віднімається ділянка умовної кривої, що й дорівнює наведеному куту. Так як є факт того, що кут  $\beta_1$  менше кута повороту першої кривої  $\beta$ , буде правильно перевірити можливість розбивки перехідних кривих.

## 3 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ РОБІТ З РЕКОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ

### 3.1 Вибір конструкції верхньої будови колії

З вихідних даних маємо встановлену швидкість, що становить 100/80 км/год, для пасажирських та вантажних відповідно, й вантажонапруженість у 7,9 млн т км бруто/ км за рік. Згідно Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України (ЦП/0278) встановлена класифікація головних колій, й дана ділянка колії відповідає V категорії колії за швидкістю та вантажонапруженістю, а не IV, як зазначено у вихідних даних.

Згідно Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України (ЦП/0269), що регулює матеріал, товщину баластного шару та розміри і обгінних пунктів. Для даної ділянки зміни торкнуться лише товщини баластного шару, при накладанні чи очищенні, його товщина повинна бути під шпалами не менше 25 см.

Таблиця 3.1 – Розміри баластної призми на ділянці колії та стрілочних переводах.

Категорія колії	Матеріал основного шару	Конструкція баластної призми	Товщина шару баласту, м			Ширинам, м	
			щебеневого $h_{щ}$	гравійного	піщаної подушки $h_{п}$	Плеча баластної призми $d$	Узбіччя земляного полотна $n$
V	Щебінь	Двошарова	0,25	-	0,20	0,35	0.50

Згідно плану заданої ділянки, маємо три різних типи поперечного профілю баластної призми (рис. 3.1 та рис. 3.2)

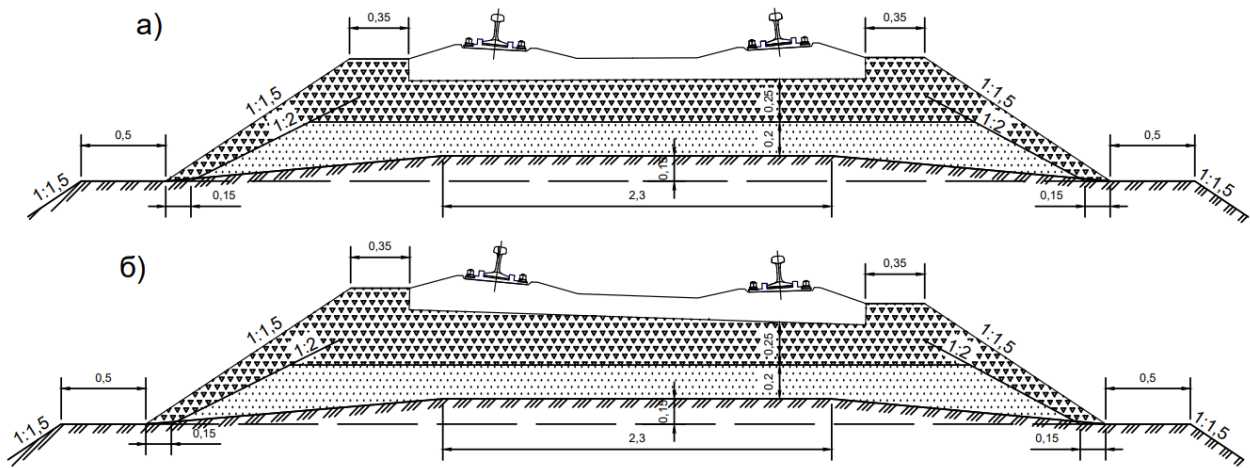


Рисунок 3.1 – Поперечні профілі баластної призми:

а – пряма одноколійна ділянка при залізобетонних шпалах; б – крива одноколійна ділянка при залізобетонних шпалах

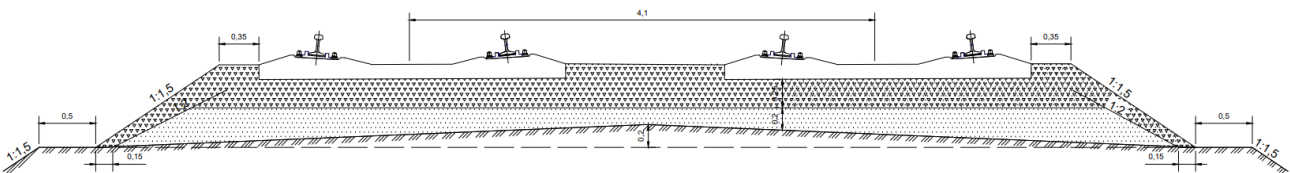


Рисунок 3.2 – Поперечний профіль баластної призми прямої двоколівної ділянки при залізобетонних шпалах

Також слід відмітити, перед початком обирання господарчих поїздів, що на 186 та 187 кілометрах ділянки А – Б прослідковується забрудненість баласту більша ніж на 20%.

### 3.2 Упорядкування варіантів організації робіт

СМ-2 – прибирання бруду з рейко-шпальної решітки

ЩОМ-4 – прибирання бруду з баласту.

УК-29/9-18 – розбирання рейко-шпальної решітки

УК-29/9-18 – укладання рейко-шпальної решітки

ХДВ – баластування

ВПО 3000 – підбивка, виправка і ущільнення щебню

ХДВм – засипка торців шпал

Р-2000 -рихтовка колії в плані

ВПр-1200 – підбивка щебню під шпали

### 3.3 Визначення довжин господарчих поїздів

При визначенні довжин поїздів треба мати на увазі, що довжина господарських поїздів, що 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.

Довжини колійних машин, локомотивів і вагонів взяті з додатку методичних вказівок.

Локомотив ТЕ10 (дві секції).

Довжина снігоочисного поїзда СМ-2:

$$l_{\text{СМ-2}} = 150 \text{ м}$$

Довжина ЩОМ-4:

$$l_{\text{ЩОМ-4}} = l_{\text{лок}} + l_{\text{ЩОМ-4}} + l_{\text{тур}} = 38 + 52 + 25 = 115 \text{ м}$$

Довжина колієрозбирального поїзда:

$$l_{\text{УК-25/9-18}} = l_{\text{лок}} + l_{\text{кр}} + n_{\text{пн}} \cdot l_{\text{пн}} + n_{\text{пм}} \cdot l_{\text{пм}} + l_{\text{пл}} + l_{\text{тур}} \quad (3.1)$$

де  $l_{\text{кр}}$  – довжина прийнятого колієрозбирального крана;

$l_{\text{пн}}, l_{\text{пм}}, l_{\text{пл}}$  – довжина платформ немоторної, моторної та лебідочної;

$n_{\text{пн}}$  – кількість немоторних платформ.

$$n_{\text{пн}} = \frac{l_{\text{фр}}}{l_{\text{лн}} \cdot n_{\text{яр}}} \cdot K_{\text{пл}} \quad (3.2)$$

Де  $n_{\text{яр}}$  – кількість ланок у пакеті, приймаємо  $n_{\text{яр}} = 5$ ;

$l_{\text{лн}}$  – довжина однієї ланки;

$K_{\text{пл}}$  – кількість платформ під один пакет, для пліти 25 м = 2.

$$n_{\text{пн}} = \frac{2100}{25 \cdot 5} \cdot 2 = 34 \text{ платформ}$$

Кількість моторних платформ колієрозбирального поїзда визначається з виразу:

$$n_{\text{пм}} = \frac{n_{\text{пн}} - 16}{10} + 1 \quad (3.3)$$

$$n_{\text{пм}} = \frac{34 - 16}{10} + 1 = 1,8 + 1 = 2,8 = 3 \text{ шт}$$

$$l_{\text{ук-25/9-18}} = 38 + 44 + 34 \cdot 15 + 3 \cdot 16 + 15 + 25 = 680 \text{ м}$$

Довжина колієукладального поїзда:

$$l_{\text{ук-25/9-18}} = l_{\text{лок}} + l_{\text{кр}} + n_{\text{пн}} \cdot l_{\text{пн}} + n_{\text{пм}} \cdot l_{\text{пм}} + l_{\text{тур}} \quad (3.4)$$

$$n_{\text{пм}} = \frac{34}{10} + 1 = 4,4 = 5 \text{ шт}$$

$$l_{\text{ук-25/9-18}} = 38 + 44 + 34 \cdot 15 + 5 \cdot 16 + 25 = 697 \text{ м}$$

Довжина хопер-дозаторної вертушки:

$$l_{\text{верт}} = n_{\text{хд}} \cdot l_{\text{хд}} + l_{\text{тур}} + l_{\text{лок}} \quad (3.5)$$

$$n_{\text{хд}} = \frac{W_{\text{щ}} - 2\Delta W_{\text{щ}}}{W_{\text{хд}}} \cdot l_{\text{фр}} \quad (3.6)$$

де  $W_{\text{щ}}$  – об'єм баласту, що вивантажується з хопер-дозаторів за нормою на 1 км, приймаємо 2200 м<sup>3</sup>;

$W_{\text{хд}}$  – обсяг баласту в одному хопер-дозаторі, приймаємо 40 м<sup>3</sup>;

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

$$n_{\text{хд}} = \frac{600 - 200}{40} \cdot 2,1 = 21 \text{ вагонів}$$

Формуємо вертушку:

$$l_{\text{верт1}} = 21 \cdot 10 + 20 + 2 \cdot 19 = 268 \text{ м}$$

Довжина малої хопер-дозаторної вертушки визначається за формулою:

$$l_{\text{хдв}}^{\text{м}} = n_{\text{хд}} l_{\text{хд}} + l_{\text{тур}} + l_{\text{лок}} \quad (3.7)$$

$$n_{\text{хд}} = \frac{100 \cdot 2,1}{40} = 5,25 = 6 \text{ шт}$$

$$l_{\text{верт м}} = 10 \cdot 6 + 20 + 19 = 99 \text{ м}$$

Довжина ВПО:

$$l_{\text{ВПО}} = l_{\text{лок}} + l_{\text{ВПО}} + l_{\text{тур}} = 19 + 28 + 25 = 72 \text{ м}$$

Довжина Р-2000:

$$l_{\text{Р-2000}} = 26 \text{ м}$$

Довжина ВПР визначаємо за допомогою додатку:

$$l_{\text{ВПР}} = 26 \text{ м}$$

Довжина ДГК:

$$l_{\text{ДГК}} = 15 \text{ м}$$



### 3.4 Визначення тривалості «вікна» необхідного для використання колійних робіт

Тривалість «вікна», яка необхідна для виконання робіт знаходиться з виразу:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{роз}} + t_{\text{вед}} + t_{\text{зг}} \quad (3.8)$$

де  $t_{\text{роз}}$  – час, необхідний для розгортання робіт включаючи час на закриття перегону;

$t_{\text{вед}}$  – час роботи ведучої машини (в даному випадку – колієукладача чи колієрозбиральника);

$t_{\text{зг}}$  – необхідний час для згортання робіт і відкриття перегону для пропуску графікових поїздів.

