

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра «Транспортна інфраструктура»

КОЛІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

У трьох частинах
Частина 1

ЕЛЕКТРОННИЙ АНАЛОГ ДРУКОВАНОГО ВИДАННЯ

Дніпро – 2022

УДК 625.14

Укладачі:

О. М. Патласов, М. А. Арбузов, Р. В. Маркуль, В. В. Савицький

Експерти:

д-р техн. наук, проф. *Олексій Тютькін,*
д-р техн. наук, проф. *Дмитро Курган*

Рекомендовано МК ННЦ «ОБД» (протокол № 4 від 25.05.2022).
Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 560 від 28.07.2022)

Колійне господарство [Текст] : метод. рекомендації до лабораторних робіт : у 3 ч. / уклад.: О. М. Патласов, М. А. Арбузов, Р. В. Маркуль, В.В. Савицький; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2022. – Ч. 1. – 41 с.

У методичних рекомендаціях розглянуто виконання лабораторних робіт, спрямованих на отримання навиків з основ вибору конструкції верхньої будови колії, оцінки стану колії, регулювання стикових зазорів, виправки кривих в плані та формування укладального поїзда для укладання ланок в кривих ділянках малого радіусу.

Для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт» ОПП «Залізничні споруди та колійне господарство» денної та заочної форм навчання.

Іл. 18. Табл. 17. Бібліогр.: 5 назв.

© Патласов О. М. та ін., укладання, 2022

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Лабораторна робота № 1	
ОСНОВИ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ	4
Лабораторна робота № 2, 3	
ОЦІНКА СТАНУ КОЛІЇ ЗА СТРІЧКОЮ	
КОЛІЄВИМІРЮВАЛЬНОГО ВАГОНА.....	12
Лабораторна робота № 4	
РЕГУЛЮВАННЯ СТИКОВИХ ЗАЗОРІВ	23
Лабораторна робота № 5	
ВИПРАВКА КРИВИХ В ПЛАНІ	29
Лабораторна робота № 6	
ФОРМУВАННЯ УКЛАДАЛЬНОГО ПОЇЗДА ДЛЯ УКЛАДАННЯ	
ЛАНОК В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ МАЛОГО РАДІУСУ	34
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	41
ДОДАТОК.....	41

ВСТУП

Основною функцією колійного господарства є забезпечення справного стану колії для безперебійного та безпечного руху поїздів зі встановленими швидкостями. Залізнична колія перебуває під постійним впливом кліматичних чинників та коліс рухомого складу, що призводить до появи несправностей різного ступеня. Оцінка несправностей та визначення допустимих швидкостей руху являється найголовнішим питанням під час експлуатації колії та здійснення перевізного процесу.

Тому важливо правильно виконувати колійні роботи на всіх етапах експлуатації. Важливо правильно виконувати вибір конструкції залізничної колії для відповідних умов експлуатації. Оцінка стану колії повинна здійснюватися по записам на стрічці колієвимірювального вагона. Дані записи дозволяють встановити допустиму швидкість руху поїздів, що відповідають технічному стану колії. Методики розрахунку виправки кривої та регулювання стикових зазорів дозволяють поставити колію в положення близьке до проєктного. Формування пакетів ланок колієукладального поїзда дозволяє планувати ефективне виконання капітальних ремонтних робіт для відновлення встановлених швидкостей руху поїздів. Всі перелічені аспекти відображені в даних методичних вказівках.

ОСНОВИ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ

Мета роботи: набути практичні та теоретичні знання з обмірів колії, конструкції залізничної колії та принципів класифікації головних колій.

Задача: побудувати поперечний профіль баластної призми в масштабі 1:50 відповідно до вихідних даних.

Теоретичні відомості

Залізнична колія – це комплекс інженерних споруд на базі рейкової колії, головне призначення якого – забезпечувати безперебійний та безпечний рух поїздів зі встановленими швидкостями.

Залізнична колія складається з верхньої будови колії (рис. 1), нижньої будови колії, та спеціальних споруд та пристроїв.

Згідно Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України (ЦП/0113) [1] встановлена класифікація головних колій. Колії, по яких встановлена швидкість руху поїздів 160 км/год і більше, відносяться до швидкісної категорії. Решта головних залізничних колій поділяються на 7 категорій в залежності від вантажонапруженості і встановленої швидкості руху поїздів (табл. 1).

Таблица 1

Категорії колії

Вантажонапруженість, млн т км бруто/км за рік	Максимальна швидкість пасажирських/вантажних поїздів, км/год			
	$\frac{>140-160}{>80-120}$	$\frac{>120-140}{>80-120}$	$\frac{>80-120}{>60-80}$	$\frac{80 \text{ та менше}}{60 \text{ та менше}}$
80 та більше	I	I	I	II
Від 50 до 80	I	II	II	III
Від 30 до 50	II	II	III	IV
Від 15 до 30	II	III	IV	V
Від 5 до 15	II	III	V	VI
До 5	II	III	VI	VII

Конструкція верхньої будови колії залежить від її категорії (табл. 2). Баластна призма повинна утримуватися відповідно до типових поперечних профілів, які зображено на рис. 2, 3. Матеріал, товщина баластного шару та розміри баластної призми на головних коліях на перегонах, станціях, роз'їздах і обгінних пунктах встановлюються за нормами табл. 3, що регламентуються Інструкцією з улаштування та утримання колії залізниць України (ЦП/0138) [2].

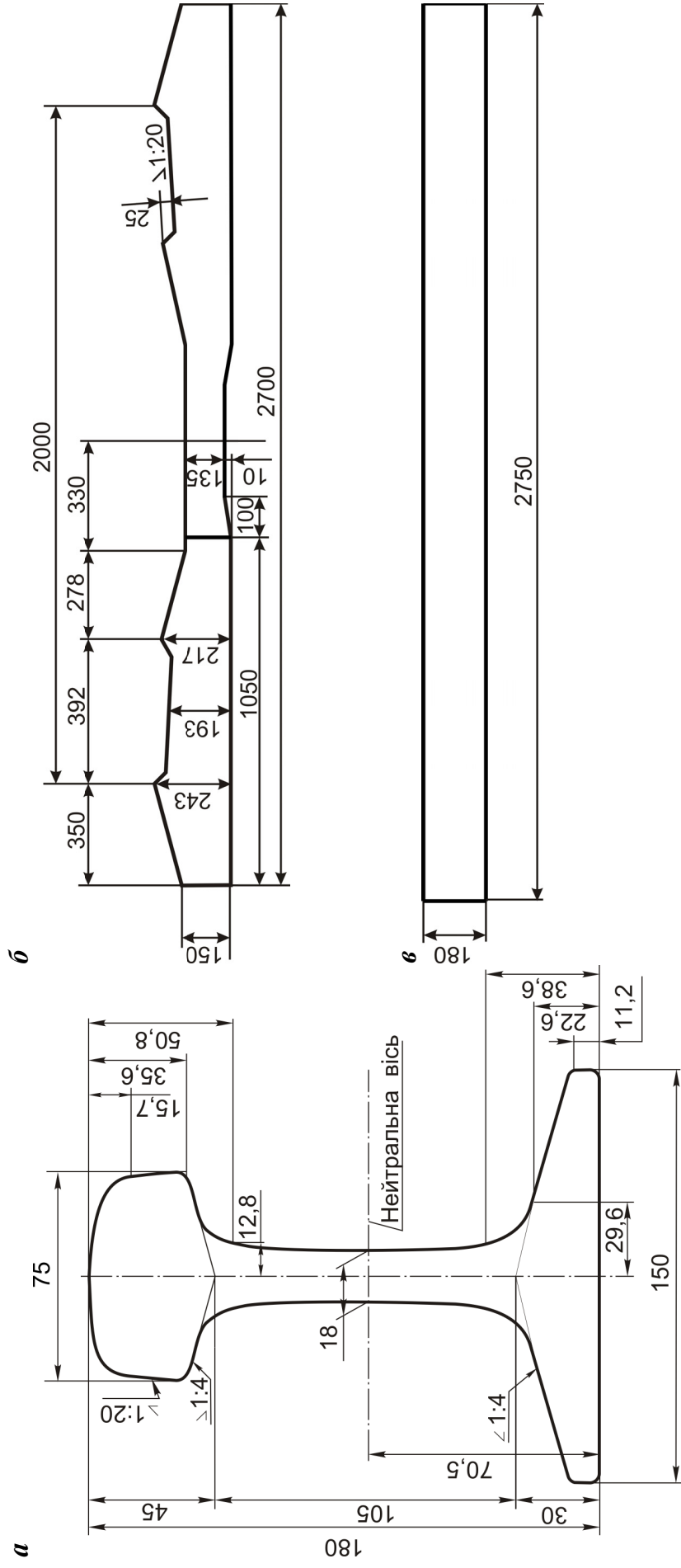


Рис. 1. Елементи верхньої будови колії:

а – поперечний профіль рейки типу Р65; *б* – залізобетонна шпала типу ШІ-2; *в* – дерев'яна шпала типу ІБ

**Характеристика основної конструкції верхньої будови
залежно від категорії колії**

Категорія колії	Характеристика верхньої будови колії
Швидкісна	Безстикова колія з плітями довжиною в перегін або блок ділянку із термозміцнених рейок типу Р65, UIC60 нових вищої категорії якості. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал: в прямих та кривих з радіусом більше 2 000 м – 1 840 шт./км, в кривих менших радіусів – 2 000 шт./км. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 40 см
I	Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал: в прямих та кривих – 1840 шт./км, за винятком для дерев'яних шпал у ланковій колії в кривих $R < 1\,200 - 2\,000$ шт./км. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 40 см
II	Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу та старопридатних типу Р65, UIC60 I групи придатності. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал така ж, як і на коліях I категорії. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 40 см
III	Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу та старопридатних типу Р65, UIC60 I групи придатності. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал така ж, як і на коліях I категорії. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 35 см
IV	Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу, та старопридатних типу Р65, UIC60 I групи придатності. Скріплення і шпали нові, або старопридатні в поєднанні з новими. Епюра шпал така ж, як і на коліях I категорії. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 30 см
V	Безстикова або ланкова колія із старопридатних рейок типу Р65, UIC60 або Р50 I групи придатності. Скріплення і шпали нові і старопридатні. Епюра шпал така ж, як і на коліях I категорії. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 25 см
VI	Безстикова або ланкова колія із старопридатних рейок типу Р65, UIC60 або Р50 I групи придатності. Скріплення і шпали старопридатні і нові. Епюра шпал: в прямих та кривих – не менше 1 600 шт./км, за винятком для дерев'яних в кривих $R < 1\,200$ м – не менше 1 840 шт./км. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 25 см

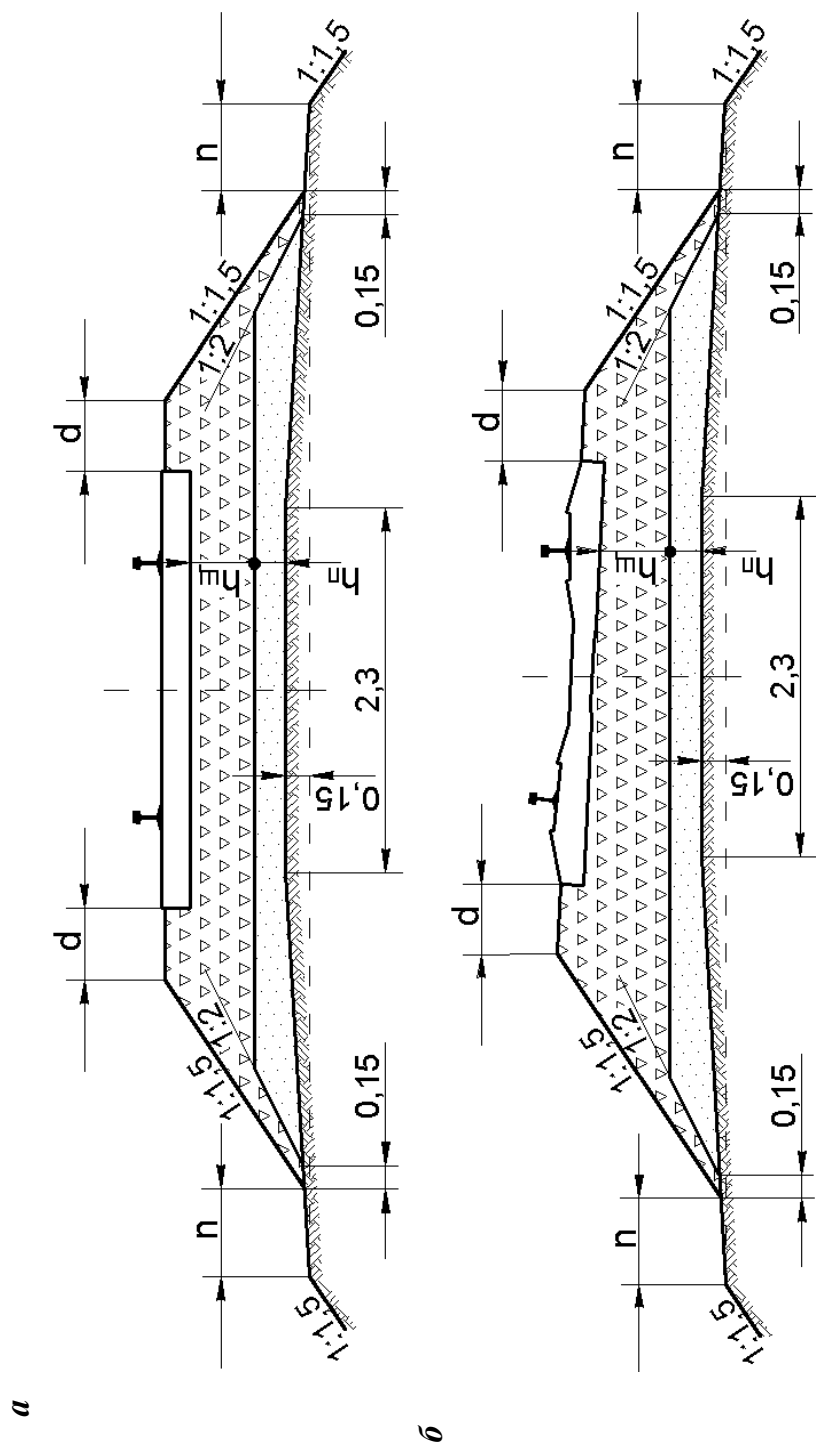


Рис. 2. Поперечні профілі баластної призми:

a – пряма одноколійна ділянка при дерев'яних шпалах; *б* – крива одноколійна ділянка при залізобетонних шпалах

