

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра залізничних станцій та вузлів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни**

«ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЦЬ»

Харків – 2021

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри залізничних станцій та вузлів 22 березня 2021 р., протокол № 8.

Рекомендується для здобувачів вищої освіти спеціальності 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)» денної форми здобуття освіти.

Укладачі:

проф. О. М. Огар,
доценти О. А. Дудін,
М. Ю. Куценко

Рецензент

проф. О. В. Лаврухін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Побудова поперечного профілю баластної призми.....	4
1.1 Конструктивні елементи баластної призми і земляного полотна.....	4
1.2 Порядок побудови поперечного профілю баластної призми.....	6
2 Розрахунок одиночного звичайного стрілочного переводу з криволінійним гостряком січного типу.....	8
2.1 Основні положення.....	8
2.2 Розрахункова схема стрілочного переводу.....	9
2.3 Розрахунок елементів стрілки.....	10
2.4 Визначення розмірів хрестовини.....	14
2.5 Визначення довжини прямої вставки.....	16
2.6 Визначення основних і осьових розмірів стрілочного переводу.....	17
2.7 Визначення довжини рейок з'єднувальних колій.....	18
2.8 Побудова схеми розбивки стрілочного переводу та схеми розкладання брусів.....	20
3 Організація робіт з очищення колій і прибирання снігу на станції.....	21
3.1 Основні положення організації робіт щодо запобігання снігових заносів на перегонах і станціях...	21
3.2 Установлення черговості очищення станційних колій і стрілочних переводів.....	23
3.3 Визначення об'єму снігу, який прибирається.....	24
3.4 Вибір типу снігоприбиральної машини.....	24
3.5 Визначення тривалості прибирання і вивезення снігу...	29
3.6 Побудова графіка механізованого прибирання снігу зі станції.....	32
Список літератури.....	34
Додаток А. Початкові дані до розрахунково-графічної роботи.....	35
Додаток Б. Епюра стрілочного переводу.....	37

ВСТУП

Методичні вказівки є керівництвом для виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Основи проектування залізниць».

Розрахунково-графічна робота складається з нижченаведених розділів.

1 Побудова поперечного профілю баластної призми;

2 Розрахунок основних параметрів і розмірів одиночного звичайного стрілочного переводу.

3 Організація робіт з очищення колій і прибирання снігу на станції.

Порядок вибору варіантів і початкові дані по кожному варіанту для студентів наведено в додатку А.

Розрахунково-графічна робота має складатися з пояснювальної записки і креслень. Пояснювальна записка повинна містити всі потрібні розрахунки і пояснювання. Вона оформляється на нелінованих аркушах формату А4 з дотриманням основних вимог до оформлення текстових документів [1]. Сторінки мають бути пронумеровані. Креслення виконуються на міліметровому папері або за допомогою персонального комп'ютера, розміщуються або по ходу тексту пояснювальної записки і нумеруються як її аркуші, або у додатках.

Перед виконанням кожного розділу розрахунково-графічної роботи необхідно опрацювати відповідні розділи рекомендованої літератури.

1 ПОБУДОВА ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФІЛЮ БАЛАСТНОЇ ПРИЗМИ

1.1 Конструктивні елементи баластної призми і земляного полотна

Поперечним профілем баластної призми називається поперечний переріз баластної призми вертикальною площиною, перпендикулярною поздовжній осі колії, на всю ширину основної площадки земляного полотна.

Належним чином спланована земляна поверхня, на яку безпосередньо вкладається верхня будова колії, називається основною площадкою (ОПЗП). Лінія перетину основної площадки з укосом називається брівкою земляного полотна.

Обрис основної площадки земляного полотна приймають різним залежно від кількості колій. На одноколійних ділянках улаштовується основна площадка земляного полотна трапецеїдальної форми, а на двоколійних – трикутної. Трапецеїдальну або трикутну призму, яка розташована вище рівня брівки, називають зливною призмою.

Ширина основної площадки земляного полотна більша, ніж основа баластної призми, яка на ній розташовується. У результаті цього по краях ОПЗП створюються вільні від баласту поздовжні полоси – узбіччя. Узбіччя служать для розміщення колійних та сигнальних знаків, опор контактної мережі, а також для перебування робітників під час пропуску поїздів. Ширина кожного узбіччя повинна бути не меншою ніж 0,5 м.

Типові профілі баластної призми диференціюються залежно від вантажонапруженості, плану лінії (пряма або крива), кількості колій (одна або дві), а також конструкції колії (ланкова колія на дерев'яних шпалах або безстикова колія на залізобетонних шпалах).

За інших рівних умов поперечні профілі можуть відрізнятися двома основними розмірами – шириною плеча баластної призми « a » (відстань від торця шпали до брівки баластної призми) і товщиною щебеневого шару « $h_{щ}$ » (від верху піщаної подушки до нижньої постелі шпал), які надані в таблиці 1.1.

Піщана подушка улаштовується між ОПЗП та щебеним шаром і має мінімально допустиму товщину 200 мм.

Брівкою баластної призми називається лінія сполучення плеча баластної призми і її укосу, а лінія сполучення укосу баластної призми (або піщаної подушки) з поверхнею ОПЗП називається підшвою баластної призми (або піщаної подушки).

Таблиця 1.1 – Розміри a і $h_{ш}$ баластної призми

Вантажонапруженість, млн ткм/км брутто на рік	Ширина плеча баластної призми a , см	Товщина щебеневого шару $h_{ш}$, см
> 50	45	40 / 35
> 30 до 50	35	35 / 30
> 15 до 30	25	30 / 25
≤ 15	25	25 / 25

Примітка – Числа в чисельнику наведені для безстикової колії (залізобетонних шпал), у знаменнику – для ланкової колії (дерев'яних шпал)

1.2 Порядок побудови поперечного профілю баластної призми

Поперечний профіль будується для прямої ділянки перегону із заданими характеристиками (вантажонапруженість, кількість колій, вид шпал). Залежно від вантажонапруженості за таблицею 1.1 установлюються розміри « a » і « $h_{ш}$ ». Поперечний профіль креслиться в масштабі 1:50 відповідно до одного зі зразків, наведених на рисунку 1.1. Товщина піщаної подушки (20 см) вимірюється на одноколійних ділянках – від верху основної площадки земляного полотна (від верхньої основи трапеції); на двоколійних – у підрейковому перерізі внутрішніх (міжколійних) рейкових ниток (на відстані приблизно 1300 мм від вершини трикутника основної площадки земляного полотна). Розміри ОПЗП для одноколійної ділянки: відстань між брівками земляного полотна 7000 мм, висота трапеції 150 мм, розмір верхньої основи трапеції 2300 мм.

Для двоколійної ділянки відстань між брівками земляного полотна 11100 мм, висота трикутника 200 мм.

Крутизна відкосу (відношення вертикальної проекції укосу до горизонтальної або тангенс кута нахилу твірної відкосу) баластної призми приймається рівною 1:1.5, а піщаної подушки – 1:2. Відстань від підшови баластної призми до підшови піщаної подушки приймається рівною 150 мм. Відстань між осями колій двоколійної ділянки (величина міжколійя) – 4100 мм.