Час роботи ведучої машини знаходимо за формулою:

$$t_{\text{вед}} = V \cdot H_{\text{м}} \cdot \alpha_{\text{в}} \quad (3.9)$$

де  $V$  – обсяг роботи, що виражений в одиницях вимірника та прийнятий в технічних нормах часу (км, м, ланка);

$H_{\text{м}}$  – технічна норма часу роботи машини на вимірник, маш.-хв;

$\alpha_{\text{в}}$  – коефіцієнт додаткових витрат часу в «вікно» ( $\alpha_{\text{в}} = 1,00$ ).

Час роботи бригади монтерів колії дорівнює:

$$t_{\text{бр}} = \frac{V H_{\text{ч}} \alpha}{n_{\text{бр}}} \quad (3.10)$$

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

$V$  – обсяг робіт; у кожному випадку визначається довжиною ділянки на якій необхідно його виконати;

$H_{\text{ч}}$  – технічна норма витрат праці на вимірник, люд.-хв.

$\alpha$  – коефіцієнт додаткових витрат часу.

Тривалість виконання ведучої роботи з укладання нових або розбирання старих ланок укладальним краном визначаємо за формулою:

$$t_{\text{вед}} = \frac{l_{\text{фр}}}{l_{\text{лн}}} H_{\text{вед}} \cdot \alpha_{\text{в}} \quad (3.11)$$

де  $\frac{l_{\text{фр}}}{l_{\text{лн}}}$  – обсяг роботи машини на ділянці довжиною  $l_{\text{фр}}$ , дорівнює кількості ланок, що укладають або розбирають;

$H_{\text{вед}}$  – технічна норма часу на укладання чи розбирання однієї ланки, хв/ланку.

$l_{\text{лн}}$  – довжина ланки.

$$t_{\text{вед}} = \frac{2100}{25} \cdot 1,9 \cdot 1 = 159,6 = 160 \text{ хв}$$

Так як в даному випадку проектується виконання капітального ремонту з очищенням баласту машиною ЩОМ-4, час розгортання може дорівнювати:

$$t_{\text{р}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \quad (3.12)$$

де  $t_1$  – час на оформлення закриття перегону та пробіг першого робочого поїзда від станції до місця виконання робіт, приймаємо  $t_1 = 14$  хв;

$t_2$  – час, необхідний для СМ-2, щоб почати роботу та від'їхати.

$t_3$  – час, необхідний для зарядки ЩОМ, приймаємо  $t_3 = 15$  хв;

$t_4$  – інтервал часу між початком очищення баласту і початком розболчуванням стиків, хв;

$t_5$  – інтервал часу між початком розболчуванням стиків і початком розбирання колії, хв;

$t_6$  – інтервал часу між початком розбирання і початком укладання колії, хв.

Розраховуємо інтервали часу  $t_4$  та  $t_6$  за формулою (3.9). Для цього ми вже маємо довжину поїзда ЩОМ-4 = 115 м:

$$t_4 = (0,025 + 0,115) \cdot 39,6 \cdot 1 \approx 6 \text{ хв}$$

Для визначення інтервалу часу  $t_5$  необхідно знайти довжину ділянки, зайнятою бригадою з розболчування стиків та довжину колієрозбирального поїзда.

Для визначення складу бригади, розраховуємо обсяг роботи з розболчування на ділянці довжиною 2000 м з урахуванням того, що в кожному стикі колії вісім болтів:

$$V_{\text{розб}} = \left( \frac{2100}{25} + 1 \right) \cdot 8 = 680 \text{ шт}$$

Оскільки бригада працює в одному темпі з машиною ЩОМ, час розболчування стиків буде дорівнювати часу очищення баласту:

$$t_{\text{ЩОМ}} = t_{\text{розб}} = 2 \cdot 39,6 \cdot 1 \approx 80 \text{ хв}$$

Тоді кількісний склад бригади з розболчування стиків визначимо за виразом (3.8):

$$n_{\text{розб}} = \frac{680 \cdot 1,7 \cdot 1}{80} = 14,5 \text{ чол}$$

Приймаємо склад бригади 15 чол., з яких 12 працюватимуть з електрогайковими ключами, а троє обслуговуються пересувні електростанції.

Знаючи склад бригади, вираховуємо довжину ділянки, що вона займає в процесі роботи:

$$l_{\text{розб}} = \left( \frac{15}{4} - 1 \right) \cdot 25 = 70 \text{ м}$$

Довжина ділянки, на якій потрібно розболтити стики перед тим, щоб приступити до розбирання колії дорівнює:

$$L_{\text{розб}} = 50 + 70 + 680 + 25 = 825 \text{ м}$$

В цей підрахунок також включені технологічні розриви між колієрозбиральним поїздом і бригадою з розболчування – 50 м, а також між робочою та основною частиною колієрозбирального поїзда – 25 м.

Оскільки робота з розболчування стиків виконується в темпі машини ЩОМ, час  $t_5$  можна визначити за формулою (3.9):

$$t_5 = 0,825 \cdot 39,6 \cdot 1 \approx 33 \text{ хв}$$

Визначаємо інтервал часу  $t_5$  для розриву між колієрозбиральним і колієукладальним краном 100 м:

$$t_6 = \frac{100}{25} \cdot 1,7 \cdot 1 \approx 7 \text{ хв}$$

$$t_2 = 0,175 \cdot 36,0 \cdot 1 = 6,3 \approx 7 \text{ хв}$$

Таким чином, час розгортання робіт складе 82 хв.

Щоб знайти час згортання робіт, використовуємо формулу:

$$t_3 = t'_1 + t'_2 + t'_3 \quad (3.13)$$

Інтервал часу  $t'_1 = 10$  хв. Для знаходження значення інтервалу часу  $t'_2$  з виразу (3.7) знайдемо обсяг закінчення роботи машиною ВПР.

$$V_{\text{ВПР}} = 1203 + 75 + 25 \cdot 8 = 1478 \text{ м}$$

Тоді інтервал часу  $t'_2$ :

$$t'_2 = 1,478 \cdot 33,9 \cdot 1 = 50,1 \text{ хв}$$

де 33,9 хв/км – норма роботи машини ВПО, у темпі якої працюють усі машини після зупинки для укладання рубок.

Приймаємо  $t'_3 = 10$  хв та визначаємо час згортання робіт за формулою (3.11):

$$t_3 = 10 + 50 + 10 = 70 \text{ хв}$$

Заходимо необхідну тривалість «вікна» для капітального ремонту ділянки колії:

$$T_B = 82 + 160 + 70 = 312 \text{ хв} = 5 \text{ год } 12 \text{ хв}$$

### 3.4 Складання відомості витрат праці

Підрахунок витрат праці на всі роботи, що виконуються на перегоні при модернізації колії оформлюються у вигляді відомості (таблиця 3.2). В відомості приводимо кількість робітників, що зайняті на виконанні кожної операції, а також тривалість роботи машин і монтерів колії.

У стовпці 5 і 6 заносимо норми витрат праці робітників і норми часу роботи машин у розрахунку на вимірник.

Обсяг роботи на кожну операцію підраховуємо для ділянки довжиною, рівною фронту робіт, і заносимо до стовпця 4 у розрахунку на вимірник, що приводиться у стовпці 3.

У стовпці 7 заносимо витрати праці для кожної роботи, обчислюємо за виразом:

$$Q = V \cdot H_a \quad (3.14)$$

де  $V$  – обсяг кожної роботи (стовпець 4);

$H_a$  – технічна норма витрат праці (стовпець 5).

Дані стовпця 8 отримуємо з виразу:

$$Q = Q' \cdot a \quad (3.15)$$

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

Таблиця 3.2 – Технічні норми витрат на роботи з ремонту колії

Найменування роботи	Вимірник	Кількість робіт	Технологічна норма витрати праці на вимірник, люд. хв	Технологічна норма часу роботи машин на вимірник, маш. хв	Витрати праці		Кількість робітників	Тривалість робіт, хв.		Номери бригад і табельні номери
					На роботу	з урахуванням відпочинку		робочих	машин	
<b>Підготовчі роботи</b>					$\alpha=1,15$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Зняття колійних знаків:  - малих  - великих	знак	14	17,28	-	241,92	278,21	2	-	-	
		14	39,29	-	145,16	166,93	2	-	-	
2. Розбирання постійного з-б. на стику з укладанням дерев. тимчас.	м <sup>2</sup>	13	30,65	-	398,45	458,22	5	-	-	
3. Розболчювання і зняття 2, 5 болтів у стиках	болт	340	1,5	-	510	586,5	6	-	-	
4. Випробування і змащення стикових болтів	болт	680	2,56	-	1740,8	2001,9 2	6	-	-	

5. Закріплення шпал забиванням додат. кост. на 15% шпал	костиль	4891	0,41	-	2005,3 1	2306,1 1	2	-	-	
6. Закріплення шпал забиванням 50% костилів	костиль	16304	0,065	-	1059,7 6	1218,7 2	2	-	-	
7. Розрядка напружень у плітках безстикової колії	км	2,1	16800	-	35280	40572	18	-	-	
Разом	<b>47588,61</b>									
<b>Основні роботи у «вікно» <math>\alpha = 1</math></b>										
1. Оформлення закриття перегону, пробіг машини до місця робіт	хв.	14	-	-	-	-	-	14	-	-
2. Підготовка місця для зарядки ЩОМ	місце	2	482	-	964	964	12	36	-	
3. Підготовка місця для зарядки ВПО-3000	місце	2	372	-	744	744	6	66	-	
4. Розбирання тимчасового переїзного настилу	м <sup>2</sup>	13	7,2	-	93,6	93,6	2	-	-	
5. Збирання сміття машиною СМ-2	км	2,1	36,0	12,0	75,6	75,6	3	-	25,2	
7. Зарядка машини типу ЩОМ-4	місце	2	165	15	330	330	11	-	30	
8. Очищення щебеню ЩОМ-4	км	2,1	435,6	39,6	914,76	914,76	11	-	83,16	
9. Розрядка машини типу ЩОМ-4	місце	2	143	13	286	286	11	-	26	

