

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра колії та колійного господарства**

**РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ОДИНОЧНИХ ЗВИЧАЙНИХ  
СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до курсового та дипломного проектування**

**Харків – 2017**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри колії та колійного господарства 13 березня 2017 р., протокол № 9.

У методичних вказівках висвітлено питання розрахунків геометричних розмірів одиночних звичайних стрілочних переводів. За результатами розрахунків виконується їх розбивка для укладання в колію із зазначенням усіх геометричних характеристик та розкладання перевідних брусків.

Методичні вказівки призначено для студентів, які навчаються за освітньою програмою «Залізничні споруди та колійне господарство» і вивчають курс «Залізнична колія» денної та заочної форм навчання.

Укладачі:

проф. В. П. Шраменко,  
доц. Д. А. Фаст

Рецензент

доц. Д. О. Потапов

РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ОДИНОЧНИХ ЗВИЧАЙНИХ  
СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового та дипломного проектування

Відповідальний за випуск Фаст Д. А.

Редактор Еткало О. О.

---

Підписано до друку 20.04.17 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

## Зміст

|   |    |
|---|----|
| Вступ.....  | 4  |
| 1 Мета й послідовність проектування.....  | 4  |
| 2 Склад та обсяг проекту.....   | 5  |
| 3 Методика проектування.....  | 6  |
| 3.1 Основні вимоги до забезпечення плавності й безпеки руху на боковий напрямок.....  | 6  |
| 3.2 Вимоги до проектування радіуса перевідної кривої.....   | 7  |
| 3.3 Визначення величини початкового кута гостряка й радіуса його кривизни в зоні удару. Вибір типу кореневого кріплення й конструкції гостряка..... | 8  |
| 3.4 Визначення стрілочного кута. Вибір марки хрестовини та її конструкції. Визначення довжини прямої вставки.....                                   | 10 |
| 3.5 Розрахунок основних параметрів хрестовинної частини.....  | 15 |
| 3.6 Розрахунок ординат перевідної кривої.....   | 19 |
| 3.7 Розрахунок довжини рамних рейок.....  | 21 |
| 3.8 Визначення значень осьових розмірів стрілочного переводу. Теоретична й практична довжина переводу.....  | 27 |
| 3.9 Розрахунок довжин комплекту рейкових рубок.....   | 29 |
| 3.10 Порядок розкладання брусів.....  | 31 |
| 3.11 Розрахунок геометричних характеристик стрілочного переводу на ПЕОМ.....  | 33 |
| Список літератури.....  | 34 |
| Додаток А. Схема звичайного стрілочного переводу з розкладанням брусів.....   | 35 |
| Додаток Б. Основні параметри звичайних стрілочних переводів.....  | 36 |

## Вступ

Студенти, які навчаються за освітньою програмою «Залізничні споруди та колійне господарство», при вивченні дисципліни «Залізнична колія» виконують розрахунки геометричних характеристик одиночних звичайних стрілочних переводів.

У програмі з дисципліни «Залізнична колія» вказується на доцільність виконання найбільш трудомістких і багатоваріантних розрахунків за допомогою ПЕОМ, тому у курсовому та дипломному проектуванні рекомендується використовувати комп'ютерну програму.

Ці методичні вказівки складено на рівні сучасних вимог до проектування і розрахунку необхідних розмірів одиночних звичайних стрілочних переводів для укладання в колію.

### 1 Мета й послідовність проектування

Метою проектування є розрахунок геометричних розмірів одиночних звичайних стрілочних переводів, за допомогою яких виконується їх розбивка для укладання при забезпеченні вимог плавності й безпеки руху поїздів і обов'язковому використанні типових елементів стрілочної продукції, що випускається.