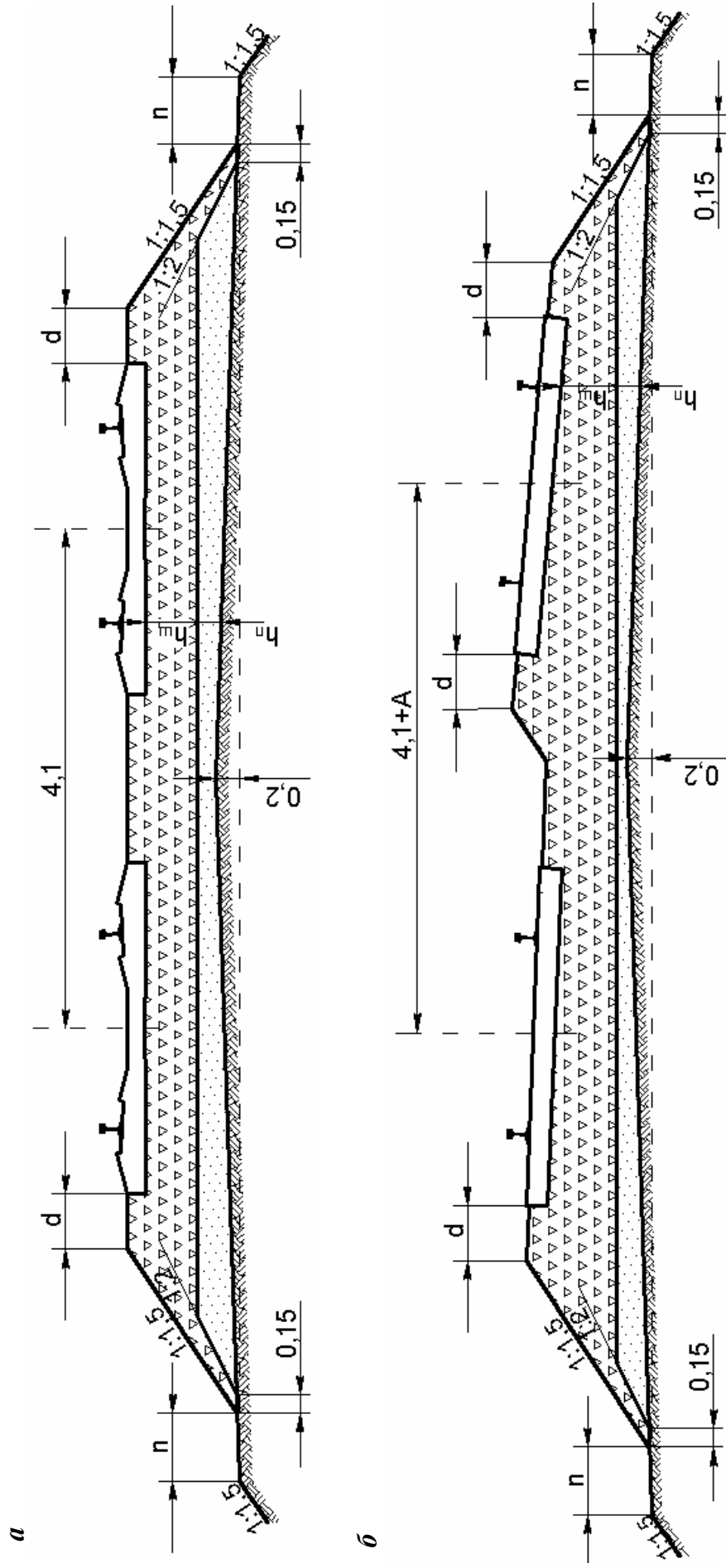


Рис. 3. Поперечні профілі баластної призми:

a – пряма двоколійна ділянка при залізобетонних шпалах; *б* – крива двоколійна ділянка при дерев'яних шпалах;

A – розширення міжколій в кривій за умовами габариту

**Розміри баластної призми на головних, станційних коліях
і стрілочних переводах**

Категорія колії	Матеріал основного шару	Конструкція баластної призми	Товщина шару баласту, м			Ширина, м	
			щебеневого $h_{щ}$	гравійного або гравійно-піщаного h_r	піщаної подушки $h_{п}$	плеча баластної призми d	узбіччя земляного полотна n
I–II	Щебінь	Двошарова	0,40	–	0,20	0,45	0,50
III			0,35	–	0,20	0,45	0,50
IV			0,30	–	0,20	0,40	0,50
V			0,25	–	0,20	0,35	0,50
			0,25	–	0,20	0,35	0,50
VI, VII, станційні	Гравійний, гравійно-піщаний	Одношарова	–	0,45	–	0,35	0,50

Верх баластного шару при залізобетонних шпалах повинен бути на одному рівні з верхньою поверхнею середньої частини шпал. При дерев'яних шпалах поверхня баластного шару в підрейковій зоні повинна бути нижче підшви рейки на 3 см.

Завдання для самоконтролю

Приклади креслень поперечного профілю баластної призми наведені на рис. 2 та рис. 3. Вихідні дані знаходяться в табл. 4. Для побудови необхідно:

- 1) виконати обміри рейок та шпал за схемою рис. 1 для креслення поперечного профілю баластної призми;
- 2) для одноколійної ділянки намітити вісь колії, для двоколійної ділянки намітити осі парної та непарної колії;
- 3) накреслити шпали зі встановленими на них рейками, враховуючи підвищення зовнішньої рейки;
- 4) відкласти плечі баластної призми;
- 5) під ухилом 1:1,5 провести схили баластної призми;
- 6) під внутрішньою рейкою відкласти товщину щебеневого шару та товщину піщаної подушки;
- 7) враховуючи величину узбіччя, накреслити зливну призму земляного полотна: для одноколійної ділянки зливна призма має форму трапеції, для двоколійної ділянки – форму трикутника;
- 8) накреслити піщану подушку, схили якої мають ухил 1:2;
- 9) нанести позначення щебеню, піску і ґрунту, та відповідні розміри.

Вихідні дані для креслення поперечного профілю баластної призми

№ пор.	Максимальна встановлена швидкість пасажирських/вантажних поїздів на ділянці, км/год	Вантажонапруженість, млн. т км брутто/км за рік	Кількість колій на ділянці	Підвищення зовнішньої рейки, мм	Шпали
1	120/90	10	1	50	Дерев'яні
2	100/80	16	2	60	Дерев'яні
3	80/60	22	1	0	Залізобетонні
4	120/91	28	2	80	Дерев'яні
5	100/81	34	1	90	Дерев'яні
6	80/61	40	2	100	Залізобетонні
7	120/92	46	1	0	Дерев'яні
8	100/82	52	2	120	Дерев'яні
9	80/62	58	1	130	Залізобетонні
10	120/93	64	2	140	Дерев'яні
11	100/83	70	1	150	Дерев'яні
12	80/63	76	2	50	Залізобетонні
13	120/94	82	1	60	Дерев'яні
14	100/84	88	2	70	Дерев'яні
15	80/64	94	1	0	Залізобетонні

Продовження табл. 4

№ пор.	Максимальна встановлена швидкість пасажирських/вантажних поїздів на ділянці, км/год	Вантажонапруженість, млн. т км брутто/км за рік	Кількість колій на ділянці	Підвищення зовнішньої рейки, мм	Шпали
16	120/95	9	2	90	Дерев'яні
17	100/85	14	1	100	Дерев'яні
18	80/65	19	2	110	Залізобетонні
19	120/96	24	1	0	Дерев'яні
20	100/86	29	2	130	Дерев'яні
21	80/66	34	1	140	Залізобетонні
22	120/97	39	2	0	Дерев'яні
23	100/87	44	1	50	Дерев'яні
24	80/67	49	2	60	Залізобетонні
25	120/98	54	1	70	Дерев'яні
26	100/88	59	2	80	Дерев'яні
27	80/68	64	1	90	Залізобетонні
28	120/99	69	2	100	Дерев'яні
29	100/89	74	1	0	Дерев'яні
30	80/69	79	2	120	Залізобетонні

ОЦІНКА СТАНУ КОЛІЇ ЗА СТРІЧКОЮ КОЛІЄВИМІРЮВАЛЬНОГО ВАГОНА

Мета роботи: набути практичні та теоретичні знання з перевірки стану колії, періодичності її проведення, навчитися працювати зі стрічкою колієвимірального вагону та шаблоном для розшифровування.

Задача: розшифрувати стрічку колієвимірального вагону та дати бальну оцінку ділянки колії. Стрічка колієвимірального вагону видається викладачем.

Теоретичні відомості

Для забезпечення безперебійного та безпечного руху поїздів і маневрової роботи колія, споруди, земляне полотно та колійні пристрої на перегонах і станціях повинні систематично і ретельно оглядатися та перевірятися.

Натурні огляди колії, стрілочних переводів, споруд і колійних пристроїв для оцінки їх утримання повинні проводитися шляховими майстрами спільно з бригадами колії кожного місяця під час чергової перевірки колії – періодичні місячні огляди.

Крім періодичних оглядів і перевірок колії, повинні проводитися додаткові огляди та перевірки у випадках особливо несприятливих метеорологічних умов (зливи, снігові заноси, екстремальні високі та низькі температури рейок тощо).

Окрім цих перевірок, щороку навесні та восени на дистанції повинні проводитись суцільні комісійні огляди колії, споруд і обладнань.

Усі виявлені несправності колії, стрілочних переводів, земляного полотна, штучних споруд і недоліки в їх утриманні, а також необхідні заходи з усунення та попередження несправностей повинні заноситися до книг встановлених форм.

Колієвимірвальний вагон забезпечує вимірювання і реєстрацію на стрічці геометричних параметрів рейкової колії, які впливають на плавність і безпеку руху поїздів.

За показаннями стрічки колієвимірального вагону проводиться розшифровування її записів [3]. Результатом розшифровування є встановлення величини відступів від норм утримання колії, оцінка відступів в балах, визначення суми балів на 1 км колії та визначення загальної оцінки на 1 км колії, відповідно до табл. 5.

Кілометр вважається незадовільним при наявності на ньому хоч би одного відступу, котрий вимагає зменшення швидкостей руху поїздів, або його закриття.

Якісна оцінка стану колії

Оцінка якості стану колії	Сума балів за всі відступи на 1 км			
	Колія з непростроченою модернізацією (капітальним ремонтом)	Колія з простроченою модернізацією (капітальним ремонтом) або перекладеними рейками	Головна колія з встановленою швидкістю руху поїздів ≤ 60 км/год	Прийнятно-відправні колії зі швидкістю руху поїздів ≤ 40 км/год
«Відмінно»	0–40	0–70	0–100	0–250
«Добре»	41–100	71–140	101–150	251–500
«Задовільно»	101–500	141–500	151–500	501–800
«Незадовільно»	≥ 501	≥ 501	≥ 501	≥ 801

На стрічці колієвимірювального вагона ЦНИИ-2 відображені записи таких параметрів:

- осідання (вертикальний масштаб 1:1);
- шаблон (вертикальний масштаб 1:1);
- рівень (вертикальний масштаб 1:2);
- рихтування (вертикальний масштаб 1:2);

Поздовжній масштаб запису усіх параметрів 1:2 000 (1 мм стрічки відповідає 2 м колії).