10. Очищення щєбню в місцях перешкод для роб. м.	м	40	117,2	-	4688	4688	1	-	-	
11. Розболчювання стиків з установкою штирів ОПМС-8	болт	680	1,7	-	1156	1156	10	-	-	
12. Розбирання колії УК-25/9-18 з-б. шпали, 25м	ланка	84	28,5	1,9	2394	2394	15	-	159,6	
13. Планування баластного шару, щєб. баласт	км	2,1	35,9	35,9	75,39	75,39	1	-	75,39	
14. Укладання колії УК-25/9-18, з.б шпали 25м	ланка	84	39,9	1,9	3192	3192	16	-	159,6	
15. Постановка норм. стикових зазорів (з.б. шпали)	стик	85	5,7	1,9	484,5	484,5	3	-	161,5	
16. Постановка накладок і зболчювання стиків ключем	стик	85	18,21	-	1475,0 1	1475,0 1	10	-	-	
17. Виправлення шпал по мітках, з.б шпали (2%)	шпала	75,52	4,28	-	323,23	323,23	2	-	-	
18. Заготівля і укладання рейкових рубок, з.б шпали	рубка	2	64,21	-	128,42	128,42	6	-	-	
19. Рихтування колії з постановкою на вісь краном РГУ-1 (50%) Шпали з.б	м	1050	0,575	0,115	603,75	603,75	5	-	121	
20. Улаштування ізолюючих стиків	стик	1	210	-	210	210	6	-	-	

21. Вивантаження баласту з ХДВ	м <sup>3</sup>	600	0,56	0,14	336	336	2	84	84	(-) 4
22. Виправлення колії із суцільним підбиттям шпал ВПО-3000М	км	2,1	237,3	33,9	497,7	497,7	7	71,9	71,9	7
23. Постанов. рейк. з'єднувань за допомогою ДГКу	стик	85	5,18	1,035	440,3	440,3	2	87,98	87,98	
24. Засипання торців шпал після рихтування, машиною ХДВм	м <sup>3</sup>	200	0,56	0,14	112	112	2	28	28	
25. Рихтування колії машиною Р-2000	км	2,1	90	30	189	189	3	63	63	
26. Приведення машини ВПР-1200 у раб. положення	місце	1	25,2	8,4	25,2	25,2	3	8,4	8,4	
27. Вибіркова виправка колії ВПР-1200	шп	401	0,2136	0,0712	85,65	85,65	3	28,55	28,55	
28. Приведення машини ВПР-1200 у транспортне положення	місце	1	18,9	6,3	18,9	18,9	3	6,3	6,3	
<b>Разом</b>					<b>19843,01</b>					
<b>Основні роботи після «вікна»</b>					<b>α=1,15</b>					
29. Підтягування стикових болтів, які ослабли	болт	340	0,52	-	176,8	203,3 2	8	20,4	-	
30. Укладання тимчасового переїзного настилу	м <sup>2</sup> настилу	13	13	-	169	194,3 5	8	30	-	
31. Засипання шпальних ящиків баластом у місцях перешкод	км	0,42	7,82	-	312,8	359,7 2	6	38	-	

32. Постановка 2го і 5го стикових болтів	болт	340	1.7	-	578	664,7	8	-	-	
<b>Разом</b>					<b>1422,09</b>					
<b>Опоряджувальні роботи <math>\alpha=1,15</math></b>										
1. Розбирання тимчасового переїзного настилу	м <sup>2</sup> настилу	13	7,2	-	93,6	107,6 4	4	-	-	
2. Нарізка кюветів колійним стругом	км	0,42	184,0	92,0	77,28	88,87	2	-	44,44	
3. Устрій виходів із кюветів	м <sup>3</sup>	17	47,3	-	804,1	924,7 2	4	-	-	
4. Очищення кювета у місцях перешкод	м <sup>3</sup>	17	86,3	-	1467,1	1687, 17	4	-	-	
5. Зрізання узбіч в місцях перешкод для роботи струга	м <sup>3</sup>	17	16,2	-	275,4	316,7 1	4	-	-	
6. Планування узбіччя земляного полотна	м	4200	5,4	-	22680	2608 2	4	-	-	
7. Опрядж. бал. призми	м	1050	4,05	-	4252,5	4890, 38	4	-	-	
8. Планування міжколії	м	2100	2,04	-	4284	4926		-	-	
9. Планування нагірних каналів	метр канави	43	8,44	-	362,92	417,3 6	2	-	-	
10. Рихтовка кривих за розрахунковою машиною: Р-2000	км	0,63	90	30	56,7	65,21	3	-	18,9	

11. Приведення машини ВПР-1200 у робоче положення	місце	1	25,2	8,4	25,2	28,98	3	-	8,4	
12. Суцільна виправка і рихтування за допомогою ВПР-1200	шпала	3776	0,2136	0,0712	806,55	927,54	3	-	309,18	
13. Приведення машини ВПР-1200 у транспортне положення	місце	1	18,4	6,3	18,4	21,16	3	-	6,3	
14. Вивантаження баласту з хопер-дозатора, щебеневий баласт.	м3	17	0,56	0,14	9,52	10,95	2	-	2,38	
15. Установка знаків:										
- великих	знак	14	58,2	-	814,8	937	2	-	-	
- малих		4	26,4	-	369,6	425	2	-	-	
<b>Разом</b>						<b>41856,69</b>				
<b>Інші роботи</b>										
1. Витрати праці на лікувальні й оздоровчі заходи для земляного полотна	км	0,42	9600	-	4032	-	-	-	-	-
2. Витрати праці нових і розбирання старих ланок на стенді вироб. б.:	км									
- шпали до ремонту дерев'яні, після ремонту залізобетонні		2,1	55948	-	117490,8	-	-	-	-	-

### 3.5 Розробка графіку основних робіт

Основні роботи поділяються на роботи, що виконуються у «вікно» та після «вікна». Для зручності проектування роботи, що входять у технологічний процес, зображуємо у вигляді графіка. Для його побудови

по осі абсцис відкладаємо відстань, а по осі ординат – час. Побудову графіка основних робіт виконуємо 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, привласнюють їм табельні номери та вирішують питання про їх перехід з роботи на роботу.

Горизонтальний масштаб вибираємо 1:20, а вертикальний в  
1 см – 10 хв.

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

Потім починаємо складати графік основних робіт показаний на рисунку (рисунок 3.4).

Відкладаємо час на оформлення закриття перегону, зняття напруги та пробіг машин до місця робіт ( $t_l = 14$  хв), потім час роботи СМ ( $t_{CM} = 25$  хв). За ним виходить ЩОМ-4, що розчищає РШР й баласт. Після чого, з безпечним інтервалом в 4 хвилини, у роботу вступає бригада по розбовчуванню стиків. Вона працює в темпі ЩОМ-4 до початку роботи колієрозбирального поїзда, що починає працювати слідом за бригадою з розболчування стиків.

Після початку роботи колієрозбиральника темп роботи бригади з розболчування стиків зменшується і всі люди, що звільнилися при цьому, переходять на виконання інших робіт, а саме: постановку накладок, поправку шпал по мітках та рихтовку колії з постановкою на вісь.

Від точки початку роботи колієрозбирального поїзда відкладаємо тривалість його роботи та, з'єднуючи точки початку та кінця фронту робіт, показуємо його роботу.

Слідом за колієрозбиральним поїздом через інтервал вступає в роботу колієукладач.

Між колієрозбиральником та колієукладальником, пропускаємо комплект тракторів для планування щебеневого баласту.

Слідом за колієукладальним краном через інтервал починає працювати бригада, що здійснює постановку накладок та зболчування стиків разом з трактором з торцевою плитою для постановки нормальних стикових зазорів. Робота з установки нормальних стикових зазорів виконується одночасно з укладанням колії, в його темпі.

Інтервал між головною частиною колієукладальника та бригадою, що встановлює накладки, знаходиться з умови, що головна частина колієукладального поїзда віддалилася від початку робіт на безпечну відстань 25 м. Разом з бригадою, що встановлює накладки у роботу вступає бригада з перегонки шпал по мітках. Слідом за бригадою, що переганяє шпали по мітках, починає працювати бригада, що виконує рихтування колії з постановкою на вісь. Ці роботи виконуються в темпі колієукладача.

Слідом за бригадою з рихтовки колії на ділянку, що ремонтують, з мінімальним інтервалом виїжджає состав хопер-дозаторів для вивантаження щебеню.

Необхідно мати на увазі, що після закінчення роботи колієукладача на відводі укладають укорочену ланку (рубку). Поки вона не покладена, колієукладальний поїзд не може виїхати з ділянки та змушений стояти, очікуючи укладання рубок ( $t'_1 = 10$  хв.), наступні поїзди також стоять. Робоча швидкість руху хопер-дозаторів 3... 15 км/год. Але він їде за колієукладачем, тому на графіку показуємо його роботу в темпі колієукладача до зупинки на час укладання рубок. Після

укладання рубок усі робочі поїзди йдуть у темпі ВПО-3000м, що є ведучою машиною на завершаючому етапі «вікна».