При проектуванні стрілочного переводу приймається така послідовність розрахунків:

– за заданою швидкістю руху поїздів на боковий напрямок  $V_6$  і відомою величиною максимального зазора між робочими гранями гребеня колеса й головки рейки  $\delta_{max}$  перед входженням рухомого складу на стрілочний перевід визначається максимальне значення початкового кута гостряка  $\beta_{n-max}$ , що дає змогу вибрати гостряк відповідної форми й кривизни  $R_0$ ;

– за уточненою величиною початкового кута  $\beta_n$  і його кривизною  $R_0$  визначається значення кута удару  $\beta_y$  і параметр втрати кінетичної енергії при ударі гребеня колеса в гостряк  $W$ ;

– вибирається тип кореневого кріплення, уточнюється його конструкція й визначається довжина рамних рейок;

– підбирається марка й конструкція хрестовини для забезпечення необхідної величини прямої вставки  $K$  і величини

непогашеного відцентрового прискорення ( $\alpha_{nn} \leq 0,7 \text{ м/с}^2$ ) у межах перевідної кривої, а також визначаються параметри контррейок і вусовиків;

- розраховуються ординати розбивки упорної нитки перевідної кривої з'єднувальних колій;

- визначаються основні розміри стрілочного перевodu, його теоретична і повна довжина;

- розраховуються рейкові рубки, які укладаються у з'єднувальні колії;

- за допомогою ПЕОМ перевіряються розрахунки для уточнення основних розмірів стрілочного перевodu, аналізуються прийняті при проектуванні рішення з вибору гостряків і марки хрестовини;

- компонується епюра стрілочного перевodu і викреслюється його схема із вказівкою всіх розрахункових і розбивних параметрів.

## 2 Склад та обсяг проекту

Для розроблення проекту студенту видається завдання, у якому задаються такі вихідні дані:

- тип і марка стрілочного перевodu, який підлягає реконструкції для проектних швидкостей руху поїздів у прямому  $V_n$  та боковому напрямках  $V_b$ ;

- ширина рейкової колії  $S_o$  на підходах до стрілочного перевodu й епюра шпал на них;

- наявність обмежених умов і засобів СЦБ;

- довжина рейок, з яких будуть виготовляти з'єднувальні колії стрілочного перевodu.

До складу проекту входять пояснювальна записка й аркуш креслення у масштабі 1:50 або 1:100, на якому викреслюються схема запроєктованого стрілочного перевodu та епюра розкладання перевідних брусів з наведенням специфікації їх комплекту. Схема звичайного стрілочного перевodu з розкладанням брусів наведена у додатку А.

У пояснювальній записці наводиться розрахунок таких параметрів стрілочного перевodu:

- 1) основні геометричні характеристики гостряка і його розміри;
  - 2) радіус перевідної кривої, величина прямої вставки і марка хрестовини;
  - 3) розміри контррейок і вусовиків;
  - 4) ординати перевідної кривої;
  - 5) довжина рамних рейок;
  - 6) осьові розміри, теоретична і повна довжини стрілочного переводу;
  - 7) довжини рейок з'єднувальних колій;
  - 8) довжина і кількість перевідних брусів.
- Усі обчислення розмірів металевих частин повинні виконуватися з точністю 0,1 мм, а кутів – до 0,1 с.

### **3 Методика проектування**

Гостряки подвійної кривизни ( $R'_o > R''_o$ ) забезпечують більш плавний рух поїздів на боковий напрямок і значно зменшують довжину стрілочного переводу. Такі гостряки проектуються для стрілочних переводів з шириною колії 1524 мм.

Для стрілочних переводів з шириною колії 1520 мм гостряки, як правило, проектуються постійної кривизни ( $R'_o = R''_o = R_o$ ).

Ці дві обставини повинні враховуватися при обґрунтуванні вибору типу гостряка.

При призначенні радіуса гостряка  $R_o$  або радіусів  $R'_o$  і  $R''_o$ , а також радіуса перевідної кривої  $R$  необхідною й обов'язковою умовою є перевірка їх відповідності до параметрів плавності руху рухомого складу на боковий напрямок стрілочного переводу.