На колієвимірювальних вагонах обладнаних бортовою автоматизованою системою (БАС) реєстрації і розшифровування геометричних параметрів стану колії, прийняті наступні масштаби записів:

- поздовжній масштаб записів усіх параметрів 1:4 000;
- поперечний масштаб записів усіх параметрів 1:4.

Перелічені параметри записуються безперервно у вигляді діаграм на паперових стрічках шириною 420 мм (рис. 4). При застосуванні комп'ютеризованих систем реєстрації параметрів стану колії друк результатів запису здійснюється на папері формату А4.

Для оцінки графічних записів стану колії вводяться такі визначення:

Базова лінія – лінія, що відповідає паспортним (нормативним) даним колії, і від якої проводяться обчислення відхилень геометричних параметрів.

Нульова лінія – лінія нульових значень.

Середня лінія – пряма лінія, яка проведена таким чином, щоб сума абсолютних відхилень значень записів від цієї лінії була мінімальною.

Кожний відступ від норм утримання рейкової колії розшифровується і оцінюється у балах. При цьому на мостах і в тунелях довжиною від 25 до 100 м і підходах до них по 200 м у кожний бік, на мостах та в тунелях довжи-

ною понад 100 м і на підходах до них по 500 м у кожний бік кількість балів за всіма видами несправностей збільшується у два рази.

При розшифровуванні записів на стрічці відмічається кожний відступ, дається його оцінка в балах. Крім того, на стрічці кожного кілометра вказується загальна сума балів.

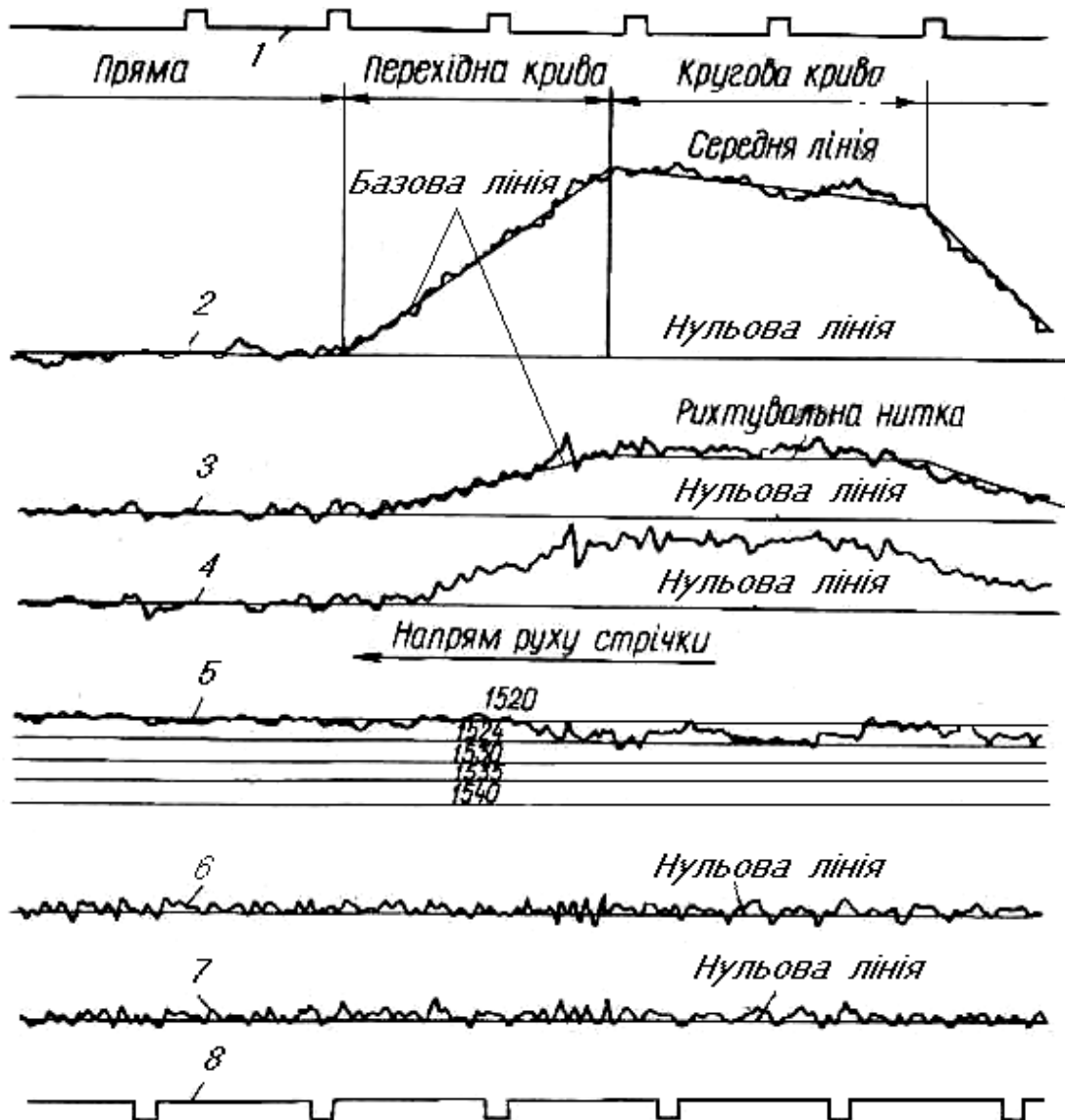


Рис. 4. Зразок колієвимірювальної стрічки (лінії допусків і відступів не показані):

- 1 – відмітки часу; 2 – рівень; 3 – положення у плані правої рейкової нитки;
- 4 – положення у плані лівої рейкової нитки; 5 – ширина колії; 6 – відображення осідання правої рейкової нитки; 7 – відображення осідання лівої рейкової нитки;
- 8 – відмітки пікетів і кілометрів

Порядок розшифровування і оцінки окремих відступів від норм утримання рейкової колії такий.

Ширина колії. Стан колії за шириною оцінюється балами залежно від ступеня відступів за кожні два метри колії (табл. 6, 7).

Оцінка колії та допустимі швидкості руху поїздів при розширенні колії

Ступінь відступу	Розширення, мм, при нормі ширини колії, мм				Оцінка за 2 м колії, балів	Допустима швидкість, км/год
	1 520	1 524	1 530	1 535	1 540	
I	До 8 включно				До 6 вкл.	Встановлена
II	Понад 8 до 15 включно	Понад 8 до 11 включно			–	
III	Понад 15 до 20 включно	Понад 11 до 16 включно			–	
IV	Понад 20 до 26 включно	Понад 16 до 22 включно	–	–	–	
V	Понад 26 до 28 включно	Понад 22 до 24 включно	Понад 16 до 18 включно	Понад 11 до 13 включно	Понад 6 до 8 включно	25
	Понад 28	Понад 24	Понад 18	Понад 13	Понад 8	Рух закривається

Примітки: На ділянках з встановленою швидкістю руху ≤ 50 км/год I ступінь – до 10 мм включно, II ступінь – понад 10 до 15 мм включно. При цьому ширина колії не повинна перевищувати 1 546 мм.

Оцінка колії та допустимі швидкості руху поїздів при звуженні колії

Ступінь відступу	Звуження, мм, при нормі ширини колії, мм		Оцінка за 2 м колії, бал.		Допустима швидкість, км/год
	1 520	1 524, 1 530, 1 535, 1 540	залізобетонні шпали виготовлені до 1996 р	з/б шпали виготовлені після 1996 р та дерев'яні	
I		До 4 включно	0	0	Встановлена
II	Понад 4 до 6 включно	Понад 4 до 10 включно	0	0	
III	Понад 6 до 8 включно	Понад 10 до 12 включно	1	2	
IV	Понад 8 до 10 включно	Понад 12 при ширині колії не менше 1 510	5	10	120/80*
V	Понад 10	При ширині колії менше 1 510	500	500	Рух закривається

* Тут і далі в чисельнику наведено швидкість руху для пасажирських поїздів, у знаменнику – для вантажних.

Довжина відхилення за шириною колії для даного ступеня вимірюється по лінії обмеження попереднього ступеня, а саме: довжина відступу V ступеня вимірюється по лініях, які обмежують відступ IV ступеня; довжина відступу IV ступеня вимірюється по лініях, що обмежують відступи III ступеня, і т. д. Приклад визначення довжини відступу і нарахування за них балів зображено на рис. 5. Оцінка в балах цього відступу дорівнює $A \cdot 500 + (B - A) \cdot 100 + (B - B) \cdot 10 + (\Gamma - B) \cdot 1$. На вагонах ЦНІИ-2 відстані A , B , B , Γ виміряються на стрічці та підставляються у мм. Відступи за звуженням колії оцінюються аналогічно.

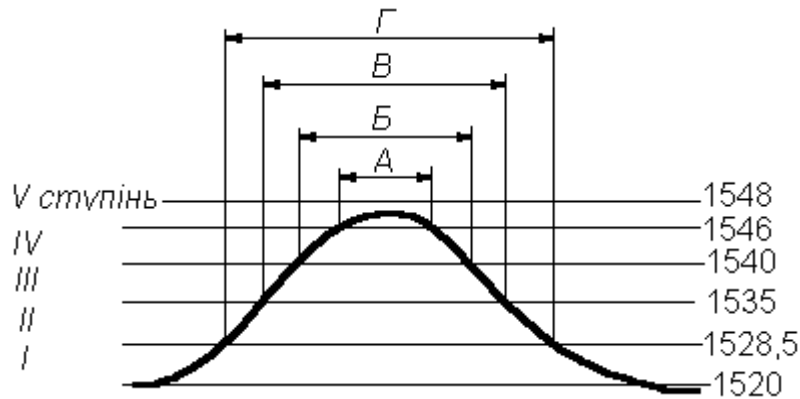


Рис. 5. Оцінка відступів за шириною колії

При розшифровуванні й оцінці відступів за шириною колії в місцях переходу від однієї норми до іншої довжина і ступінь відступів визначаються так, як показано на рис. 6. При цьому лінії, що обмежують ступені відступів на розширення проводяться як для більшої норми ширини колії, а на звуження — як для меншої. При проведенні ліній допусків і ступенів відступів усі вимірювання ведуться від базової лінії, що відповідає номінальній ширині колії.

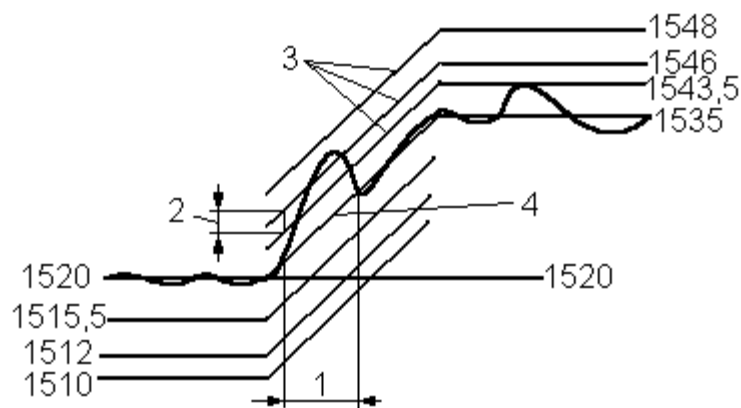


Рис. 6. Визначення величини і довжини відступу за шириною колії в місці переходу від однієї норми до іншої:

- 1 – довжина відступу; 2 – величина відступу II ступеня;
- 3 – лінії, що обмежують ступені відступів; 4 – базова лінія

Стан колії за рівнем. Відступи за рівнем поділяються на перекоси і плавні відхилення за рівнем.

До *перекосів* належать різкі зміни положення рейкових ниток за рівнем у різні боки при відстані між вершинами двох сусідніх піків запису амплітуди відхилення l , що відповідає у масштабі 20 м колії, і менше незалежно від того, перетинає запис базову лінію чи ні (рис. 7).

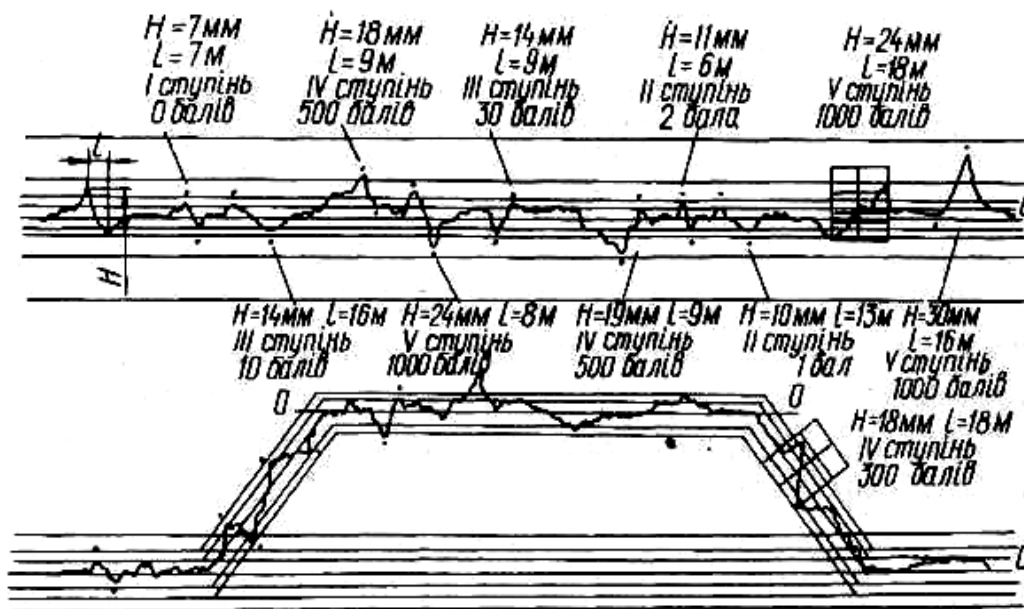


Рис. 7. Приклад оцінки перекосів

Перекоси оцінюються поштучно залежно від відстані між вершинами піків і ступеня відступу (табл. 8).