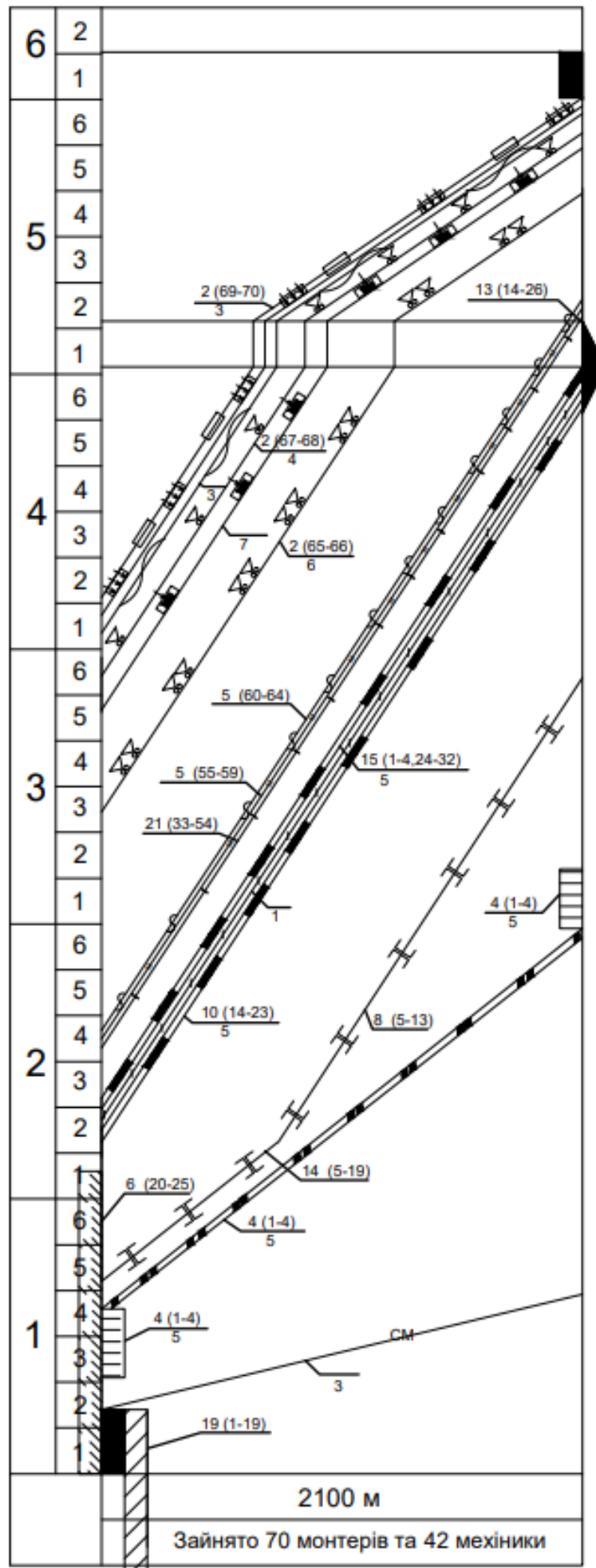
За хопер-дозаторним составом з інтервалом  $\Delta l = 25$  м та довжиною господарчого поїзду продовжується робота. Вступає в дію ВПО-3000м для виконання робіт з виправки та рихтування колії, потім у роботу вступає мала хопер-дозаторна вертушка, яка засипає кінці і торці шпал. Закінчує ланцюжок ВПР-1200, що виправляє колію у місцях зарядження, розрядження ВПО, у місцях перешкод для неї та у місцях відступів, останньою їде ДГКу, яка ущільнює баласт та регулює, контролює стабілізує колію без порушення профілю, плану та рівня. Умови руху всіх цих составів визначаються їхнім розміщенням на колії один за одним з інтервалом не менше 25 м (з міркувань безпеки).

Слідом за проїздом останньої машини роботи у «вікно» закінчуються, але потрібно врахувати час на оформлення відкриття перегону ( $t_3 = 10$  хв.)

Далі розподілимо монтерів колії та машиністів по усіх роботах що виконуються.

Розробка графіка основних робіт закінчується визначенням кількості монтерів колії та машиністів, які зайняті у «вікно», а також наданням табельних номерів і оприділення по бригадно монтерів колії. Після цього, бригади і табельні номери монтерів вписуємо у відомість витрат праці.

a)



б)

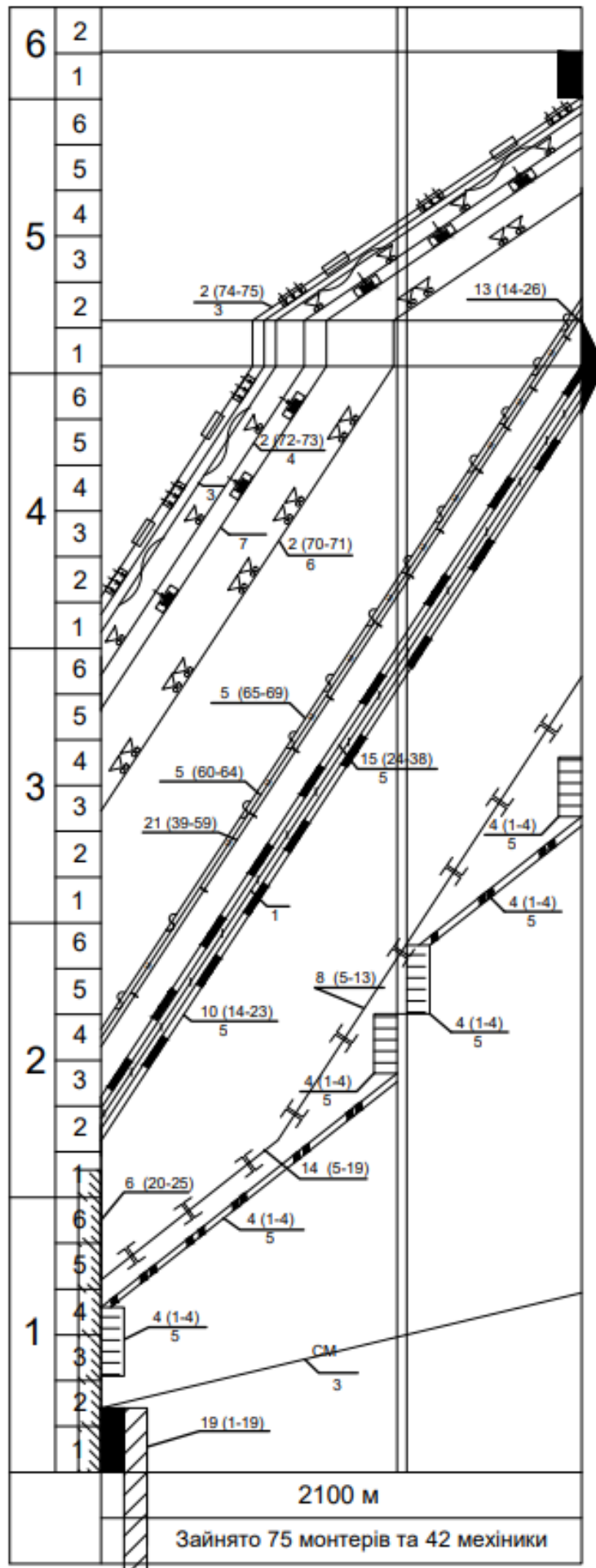


Рисунок 3.4 – Графік виконання основних робіт: а) перший день; б) другий день

### 3.6 Технологічний опис графіку виконання основних робіт

Перед виконанням роботи машиною СМ-2 головною й основною задачею якого є – очистити РШР від забруднення, виконуються підготовчі роботи, а саме підготовка місця зарядження ЩОМ-4. Закривається перегін. Свою роботу починає поїзд СМ-2, який обслуговує 3 механіки. За ним, через 6 хвилин, задля безпеки праці, починається зарядка ЩОМ, яку виконуються 4 монтери колії, далі м.к., з 5 механіками. ЩОМ-4 очищує баласт, що за умовою, на 186 та 187 кілометрах, забруднений на більше, ніж 20%. Після нього, дотримуючись безпечної відстані, від початку роботи, і до виходу на колію розбірного крану, в його темпі працюють монтери колії, що розболчують стики, як розбірний кран виходить – вони починаються працювати у його темпі. Розбірний кран УК-25/9-18, для того щоб зняти стару РШР, з яким працюють 10 м.к. та 5 механіків, слідом за ним їде один трактор, що виправляє/зрізає баласт після роботи крану, дотримуючись безпечної відстані. Слідом, на безпечній відстані, їде укладальний кран УК-25/9-18, з яким працюють вже 15 м.к. та 5 механіків, що укладає РШР. Після початку роботи укладального крану, на колію виходять монтери колії, що займаються: 1 – установкою накладок та зболчують стики, 21 м.к.; 2 - поправляють шпали по міткам 5 м.к.; 3 – рихтують колію з постановкою її на вісь 5 м.к. За цими трьома бригадами, починає свою роботу ХДВ, яка висипає баластовий щебень, що запланований для капітального ремонту, без змін у висоті баласту. Виправляємо баласт за допомогою ВПО-3000, який обслуговує 7 механіків. За ВПО-3000 готуємо ХДВ мале, воно потрібно, щоб підсипати десь під шпали баласт, по торцям, тощо. Далі випускаємо Р-2000, що займається рихтуванням колії, виправляємо колію в плані. По завершенню проходить машина ВПР-1200, що займається підбивкою колії. На кінець, до обідньої перерви, проходить ДГКу, що призначена

для перевозки елементів ВБК та інших вантажів, монтерів колії, працюючих бригад та КМСів.