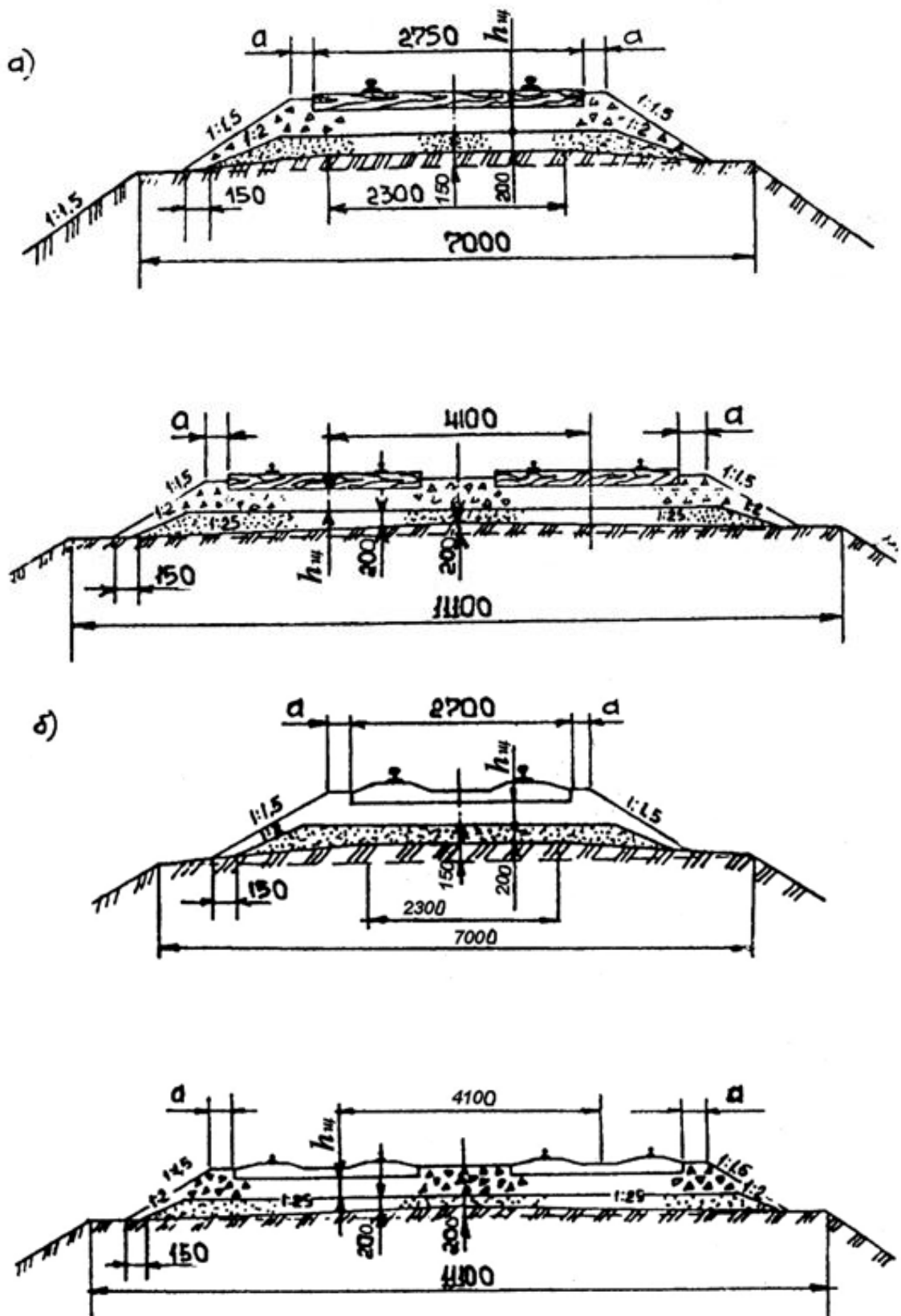


Рисунок 1.1 – Типові поперечні профілі баластної призми:
 а – при дерев'яних шпалах; б – при залізобетонних шпалах

2 РОЗРАХУНОК ОДИНОЧНОГО ЗВИЧАЙНОГО СТРІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ З КРИВОЛІНІЙНИМ ГОСТРЯКОМ СІЧНОГО ТИПУ

Перед виконанням цієї частини розрахунково-графічної роботи необхідно опрацювати відповідний розділ підручника [2, 4].

2.1 Основні положення

Стрілочні переводи повинні відповідати тим умовам руху, для яких вони призначені. З огляду на це обґрунтовують і визначають розрахунком основні параметри стрілочних переводів, а для розбивки на місцевості та укладання стрілочних переводів визначають основні (теоретичну і загальну довжину) та осьові (розбивні) розміри.

При розрахунку стрілочного переводу можливі різні випадки постановки завдань, що обумовлює різні варіанти вихідних даних. У розрахунково-графічній роботі розраховують основні параметри криволінійного гостряка, розміри рамної рейки, хрестовини, прямої вставки, основні й осьові розміри; розміри, що визначають положення граничного стовпчика. Усі розрахунки виконуються за величиною кутів з точністю до 1 с та за лінійними розмірами – до 1 мм, що потребує застосування тригонометричних функцій з точністю не менше шести знаків і значення постійної π – також з точністю до шостого знаку – 3,141593.

За результатами розрахунків виконується креслення епюри стрілочного переводу, яке є основним документом для розбивки стрілочного переводу на місцевості та його укладання.

Епюра стрілочного переводу – масштабне схематичне креслення, на якому зображено основні елементи переводу з розміщеними під ним брусами. На іншій частині креслення також даються основні елементи й наводяться всі геометричні характеристики й розміри переводу в цілому, але немає зображення брусків. Крім того, викреслюється схема розбивки металевих частин переводу. Епюра стрілочного переводу є основним документом, відповідно до якого укладається й утримується перевід.

2.2 Розрахункова схема стрілочного перевалу

На розрахунковій схемі стрілочного перевалу, яка наведена на рисунку 2.1, указано розміри, що розраховуються в розрахунково-графічній роботі, а також ті, що надано в завданні.

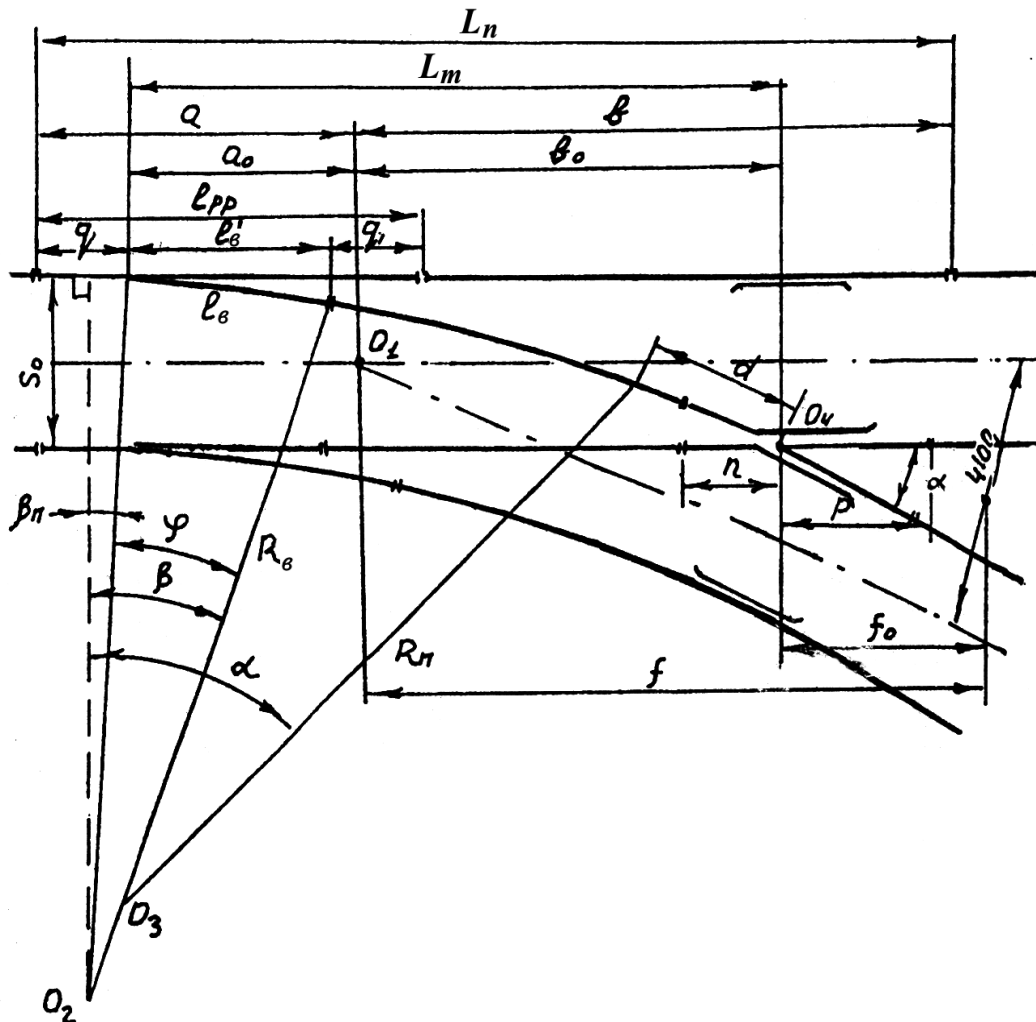


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема стрілочного перевалу

На рисунку 2.1 наведено такі умовні позначення:

α – кут хрестовини;

β_n – початковий кут гостряка;

β – загальний стрілочний кут;

φ – центральний кут (кут, що відповідає дузі гостряка);

R_s – радіус гостряка;

R_n – радіус перевідної кривої;

r – довжина хвостової частини хрестовини;

n – довжина передньої частини хрестовини;
 d – пряма вставка (відстань від кінця перевідної кривої до математичного центра хрестовини);
 q – довжина переднього вильоту рамної рейки;
 q_1 – довжина заднього вильоту рамної рейки;
 l_e – довжина криволінійного гостряка;
 l'_e – проекція криволінійного гостряка на напрямок рамної рейки;
 S_0 – ширина колії стрілочного переводу;
 L_T – теоретична довжина стрілочного переводу;
 L_n – загальна або практична довжина стрілочного переводу;
 a_0, b_0, a, b – відстань від центра переводу O_1 до відповідно початку гостряків, математичного центра хрестовини, переднього стику рамної рейки, стику хвостової частини хрестовини;
 f_0, f – відстань до граничного стовпчика від математичного центра хрестовини та центра переводу O_1 .

2.3 Розрахунок елементів стрілки

При розрахунках визначаються числові значення основних параметрів криволінійного гостряка (рисунок 2.2) та довжина рамної рейки.