Таблиця 8

Оцінка перекосів колії та допустимі швидкості руху поїздів по них

Ступінь відступу	Перекіс H , мм	Оцінка, балів, при відстані l між вершинами піків, м		Допустима швидкість, км/год
		До 10 включно	Понад 10 до 20 включно	
I	До 8 включно	0	0	Встановлена
II	Понад 8 до 12 включно	0	0	
III	Понад 12 до 16 включно	30	10	
IV	Понад 16 до 20 включно	150	100	120/80
V	Понад 20 до 30 включно	300	200	60
	Понад 30 до 40 включно	500	500	40
	Понад 40 до 50 включно	1 000	1 000	15
	Понад 50	1 000	1 000	Рух закривається

До плавних відхилень належать плавні зміни положення рейкових ниток за рівнем у різні боки при відстані між вершинами двох сусідніх піків запису амплітуди відхилення l , що відповідає у масштабі більше 20 м колії. Плавні відхилення за рівнем оцінюються у балах залежно від довжини і ступеня відступу (табл. 9). Довжина відступу визначається аналогічно тому, як це робиться при розшифровуванні відступів за шириною колії.

Таблиця 9

**Оцінка плавних відхилень за рівнем
та допустимі швидкості руху поїздів по них**

Ступінь відступу	Відхилення, мм	Оцінка за 2 м колії, балів	Допустима швидкість, км/год
I	До 6 включно	0	Встановлена
II	Понад 6 до 12 включно	0	
III	Понад 12 до 20 включно	1	
IV	Понад 20 до 25 включно	5	120/80
V	Понад 25 до 30 включно	10	60
	Понад 30 до 35 включно	50	40
	Понад 35 до 50 включно	250	15
	Понад 50	250	Рух закривається

Осідання рейкових ниток. Осідання рейкових ниток оцінюються поштучно (табл. 10). Оцінці підлягають записи осідань, у яких відстань на стрічці між вершинами двох сусідніх піків не перевищує 3 мм. Бали за осідання правої та лівої ниток підсумовуються. Приклади розшифровування представлені на рис. 8.

Таблиця 10

Оцінка осідань рейкових ниток та допустимі швидкості руху поїздів по них

Ступінь відступу	Осідання, мм	Оцінка за одне осідання, балів	Допустима швидкість, км/год
I	До 10 включно	0	Встановлена
II	Понад 10 до 15 включно	0	
III	Понад 15 до 20 включно	10	
IV	Понад 20 до 25 включно	50	120/80
V	Понад 25 до 30 включно	500	60
	Понад 30 до 35 включно	500	40
	Понад 35 до 45 включно	500	15
	Понад 45	500	Рух закривається

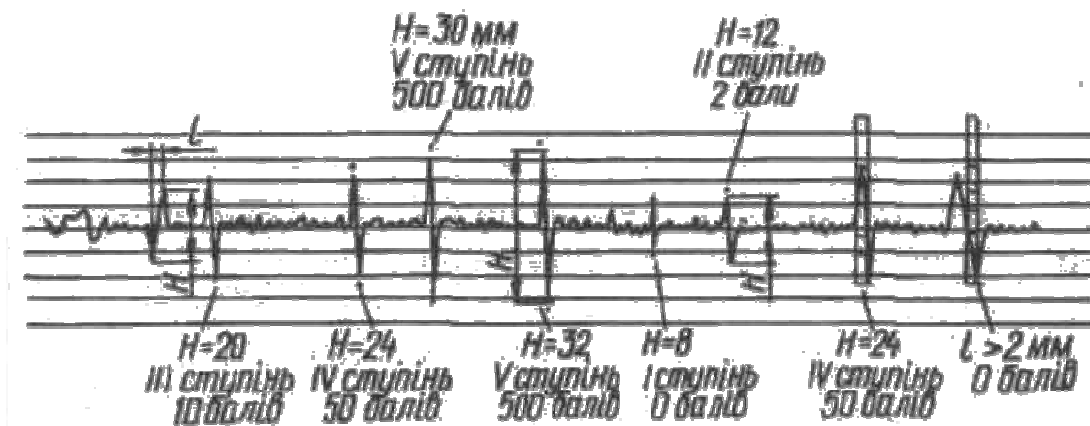


Рис. 8. Приклади розшифровування і оцінки осідань

Напрямок колії в плані (рихтування). Стан колії за напрямком у плані оцінюється в балах, що нараховуються за кожний відступ залежно від ступеня відступу та його довжини (табл. 11).

Розшифровка відступів проводиться за допомогою шаблона, приведеного на рис. 9.

Лінія I-I обмежує різницю стріл вигину 10 мм; II-II – 18 мм; III-III – 25 мм; IV-IV – 35 мм; V-V – 65 мм; VI-VI – 90 мм. Цифри біля точок перелому ліній шаблона означають відстань від точок до лінії базису. Вертикальна пунктирна лінія використовується тільки для побудови шаблона. У вертикальних розмірах шаблона враховано допуск 2 мм на можливу неточність запису.

Таблиця 11

**Оцінка відступів за напрямком у плані
та допустимі швидкості руху поїздів по них**

Ступінь відступу	Різниця у стрілах вигину, виміряних через 10 м від середини хорди довжиною 20 м, мм	Оцінка, балів, за кожний відступ довжиною, м			Допустима швидкість, км/год, при відступах довжиною, м	
		До 10 вкл.	Понад 10 до 20 вкл.	Понад 20 до 40 вкл.	До 20 включно	Понад 20 до 40 включно
I	До 10 включно	0	0	0	Встановлена	
II	Понад 10 до 18 включно	1	1	0		
III	Понад 18 до 25 включно	30	15	1		
IV	Понад 25 до 35 включно	500	200	50	80/60	120/90
V	Понад 35 до 65 включно	1 000	500	100	40/40	80/80
	Понад 65 до 90 включно	1 000	1 000	200	15/15	40/40
	Понад 90	1 000	1 000	1 000	Рух закривається	

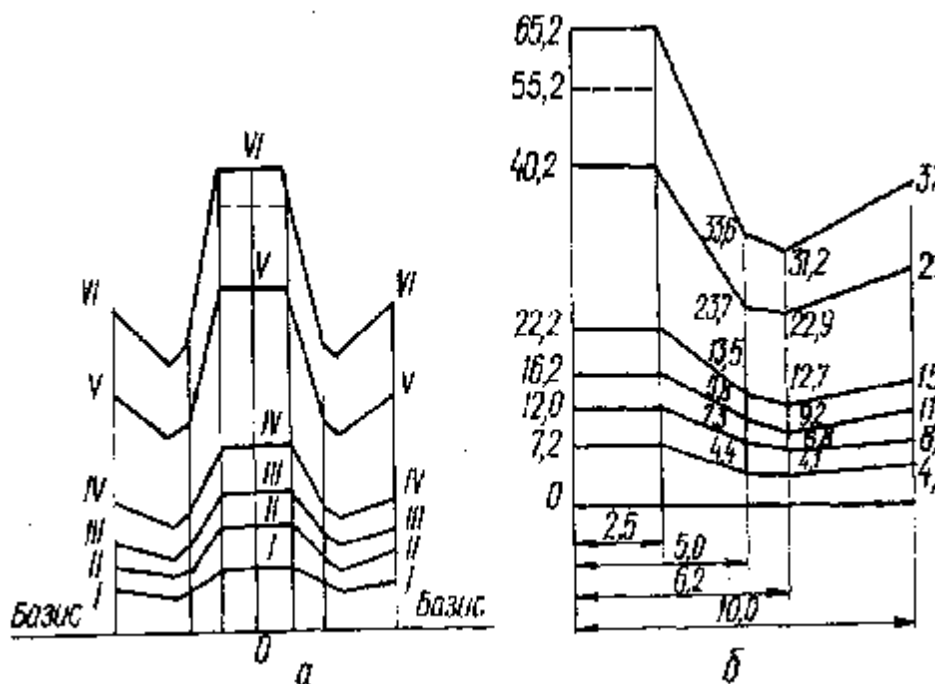


Рис. 9. Шаблон для розшифровування відступів у плані
для масштабу запису 1:2 (розміри, мм):
а – загальний вигляд; б – побудова шаблона

Амплітудою запису є дві точки, що лежать на умовній прямій і обмежені двома вершинами. Для визначення ступеня і оцінки кожного відступу шаблон прикладається до однієї вершини запису на стрічці, а оцінка відступу в балах визначається залежно від того, у якому місці шаблона буде знаходитися друга вершина запису.

Приклади розшифрування записів на стрічці відступів за напрямком колії у плані наведені на рис. 10.

Завдання для самоконтролю

Приклади розшифрування записів колієвимірвальних стрічок наведені на рис. 7–10. Вихідні дані знаходяться в дод. 1. Для розшифрування записів необхідно:

- 1) встановити вид кожного запису;
- 2) з використанням вище приведених правил встановити бали за кожну несправність;
- 3) знайти суму балів на 1 км;
- 4) дати оцінку якості стану колії.

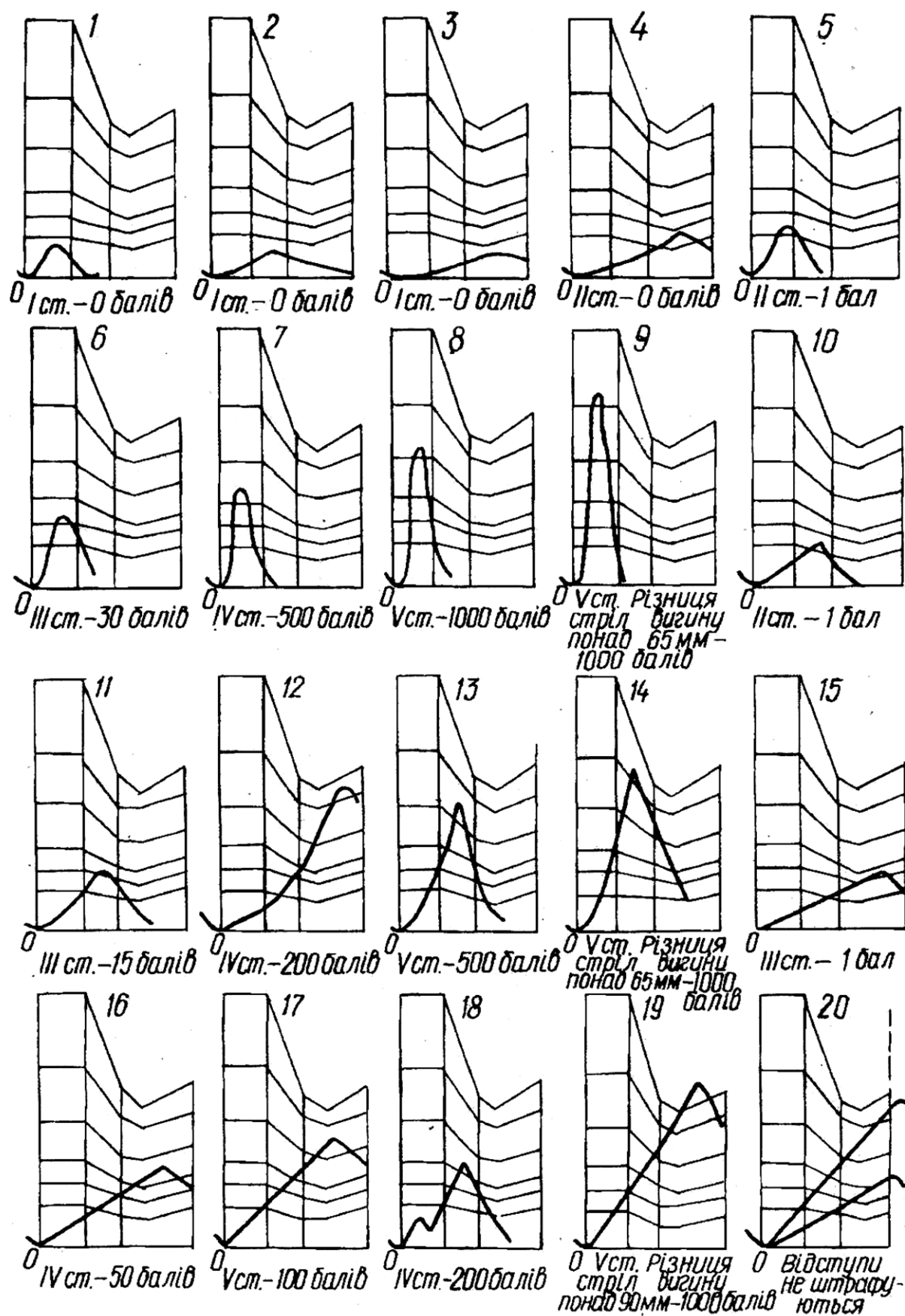


Рис. 10. Приклади (1-20) розшифровування записів на стрічці відступів за напрямком колії у плані

РЕГУЛЮВАННЯ СТИКОВИХ ЗАЗОРІВ

Мета роботи: ознайомитися з вимогами щодо утримання зазорів в стиках колії, навчитися вимірювати величину стикових зазорів та розраховувати відомість розгонки (регулювання) стикових зазорів.