### 3.7 Підрахунок потреби в робочій силі для виконання основних робіт

Кількість монтерів колії та машиністів по усіх роботах, що виконуються за допомогою машин знаходимо за формулою:

$$n_{\text{МК}} = \frac{Q}{t} - n_{\text{М}} \quad (3.16)$$

де  $Q$  – витрати праці по даній роботі (таблиця 3.2, стовпець 7);

$t$  – час роботи машини на даній роботі (стовпець 11);

$n_{\text{М}}$  – число машиністів, що обслуговує дану машину.

$$n_{\text{МК (ЩОМ-4)}} = \frac{914,76}{83,16} - 5 = 6 \text{ чол}$$

$$n^{\text{роз}}_{\text{МК (УК-25/9-18)}} = \frac{2394}{159,6} - 5 = 10 \text{ чол}$$

$$n^{\text{укл}}_{\text{МК (УК-25/9-18)}} = \frac{3192}{159,6} - 5 = 15 \text{ чол}$$

Кількість монтерів, що працюють самі, визначаємо по формулі:

$$n_{\text{МК}} = \frac{Q}{t} \quad (3.17)$$

$$n_{\text{МК (розб.стиків)1}} = 14 \text{ чол}$$

$$n_{\text{МК (розб.стиків)2}} = 8 \text{ чол}$$

$$n_{\text{МК (пост.накладок)}} = \frac{1475,01}{76,51} + 1 = 21 \text{ чол}$$

$$n_{\text{МК (випр.шп.)}} = \frac{323,23}{76,51} = 5 \text{ чол}$$

$$n_{\text{МК (рихт.к.)}} = 5 \text{ чол}$$

$$n_{\text{МК (рубки)}} = \frac{128,42}{10} = 13 \text{ чол}$$

$$n_{\text{МК (під.ВПО і ЩОМ-4)}} = \frac{(914,76 + 497,7)}{97,6} = 15 \text{ чол}$$

### 3.8 Визначення виробничого складу КМС, необхідного для виконання усіх робіт за прийнятим варіантом

Кількість робітників, що необхідна для щоденного виконання підготовчих опоряджувальних робіт на перегоні, визначасмо з виразу:

$$n_{\text{щод}} = \frac{Q_{\text{підг}} + Q_{\text{опр}} - (n_{\text{в}} - n_{\text{пв}})T_{\text{пв}} - Q_{\text{маш}}}{(d-1)T_{\text{зм}}} \quad (3.18)$$

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

$d$  – періодичність надання «вікон»;

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

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

$\sum n_i \cdot t_i$  – трудомісткість робіт, що можуть виконати люди, що звільнилися раніше кінця «вікна».

$$\begin{aligned} n_{\text{щод}} &= \frac{Q_{\text{підг}} + Q_{\text{опр}} - (n_{\text{в}} - n_{\text{пв}})T_{\text{пв}} - Q_{\text{маш}}}{(d-1)T_{\text{зм}}} \\ &= \frac{47588,61 + 41856,69 - (123 - 8) \cdot 312 - 1142,71}{480} = 109 \text{ чол} \end{aligned}$$

Кількість монтерів колії на базі КМС визначаємо з формули:

$$n_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{б}} + \Delta n \cdot T_{\text{зМ}}}{d \cdot T_{\text{зМ}}} - n_{\text{маш}}^{\text{б}} \quad (3.19)$$

$$n_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{б}} + \Delta n \cdot T_{\text{зМ}}}{d \cdot T_{\text{зМ}}} - n_{\text{маш}}^{\text{б}} = \frac{121522,8 + 165 \cdot 480}{2 \cdot 480} - 10 = 209 \text{ чол}$$

де  $Q_{\text{б}}$  – витрати праці на збирання та розбирання ланок колійної решітки на базі, та інші витрати праці на базі КМС;

$n_{\text{маш}}^{\text{б}}$  – кількість машиністів, що обслуговують механізми на базі, відповідно до застосованих технологічних процесі.

По табельним номерам монтерів колії розбивають на бригади. У виробничий склад КМС включаються також виконавці робіт (по 1 чол. на колону), шляхові майстри (1 чол. на 3-4 бригади), майстер з експлуатації машин на базі, пісобні робітники, сигналісти та два телефоністи.

Кількість монтерів на лікування зем. полотна залежить від умов виконання робіт:

$$n_{\text{лік}} = \frac{Q_{\text{лік}}}{d \cdot T_{\text{зМ}}} \quad (3.20)$$

$$n_{\text{лік}} = \frac{Q_{\text{лік}}}{d \cdot T_{\text{зМ}}} = \frac{4032}{2 \cdot 480} = 5 \text{ чол}$$

Кількість водоносів:

$$n_{\text{водоносів}} = \frac{n_{\text{б}}}{25} = 7 \text{ чол}$$

Кількість сигналістів визначаємо за формулою:

$$n_{\text{сигналістів}} = 4 = 4 \text{ чол}$$

Тоді загальна кількість монтерів колії на КМС дорівнює:

$$n_{\text{МК}} = n_{\text{щод}} + n_{\text{б}} + n_{\text{лік}} + n_{\text{сигналістів}} + n_{\text{водоносів}} = 109 + 209 + 5 + 4 + 7 = \\ = 334 \text{ м. к.}$$

### 3.9 Розробка графіку робіт по днях

Розробку графіку виконуємо у декілька етапів:

1) Розробляємо основу графіку робіт, приймаючи вертикальний масштаб у 1 см: 100 хв, а горизонтальний, у 1 см: 500 м. Таким чином, кожен прямокутник відповідає визначеній ділянці довжиною  $l_{\text{фр}}$  на перегоні, де виконуються роботи, та порядковому номеру робочого дня.

2) Завантажуємо роботою монтерів колії, що звільнилися від основних робіт у «вікно». Це повинні бути роботи, що виконуються після роботи машин.

3) Показуємо підготовчі роботи.



6		O <sub>2</sub>
5		O <sub>1</sub>
4	O <sub>2</sub>	$n_{пв} = 8$  $n_{в} = 75$
3	O <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>
2	$n_{пв} = 8$  $n_{в} = 70$	
1	П <sub>1</sub>	
	1	2
	Ділянки довжиною $l_{фр}$	

Рисунок 3.5 – Графік розподілу робіт по днях



## 4 РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЛЯНКИ ОБХОДУ

### 4.1 Перевірка основних геометричних параметрів ділянки обхідної колії

Для початку визначення й перевірки основних геометричних параметрів ділянки обхідної колії використовуємо задані параметри кривих для розрахунку  $E$  – величину зміщення колії. Для цього розрахунку будемо використовувати формулу:

$$E + (R + p)(1 - \cos\theta) - (2T + d)\sin\beta = 0 \quad (4.1)$$

де  $p$  – зміщення кругової кривої при влаштуванні перехідної кривої:

$$p = \frac{l_0^2}{24R} \quad (4.2)$$

$$p = \frac{3600}{24 \cdot 700} = 0,214$$

$\theta$  – кут між кривими,  $\theta = 9,4 - 9,13 = 0,27$  град

$T$  – тангенс кривої;

$$T = (R + p) \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + m \quad (4.3)$$

Усі компоненти даної формули є у вихідних, окрім  $m$  – відстань від початку перехідної кривої до проекції нового центра кривої. Знаходимо її через формулу:

$$m = \frac{l_0}{2} = 30$$

Маючи вже всі потрібні дані, розраховуємо тангенс за формулою (4.3):

$$T = (700 + 0,214) \cdot tg \frac{9,3}{2} + 30 = 86,95$$

Ця формула в загальному значенні використовується, як для перевірки правильності виконаних обчислень по зміщенні колії при непаралельному розташуванні існуючого напрямку та обхідної колії, але нам потрібно визначити  $E$ .

Підставляємо усі значення до формули (4.1) та знаходимо значення  $E$ :

$$\begin{aligned} E &= (2T + d)\sin\beta - (R + p)(1 - \cos\theta) \\ &= (2 \cdot 86,95 + 107,42) \cdot \sin(9,3) - (700 + 0,214)(1 - \cos(0,27)) \\ &= 45,462 - 0,008 = 45,454 \end{aligned}$$

Розрахунки, для перевірки даних, проводяться з використанням наступних залежностей:

$$\left. \begin{aligned} tg\psi &= \frac{d+2m}{2(R+p)}; \\ \cos\gamma &= \left(1 - \frac{E+(R+p)(1-\cos\theta)}{2(R+p)}\right) \cos\psi; \\ \beta &= \gamma - \psi; \beta_1 = \beta - \theta; \\ K &= 0,017453 \cdot \beta \cdot R + l_0; K_1 = 0,017453 \cdot \beta_1 \cdot R + l_0; \\ T &= (R + p) \cdot tg \frac{\beta}{2} + m; T_1 = (R + p) \cdot tg \frac{\beta_1}{2} + m; \\ L &= 2(R + p)\sin\beta + (d + 2m)\cos\beta + m - (R + p)\sin\theta + m\cos\theta. \end{aligned} \right\} (4.4)$$

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 & \operatorname{tg}\psi = \frac{107,42+2\cdot 30}{2\cdot 700,214} = 0,1196; \\
 & \psi = \operatorname{arctg}(0,1196) = 6,82 \text{ град} \\
 & \cos\gamma = \left(1 - \frac{E+(R+p)(1-\cos\theta)}{2(R+p)}\right) \cos\psi = \left(1 - \frac{45,454+0,008}{1400,428}\right) \cos(6,82) = 0,9607; \\
 & \gamma = \operatorname{arccos}(0,9607) = 16,1164 \text{ град} \\
 & \beta = \gamma - \psi = 16,1164 - 6,82 = 9,2964 \text{ град}; \\
 & K = 0,017453 \cdot \beta \cdot R + l_0 = 173,58; \\
 & T = (R + p) \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + m = 700,214 \cdot \operatorname{tg} \frac{9,2964}{2} + 30 = 86,93; \\
 & \beta_1 = \beta - \theta = 9,2964 - 0,27 = 9,0264 \text{ град}; \\
 & T_1 = (R + p) \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2} + m = 700,214 \cdot \operatorname{tg} \frac{9,0264}{2} + 30 = 85,27; \\
 & K_1 = 0,017453 \cdot \beta_1 \cdot R + l_0 = 170,28; \\
 & L = 2(R + p)\sin\beta + (d + 2m)\cos\beta + m - (R + p)\sin\theta + m\cos\theta = 448,15
 \end{aligned} \right\}
 \end{aligned}$$

$$E + (R + p)(1 - \cos\theta) - (2T + d)\sin\beta = 45,462 - 45,439 = 0,023$$

З цього розрахунку слідує, що розрахункова довжина першої кривої зменшилась з часом експлуатації на 36 см. А геометричні параметри другої кривої зовсім не зійшлись, обумовлюємо це експлуатаційним зносом кривої.