Рисунок 2.2 – Вістря гостряка з перевідним механізмом

2.3.1 Визначення основних параметрів криволінійного гостряка

Метою розрахунку є визначення числових значень параметрів R_e , β_n , φ , β (рисунок 2.3). Розрахунок ведеться з використанням силового способу, який надано в [3].

При вході на стрілку колесо вдаряється в гостряк, який веде на бокову колію. При цьому виникає надлишок кінетичної енергії (ефект удару). Допустиме значення ефекту удару в гостряк нормується величиною $W_e = 0,225$ м/с.

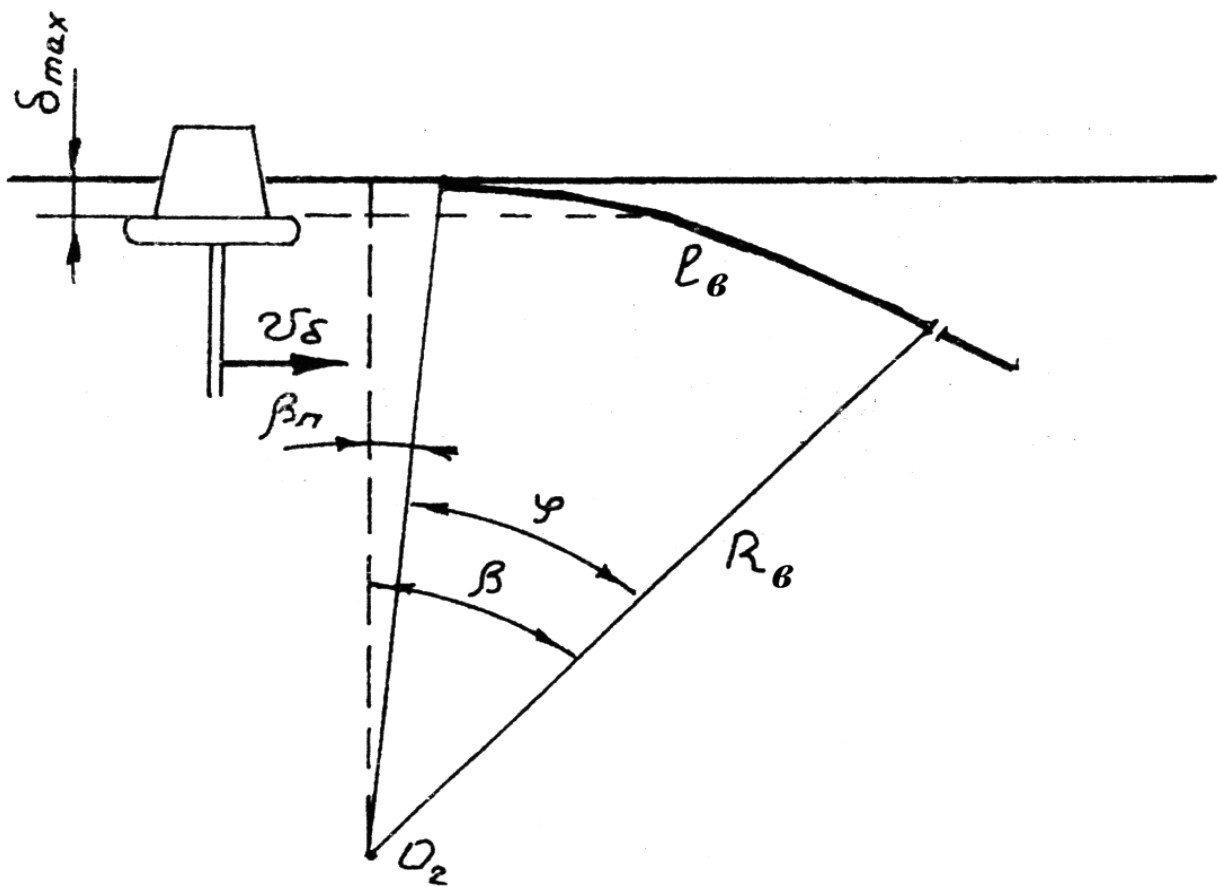


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема для визначення параметрів криволінійного гостряка

Після удару у вістря здійснюється рух по криволінійному гостряку й далі по перевідній кривій. При цьому виникають відцентрові прискорення відповідно j_0 і γ_0 , які при $R_n = R_e$ можливо прийняти рівними: $j_0 = \gamma_0 = 0,3 \div 0,4$ м/с².

При відомій швидкості руху на бокову колію V_{δ} радіус гостряка визначається з виразу

$$R_B = \frac{V_{\delta}^2}{j_0}. \quad (2.1)$$

Початковий кут розраховують за тригонометричною функцією

$$\sin\beta_n = \frac{1}{V_{\delta}} \sqrt{W_0^2 - 2\delta_{\max} \cdot j_0}, \quad (2.2)$$

де δ_{\max} – максимальний зазор між колесом та рамною рейкою, з яким воно підходить до гостряка, $\delta_{\max} = 36$ мм.

Якщо підставити у формулу (2.2) цифрові значення параметрів, то можна отримати спрощений розрахунковий вираз (при $j_0 = 0,4$ м/с²):

$$\sin\beta_n = \frac{0.147733}{V_{\delta}},$$

після чого знаходять величину β_n , град, як $\arcsin\beta_n$ та $\cos\beta_n$.

Далі визначають центральний кут φ , град, з виразу

$$\varphi = \frac{l_B \cdot 180}{\pi \cdot R_B}. \quad (2.3)$$

При відомих значеннях β_n і φ обчислюють загальний стрілочний кут β , як суму кутів β_n і φ , а також знаходять величину $\sin\beta$.

2.3.2 Визначення довжини рамної рейки

Довжина рамної рейки l_{pp} визначається згідно з рисунком 2.4 як сума трьох його відрізків: переднього вильоту q (від вістря гостряка до переднього стику рамної рейки), проекції криволінійного гостряка на напрямок прямої рамної рейки l_e' і

заднього вильоту q_1 (від кінця проекції гостряка до заднього стику рамної рейки):

$$l_{pp} = q + l'_e + q_1. \quad (2.4)$$

Передній виліт рамної рейки визначається з умови раціонального розкладання перевідних брусів

$$q = n_1 a + \frac{c - \delta}{2} - \varepsilon, \quad (2.5)$$

де n_1 – кількість прогонів між осями перевідних брусів, n_1 приймається від 5 до 10;

a – проміжний прогін, a приймається відповідно 500 або 550 мм залежно від обраної епюри шпал;

c – стиковий прогін, для рейок типу Р50 $c = 440$ мм, Р65 – 420 мм;

δ – стиковий зазор, $\delta = 8$ мм;

ε – випередження вістря гостряка за вісь першого флюгаркового бруса, $\varepsilon = 41$ мм.

Проекція гостряка l'_e визначається з виразу

$$l'_e = R_e (\sin\beta - \sin\beta_n). \quad (2.6)$$

Задній виліт визначається з умови

$$q_1 = a n_2 + c, \quad (2.7)$$

де n_2 приймається від 1 до 5 прогонів.

Довжини рамних рейок прямої та бокової колій приймаються однаковими.