#### **3.1 Основні вимоги до забезпечення плавності й безпеки руху на боковий напрямок**

Для забезпечення комфортбельної їзди пасажирів і плавності руху рухомого складу його геометричні параметри повинні задовольняти такі вимоги:

– при русі на боковий напрямок величина непогашеного відцентрового прискорення не повинна перевищувати допустиме

значення  $[\alpha_{\text{нп}}] \leq 0,7 \text{ м/с}^2$ , а при короткочасному впливі –  $[\alpha_{\text{нп}}] \leq 1,2 \text{ м/с}^2$  (для стрілочних переводів з маркою хрестовини 1/22);

– зміна величини непогашеного прискорення за одиницю часу не повинна перевищувати допустимої величини  $[\psi_{\text{нп}}] = 0,6 - 0,8 \text{ м/с}^3$  для стрілочних переводів з маркою хрестовини 1/9, 1/11 й 1/18 та  $[\psi_{\text{нп}}] \leq 1,3 \text{ м/с}^3$  – для переводів 1/22;

– параметр втрати кінетичної енергії  $W_o$  внаслідок удару гребеня у гостряк не повинен перевищувати допустимої величини  $[W_o]$ .

Допустимі значення параметра втрати кінетичної енергії  $[W_o]$  при різних значеннях величини зазора  $\delta_{\text{max}}$  наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Допустимі значення параметра втрати кінетичної енергії

| $\delta$ , мм                               | 10   | 20   | 25   | 30   | 36   | 40   | 50   |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| $[W_o]$ , км <sup>2</sup> /год <sup>2</sup> | 0,34 | 0,45 | 0,50 | 0,55 | 0,62 | 0,66 | 0,70 |

Величина максимального зазора  $\delta_{\text{max}}$  може бути прийнята:

- при ширині колії 1520 мм –  $\delta_{\text{max}} = 36$  мм;

- при ширині колії 1524 мм –  $\delta_{\text{max}} = 40$  мм.

### 3.2 Вимоги до проектування радіуса перевідної кривої

Для забезпечення плавності руху рухомого складу у боковому напрямку стрілочного переводу радіус перевідної кривої  $R_n$  повинен задовольняти такі умови:

$$R_{\text{п}} \geq \frac{v_6^2}{12,96[\alpha_{\text{нп}}]}; \quad (1)$$

$$R_{\text{п}} \geq \frac{v_6^3}{46,66 \cdot L_{\text{п}}[\psi_{\text{нп}}]}; \quad (2)$$

де 12,96 – коефіцієнт, що дає змогу підставити у формулу (1) швидкість у кілометрах за годину (км/год), а допустиму величину непогашеного прискорення  $[\alpha_{nn}]$  у метрах на секунду у квадраті (м/с<sup>2</sup>) й одержати радіус у метрах;

46,66 – коефіцієнт, що дає змогу підставити у формулу (2) швидкість у кілометрах за годину (км/год), а допустиму величину непогашеного прискорення  $[\psi_{nn}]$  у метрах на секунду в кубі (м/с<sup>3</sup>) й одержати радіус у метрах;

$L_{п}$  – довжина повної колісної бази екіпажа, м; наприклад, для пасажирського вагона може бути прийнята  $L_{п} = 19,7$  м.

Умови (1) і (2) необхідні для перевірки величини радіуса перевідної кривої  $R_n$ , що обчислена за умови сполучення гостряка із хрестовиною, при якій забезпечується необхідна мінімальна величина прямої вставки  $K$ .

### **3.3 Визначення величини початкового кута гостряка й радіуса його кривизни в зоні удару. Вибір типу кореневого кріплення й конструкції гостряка**

Якщо умовами проектування передбачено збільшення швидкості руху поїздів на бокову колію, визначається значення максимальної величини початкового кута гостряка –  $\beta_{n-max}$ . Для цього визначається величина радіуса гостряка  $R_o$  за нижчеподаною формулою для мінімально можливого початкового кута, тобто  $\beta_{n-max} = 16-17'$ , а саме:

$$R_o > \frac{2V_6^2 \delta_{max}}{[W_o] - V_6^2 \sin^2 \beta_{n-min}}. \quad (3)$$

Визначивши значення радіуса гостряка  $R_o$ , підбирають його конструкцію (з радіусом  $R'_o > R_o$ ), який має задане кореневе кріплення (додаток Б).