Перевірка параметрів показала, що геометричні параметри вірні, тому переходимо до розрахунку іншої частини ділянки обходу.

$$p = \frac{3600}{24 \cdot 880} = 0,171$$

$$T = (880 + 0,171) \cdot \operatorname{tg} \frac{9,89}{2} + 30 = 106,15$$

$$\begin{aligned}
 E &= (2 \cdot 106,15 + 53,03) \cdot \sin(9,89) - (880 + 0,171)(1 - \cos(0,27)) \\
 &= 45,572 - 0,01 = 45,562
 \end{aligned}$$

Знову робимо перевірку геометричних даних, але вже другої частини:

$$\begin{aligned}
 \operatorname{tg}\psi &= \frac{53,03+2\cdot 30}{2\cdot 880,171} = 0,0642; \\
 \psi &= \operatorname{acrtg}(0,0642) = 3,6734 \text{ град} \\
 \cos\gamma &= \left(1 - \frac{45,562+0,01}{1760,342}\right) \cos(3,6734) = 0,9721; \\
 \gamma &= \operatorname{arccos}(0,9721) = 13,5661 \text{ град} \\
 \beta &= \gamma - \psi = 13,5661 - 3,6734 = 9,8927 \text{ град}; \\
 K &= 0,017453 \cdot \beta \cdot R + l_0 = 211,94; \\
 T &= (R + p) \cdot \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} + m = 880,171 \cdot \operatorname{tg}\frac{9,8927}{2} + 30 = 106,18; \\
 \beta_1 &= \beta - \theta = 9,8927 - 0,27 = 9,6227 \text{ град}; \\
 T_1 &= (R + p) \cdot \operatorname{tg}\frac{\beta_1}{2} + m = 880,171 \cdot \operatorname{tg}\frac{9,6227}{2} + 30 = 104,09; \\
 K_1 &= 0,017453 \cdot \beta_1 \cdot R + l_0 = 207,79; \\
 L &= 2(R + p)\sin\beta + (d + 2m)\cos\beta + m - (R + p)\sin\theta + m\cos\theta = 448,15
 \end{aligned}$$

Проводимо перевірку знайдених параметрів кривих обходу:

$$E + (R + p)(1 - \cos\theta) - (2T + d)\sin\beta = 45,572 - 45,595 = -0,023$$

Перевірка показує відхилення у допустиме значення, й те, що від розрахунку обхідка ділянка відійшла на 2,3 сантиметри. Крива першої ділянки, у ході експлуатації зменшилась на 1,42 м у порівнянні з розрахунковим значенням. Обидві ліві криві на ділянці обходу у ході експлуатації втратили свої розрахункові значення геометричних параметрів. Як видно з наведеної схеми (див. рис. 2.6) кут повороту другої зворотної кривої  $\beta_1$  менше кута повороту першої кривої  $\beta$ . Відповідно менша довжина кривої  $K_1$ .

#### 4.2 Перевірка рекомендованого підвищення і рекомендації щодо допустимих швидкостей руху

На початок цього підрозділу порахуємо величини непогашених прискорень для пасажирських та вантажних поїздів за формулою, для усіх кривих ділянки обходу:

$$\alpha_{\text{нп}} = \frac{V_{\Phi}^2}{3,6^2 R} - 0,00613h \quad (4.5)$$

де  $V_{\Phi}$  - фактична максимальна або мінімальна швидкість руху пасажирських і вантажних поїздів, км/год;

$h$  - підвищення, що оцінюється, мм.

$$\alpha_{\text{нп,пас1}} = \frac{10000}{12,96 \cdot 700} - 0,00613 \cdot 64 = 0,71 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha_{\text{нп,пас2}} = \frac{10000}{12,96 \cdot 950} - 0,00613 \cdot 87 = 0,28 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha_{\text{нп,пас3}} = \frac{10000}{12,96 \cdot 1100} - 0,00613 \cdot 80 = 0,21 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha_{\text{нп,пас4}} = \frac{10000}{12,96 \cdot 880} - 0,00613 \cdot 80 = 0,39 \text{ м/с}^2$$

З розрахунків бачимо, що усі криві відповідають допустимому значенню непогашеного прискорення для пасажирських поїздів, а саме  $0,7 \text{ м/с}^2$ , окрім першої кривої, значення непогашеного прискорення якої рівне  $0,71 \text{ м/с}^2$ .

$$\alpha_{\text{нп,вант1}} = \frac{6400}{12,96 \cdot 700} - 0,00613 \cdot 64 = 0,31 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha_{\text{нп,вант2}} = \frac{6400}{12,96 \cdot 950} - 0,00613 \cdot 87 = -0,01 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha_{\text{нп,вант3}} = \frac{6400}{12,96 \cdot 1100} - 0,00613 \cdot 80 = -0,04 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha_{\text{нп,вант4}} = \frac{6400}{12,96 \cdot 880} - 0,00613 \cdot 80 = 0,07 \text{ м/с}^2$$

З розрахунків бачимо, що знову усі криві відповідають допустимому значенню непогашеного прискорення для вантажних поїздів, а саме  $0,3 \text{ м/с}^2$ , окрім першої кривої, значення непогашеного прискорення якої рівне  $0,31 \text{ м/с}^2$ . В цьому випадку слід передивитись величину підвищення зовнішньої рейки, або знизити швидкість й пасажирських, й вантажних поїздів.

Порахуємо нові допустимі швидкості для пасажирських та вантажних поїздів за формулою:

$$V_{\text{доп}} = 3,6 \cdot \sqrt{R \cdot ([\alpha_{\text{нп}}] + 0,00613 \cdot h_{\text{рек}})} \quad (4.6)$$

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

$$V_{\text{доп,пас1}} = 3,6 \cdot \sqrt{700 \cdot (0,7 + 0,00613 \cdot 64)} = 99,55 \approx 100 \text{ км/год}$$

$$V_{\text{доп,вант1}} = 3,6 \cdot \sqrt{700 \cdot (0,3 + 0,00613 \cdot 64)} = 79,25 \approx 80 \text{ км/год}$$

Порахувавши у проблемних частинах ділянках обходу допустимі швидкості бачимо, що розрахунок зводиться до фактично установлених швидкостей. Це означає, що скоріше за все маємо окремий випадок, в яких для зменшення обмежень найбільшої допустимої швидкості в кривих, з дозволу Укрзалізниці норма непогашеного прискорення для поїздів може бути підвищена.

Також для даної ділянки обходу визначаємо допустиму швидкість руху в залежності від крутизни відводу підвищення зовнішньої рейки в кривій.

Таблиця 4.1 – Допустимі швидкості руху в залежності від крутизни відводу підвищення зовнішньої рейки в кривій

Крутизна відводу підвищення зовнішньої рейки, мм/м	Максимально допустима швидкість руху, км/год
до 0,67 включно	160
понад 0,67 до 0,7 включно	140
понад 0,7 до 1,0 включно	120
понад 1,0 до 1,2 включно	110
понад 1,2 до 1,4 включно	100
понад 1,4 до 1,6 включно	90
понад 1,6 до 1,9 включно	80
понад 1,9 до 2,3 включно	70
понад 2,3 до 2,7 включно	60
понад 2,7 до 3,0 включно	50
понад 3,0 до 3,1 включно	40
понад 3,1 до 3,5 включно	25
понад 3,5 до 4,5 включно	15
понад 4,5	Закриття руху поїздів

Крутизну відводу підвищення визначаємо за формулою:

$$i = \frac{h}{l} \quad (4.7)$$

де  $h$  - фактичне підвищення, або те, що рекомендується, мм;

$l$  – довжина перехідної кривої, м.

$$i_1 = \frac{64}{60} = 1,07 \text{ мм/м}$$

$$i_2 = \frac{87}{60} = 1,45 \text{ мм/м}$$

$$i_3 = i_4 = \frac{80}{60} = 1,33 \text{ мм/м}$$

За формулою (4.7) визначили крутизну відводу підвищення та допустиму швидкість для чотирьох радіусів. У першій отримали  $i_1 = 1,07$  мм/м, що дорівнює 110 км/год (див. табл. 4.1); в другій кривій отримали  $i_2 = 1,45$  мм/м, що дорівнює 90 км/год (див. табл. 4.1); в третій та четвертій отримали  $i_3 = i_4 = 1,33$  мм/м, що дорівнює 100 км/год.

З цього розрахунки ми повинні ввести обмеження у 90 км/год для усіх поїздів. Але проведемо, ще для цих сполучених кривих розрахунок різниці кривизни та різницю підвищення у точці сполучення кривих різних радіусів:

$$1\text{-а} - 2\text{-а криві: } \left( \frac{1}{950} - \frac{1}{700} \right) = \frac{1}{2700}; 87 - 64 = 23 \text{ мм.}$$

За графіком на (рис. 4.2) для  $[\psi] = 0,3 \text{ м/с}^3$ , тому що  $\left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) > \frac{1}{3000}$ , відповідно до отриманих значень встановлюємо  $V_{\text{доп}} = 100 \text{ км/год}$ .

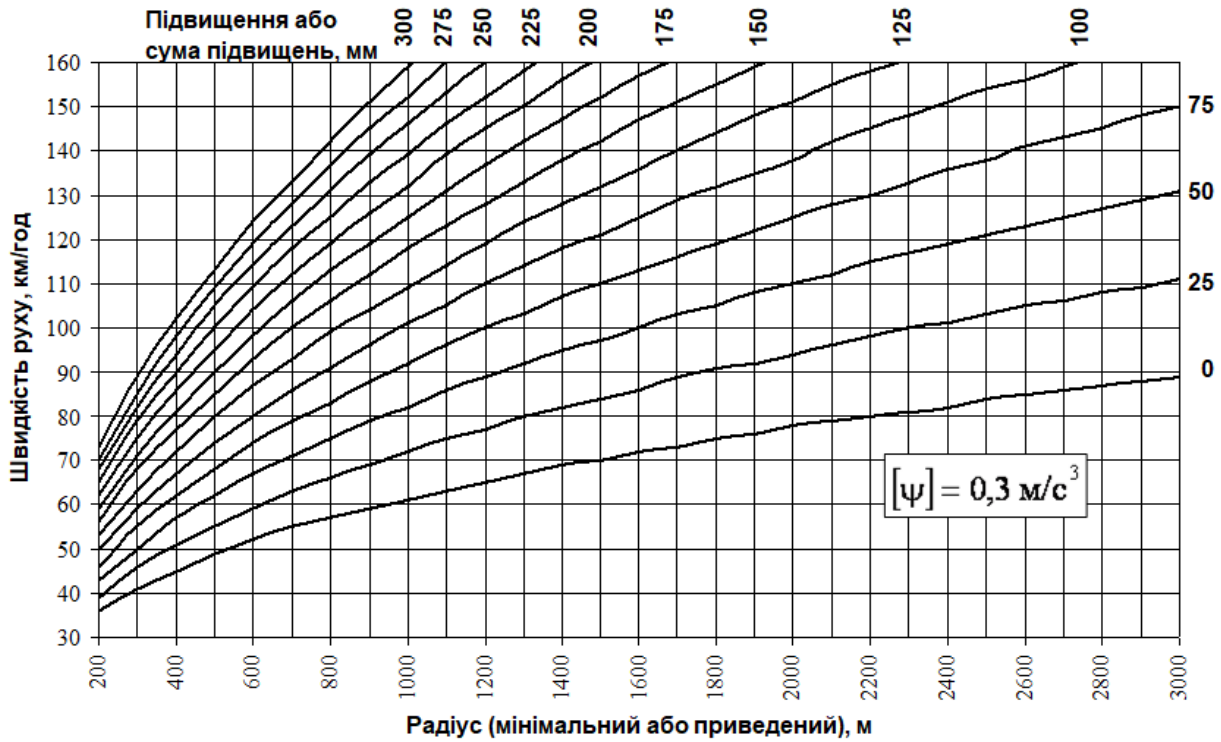


Рисунок 4.2 – Залежність допустимої швидкості руху від мінімального радіуса і підвищення при  $[\psi] = 0,3 \text{ м/с}^3$

2-а – 3-я криві:  $\left(\frac{1}{1100} - \frac{1}{950}\right) = \frac{1}{7000}$ ;  $80 - 87 = -7 \text{ мм}$ .