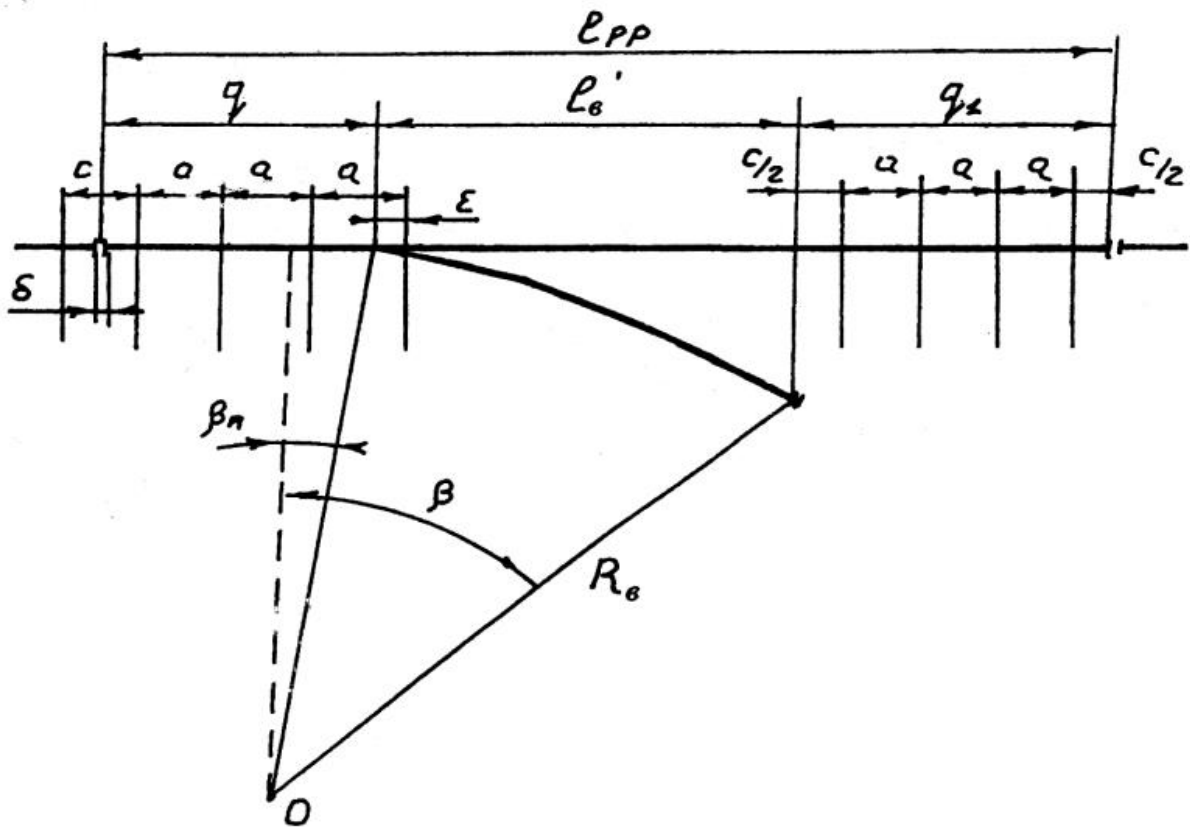


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема для визначення довжини рамної рейки

2.4 Визначення розмірів хрестовини

У розрахунково-графічній роботі визначаються теоретичні розміри передньої n та хвостової p частин хрестовини (рисунок 2.5), величина яких залежить від кута хрестовини, типу рейок і конструкції хрестовини (рисунок 2.6).

Розміри n і p обчислюються за формулами:

$$n = \frac{l_H}{2} + d_1 \cdot N - x, \quad (2.8)$$

$$p = d_2 N, \quad (2.9)$$

де l_H – довжина накладки (таблиця 2.1);

d_1 – відстань між робочими гранями вусовиків, яка забезпечує постановку першого стикового болта (таблиця 2.1);

x – відстань від торця накладки до осі першого болтового отвору (таблиця 2.1);

N – знаменник марки хрестовини;

d_2 – відстань між робочими гранями осердя хрестовини, яка забезпечує примикання до нього рейок (таблиця 2.1).

Після визначення величин n і p знаходять теоретичну довжину хрестовини

$$l_{xp} = n + p. \quad (2.10)$$

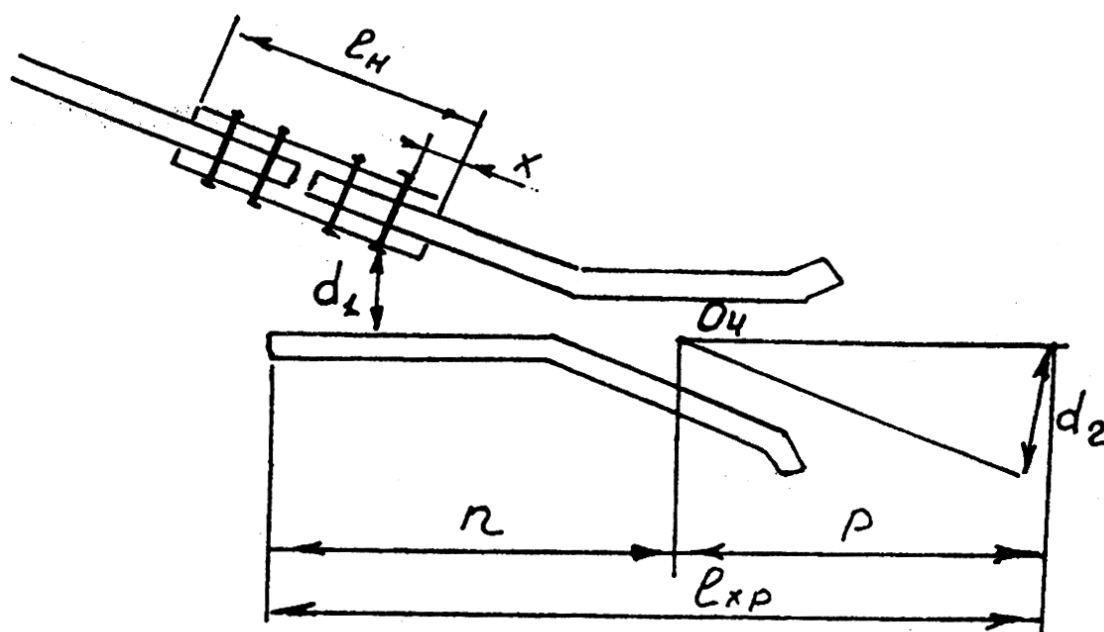


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема для визначення розмірів хрестовини

Таблиця 2.1 – Розрахункові значення параметрів

Тип рейки	Значення параметрів, мм			
	l_H	d_1	x	d_2
P50	820	240	50	205
P65	800	250	80	230



Рисунок 2.6 – Збірна хрестовина з литим осердям

2.5 Визначення довжини прямої вставки

Пряма вставка (від кінця перевідної кривої до математичного центра хрестовини) призначена для забезпечення прямолінійного напрямку руху колісних пар до входу в горло хрестовини.

Довжина прямої вставки d (дивись рисунок 2.1) визначається з умов розміщення в рейковій колії S_0 проєкцій криволінійного гостряка, перевідної кривої (при $R_n = R_g$), а також прямої вставки на вертикальну вісь

$$S_0 = R_g (\cos \beta_n - \cos \alpha) + d \sin \alpha. \quad (2.11)$$

Звідки довжина прямої вставки визначається з формули

$$d = \frac{1}{\sin \alpha} (S_0 - R_g (\cos \beta_n - \cos \alpha)). \quad (2.12)$$

Значення d , яке визначено за формулою (2.12), не повинно бути меншим, ніж d_{min} , яке визначається з умови

$$d_{min} = n + \frac{l_n}{2}. \quad (2.13)$$

Якщо отримане за формулою (2.12) значення $d < d_{min}$, то для подальших розрахунків слід прийняти $d = d_{min}$ та обчислити нове значення радіуса перевідної кривої. У цьому випадку радіус гостряка R_g не буде дорівнювати радіусу перевідної кривої R_n , як це було прийнято на початку розрахунку.

Зміна радіуса з R_g на R_{II} відбувається у корені гостряка. Нове значення радіуса перевідної кривої визначається за формулою

$$R_{II} = \frac{S_0 - R_g(\cos \beta_n - \cos \beta) - d_{min} \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha}. \quad (2.14)$$

У цьому випадку подальші розрахунки повинні виконуватись з урахуванням двох радіусів R_g і R_{II} .

2.6 Визначення основних і осьових розмірів стрілочного переводу

До основних розмірів належать теоретична L_m і загальна (практична) L_n довжини стрілочного переводу.

Теоретична довжина L_m (відстань від початку гостряка до математичного центра хрестовини) визначається проектуванням криволінійного гостряка, перевідної кривої та прямої вставки на горизонтальну вісь (дивись рисунок 2.1) за формулою

$$L_m = R_g(\sin \alpha - \sin \beta_n) + d \cos \alpha,$$

якщо $d \geq d_{min}$, (2.15)

$$L_m = R_g(\sin \beta - \sin \beta_n) + R_{II}(\sin \alpha - \sin \beta_n) + d_{min} \cos \alpha,$$

якщо $d < d_{min}$.

Загальна (практична) довжина L_n (відстань від переднього стику рамної рейки до заднього стику хрестовини) визначається з виразу

$$L_n = q + L_m + p. \quad (2.16)$$

До осьових (розбивних) розмірів належать відстані від центра переводу:

- до початку гостряків – a_o ;
- до початку рамних рейок – a ;
- математичного центра хрестовини – e_o ;
- стику хвостової частини хрестовини – e ;
- відстаней f_o і f , які визначають положення граничного стовпчика (граничний стовпчик встановлюється там, де відстань між осями прямої та бокової колій досягає 4100 мм).

Ці розміри встановлюються за формулами:

$$\left. \begin{aligned} e_o &= \frac{S_o}{2 \operatorname{tg} \alpha / 2} \approx S_o N; \\ a_o &= L_m - e_o; \\ e &= e_o + p; \\ a &= a_o + q; \\ f &= \frac{4100}{2 \operatorname{tg} \alpha / 2} \approx 4100 N; \\ f_o &= f - e_o. \end{aligned} \right\} \quad (2.17)$$

2.7 Визначення довжини рейок з'єднувальних колій

У звичайному одиночному стрілочному переводі використовуються рейки як стандартної довжини l_{cm} (12,5 і 25 м), так і рейки меншої довжини – рейкові рубки, довжина яких не повинна бути меншою, ніж 4,5 м (рисунок 2.7). Якщо довжина рубок виявляється меншою ніж 4,5 м, то довжина стандартних рейок зменшується на половину.