Задача: розрахувати відомість розгонки (регулювання) стикових зазорів. Побудувати графік накопичення зазорів.

Теоретичні відомості

Стики рейок повинні розташовуватися в середині шпального ящика симетрично відносно стикових шпал. Між рейками в стикі залишається зазор, що дозволяє рейці змінювати довжину при зміні температури. Нормальні стикові зазори приймаються рівними від 0 до 21 мм залежно від температури рейок (табл. 12). В процесі експлуатації ланкової колії, що недостатньо закріплена від уgonу, відбувається поздовжнє переміщення рейок. В результаті порушується величина зазорів та відбувається поздовжнє переміщення рейок.

Таблиця 12

Нормальні стикові зазори

Величина зазорів, мм	Температура рейок, °C	
	Рейки довжиною 25 м	Рейки довжиною 12,5 м
0	+40 і більше	+60 і більше
1,5	Від +40 до +35	Від +60 до +50
3,0	Від +35 до +30	Від +50 до +40
4,5	Від +30 до +25	Від +40 до +30
6,0	Від +25 до +20	Від +30 до +20
7,5	Від +20 до +15	Від +20 до +10
9,0	Від +15 до +10	Від +10 до 0
10,5	Від +10 до +5	Від 0 до -10
12,0	Від +5 до 0	Від -10 до -20
13,5	Від 0 до -5	Від -20 до -30
15,0	Від -5 до -10	Від -30 до -40
16,5	Від -10 до -15	Від -40 до -50
18,0	Від -15 до -20	Від -50 до -60
19,5	Від -20 до -25	
21,0	Від -30 до -35 і нижче	

За умови забезпечення бокової стійкості та міцності ланкової колії не допускається наявність двох і більше нульових або максимально розтягнутих зазорів підряд на колії з рейками довжиною 25 м, або трьох і більше на колії з рейками довжиною 12,5 м за виключенням випадків, коли такі зазори є нормальними [2].

Стандартні стики двох рейкових ниток (крім кривих ділянок радіусом менше 200 м) розміщуються між шпалами за накутником, тобто один навпроти іншого, в одному створі, перпендикулярному до вісі колії. Забігання стику однієї рейкової нитки відносно стику іншої допускається: на прямих – не більше 8 см; на кривих ділянках – не більше 8 см плюс половина встановленого для даної кривої стандартного вкорочення рейки. Забіг одного ізолюючого стику відносно другого допускається: на прямих – не більше 5 см; на кривих – не більше 5 см плюс половина встановленого для даної кривої стандартного вкорочення рейки. Стандартні вкорочення для рейок довжиною 12,5 м – 40, 80 та 120 мм, для рейок довжиною 25 м – 80 та 160 мм.

Для повернення рейок у проектне положення виконується розгонка або регулювання зазорів. Робота з відновлення положення рейкових стиків, при виконанні якої порушується цілісність рейкової нитки, називається розгонкою зазорів. Якщо цілісність рейкової нитки не порушується, то має місце регулювання зазорів [4].

Стикові зазори вимірюються обов'язково при весняному і осінньому оглядах. Перевірку стану стикових зазорів необхідно виконувати при температурі, коли зазори не повинні бути нульовими або максимально розтягнутими.

Температура рейок визначається ртутним, спиртовим або електронним термометрами, що пройшли необхідну атестацію з метрології. У випадку використання ртутного чи спиртового термометру вимірювальна кулька вкладається на головку рейки та засипається сухим піском. При необхідності температуру рейок дозволяється визначати ртутним чи спиртовим термометрами, що вмонтовані в кусок рейки, яка вкладається поблизу від колійної рейки так, щоб і кусок і рейка мали однакові умови сонячного освітлення.

Стикові зазори вимірюються по кожній рейковій нитці, коли температура рейок змінюється повільно. Вимірювання виконуються за допомогою металевого прозорника (рис. 11), що вставляється в зазор збоку неробочої грані рейки на рівні середини висоти голівки.

На основі вимірювань складається відомість розгонки зазорів (табл. 13) та будується графік накопичення зазорів (рис. 12). На графіку визначається фронт робіт. Для відповідних стиків виконується розрахунок зміщення рейок.

За результатами розрахунків встановлюється необхідність розриву рейкових ниток, та відповідно вид роботи. Роботою по розгонці керує колійний майстер, а роботою по регулюванню зазорів може керувати бригадир. Місце робіт огорожується сигналами зупинки з можливим пропуском поїздів по місцю робіт зі швидкістю не більше 15 км/год.

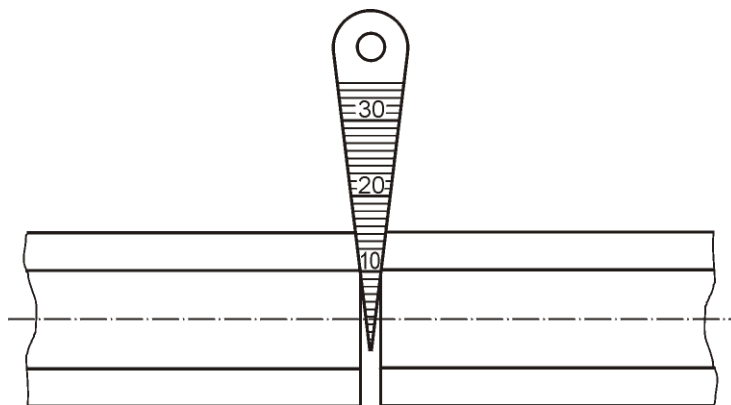


Рис. 11. Клин для вимірювання зазорів у стиках

Таблиця 13

Відомість розгонки зазорів

№ стику	Величина вимірюваних зазорів, мм	Накопичення вимірюваних зазорів, мм	Накопичення нормальних зазорів, мм	Необхідне зміщення рейок, мм	зміщується	Величина зазору при розгонці, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	3	3	9			
2	5	8	18			
3	15	23	27			
4	13	36	36	0		
5	19	55	45	10	пліть з 2-х рейок	
6	14	69	54	15		
7	17	86	63	23		17+15=32
8	16	102	72	30	пліть з 3-х рейок	
9	11	113	81	32		
10	18	131	90	41		18+32=50
11	12	143	99	44	пліть з 3-х рейок	
12	9	152	108	44		
13	6	158	117	41	рейка	6+44=50
14	1	159	126	33	рейка	1+41=42
15	0	159	135	24	рейка	0+33=33
16	0	159	144	15	рейка	0+24=24
17	1	160	153	7	рейка	1+15=16
18	2	162	162	0		2+7=9
19	1	163	171			
20	1	164	180			

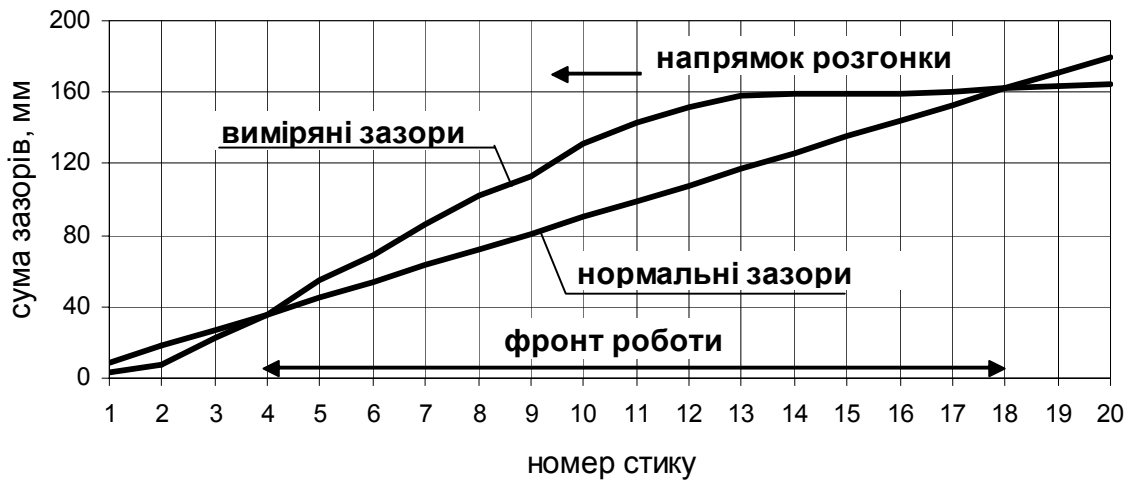


Рис. 12. Графік накопичення зазорів

За результатами розрахунків встановлюється необхідність розриву рейкових ниток, та відповідно вид роботи. Роботою по розгонці керує колійний майстер, а роботою по регулюванню зазорів може керувати бригадир. Місце робіт огорожується сигналами зупинки з можливим пропуском поїздів по місцю робіт зі швидкістю не більше 15 км/год.

Розгонка зазорів виконується гідравлічним розганяльним приладом (горизонтальний домкрат), який створює розпірну силу до 25 т. Прилад встановлюють над стиковим зазором, клинові захвати приладу надійно закріплюються на головках суміжних рейок. Гідравлічним насосом створюють розпірне зусилля, яке при зменшених погонному та стиковому опору однієї з рейок приводить до одностороннього поздовжнього її переміщення. Зменшення погонного опору досягається за рахунок надсмикування костилів. Стиковий опір зменшується через послаблення затяжки гайок стикових болтів. Рейки можуть переміщуватися поштучно, або пліттю, що складається з двох – п'яти рейок. Для точного встановлення нормального зазору під час розгонки між суміжними рейками вставляються металеві прокладки необхідної товщини.

Якщо при виконанні робіт необхідно розірвати рейкову нитку, то в стику розриву знімаються болти тільки на одному кінці рейки. Допускається розрив рейкової нитки до 175 мм.

Для можливості пропуску поїздів в зазор необхідно вставити вкладиш [4]. Кількість болтів в стику повинна бути не менше чотирьох: 2 болти на одній рейці, один болт на місці розташування вкладиша (він утримує вкладиш під час пропуску поїзда) і один болт ставиться на суміжній рейці.

Перед пропуском поїзда гідравлічний розгінщик знімається з колії, послаблені стикові болти затягуються, добиваються костилі, шпали в стиках підбиваються в підрейковій зоні, шпальні ящики заповнюються баластом не менше половини висоти ящика. Колія не повинна мати відхилень по шаблону, рівню і напрямку більше встановлених допусків.

Завдання для самоконтролю

Приклад розрахунку відомості розгонки зазорів приведено в табл. 13, приклад графіка накопичення зазорів – на рис. 12. Вихідні дані знаходяться в табл. 14. Для виконання роботи необхідно:

- 1) виміряти індивідуально в лабораторних умовах зазори та доповнити отриманими значеннями вихідні дані;
- 2) в стовпець 2 відомості розгонки зазорів занести величини виміряних зазорів (брати з вихідних даних);
- 3) розрахувати накопичення виміряних зазорів: перший рядок стовпця 3 дорівнює значенню першого рядка стовпця 2, другий рядок стовпця 3 дорівнює сумі значень першого рядка стовпця 3 та другого рядка стовпця 2 і т.д.;
- 4) розрахувати накопичення нормальних зазорів: за табл. 12 визначити значення нормального стикового зазору та записати його в перший рядок стовпця 4, кожний наступний рядок дорівнює сумі попереднього та першого рядка;
- 5) побудувати графік накопичення зазорів за даними відомості: по осі абсцис відкласти номери стиків (стовпець 1), по осі ординат – накопичення зазорів виміряних (стовпець 3), та нормальних (стовпець 4). Точки перетину двох графіків являються межами фронту робіт;
- 6) у стовпці 5 відомості розгонки зазорів йде мова про рейки. Тому, щоб показати між якими стиками знаходяться рейки, влаштовано зміщення рядків. На довжині фронту робіт визначити різницю між накопиченими значеннями виміряних та нормальних зазорів. Додатні числа вказують на те, що розгонка буде здійснюватися в напрямку проти ходу нумерації стиків;
- 7) у стовпці 5 вказано величини необхідного зміщення кожної рейки. На практиці не зручно встановлювати розгінщик в кожний стик. Тому їх переміщують одночасно по декілька рейок, тобто плітями. Кількість рейок в пліті, що показана в стовпці 6, повинна бути такою, щоб розгінщик зміг їх перемістити, і, бажано, щоб величина зазору при регулюванні не перевищувала максимальної конструктивної величини (22 або 24 мм в залежності від діаметру болтових отворів в рейках). Якщо величина зазору при регулюванні перевищить максимальну конструктивну величину, то необхідно розбирати рейковий стик. Тоді регулювання з розривом рейкової нитки буде називатися «розгонка»;
- 8) у стовпці 7 визначається величина зазору в місцях постановки розгінщика, та робиться висновок про необхідність розриву рейкової нитки.