За графіком на (рис. 4.3) для  $[\psi] = 0,6 \text{ м/с}^3$ , тому що  $\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) < \frac{1}{3000}$ ,

відповідно до отриманих значень встановлюємо  $V_{\text{доп}} = 138 \text{ км/год}$ .

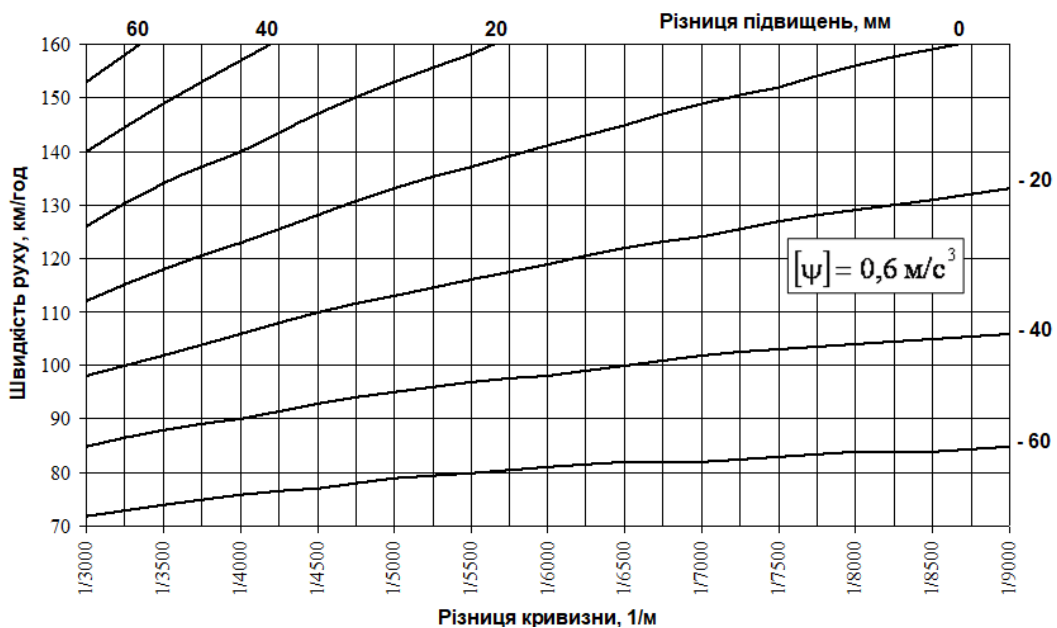


Рисунок 4.3 – Залежність допустимої швидкості руху від різниці кривизни і підвищень зовнішньої рейки для сполученні кривих одного напрямку без прямої вставки при  $[\psi] = 0,6 \text{ м/с}^3$

$$3\text{-я} - 4\text{-а криві: } \left( \frac{1}{880} - \frac{1}{1100} \right) = \frac{1}{4400}; 80 - 80 = 0 \text{ мм.}$$

За графіком на (рис. 4.3) для  $[\psi] = 0,6 \text{ м/с}^3$ , тому що  $\left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) < \frac{1}{3000}$ , відповідно до отриманих значень встановлюємо  $V_{\text{доп}} = 128 \text{ км/год}$ .

Отже, виходячи з даних розрахунків, маємо бар'єрну криву, в якій допустима швидкість у 90 км/год для пасажирських поїздів, допустима швидкість для вантажних поїздів залишається заданою у 80 км/год.

### 4.3 Розрахунок можливості збільшення радіусу кругових кривих на ділянці обходу

Спробуємо, за рахунок збільшення радіусу, усунути бар'єрну криву. Для цього приймаємо необхідне зміщення в 25 см. Розраховуємо необхідний радіус за формулою (4.8), за умови, що кут повороту кривої залишається без змін:

$$\Delta_{\text{max}} = \left( \left( \frac{K_i}{R_i} \right)^2 / 8 \right) \cdot (R_H - R_i) \quad (4.8)$$

$$\frac{0,25}{\left( \left( \frac{170,28}{950} \right)^2 / 8 \right)} + 950 = 1012 \text{ м}$$

Щоб відповідало вимогам ЦП-0236, округлюємо радіус, але у меншу сторону, й отримуємо  $R_H = 1000 \text{ м}$ .

Розраховуємо для 2 кривої підвищення зовнішньої рейки за новим радіусом та встановленою швидкістю у 100 км/год, за формулою (4.6):

$$h_{\text{мін}} = \frac{\left( \frac{\left( \frac{V_{\text{доп}}}{3,6} \right)^2}{R} - [\alpha_{\text{нп}}] \right)}{0,00613} = \frac{\left( \frac{\left( \frac{100}{3,6} \right)^2}{1000} - 0,7 \right)}{0,00613} = 12 \text{ мм}$$

Отримали рекомендоване підвищення зовнішньої рейки у 12 мм. Перевіримо тепер допустиму швидкість для цієї кривої в залежності від крутизни відводу підвищення зовнішньої рейки в кривій по формулі (4.7):

$$i_2 = \frac{12}{60} = 0,2 \text{ мм/м}$$

В другій кривій отримали  $i_2 = 0,2 \text{ мм/м}$ , що дорівнює 160 км/год (див. табл. 4.1). Тобто, за допомогою зміни радіусу кругової кривої, позбулися обмеження на ділянці обходу й поїзди зможуть їздити по установленій швидкості на ділянці.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **5.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт з реконструкції ділянки обходу**

Капітальний ремонт виконується на двоколінійній ділянці, що розгалужується, з фронтом робіт 4200 м. Такі роботи регулюються нормативними документами, а саме: правила технічної експлуатації залізниць України, Інструкція з руху поїздів і маневровій роботі, Інструкція з сигналізації на залізницях України, Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві.

При виконанні капітального ремонту на ділянці обходу передбачається вікно у 5 год 12 хв і враховується обмеження швидкості, зумовлені цими роботами. Точний термін початку робіт й закінчення визначається дирекцією залізничних перевезень разом з керівником робіт і узгоджується з начальником служби перевезень. Закриття і відкриття перегону відбувається за наказом поїзного диспетчера перед та після закінчення робіт на колії. Керівник робіт, на час виконання робіт, зобов'язаний налагодити постійний зв'язок з поїзним диспетчером, будь то телефонний чи по радіо. Якщо, вікна в графіку руху поїздів передбачаються в темний час доби, керівник робіт зобов'язаний забезпечити освітлення місця виконання робіт. Розпочинати роботу працівники можуть тільки після огороження сигналами місця виконання робіт, для чого керівник робіт виділяє з числа працівників бригади сигналісті, що склали відповідні іспити. Сигналісти повинні мати спеціальні головні убори оранжевого кольору, що будуть відрізнятися від загальноприйнятих для інших робітників залізниці. Після одержання повідомлення від старшого електромеханіка СЦБ і зв'язку або енергодиспетчера, відновлюється дія усіх існуючих пристроїв СЦБ й зв'язку.

За Інструкцією з руху поїздів і маневровій роботі передбачається подача попередження від шляхового майстра у зв'язку з наступним проведенням

робіт на час 5 год 12 хв, керування якими має право бригадир колії. У таких заявках про видачу попереджень указуються:

1. точне позначення місця дії попередження:
  - перегін – колія, кілометр, пікет.
2. запобіжні заходи під час руху поїздів;
3. початок і термін дії попередження.

У даному випадку розгорнутий фронт робіт більше 200 м, тому за Інструкцією з сигналізації на залізницях України, місця робіт огорожуються за порядком, що вказаний на (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Схема огороження місця робіт на двоколінійній ділянці з розгорнутим фронтом робіт більше 200 м.

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

За установленими Правилами безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві усі робітники мають бути одягнуті в робочий спецодяг оранжевого кольору із світловідбивальними смугами на тулубі, ногах та руках.

При виконанні розрядки температурних напружень пліті, утворюється зазор штучно обрізкою рейки гасовим чи газовим різакон, перед цим закріпивши клеми на суміжних ділянках рейок, чи плітей. Під час виконання цієї роботи, працівникам слід знаходитись з протилежного боку від очікуваного викиду рейки.

Для загвинчування гайок вручну потрібно застосовувати типовий ключ, якщо гайки заржавілі – для полегшення відгвинчування змазати гасом.

Усі роботи на штучних спорудах виконуються відповідно до технологічного процесу. У темний час доби освітлення місця виконання робіт повинне відповідати вимогам, які регулюються нормативно-технічними документами. Ремонтні роботи на мостах (крім колійних) слід виконувати тільки в захисних касках. Працівникам забороняється знаходитись на тротуарі біля поручнів моста поза межами площадки сховища під час проходу поїзда.

На мостах, що проходять через ріки, які охороняються, повинні постійно бути забезпечені рятувальними засобами: мотузки, рятувальні круги, також на воді повинен бути готовий до використання човен чи катер.

Усі колійні машини мають бути забезпечені вогнегасниками, що повинні бути розташовані в легкодоступному місці та у готовності до застосування.

До небезпечних та шкідливих факторів належать: можливий контакт з електричним струмом; порушення метеорологічних умов; пил різного характеру; недостатня освітленість, можливий контакт з рухомими частинами колійних машин.

Заходи безпеки під час виконання робіт з використанням машин важкого типу.