Рейки, які примикають до хрестовини та лежать напроти неї, приймають стандартної довжини:

$$l_2 = l_4 = l_6 = l_8 = l_{cm}.$$

Довжина рейки, яка примикає до рамної рейки по прямій колії:

$$l_1 = L_n - l_{pp} - l_2 - 2\delta. \quad (2.18)$$

Довжина рейки, яка примикає до кореня гостряка по прямій колії:

$$l_5 = L_T - l_6 - l_6 - n - 3\delta, \quad (2.19)$$

де δ – стиковий зазор, $\delta = 8$ мм.

З навчальною метою можна прийняти, що

$$l_7 \approx l_1 \quad l_2 \approx l_5.$$

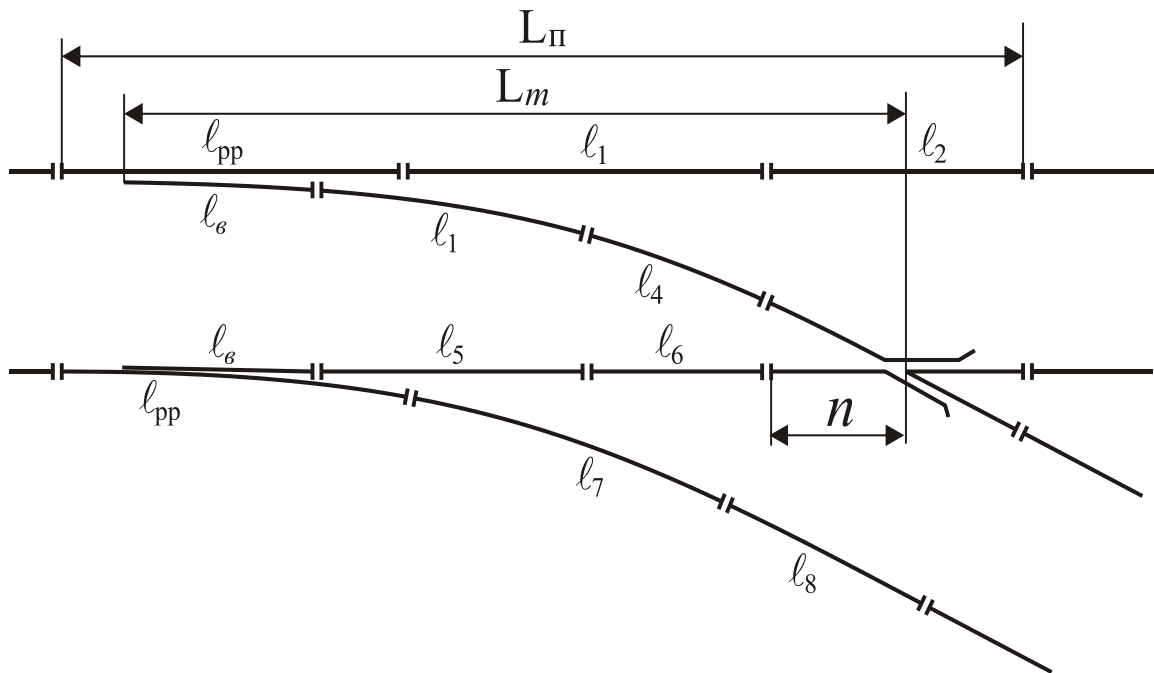


Рисунок 2.7 – Розрахункова схема для визначення довжини рейок з'єднувальних колій

2.8 Побудова схеми розбивки стрілочного переводу та схеми розкладання брусів

Схема розкладання брусів викреслюється в масштабі 1:50. На ній зазначаються відстані між брусами, довжина та кількість брусів кожного типорозміру.

Кінці брусів із боку прямої колії розташовуються на одній лінії – «по шнуру» – паралельно прямій рейковій нитці. З іншого боку переводу бруси розміщуються уступами по групах різних типорозмірів. Кількість брусів у кожній групі визначається графічно. Перехід від однієї довжини брусів до іншої здійснюється в тому випадку, коли відстань від робочої грані крайньої рейкової нитки до торця бруса буде близько 600 мм, але не менше ніж 575 мм. На переводі укладаються бруси довжиною від 3,0 до 5,5 м з інтервалом збільшення їхньої довжини 0,25 м. Під переднім вильотом рамної рейки укладаються шпали, які розташовуються симетрично відносно осі колії. Їхній виступ щодо рамної рейки з боку прямої колії визначає положення шнурової лінії.

На початку гостряка для розміщення переводного механізму укладається два флюгаркових бруси з міжосьовою відстанню між ними 600...700 мм. Збільшення відстані між флюгарковими брусами пов'язане з необхідністю розміщення між цими брусами робочої та контрольних тяг переводного механізму. При використанні електропривода довжина флюгаркових брусів 3 м. У зоні стрілки бруси укладаються перпендикулярно осі прямої колії. У зоні хрестовини й на підходах до неї по обидва боки бруси розташовуються перпендикулярно бісектрисі кута хрестовини.

Схема розбивки (додаток Б) креслиться на міліметровці в масштабі 1:50 або за допомогою персонального комп'ютера.

Схема накреслюється на основі отриманих розрахунком величин. При побудові схеми на креслення наносять вісь прямої колії переводу, позначають на ній центр переводу і від нього відкладають осьові розміри a , b , a_0 , b_0 , після чого визначають положення математичного центра хрестовини, яке характеризується величинами b_0 та $S_0 / 2$.

З математичного центра хрестовини описують дугу радіусом $S_0 / 2$ і, проводячи до неї дотичну з центра переводу, знаходять напрямок осі бокової колії. Після цього накреслюють стрілочний

перевід і розмічають на ньому стики. На кресленні вказують усі розміри, які були розраховані, а також стики рейок з'єднувальних колій і довжину всіх рейок, з яких складається перевід.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З ОЧИЩЕННЯ КОЛІЙ І ПРИБИРАННЯ СНІГУ НА СТАНЦІЇ

3.1 Основні положення організації робіт щодо запобігання снігових заносів на перегонах і станціях

Значна частина ділянок колії залізниць України схильна до снігових заносів. При снігопадах і хуртовинах на колії виникають перемети, які заважають руху поїздів, утрудняється перевід стрілок, особливо централізованих.

За ступенем снігозаносності ділянки залізничної колії розподіляються на ті, що слабо заносяться, сильно заносяться та особливо сильно заносяться. Ступінь снігозаносності з кожного боку колії, як правило, різний. Ділянок, що особливо сильно заносяться, з кількістю снігу, що приноситься за зиму на 1 м колії понад 600 м³, в Україні немає.

Роботи щодо запобігання сніговим заносам полягають: на перегонах – у захисті колії від потрапляння на нього снігу, який переноситься при хуртовинах сніговітровим потоком, і в очищенні колії снігоочисниками; на станціях – у захисті станційних колій від потрапляння на них снігу й у прибиранні снігу, який випав чи був принесений вітром, за допомогою снігоприбиральних поїздів.

До засобів захисту колій від снігу, крім природного лісу, належать смугові захисні лісонасадження з кущів і дерев, постійні снігові огорожі висотою від 3 м і вище та переносні решітчасті щити розмірами 2×2 м або 2×1,5 м.

Засоби і способи захисту колії від снігових заносів при різному ступені снігозаносності наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Засоби захисту колії від снігових заносів

Ступінь снігозаносності ділянок (об'єм снігу, який приноситься за зиму), м ³ /м колії	Засоби захисту
Ділянки, що слабо заносяться (до 100)	Односмугові лісонасадження, щити
Ділянки, що середньо заносяться (101÷300)	Дво-, трисмугові лісонасадження, снігові огорожі висотою 4÷5 м
Ділянки, що сильно заносяться (301÷600)	Три-, чотирисмугові лісонасадження, два ряди постійних снігових огорож висотою до 5 м

Захист великих станцій від снігу здійснюється за допомогою контурного і внутрішньостанційного захисту.

Контурний захист розташовується за межами станції по її периметру. Він служить для затримання снігу, який переноситься на станційну територію з прилеглої місцевості, і може складатися з лісонасаджень, постійних снігових огорож і переносних щитів.

Внутрішньостанційний захист перешкоджає перенесенню снігу в межах великих станцій, які займають великі площі і мають широкі міжпаркові простори. Він розташовується на міжколійях і вільних площах між парками і може виконуватися з типових і малогабаритних переносних щитів і лісозахисних смуг з низькорослих порід.

Роботи щодо запобігання і ліквідації заносів організуються за заздалегідь розробленим оперативним планом снігоборотьби, який містить у собі:

- схематичну карту огороження ділянок колії, які заносяться;
- відомість розміщення та організації роботи снігоочисників і снігоприбиральних поїздів;
- черговість і технологію очищення колій та прибирання снігу з урахуванням максимального використання техніки й забезпечення поїзної і маневрової роботи станції;
- маршрути вивезення зі станції снігу у місця його вивантаження;

- порядок використання засобів пневмообдувки та електричного обігрівання стрілок.