Вихідні дані для складання відомості розгонки зазорів

варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
$t_{рейк}, ^\circ\text{C}$	5	8	9	12	14	17	26	24	27	31	14	16	23	29	32	26	24	27	31	14	16	9	12	14	17	26	24	27	31	14	
$l_{рейк}, \text{м}$	12,5	25	25	12,5	25	25	12,5	25	25	12,5	12,5	25	25	12,5	25	25	12,5	25	12,5	25	25	12,5	12,5	25	25	12,5	25	25	12,5	25	
№ стігу	Величина вимірюваних зазорів, мм																														
1	4	2	2	3	2	2	3	2	1	2	3	2	3	2	1	1	3	2	2	2	1	3	3	3	2	1	3	1	2	2	
2	Виміряти індивідуально в лабораторних умовах																														
3	14	21	12	16	18	17	11	7	7	11	10	13	13	7	5	9	10	5	8	14	8	13	17	14	7	8	9	5	7	18	
4	13	19	18	7	8	16	8	6	8	9	8	12	6	6	3	7	12	4	6	17	8	11	6	9	8	10	6	6	6	16	
5	21	19	14	15	19	12	10	13	14	9	10	11	14	10	10	10	9	6	7	21	13	20	9	13	20	11	12	7	6	19	
6	9	12	11	13	20	9	9	12	5	5	16	8	7	8	6	5	6	10	6	15	14	11	15	15	9	6	8	8	7	9	
7	14	24	19	10	21	12	8	18	7	8	14	20	17	10	5	5	12	12	7	20	16	20	14	20	8	10	20	10	10	17	
8	Виміряти індивідуально в лабораторних умовах																														
9	10	13	12	9	10	10	7	6	3	3	7	7	11	10	2	5	8	4	7	11	12	7	6	7	13	13	11	3	6	10	
10	16	13	13	12	21	14	13	14	5	6	18	15	9	18	5	6	9	12	5	21	17	21	16	19	21	12	7	9	5	15	
11	8	12	10	10	8	9	5	14	7	4	11	9	6	7	4	9	7	3	8	10	12	7	10	12	7	9	10	10	2	12	
12	9	12	5	9	12	5	10	6	6	4	9	6	6	4	4	5	11	2	3	7	8	8	9	9	8	10	7	5	5	0	
13	Виміряти індивідуально в лабораторних умовах																														
14	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	0	3	3	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	
16	0	1	1	0	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	1	3	1	
17	1	1	1	1	1	3	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	3	4	4	1	1	3	0	1	0	1	
18	3	2	3	3	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	
19	Виміряти індивідуально в лабораторних умовах																														
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ВИПРАВКА КРИВИХ В ПЛАНІ

Мета роботи: освоїти методику виконання розрахунку виправки кривих в плані, навчитися вимірювати величину стріли вигину рейки у кривій.

Задача: розрахувати відомість виправки кривої, побудувати графік стріл вигину кривої, та графік напівзміщень кривої.

Теоретичні відомості

В практиці інженерів колійного господарства часто виникає задача розрахунку виправки кривої в плані. Вихідними даними є результати натурної зйомки кривої. Крива та підходи до неї розбиваються на відрізки довжиною 5 м – при радіусі кривої 400 м і менше, або на відрізки довжиною 10 м – при радіусі кривої більше 400 м [2].

Границі відрізків є розрахунковими точками, в яких визначають необхідні поперечні зміщення колії для постановки її в правильне положення. Розрахункові точки позначають цифрами 0, 1, 2, 3..., n . В кожній точці на рівні 13 мм від поверхні катання визначають стрілку вигину зовнішньої рейкової нитки, яка вимірюється від робочої грані до хорди. Довжина хорди може бути 10 м, або 20 м. Результати вимірювань заносяться у другу колонку таблиці розрахунку виправки кривої (табл. 15). За даними вимірів h_i будується графік натурних стріл (рис. 13) в масштабі 1:1 по вертикалі. Горизонтальний масштаб графіка довільний [4].

Таблиця 15

Таблиця розрахунку виправки кривої

Номер точок	Натурні стріли h_i , мм	Проектні стріли H_i^I (1-й вар.), мм	$h_i - H_i^I$	$\Sigma (h_i - H_i^I)$	Напівзміщення $\Sigma \Sigma (h_i - H_i^I)$	Нове напівзміщення $e_i/2$	$-(e'_{i+1}/2 + e'_{i-1}/2)$	e'_i	H_i^{II}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	0	2	2	0	0	-2	0	0
2	7	9	-2	0	2	2	-2	4	9
3	20	18	2	2	2	2	-6	4	18
4	25	27	-2	0	4	4	-6	8	27
5	34	36	-2	-2	4	4	-6	8	36
6	46	45	1	-1	2	2	-4	4	46
7	60	54	6	5	1	0	-6	0	54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	52	54	-2	3	6	4	-5	8	55
9	51	54	-3	0	9	5	-7	10	54
10	61	54	7	7	9	3	-13	6	54
11	46	54	-8	-1	16	8	-8	16	54
12	53	54	-1	-2	15	5	-8	10	55
13	61	54	7	5	13	0	-6	0	55
14	56	54	2	7	18	1	-4	2	54
15	50	54	-4	3	25	4	-4	8	54
16	56	54	2	5	28	3	-8	6	54
17	48	54	-6	-1	33	4	-2	8	54
18	52	54	-2	-3	32	-1	4	-2	54
19	62	54	8	5	29	-8	8	-16	54
20	49	54	-5	0	34	-7	19	-14	54
21	60	54	6	6	34	-11	16	-22	54
22	51	54	-3	3	40	-9	20	-18	53
23	45	48	-3	0	43	-9	21	-18	48
24	44	39	5	5	43	-12	19	-24	39
25	33	30	3	8	48	-10	17	-20	30
26	19	21	-2	6	56	-5	12	-10	21
27	10	13	-3	3	62	-2	5	-4	11
28	2	4	-2	1	65	0	2	0	4
29	0	0	0	1	66	0	0	0	0
30	0	0	0	1	67	0	0	0	0
сума	1155	1154							

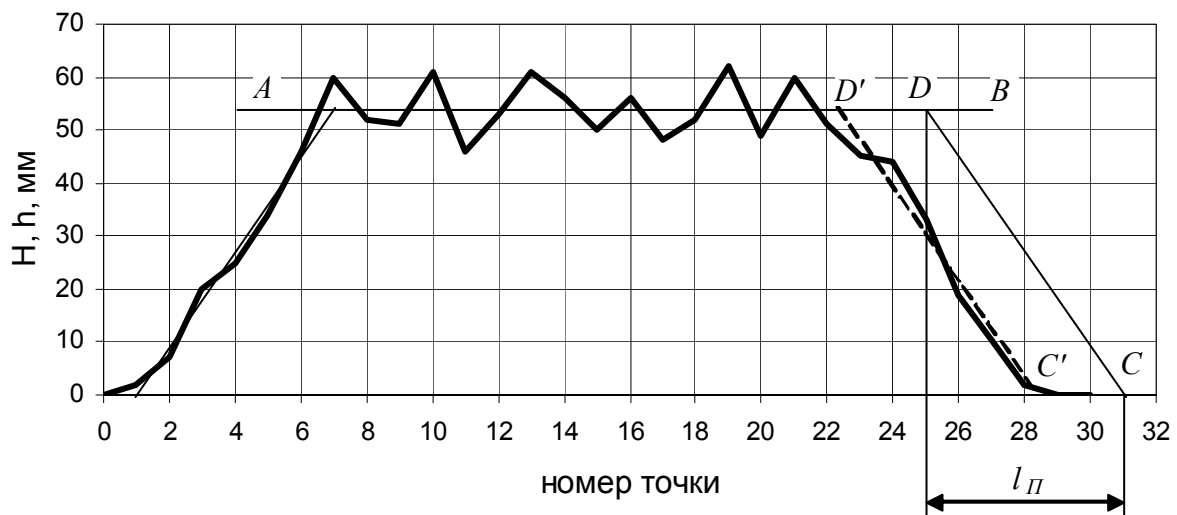


Рис. 13. Графік стріл вигину кривої

Аналізуючи графік натурних стріл можна встановити межі перехідних кривих та кількість радіусів кругових кривих. Радіус кругової кривої визначається за формулою:

$$R = \frac{1000l^2}{8h_{\text{сер}}}, \quad (1)$$

де l – довжина хорди, м;

$h_{\text{сер}}$ – середня величина стріли вигину кругової кривої, мм.

Потім на графіку намічають проєктне положення кривої. Для цього в межах кругової кривої знаходять середню стрілу вигину $h_{\text{сер}}$ і проводять лінію, паралельну осі абсцис (див. рис. 13, лінія AB).

Далі із довільної точки C на осі абсцис відкладають довжину перехідної кривої l_{Π} і відмічають на лінії AB точку D напроти кінця відрізка l_{Π} . З'єднують точки C і D прямою. Відрізок CD переміщують паралельно собі в таке положення $C'D'$, щоб площі відтятих на графіку стріл фігур вище та нижче лінії $C'D'$ були приблизно рівними. Як правило точки C' і D' не збігаються з точками вимірювань. Положення відрізка $C'D'$ вважається проєктним положенням перехідної кривої. Аналогічно знаходять проєктне положення другої перехідної кривої.

Значення проєктних стріл вигину кривої H_i^I вимірюють з графіку і заносять в третю колонку табл. 15. При цьому суми натурних і проєктних стріл повинні бути приблизно рівними.

Потім підраховують величини поперечних зміщень в розрахункових точках для постановки її в проєктне положення. Поперечні зміщення визначаються за формулою

$$e = 2 \sum_{i=0}^{i=n-1} \sum_{i=0}^{i=n-1} (h_i - H_i^I), \quad (2)$$

де h_i – натурні стріли

H_i^I – проєктні стріли.

Обчислення виконуються в табличній формі (див. колонки 4–6, табл. 15). За результатами розрахунку, що знаходяться в колонці 6, будується графік напівзміщень (рис. 14). Додатні значення напівзміщень відкладаються вгору від осі абсцис, а від'ємні – вниз.

Вісь абсцис і ламана лінія на графіку (див. рис. 14) показують взаємне положення проєктної і існуючої кривої. Як видно з графіка, в кінці кривої зміщення не дорівнює нулю, тобто пряма ділянка колії не є дотичною до проєктної кривої в її кінці. Тому необхідно намітити нове положення проєктної кривої, при якій зміщення в кінці кривої буде дорівнювати нулю. Для цього на графіку напівзміщень проводиться плавна крива, початкова та кінцева ділянка якої збігаються з ломаною лінією в двох перших та двох останніх точках, а на проміжній ділянці кривизна змінюється плавно.

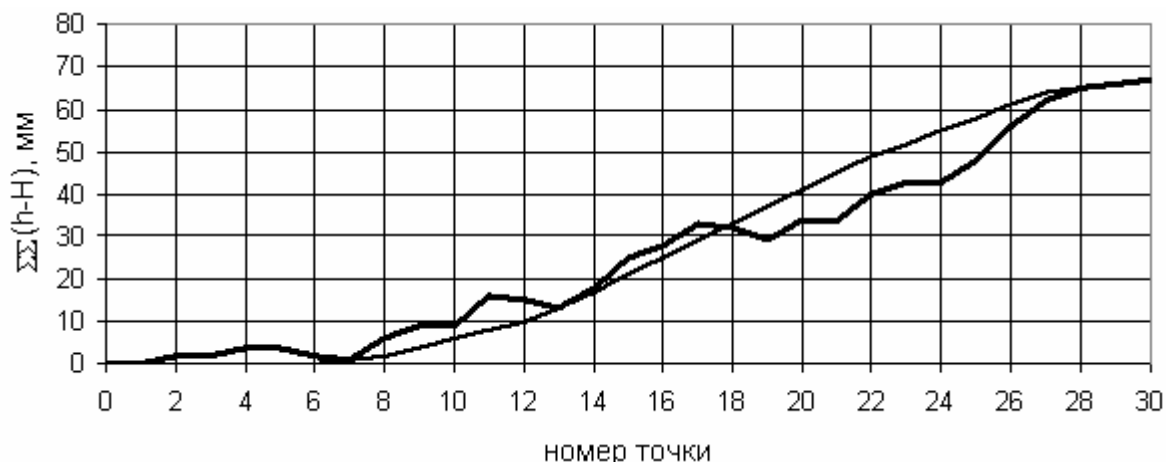


Рис. 14. Графік напівзміщень кривої

Якщо в якійсь точці зміщення повинно бути рівним нулю (фіксована точка), то нова проектна плавна крива повинна пройти через відповідну точку ломаної кривої (див. точку 13).