Колійна машина повинна бути забезпечена засобами пожежогасіння, гумовими діелектричними килимками, рукавицями.

Забороняється палити в машині й у безпосередній близькості від неї, користуватися відкритим вогнем під час її обслуговування.

Забороняється приступати до виконання робіт у разі несправності гальм, ходової частини, звукової сигналізації.

Обслуговуючий персонал машин повинен бути забезпечений спецодягом.

Перед запуском двигуна і випробовуванням гальм необхідно впевнитися у відсутності працівників під машиною і на колії біля неї.

Перед пуском робочих органів і зрушення машини з місця машиніст повинен подати звуковий сигнал.

Забороняється керувати машинами, які мають виносний пульт, знаходячись у міжколійному просторі.

Забороняється сходити й сідати на машину під час руху, знаходитися на підніжках і робочих органах.

Сходити з машини треба, повернувшись до неї обличчям і тримаючись обома руками за поручні.

Під час руху машин своїм ходом або в складі поїзда робочі органи повинні бути переведені в транспортний стан.

Забороняється передавати керування машиною особі, яка не має на це права.

Перевозити людей на колійних машинах забороняється.

Не дозволяється виконання робіт машинами важкого типу, укладальними, розбиральними кранами, ХДВ у темний час доби, при сильному тумані, під час грози.

Заходи безпеки під час виконання робіт машиною ЩОМ:

При дозуванні баласту керівник робіт повинен стежити за тим, щоб працівники знаходилися на узбіччі колії на відстані не менше 5 м від крайньої рейки.

ЩОМ повинна мати перехідний фартух і проміжні ланцюги бар'єра, який з'єднує перехід з однієї ферми на другу.

На час проходу поїзда по сусідній колії за 1200 м до місця виконання робіт ЩОМ повинна бути зупинена, а крила дозатора прибрані в межі габариту машини.

Заходи безпеки під час виконання робіт хопер-дозаторними вертушками.

Працівникам, які обслуговують ХДВ під час вивантаження баласту, забороняється:

- знаходитись всередині кузова;

- пролазити через відкриті люки в кузов;
- проводити регулювання механізмів і знаходитися у зоні підняття й опускання дозаторів при включеному тиску повітря.

Перед заповненням повітрям робочої магістралі, необхідно переконатися у відсутності людей всередині хопер-дозаторів, а також на відстані 1 м від розвантажувально-дозувальних механізмів.

Заходи безпеки під час виконання робіт укладальним (розбиральним) краном.

Пакети ланок, що покладені на платформу, повинні бути надійно закріплені від поздовжнього і поперечного зсувів. Усі роботи з пересування крана, підйому ланок, перетягування пакетів виконують за командою начальника укладального (розбирального) поїзда з попередньою подачею звукового сигналу. Забороняється: виконувати роботи перед розбиральним поїздом і позаду укладального поїзда на відстані ближче 25 м, знаходитися на піднятій ланці, переходити і знаходитися під піднятою ланкою, а також на відстані ближче 1 м збоку від ланки. При розташуванні останньої на висоті більше 2 м від землі не можна перебувати на відстані ближче 4 м збоку від ланки під час підняття її для перевертання, а також знаходитися поряд з пакетами рейкових ланок під час їх транспортування і роботи крана.

Усі робітники, що обслуговують колієукладальні поїзди, при перетягуванні пакетів повинні відійти від натягнутих канатів не менше ніж на 10 м. Для запобігання сходженню кранів з рейок необхідно ставити гальмові башмаки на третій шпалі від кінця останньої ланки, що покладена в колію. У разі виявлення несправностей у гальмах лебідок, в екіпажній частині, кінцевих вимикачах вантажозахоплювальних пристроїв, сигналах колієукладальні машини до роботи не допускаються. Супроводження колієукладальних кранів у складі господарчих поїздів від бази до місця робіт дозволяється тільки машиністу крана.

Заходи безпеки під час виконання робіт монтерами колії колійної колони.

Перед початком роботи керівник повинен перевірити наявність сигнальних засобів і захисних пристроїв, переконатись у тому, що заявка про надання попереджень для поїздів узята до виконання.

Йти до місця збору для виконання роботи і назад бажано збоку від колії або ж узбіччям земляного полотна під наглядом шляхового майстра.

Для супроводу перевезення колійного інструменту й матеріалів на двоколісних, однорейкових або одновісних пристроях призначається не менше 2 монтерів колії.

В умовах поганої видимості (круті криві й т. ін.) під час роботи з інструментом, який збільшує шум, керівник робіт зобов'язаний для попередження працівників про наближення поїзда встановити технічні засоби оповіщення. У разі їх відсутності поставити зі сторони поганої видимості сигналіста зі звуковим сигналом так, щоб поїзд, який наближується, сигналіст міг бачити на відстані не менше 500 м від місця виконання робіт.

Перед початком робіт, коли видимість менша 800 м, необхідно вживати таких заходів безпеки для працюючих:

- дати заявку на видачу попереджень на поїзди про особливу увагу й подачу сповіщаючих сигналів при наближенні до місця проведення робіт.

## ВИСНОВКИ

Таким чином для реконструкції ділянки обходу А-Б, де обертаються локомотиви ВЛ8 та ЧС2, потрібно вкладати рейко-шпальну решітку з рейок Р65, залізобетонних шпал епюри 1840 шт/км на скріпленні КБ на прямих ділянках та залізобетонних шпал епюри 2000 шт/км та скріпленні КБ на кривих. Під час укладання товщина баластного шару повинна бути не менше 25 см. Але на ділянці обходу вже маємо 35 см, тому не змінюємо товщину.

В поздовжньому профілі існуючі відмітки голівки рейки після постановки рейко-шпальної решітки на баласт повинні відповідати проектним значенням.

В технологічному процесі реконструкції колії очищення РШР виконується машиною СМ-2, очищення щебню виконується машиною ЩОМ-4, що працює перед колієрозбиральним поїздом УК-25/9-18. Фронт робіт по реконструкції колії складає 2100 м. Тривалість «вікна», що потрібна для виконання робіт – 5 годин та 12 хвилин.

Під час реконструкції колії на ділянці обходу необхідно встановити такі геометричні параметри криви: для першої: довжина кругової кривої 173,58 м; для другою потрібно встановити кут повороту в  $9^{\circ}1,6'$ , довжину кругової кривої в 170,28 м, радіус 1000 м; для третьої кут повороту  $9^{\circ}37,36'$ , довжина кругової кривої 207,79 м; для четвертої довжина кругової кривої 211,94 м.

Розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях. Згідно до нормативних документів були встановлені небезпечні та шкідливі фактори та правила безпеки під час роботи на колії. Були розроблені заходи із огорожування місця роботи на час роботи машин у «вікно».

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Safety during track maintenance by Vilas S. Wadekar;  
[https://www.iricen.gov.in/iricen/iricen\\_day/2017/4.SAFETY%20DURING%20TRACK%20MAINTENANCE.pdf](https://www.iricen.gov.in/iricen/iricen_day/2017/4.SAFETY%20DURING%20TRACK%20MAINTENANCE.pdf)
2. «Устранять сезонные деформации земляного полотна» автори Аверочкін М.В., Тітов В.П.
3. «Гидроизоляционные покрытия» автор Гріцик В.І.  
[http://scbist.com/scb/uploaded/84918\\_1357991147.pdf](http://scbist.com/scb/uploaded/84918_1357991147.pdf)
4. «Земляное полотно: деформации, диагностика, способы укрепления» автори Монахов І.К., Хамов А.П., Шкляренко Л.М.  
[http://scbist.com/scb/uploaded/5561\\_1338024044.pdf](http://scbist.com/scb/uploaded/5561_1338024044.pdf)
5. «Для кривых – гнутые рельсы» автор Кармазін А.І.  
[http://scbist.com/scb/uploaded/84918\\_1359215853.pdf](http://scbist.com/scb/uploaded/84918_1359215853.pdf)
6. М. І. Уманов та ін. Організація та технологія виконання робіт по модернізації та капітальному ремонту колії. Методичні вказівки до курсового і дипломного проектування. Дніпропетровськ, 2004 рік.
7. Технологічні процеси модернізації та капітального ремонту колії.  
К. «Транспорт України» 2004 рік.
8. Інструкція по забезпеченню безпеки поїздів при виконанні колійних робіт. К. «Транспорт України» 2012 рік.
9. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України / ЦП-0287. – К.: Головне

управління колійного господарства, 2009. – 25 с. – Затверджено наказом Укрзалізниці від 05.07.2009 р. №96-ЦЗ.

10. Інструкція по устрою та утриманню колії залізниць України / ЦП-0269. – К.: Транспорт України, 2012. – 248 с. – Затверджена наказом Укрзалізниці від 06.04.2012 р. №82-Ц.

11. Збірник типових технологічних процесів капітального та середнього ремонтів залізничної колії / ЦП-2-1198. –Д.: Вид-во АТЗТ ВКФ «Арт-Прес», 2000.

12. Джерела на основі інтернет-сайтів:

- <http://www.uz.gov.ua>

- <http://www.krt.lviv.ua/products>.

- <http://www.uz.gov.ua>

13. Проектування та розрахунок рейкової колії на ділянці обходу: Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Залізнична колія» / ДПТ; Уклад.: Орловський А. М., Патласов О. М., Циганенко В. В., Баль О. М. – Д., 2007 р. – 46 с.

14. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦП-0269 / Е. І. Даніленко, А. М. Орловський, О. М. Патласов, М. І. Карпов, В. П. Шраменко, О. І. Белорусов, В. О. Яковлев, В. М. Молчанов, К. В. Корноухова, М. Б. Курган, Д. М. Курган, В. М. Твердомед, Р. М. Йосифович, О. О. Сорока. – Київ, 2012. – 456 с.

15. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії. ЦП-0236 / М. Курган, А. Орловський, О. Патласов, В. Циганенко, Д. Курган. – Київ, 2011. – 52 с.

16. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України. ЦП-0266 / В. В. Рибкін, О. М. Патласов, О. І. Белоу-сов, М. І. Карпов, Д. М. Курган, В. П. Шраменко, А. І.

Бабенко, В. А. Штойко, І. О. Олійник, В. А. Лисак, К. Л. Каленик. – Київ, 2012.  
– 147 с.