Докладна розробка всього комплексу заходів щодо запобігання снігових заносів є складним завданням. У цій частині розрахунково-графічної роботи вирішуються окремі питання оперативного плану, а саме:

- установлення черговості очищення колій;
- визначення об'єму снігу, який прибирається з частини колій станцій;
- вибір типу снігоприбиральної машини і визначення тривалості її роботи;
- складання відомості виконання снігоприбиральних робіт на вільних коліях приймально-відправного парку і побудова графіка роботи снігоприбирального поїзда.

3.2 Установлення черговості очищення станційних колій і стрілочних переводів

Усі станційні колії за черговістю їх очищення від снігу діляться на три черги.

До першої черги належать головні, гіркові, сортувальні колії і маневрові витяжки, приймально-відправні колії з розташованими на них стрілочними переводами, колії стоянок відновлювальних і пожежних поїздів, снігоочисників і снігоприбиральних поїздів, а також колії, які ведуть до складів палива і чергових пунктів контактної мережі. Ці колії і стрілки необхідно очищати від снігу негайно з моменту початку снігопаду і хуртовини.

До другої черги належать пакгаузні і навантажувальні колії, а також деповські колії (екіпірувальні та ін.), колії до матеріальних складів і майстерень.

До третьої черги – усі інші колії.

Очищення колій від снігу на проміжних станціях проводиться, як правило, снігоочисниками і колійними стругами. Прибирання снігу на сортувальних, дільничних і великих пасажирських станціях здійснюється снігоприбиральними поїздами.

Для правильного маневрування снігоприбиральних поїздів колії і стрілочні переводи кожного парку станції розбиваються на окремі зони.

Технологія прибирання снігу розробляється для кожного парку станції. Підсумкові дані по кожному парку (групі колій) зводяться у відомість.

3.3 Визначення об'єму снігу, який прибирається

Площа очищення снігу по одній колії, м²,

$$\omega_i = l_i \times b_{сер}, \quad (3.1)$$

де l_i – довжина i -ї колії, м;

$b_{сер}$ – середня ширина міжколійя, м.

Об'єм неущільненого снігу, який підлягає прибиранню з однієї колії, м³,

$$Q_i = \omega_i \cdot h_{шс}, \quad (3.2)$$

де $h_{шс}$ – товщина шару снігу, м.

Загальний об'єм снігу, м³, який підлягає прибиранню з n колій парку:

$$Q_{п} = \sum_1^n Q_i. \quad (3.3)$$

У розрахунково-графічній роботі необхідно визначити об'єм снігу, який вивозиться з трьох колій приймально-відправного парку ($n = 3$), при заданій довжині колій і товщині снігу.

3.4 Вибір типу снігоприбиральної машини

Для очищення колій від снігу на роз'їздах, обгінних пунктах, проміжних станціях використовуються, як правило, снігоочисники (плугові снігоочисники СДП або колійні струги-снігоочисники). Технологія очищення полягає у послідовному проходженні снігоочисника по коліях станції з перевалкою снігу з однієї колії на іншу і відвалом його за межі крайніх колій під схил. Робоча швидкість снігоочисника при роботі на станції повинна бути до 40 км/год, струга – від 10 до 15 км/год.

Прибирання снігу (навантаження, вивезення і розвантаження) на дільничних, сортувальних і великих пасажирських станціях здійснюється снігоприбиральними поїздами й одновагонними снігоприбиральниками.

Найбільш поширеним є снігоприбиральний поїзд типу СМ-2 (рисунок 3.1), до складу якого, крім локомотива, входять головна машина, проміжні і кінцевий напіввагони. Головна машина є прибиральним агрегатом з робочими органами. (щітковим живильником і підрізним ножом), які дають змогу очищати колії і стрілочні переводи без попередньої перевалки або накопичення снігу. Проміжний і кінцевий напіввагони служать ємностями для навантаження в них снігу, а останній, крім того, має розвантажувальні пристрої.

Снігоприбиральний поїзд взимку прибирає сніг та лід на станційних коліях, стрілочних вулицях та горловинах, а влітку – очищує колії від сміття.

Він може очищувати станційні колії та стрілочні переводи від снігу товщиною до 0,8 м. Ширина смуги, що очищується від снігу, під час роботи без крил становить 2,45 м, з крилами – 5,1 м. Робоча швидкість залежить від товщини та стану снігу (щільність, твердість тощо). Під час прибирання пухкого, який тільки що випав, снігу робоча швидкість повинна досягати 10 км/год.

До складу снігоприбирального поїзда входять:

- головна машина СМ-2, СМ-2А, СМ-2Б, СМ-2М;
- один або два спеціальних проміжних напіввагони;
- кінцевий напіввагон.

Головна машина збирає сніг та сміття, сколює ущільнений сніг або лід та завантажує снігом або сміттям причеплені до неї спеціальні напіввагони.

Напіввагони акумулюють сніг або сміття, а кінцевий напіввагон обладнаний, крім цього, спеціальним пристроєм для його розвантаження. Розвантажувати сніг можна під час руху поїзда або на стоянці, у правий або лівий бік від колії.

Переміщується поїзд за допомогою локомотива. Для забезпечення електроенергією приводів робочих органів на головній машині є дизель-електростанція.

До складу головної машини входять:

- ходова рама

- забірний орган;
- крила;
- стрічковий конвеєр;
- льодосколюючий пристрій;
- кабіна управління;
- кабіна електростанції.

Забірний орган є основним органом снігоприбиральної машини СМ-2. До його складу входять:

- носова частина конвеєра;
- живильник;
- бокові крила.

Носова частина обладнана ножем, який установлений перед машиною поперек колії. Ніж служить продовженням стрічкового транспортера. У робочому положенні ніж опускається на 50 мм нижче рівня головки рейок, для чого має вирізи для рейок. Під час руху машини ніж зрізує шар снігу і подає його на транспортер.

До недоліків ножового робочого органу належать:

- неможливість очищати стрілочні переводи, переїзди;
- після проходження машини на коліях залишається деякий шар снігу;
- при збиранні мокрого снігу перед ножем може утворитися сніжний вал, що рухається вперед і не надходить на транспортер.

До переваг ножового забірної органу відносять:

- простоту конструкції;
- високу продуктивність;
- малі питомі витрати енергії.

Живильник – це барабан зі змінними тросовими щітками. При обертанні барабана щітки зрізують сніг до поверхні шпал і подають його на транспортер.

Використання гнучких лопатей дає змогу очищувати стрілочні переводи, хрестовини, переїзди тощо. Влітку машини з таким забірним органом можуть бути використані для очищення колій від сміття.

Крила призначені для прибирання снігу та сміття з міжколійя шляхом подавання їх усередину колії для подальшого прибирання за допомогою живильника або ножа. Крила підвішені до рами машини на завісах і можуть повертатись навколо осі, яка проходить через завіси. На крилі змонтовано щітки та підрізний

ніж. Щітки застосовуються для очищення міжколійя від неглибокого снігу або сміття, а підрізний ніж – для прибирання глибокого снігу. При цьому живильник піднімають у верхнє положення і вмикають, коли потрібно підштовхувати сніг на конвеєр.

Стрілочні переводи і горловини очищають щітковим барабаном-живильником при піднятому підрізному ножі. Станційні колії можна очищати щітковим барабаном при піднятому ножі або підрізним ножем при піднятому щітковому барабані. Піднятий щітковий барабан можна вмикати в роботу, коли сніг погано надходить по підрізному ножі на навантажувальний транспортер і його необхідно проштовхувати.

Машина СМ-2 може очищувати колії від ущільненого снігу та льоду. Для цього потрібно два-три проходи машини: за першим проходом виконується сколювання ущільненого снігу, при наступних – очищення міжколійя та прибирання подрібненого снігу та льоду за допомогою барабана-живильника.

Проміжний напіввагон складається з рами з кузовом, що спираються на два двовісні візки. Підлогою напіввагона служить подовжній транспортер-нагромаджувач з металевою стрічкою, установленою похило.

Самохідний снігоприбиральний поїзд типу СМ-3 є удосконаленою модифікацією поїзда типу СМ-2 і також складається з головної машини, проміжних і кінцевого напіввагонів. Він не потребує локомотива, що підвищило маневреність цього поїзда порівняно з поїздом СМ-2; навантажувальна ємність його вища, тому що додатково використовується ємність головної машини; збільшена продуктивність збирального органу. Однак кількість таких поїздів ще недостатня.

Одновагонна самохідна машина СМ-4 призначена для очищення колій на невеликих станціях і в горловинах великих станцій. Завдяки високій маневреності вона на цих роботах більш економічна, ніж поїзди СМ-2 і СМ-3.

Снігоприбиральні поїзди і машини можуть самостійно обробляти почергово всі станційні колії, однак, при великій кількості колій найбільш доцільним є використання снігоприбиральних поїздів у комплексі із снігоочисниками або

стругами, коли одну частину колій очищає снігоприбиральний поїзд з подальшим вивезенням і розвантаженням снігу, а іншу – так само, як на проміжних станціях. Снігоочисники і струги можна використовувати також для накопичення снігу на одній із колій, з якої його потім прибирає снігоприбиральний поїзд.