Проведену плавну криву приймають за нову вісь абсцис. Від неї вимірюють величини нових напівзміщень в розрахункових точках і заносять в колонку 7 табл. 15. При цьому для нового положення вісі абсцис зберігається правило знаків, прийняте при побудові графіка напівзміщень. Подвоївши величини колонки 7, отримаємо розрахункові зміщення, які заносяться до колонки 9 табл. 15.

З метою контролю підраховують нові проектні стріли кривої за формулою

$$H_i = h_i + e'_i - \frac{e'_{i+1} + e'_{i-1}}{2}, \quad (3)$$

де e'_i – зміщення (колонка 7, табл. 15);

$\frac{e'_{i+1} + e'_{i-1}}{2}$ – півсума зміщень в суміжних точках з розрахунковою, яка береться з протилежним знаком (див. колонку 8, табл. 15).

Отриманні проектні стріли в суміжних точках кругової кривої повинні відрізнятися не більше ніж на 1–2 мм. В межах перехідної кривої різниці стріл суміжних точок (крім початку та кінця перехідної кривої) не повинні відрізнятися більш ніж на 1–2 мм. Якщо в якій-небудь точці ці умови не виконуються, то вносять поправки у величини зміщень. При цьому значення проектних стріл змінюються на величину поправки, а в суміжних точках – на половину цієї величини, взятої з протилежним знаком.

Завдання для самоконтролю

Приклад розрахунку виправки кривої наведено в табл. 15. Вихідні дані знаходяться в табл. 16.

Вихідні дані для розрахунку виправки кривої

№ точки	варіанти																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	3	3	2	2	2	5	1	2	2	4	1	4	8	0	4	2	3	7	1	1	1	1	0	8	2	5	4	4	1	1	2
2	8	12	8	5	13	6	3	10	12	7	12	7	9	8	11	9	3	6	3	5	4	10	5	5	5	9	4	4	7	5	
3	21	19	21	16	25	24	24	21	19	21	25	25	20	18	22	17	16	18	18	26	22	22	21	24	22	25	19	24	25	24	
4	26	23	27	22	21	25	27	30	28	30	26	26	25	26	29	29	22	22	24	23	30	29	23	22	24	30	25	22	26	30	
5	33	36	35	34	31	31	36	35	29	35	30	37	35	29	35	30	37	36	34	31	35	30	29	30	30	31	33	31	37	38	
6	47	44	50	46	50	43	42	48	46	51	50	47	44	49	46	46	51	46	43	47	50	51	45	45	51	49	52	52	44	50	
7	59	56	62	64	59	62	57	56	58	61	58	57	61	62	58	60	55	59	58	57	58	61	60	63	61	61	61	61	57	59	
8	53	48	57	49	49	49	50	53	51	54	53	57	52	53	53	56	55	52	52	58	53	53	58	56	51	48	55	49	56	56	
9	50	50	47	52	53	48	49	55	52	53	52	54	48	51	51	50	51	51	53	54	53	48	49	52	52	50	52	54	49	45	
10	60	61	62	62	62	59	56	57	57	58	60	60	64	61	55	58	56	58	64	57	64	59	59	61	61	58	63	63	61	60	
11	45	50	47	46	46	42	42	42	47	42	45	41	43	45	50	42	45	41	49	42	46	46	47	48	48	44	46	43	48	49	
12	52	55	51	48	50	54	53	53	50	48	53	56	55	49	51	55	56	49	47	56	51	56	54	49	52	54	47	50	56	50	
13	62	64	57	65	66	64	60	62	61	59	62	63	62	59	61	65	62	59	64	63	58	59	60	63	58	60	65	65	62	63	
14	Виміряти індивідуально в лабораторних умовах																														
15	Виміряти індивідуально в лабораторних умовах																														
16	Виміряти індивідуально в лабораторних умовах																														
17	Виміряти індивідуально в лабораторних умовах																														
18	53	56	55	51	56	57	56	53	50	48	55	52	52	56	55	53	56	58	58	54	58	58	51	56	49	51	53	53	49	58	
19	61	59	59	56	65	57	60	59	65	59	61	65	60	59	66	64	61	65	62	65	61	61	66	62	64	63	62	62	58	57	
20	48	46	45	52	47	45	45	45	46	51	49	49	44	44	47	53	48	44	46	43	50	52	52	49	44	50	46	44	51	51	
21	61	61	62	66	58	56	66	61	60	62	60	63	64	57	57	57	64	63	63	64	66	62	58	57	56	61	58	65	60	57	
22	52	54	54	55	51	52	53	49	55	51	49	47	49	53	50	53	55	48	48	54	51	50	57	56	51	52	52	49	55	51	
23	47	48	49	47	42	51	43	49	51	49	51	48	50	48	48	50	45	50	42	47	43	48	46	50	45	50	47	44	49	49	
24	43	43	43	39	46	42	47	40	46	41	47	43	43	43	40	45	40	44	46	38	44	47	47	42	44	42	43	45	48	41	
25	32	27	32	29	30	34	36	37	29	35	29	32	34	31	33	36	34	30	29	35	28	33	34	33	37	31	32	35	29	31	
26	17	15	22	21	19	15	15	13	17	21	14	18	17	17	22	21	19	20	18	20	18	20	20	19	12	17	12	21	18	21	
27	9	11	5	13	4	7	5	12	13	12	14	8	11	12	4	9	9	8	14	5	12	9	4	11	13	7	5	10	13	10	
28	2	1	3	1	0	1	5	3	5	1	6	3	1	1	4	2	3	1	3	4	0	0	1	5	2	1	1	7	7	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Для розрахунку виправки кривої необхідно:

- 1) виміряти індивідуально в лабораторних умовах стріли при хорді 10 м та доповнити отриманими значеннями вихідні дані;
- 2) скласти форму розрахунку за табл. 15;
- 3) заповнити колонку 2 з вихідних даних;
- 4) побудувати графік стріл вигину кривої (див. рис. 13), провести середні лінії;
- 5) заповнити колонку 3, порахувати колонки 4, 5 та 6;
- 6) побудувати графік напівзміщень кривої (див. рис. 14), згладити;
- 7) до колонки 7 записати нові напівзміщення;
- 8) порахувати колонки 8, 9 та 10;
- 9) визначити радіус кривої.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ФОРМУВАННЯ УКЛАДАЛЬНОГО ПОЇЗДА ДЛЯ УКЛАДАННЯ ЛАНОК В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ МАЛОГО РАДІУСУ

Мета роботи: навчитися формувати укладальний поїзд для його роботи в зоні кривої радіусом 450 м і менше з використанням імітаційної моделі.

Задача: виконати розрахунки по проєктуванню пакетів ланок укладального поїзду та накреслити схему постачальної частини поїзда для укладання рейко-шпальної решітки (РШР) в кривих радіусом 450 м і менше із застосуванням скріплення СКД 65-Б.

Теоретичні відомості

Для виконання роботи необхідно ознайомитись з «Інструкцією зі складання та поточного утримання колії зі скріпленням типу СКД 65-Б» [5].

При виконанні капітального ремонту колії на ділянках з кривими радіусом 450 м і менше стоїть задача:

- зробити прив'язку ділянки відводу розширення в зоні перехідної кривої до кінця укладання нової РШР (рис. 15);
- виконати розрахунки по формуванню пакетів ланок укладального поїзда. Визначити місце знаходження відводу розширення колії в схемі формування укладального поїзда.

Методика розрахунку проєкту пакетів ланок укладального поїзда

Нехай ділянка колії з кривою радіусом R , довжиною перехідної кривої $l_{пк}$ має початок, який знаходиться на відстані A від раніше вкритої РШР.

Розрахунки лінійних розмірів ведуться з точністю до 1 м.

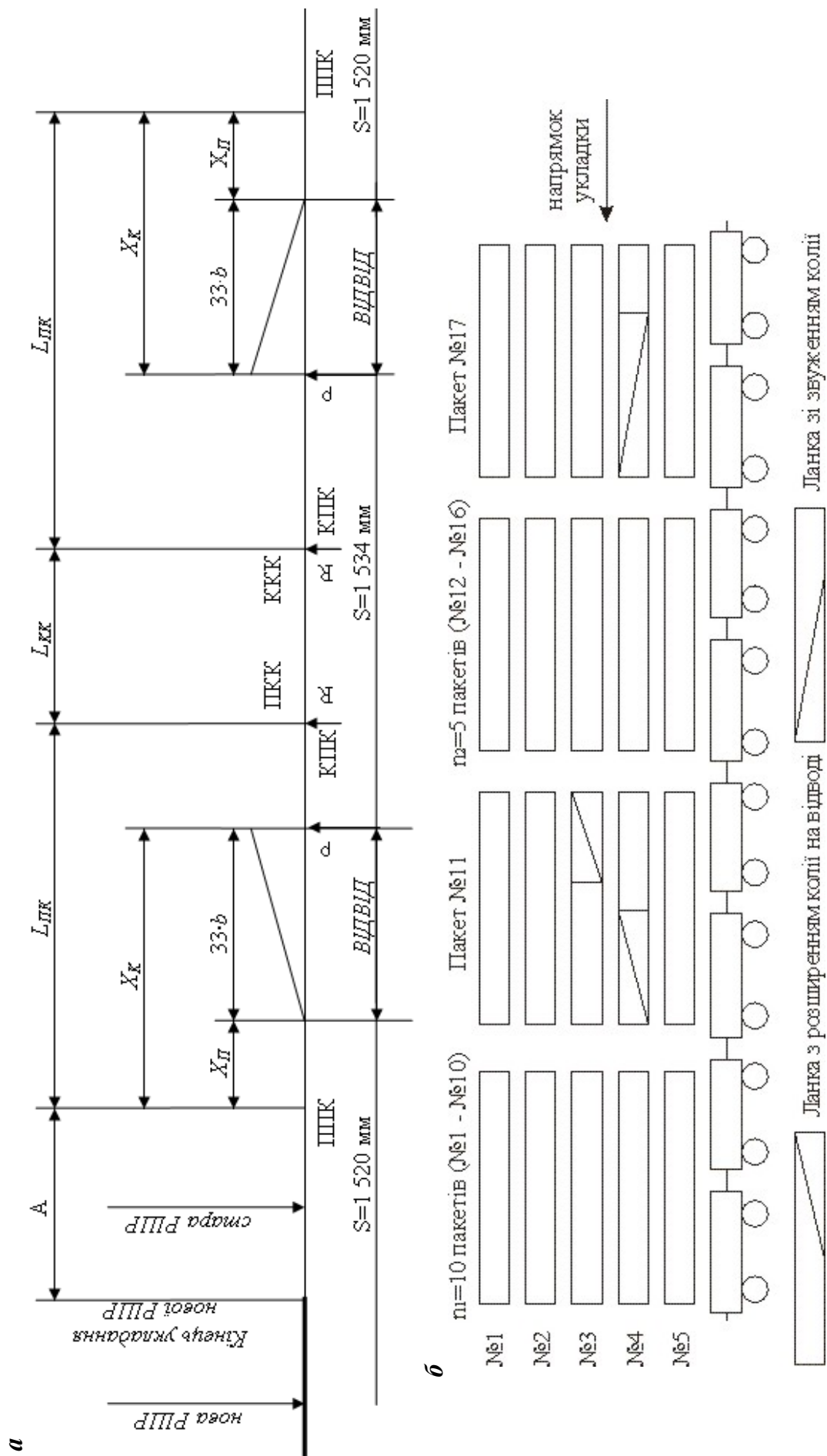


Рис. 15. Схема початкової частини укладального поїзда

1. Креслимо схему плану колії і показуємо схему прив'язки відводу розширення колії на перехідній кривій (рис. 15, а).

2. Згідно вихідних даних визначаємо параметри X_K та X_{Π} :

X_K – відстань від початку перехідної кривої до кінця розширення колії, м;

X_{Π} – відстань від початку перехідної кривої до початку відводу розширення колії, м;

$$X_K = \frac{R_{KK} L_{PK}}{\rho}, \quad (1)$$

де R_{KK} – радіус кругової кривої, м;

L_{PK} – довжина перехідної кривої, м;

ρ – радіус, з якого на перехідній кривій починається колія шириною 1 535 мм. Рекомендується приймати $\rho = 450$ м.

$$X_{\Pi} = X_K - 33b, \quad (2)$$

де b – відстань між осями сусідніх шпал, прийняти 0,54 м;

Знаходимо n_1 – число пакетів з ланками, що мають ширину колії 1 520 мм для укладання від кінця раніше вкладки нової РШР до початку відводу розширення колії.

$$n_1 = \frac{A + X_{\Pi}}{5l_{\text{лн}}}, \quad (3)$$

де A – відстань від кінця укладання нової РШР до початку перехідної кривої;

$l_{\text{лн}}$ – довжина ланки, 25 м;

5 – кількість ланок у пакеті.