Тип снігоприбиральної машини визначається з урахуванням об'єму снігу, який підлягає прибиранню.

У розрахунково-графічній роботі необхідно вибрати тип снігоприбиральної машини (як правило, СМ-2 або СМ-3), навести характеристику вибраного снігоприбирального поїзда (таблиця 3.2).

Після вибору типу снігоприбиральної машини і кількості проміжних напіввагонів у поїзді визначається навантажувальна ємність снігоприбирального поїзда q , м³, за формулою

$$q = q_{\text{ГОЛ}} + q_{\text{ПР}} \times m + q_{\text{К}}, \quad (3.4)$$

де $q_{\text{ГОЛ}}$, $q_{\text{ПР}}$, $q_{\text{К}}$ – навантажувальна ємність відповідно головного, проміжного і кінцевого напіввагонів;

m – прийнята кількість проміжних напіввагонів.



Рисунок 3.1 – Снігоприбиральна машина СМ-2

Таблиця 3.2 – Основні технічні дані снігоприбиральних поїздів і машин типу СМ

Показник	Снігоприбиральний поїзд						Одно-вагонна машина СМ-4
	СМ-2			СМ-3			
	головна машина	про-міжний напів-вагон	кінцевий напів-вагон	головна машина	про-міжний напів-вагон	кінцевий напів-вагон	
Максимальна висота снігу, який прибирається, м	0,8	-	-	0,9	-	-	0,8
Робоча швидкість, км/год	5÷10	-	-	10÷15	-	-	10÷15
Транспортна швидкість при вивезенні снігу, км/год	10÷20	-	-	10÷20	-	-	20÷30
Кількість рухомих одиниць у поїзді	1	1÷2	1	1	1÷2	1	1
Навантажувальна місткість рухомої одиниці, м ³	-	125	80	100	125	60	140
Продуктивність при навантаженні, м ³ /год	1200	-	-	1800	-	-	800

3.5 Визначення тривалості прибирання і вивезення снігу

Загальна тривалість прибирання й очищення заданої кількості станційних колій визначиться з виразу

$$T = T_{\text{ц}} \times n_{\text{р}}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу роботи снігоприбирального поїзда;

n_p – кількість рейсів снігоприбирального поїзда, необхідна для очищення групи колій від снігу.

Величина $T_{ц}$, хв, визначається з виразу

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8, \quad (3.6)$$

де t_1 – час, необхідний на встановлення робочих органів (крил, ротора-живильника, щіток та ін.), дорівнює 6 хв;

t_2 – час, необхідний на завантаження поїзда, хв;

t_3 – час на приготування маршруту прямування до місця вивантаження снігу, дорівнює 5 хв;

t_4 – час прямування до місця вивантаження, хв;

t_5 – час на встановлення викидного транспортера в робочий стан, дорівнює 4 хв;

t_6 – час розвантаження поїзда, хв;

t_7 – час на встановлення викидного транспортера в транспортне положення, дорівнює 4 хв;

t_8 – час прямування до фронту робіт для завантаження, хв.

Час завантаження снігоприбирального поїзда

$$t_2 = \frac{60 \cdot q \cdot K_3}{P_3 \cdot K_p}, \quad (3.7)$$

де K_3 – коефіцієнт заповнення снігоприбирального поїзда, можна прийняти $0,8 \div 0,9$, приймаємо $K_3 = 0,85$;

P_3 – продуктивність завантажувального органу снігоприбиральної машини, $m^3/год$;

K_p – коефіцієнт зниження продуктивності через нерівномірність розподілення снігу та його суцільності по довжині колії, дорівнює 0,7.

Час прямування

$$t_4 = t_8 = \frac{60 \cdot L}{V_{TP}}, \quad (3.8)$$

де L – відстань від місця навантаження до місця розвантаження, км;

V_{TP} – транспортна швидкість снігоприбирального поїзда, км/год.

Час розвантаження

$$t_6 = \frac{q}{V_p}, \quad (3.9)$$

де V_p – швидкість розвантаження поїзда, дорівнює $17 \text{ м}^3/\text{хв}$.

Кількість рейсів снігоприбирального поїзда, необхідна для очищення групи колій від снігу, визначається з виразу

$$n_p = \frac{Q_n \cdot \gamma}{q \cdot K_3}, \quad (3.10)$$

де γ – коефіцієнт ущільнення снігу при навантаженні, γ може бути прийнятий від 0,4 до 0,5.

Кількість рейсів, необхідна для очищення однієї i -ї колії відповідно буде дорівнювати

$$n_{pi} = \frac{Q_i \cdot \gamma}{q \cdot K_3}. \quad (3.11)$$

Числові значення n_p і n_{pi} округлюються до цілого числа.

3.6 Побудова графіка механізованого прибирання снігу зі станції

Для побудови графіка механізованого прибирання снігу необхідно визначити об'єм снігу, який потрібно прибрати з кожної колії, а потім розрахувати кількість рейсів і тривалість очищення кожної колії. Розрахунки необхідно виконувати в табличній формі аналогічно таблиці 3.3. Об'єм снігу Q_i по кожній колії визначається відповідно до підрозділу 3.3, кількість рейсів n_{pi} – відповідно до підрозділу 3.5, тривалість очищення кожної колії – множенням отриманої кількості рейсів на тривалість $T_{ц}$.

Таблиця 3.3 – Розрахунок часу прибирання снігу зі станції

Номер колії	Довжина колії, яка очищується від снігу, м	Об'єм неущільненого снігу, м ³	Кількість рейсів снігоприбирального поїзда, рейс	Тривалість очищення колії, хв	Повна тривалість роботи снігоприбирального поїзда в групі колій, хв
1					
3					
5					

За результатами розрахунку $T_{ц}$ і даних таблиці 3.3 будемо графік роботи снігоприбирального поїзда (рисунок 3.2).

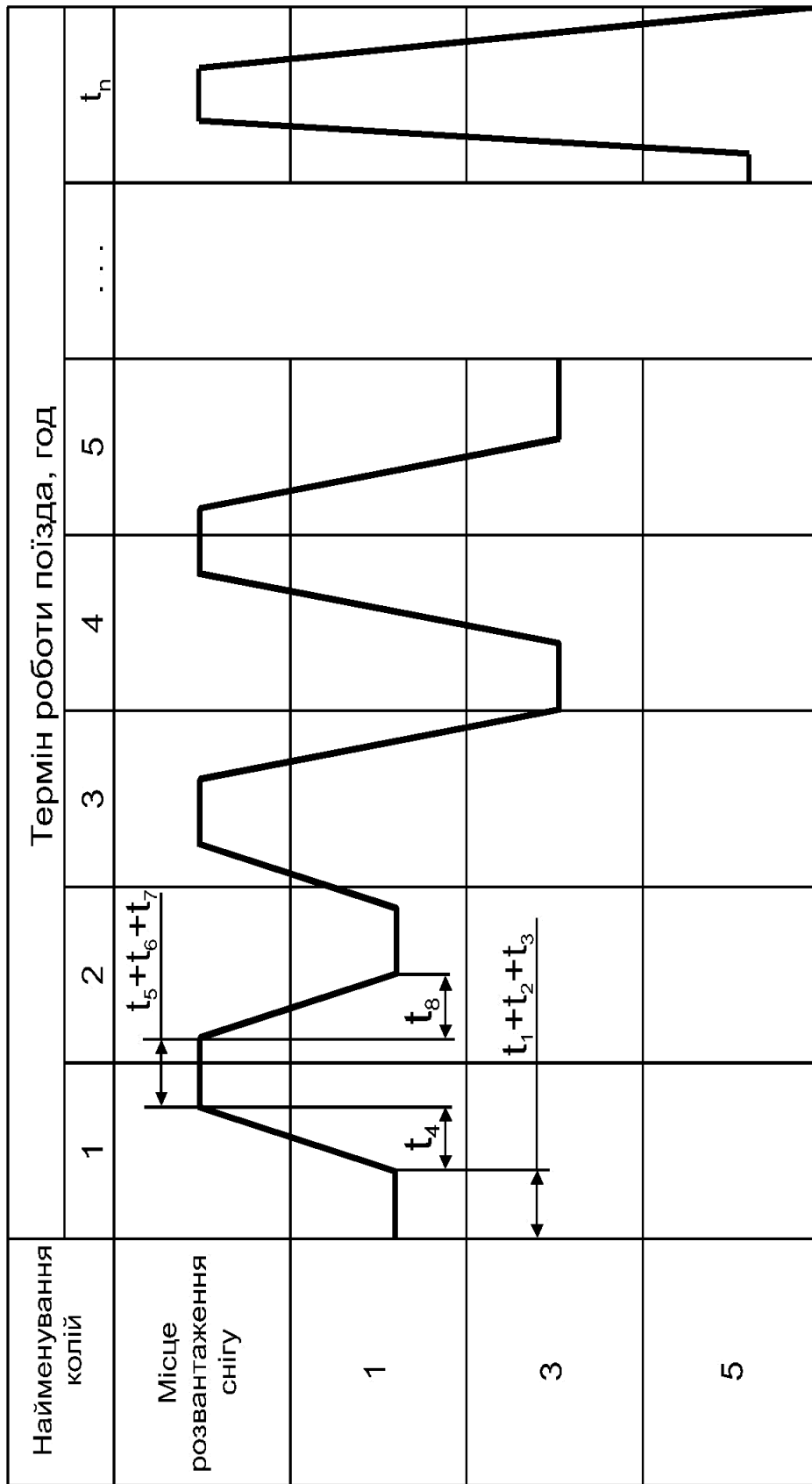


Рисунок 3.2 – Графік роботи снігоприбирального поїзда

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Коновалов Є. В., Козар Л. М., Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Харків: УкрДАЗТ, 2004. 36 с.

2 Залізничні станції та вузли: навч. посіб. / І. В. Берестов, Г. В. Шаповал, М. Ю. Куценко та ін. Харків: Райдер, 2012. 464 с.

3 Даренський О. М., Скорик О. О. Лінійні конструкції верхньої будови колії: навч. посіб. Харків: УкрДАЗТ, 2006. 112 с.

4 Даренський О. М. З'єднання та схрещення залізничних колій: навч. посіб. Харків: УкрДАЗТ, 2007. 82 с.

5 Експлуатація залізничних колій, навч. посіб. / О. М. Даренський, В. Г. Вітольберг, Н. В. Бугаєць та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2010. 164 с.

6 ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування. На зміну СніП П-39-76; чинний з 26-01-2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 122 с.

ДОДАТОК А

Початкові данні до розрахунково-графічної роботи

Дані для виконання розрахунково-графічної роботи наведені в таблиці А.1. Ця таблиця ділиться на дві частини: варіанти першого десятка (1÷10) і варіанти другого десятка (11÷20).

Таблиця А.1 – Початкові дані

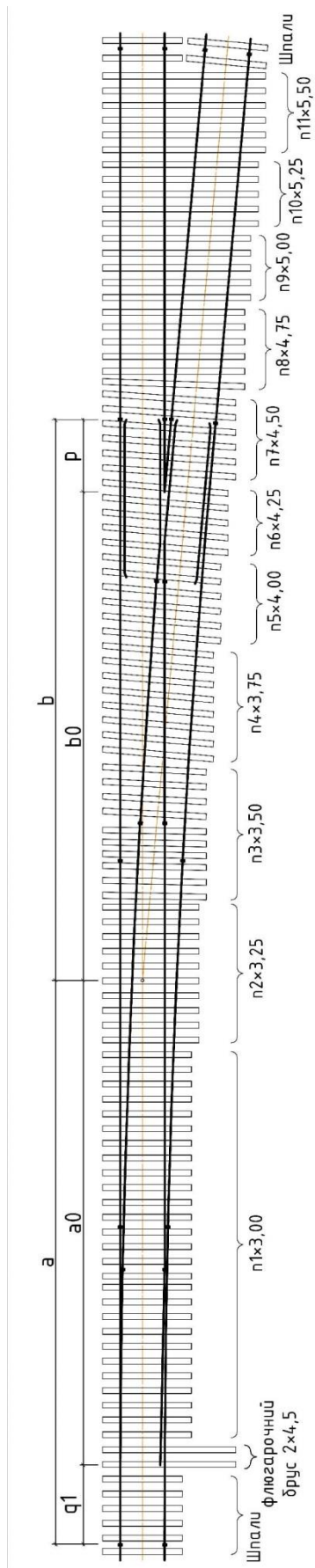
Роз-діл	Дані	Варіанти першої групи								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Вантажонапруженість	36	13	28	42	25	15	20	10	30
	T, млн ткм/км брутто на рік	1	2	2	2	1	1	2	1	2
	Кількість колій	зб	д	зб	зб	зб	зб	зб	д	зб
	Вид шпал (д – дерев'яні, зб – залізобетонні)	P65	P65	P50	P65	P65	P50	P65	P65	P50
2	Тип рейок стрілочного переводу	8.2	8.4	12.4	9.0	22.0	25.0	12.5	11.3	19.0
	Довжина криволінійного гостряка l_b , м	1/6	1/9	1/11	1/9	1/18	1/22	1/9	1/11	1/18
	Марка хрестовини	9.0	10.8	11.3	9.9	12.4	12.2	10.5	12.0	13.2
	Допустима швидкість руху на бокову колію V_6 , м/с	0,28	0,20	0,30	0,31	0,25	0,22	0,26	0,32	0,27
3	Товщина шару снігу $h_{шс}$, м	810	925	800	890	830	875	880	940	795
	Корисна довжина колії l_i , м	770	890	775	850	805	840	855	910	750
	Дальність відвезення снігу L , км	730	860	740	830	780	815	830	985	710
	Середня ширина міжколій $b_{сер}$, м	2,0	3,0	2,4	2,6	2,1	2,3	2,1	2,5	2,7
		5,1	5,2	4,8	4,9	5,1	5,3	5,1	5,0	5,0

Продовження таблиці А.1

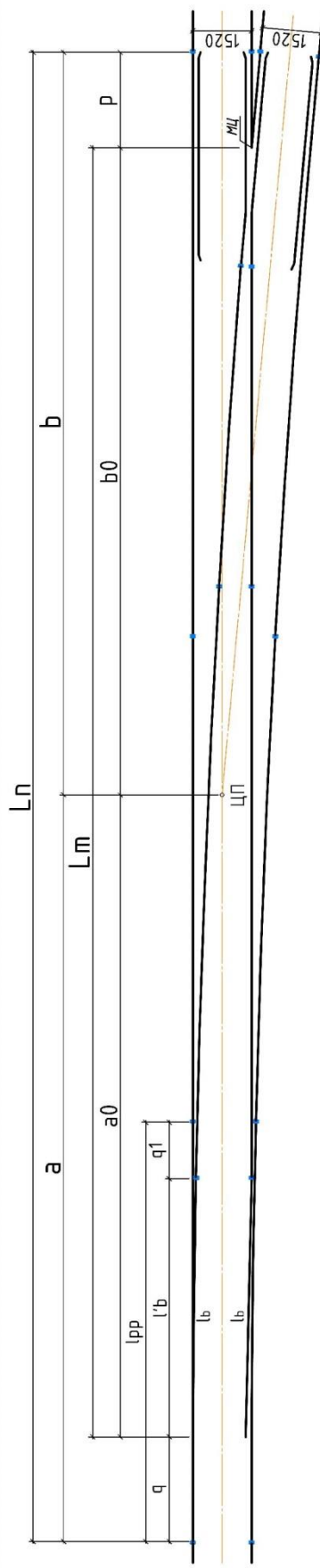
Роз-діл	Дані	Варіанти другої групи											
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Вантажна напруженість Т, млн т км/км брутто на рік	18	12	23	14	33	15	50	18	16	35	40	15
	Кількість колій Вид шпал (д – дерев'яні, зб – залізобетонні)	2 зб	2 д	1 зб	1 зб	2 зб	1 д	2 зб	1 зб	2 д	1 зб	2 зб	1 зб
2	Тип рейок стрілочного перевалу	Р65	Р50	Р65	Р65	Р65	Р50	Р65	Р50	Р65	Р65	Р65	Р50
	Довжина криволінійного гостряка $l_{в}$, м	14.0	19.0	10.4	12.0	14.5	12.3	23.0	26.2	22.3	15.4	8.9	23.1
3	Марка хрестовини	1/11	1/18	1/9	1/6	1/11	1/9	1/18	1/22	1/18	1/11	1/6	1/18
	Допустима швидкість руху на бокову колію V_6 , м/с	14.0	18.0	10.7	10.0	12.5	12.0	17.0	18.4	11.8	12.0	10.9	12.2
3	Товщина шару снігу $h_{шс}$, м	0,25	0,35	0,24	0,23	0,37	0,34	0,33	0,40	0,34	0,27	0,25	0,32
	Корисна довжина колії li , м	805	810	900	930	760	860	785	790	740	750	810	950
3	Дальність відвезення снігу L , км	780	790	875	905	730	840	770	775	705	735	780	875
	Середня ширина міжколій $b_{сер}$, м	760	745	850	860	715	805	745	750	680	710	740	850
		5,2	3,0	4,9	3,2	4,8	5,0	4,9	5,1	5,0	5,1	5,0	5,3

ДОДАТОК Б

Еюра стрілочного переходу



а – схема розкладання переводних брусів



б – схема розбивки стрілочного переходу

Рисунок Б.1 – Еюра стрілочного переходу

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

«ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЦЬ»

Відповідальний за випуск Дудін О. А.

Редактор Еткало О. О.

Підписано до друку 15.06.21 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,0. Тираж 5. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.