Приклад. Нехай після розрахунків отримали $n_1 = 10,544$ пакетів:

Отриманий результат розділимо на цілу і дрібну частину:

$$n_1 = 10 \text{ пакетів} + \text{залишок } 0,544 \text{ пакетів.}$$

Цифра 10 показує, що необхідно формувати 10 пакетів ланок колії 1 520 мм, 11-й пакет на довжині $L_1 = 0,544 \times 5 \times l_{\text{лн}} = 68$ м має колію 1 520 мм, та ділянку відводу розширення колії.

$$n_1 = 10 \text{ пакетів} + \text{залишок } L_1.$$

Визначимо кількість ланок $n_{\text{лн}}$ колії 1 520 мм у залишку L_1 :

$$n_{\text{лн}} = \frac{L_1}{25} = \frac{68}{25} = 2 \text{ ланки} + \text{залишок } 18 \text{ м.}$$

Складемо схему розташування ланок пакета № 11.

У пакеті № 11, ідучи зверху, вкладаються верхні ланки № 1 та № 2 з колією ширини 1 520 мм. Ланка № 3 на 18 метрах довжини ($18/b = 33,3 = 33$ шпали) теж має ширину колії 1 520 мм, а частина ланки довжиною $a = 25 - 18 = 7$ м, буде нести відвід розширення колії (рис. 16). Схема формування ділянки розширення на 33 шпалах за рахунок карток скріплення СКД-65Б показана в [5].

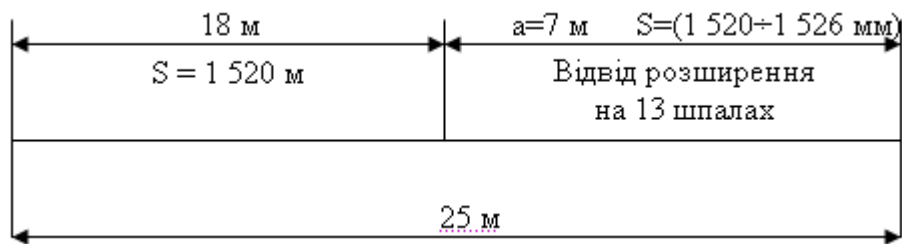


Рис. 16. Схема ланки № 3 з частиною відводу розширення

Довжина всієї ділянки відводу розширення згідно інструкції $33b = 18,15$ м, на якій укладаються 33 шпали. Це більше, ніж довжина $a = 7$ м, на якій вкладається 13 шпал епюри 1 840 шт./км ($46 - 33 = 13$ шпал). На частині a ланки № 3 колія плавно розширюється від 1 520 мм до 1 526 мм (див. рис. 16). Решта ділянки відводу розширення колії від 1 526 мм до 1 534 мм виконується на частині наступної ланки № 4 на довжині $m = 18,15 - 7 = 11,15$ м на 20-ти шпалах ($33 - 13 = 20$) (рис. 17). На залишку ланки № 4 довжиною $h = 25 - 11,15 = 13,85$ м колія має ширину 1 534 мм ($46 - 20 = 26$ шпал).

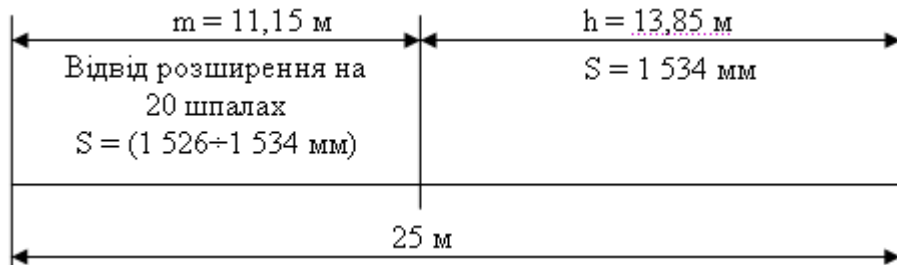


Рис. 17. Схема ланки № 4 з частиною відводу розширення

Кількість ланок k шириною колії 1 534 мм, що необхідні для завершення формування пакета № 11, складає 1, тому що кількість ланок у пакеті скла-

дає 5. Тобто ланка № 5 пакета № 11 має ширину 1 534 мм. Пакет № 11 складено.

Знайдемо кількість пакетів n_2 , що складаються лише з ланок шириною колії 1 534 мм:

$$n_2 = \frac{2(L_{\text{пк}} - X_{\text{к}}) + L_{\text{кк}} - kl_{\text{лн}} - h}{5l_{\text{лн}}}, \quad (4)$$

де $L_{\text{пк}}$ – довжина перехідної кривої, м;

$X_{\text{к}}$ – відстань від початку перехідної кривої до кінця розширення колії, м;

k – кількість ланок шириною колії 1 534 мм, що необхідні для завершення формування пакета № 11;

$L_{\text{кк}}$ – довжина кругової кривої, м;

$l_{\text{лн}}$ – довжина ланки, 25 м;

h – довжина частини ланки 5 пакету № 11, яка має ширину колії 1 534 мм (див. рис. 17).

Нехай в результаті розрахунків отримали кількість пакетів n_2 :

$$n_2 = 5 \text{ пакетів} + \text{залишок } 75 \text{ м.}$$

Тоді пакети № 12...16 мають колію шириною 1 534 мм. Оскільки на залишку довжиною 75 м вкладається 3 ланки довжиною по 25 м, то ланки № 1, 2 і 3 пакета № 17 мають колію шириною 1 534 мм. Ланка № 4 пакета № 17 буде нести весь відвід розширення колії на другій перехідній кривій (в цьому випадку відвід – є звуженням колії), оскільки довжина відводу ($33b = 18,15$ м) менша за довжину ланки (25 м). Тобто, на перших 33-х шпалах влаштується відвід звуження від колії 1 534 мм до колії 1 520 мм. На решті 13-ти шпалах ланка № 4 колія має ширину 1 520 мм. Ланка № 5 пакета № 17 та ланки інших наступних пакетів мають ширину колії 1 520 мм.

Завдання для самоконтролю

Приклад розрахунку постачальної частини укладання поїзда показано на рис. 15. Вихідні дані знаходяться в табл. 17. Для розрахунку постачальної частини укладання поїзда необхідно:

- 1) накреслити схему плану колії (див. рис. 15, а);
- 2) визначити параметри $X_{\text{к}}$ та $X_{\text{п}}$ та відповідні кількості ланок;
- 3) скласти схему розташування ланок (див. рис. 15, б) та постачальну частину укладального поїзда на імітаційній моделі;
- 4) розрахувати ланки з частиною відводу розширення.

Вихідні дані для проєктування пакетів ланок укладального поїзда

Варіант	Радіус кругової кривої $R_{\text{кк}}$, м	Довжина перехідної кривої $L_{\text{пк}}$, м	Відстань від кінця укладання нової РППР до початку перехідної кривої A	Довжина кругової кривої $L_{\text{кк}}$, м
1	450	50	20	370
2	440	55	40	360
3	430	60	60	350
4	420	65	80	340
5	410	70	100	330
6	400	75	120	320
7	390	80	140	310
8	380	85	160	300
9	370	90	180	290
10	360	95	200	280
11	350	100	220	270
12	340	105	240	260
13	330	110	260	250
14	320	115	280	240
15	310	120	300	230
16	300	125	320	220

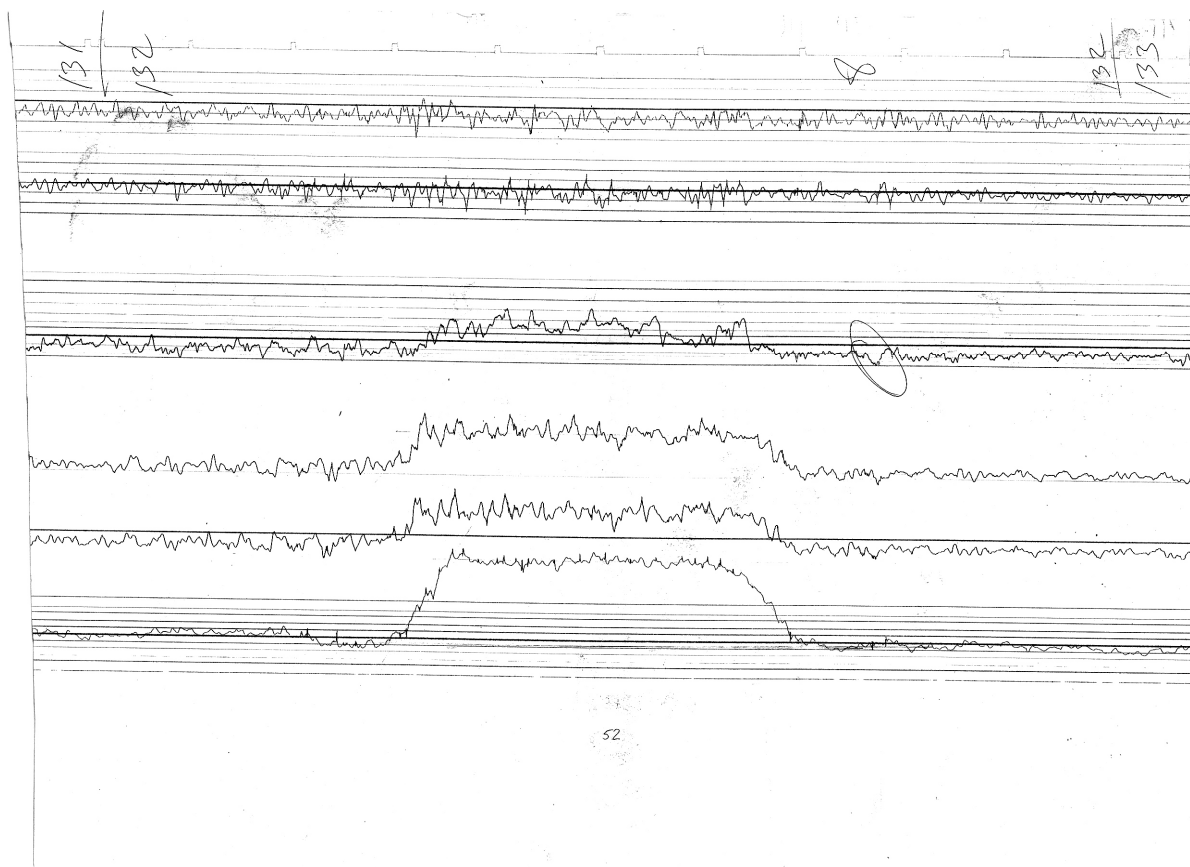
Продовження табл. 17

Варіант	Радіус кругової кривої $R_{\text{кк}}$, м	Довжина перехідної кривої $L_{\text{пк}}$, м	Відстань від кінця укладання нової РПР до початку перехідної кривої A	Довжина кругової кривої $L_{\text{кк}}$, м
17	290	130	340	210
18	280	135	360	200
19	270	140	380	190
20	260	145	400	180
21	250	150	420	170
22	240	155	440	160
23	230	160	460	150
24	220	145	480	140
25	210	150	500	130
26	200	155	520	120
27	190	160	540	110
28	180	160	560	100
29	450	60	580	90
30	440	65	600	80

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України. ЦП-0113: затверджено наказом Укрзалізниці від 10.08.2004 р. Київ, 2004. 32 с.
2. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦП-0138 : затв. наказом Укрзалізниці від 22.12.2005 р. Київ, 2006. 336 с.
3. Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колісвимірювальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії. ЦП-0020 : затв. наказом Укрзалізниці від 17.01.1996 р. Київ, 2005. 34 с.
4. Путевое хозяйство : учебник для вузов ж.-д. трансп. / И. Б. Лехно и др.; под ред. И. Б. Лехно. Москва : Транспорт, 1990. 472 с.
5. Інструкція зі складання та поточного утримання колії зі скріпленнями типу СКД65. ЦП-0199 : затв. наказом Укрзалізниці від 10.12.2008 р. Київ, 2008. 44 с.

ДОДАТОК



Для нотаток

Для нотаток

Виробничо-практичне видання

Патласов Олександр Михайлович, **Арбузов** Максим Анатолійович,
Маркуль Руслан Володимирович, **Савицький** Віктор Володимирович

КОЛІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

У трьох частинах
Частина 1

У авторській редакції
Комп'ютерна верстка *М. А. Арбузов*

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,44. Обл.-вид. арк. 2,46.
Тираж 5 пр. Зам. № 77.

Український державний університет науки і технологій
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1315 від 31.03.2003

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010.