Після визначення радіуса гостряка  $R'_o$  знаходять величину його початкового кута  $\beta_{n-max}$ , що максимально можлива для заданої швидкості руху поїздів, за формулою



$$\beta_{n-max} = \arcsin \sqrt{\frac{[W_o]}{V_o^2} - \frac{2 \delta_{max}}{R'_o}}. \quad (4)$$

За додатком Б підбирають гостряк з початковим кутом, що задовольняє умову

$$\beta_{n-min} < \beta_n < \beta_{n-max}. \quad (5)$$

Якщо обраний раніше гостряк задовольняє умову (5), то його приймають для подальшого проектування. При цьому визначають відстань між робочими гранями рамної рейки й гостряка в його корені –  $U_n$ .

Якщо умова (5) не виконується, то приймається до розрахунку інший варіант гостряка з більшим значенням радіуса, що дасть змогу збільшити початковий кут  $\beta_{n-max}$  і полегшить виконання умови (5).

Якщо обраний тип гостряка має кривизну ( $R'_o > R''_o$ ), то попередньо до подальшого проектування перевідної кривої призначається радіус  $R_{п} = R''_o$ , а якщо постійної кривизни, то  $R_{п} = R'_o$ .

Приклад. Задана величина швидкості  $V_o = 45$  км/год для руху по стрілочному переводу типу Р65 марки 1/11 при ширині колії  $S_o = 1520$  мм.

Розв'язання.

1 Визначаємо максимальну величину зазора  $\delta_{max} = 36$  мм.

2 Допустима величина  $[W_o] = 0,62$  км<sup>2</sup>/год<sup>2</sup> (таблиця 1).

3 За формулою (3) знаходимо мінімальний можливий радіус гостряка при  $min \beta_n = 0^\circ 16'$  ( $\sin 0^\circ 16' = 0,004654$ ).

$$R_o > \frac{2 \cdot 45^2 \cdot 0,036}{0,62 - 45^2(0,004654)^2} = 253 \text{ м.}$$

4 За додатком Б знаходимо найближче більше значення радіуса гостряка для рейок Р65  $R_o = 300$  м.

Підставимо це значення у формулу (4) і визначимо максимальну величину початкового кута гостряка

$$\beta_{n-max} = \arcsin \sqrt{\frac{0,62}{45^2} - \frac{2 \cdot 0,036}{300}} = 0,4652^\circ.$$

Переводимо це значення з десяткового дробу у натуральне вимірювання  $\beta_{n-max} = 0^\circ 27' 55'' \approx 0,008119$  рад.

Звідси випливає, що початковий кут гостряка, радіус якого  $R_o = 300$  м, повинен відповідати умові (5). У гостряка, який було розглянуто, початковий кут  $\beta_n = 0^\circ 39' 11,83''$  (додаток Б), тому не виконується умова (5) і, отже, цей гостряк не підходить для заданих умов. Обираємо за додатком Б гостряк з радіусом більше 300 м, наприклад,  $R_o = 400$  м з тим же початковим кутом. Отримаємо  $\beta_{n-max} = 0,6436^\circ = 0^\circ 38' 37''$ , отже, умова (5) не виконується і тому цей гостряк не підходить. Приймаємо гостряк з  $\beta_n = 0^\circ 25'$ ,  $R_o = 961,69$  м. Отримуємо  $\beta_{n-max} = 1^\circ$ , отже, умова (5) виконується. Приймаємо до подальшого розгляду гостряк типу Р65 довжиною  $l_o = 15500$  мм постійної кривизни  $R_o = 961690$  мм.

### **3.4 Визначення стрілочного кута. Вибір марки хрестовини та її конструкції. Визначення довжини прямої вставки**

Для вибору марки хрестовини типової конструкції визначають величину стрілочного кута  $\beta$ .

Якщо до подальшого проектування прийнято гостряк постійної кривизни, то значення стрілочного кута  $\beta$  визначають за формулою

$$\beta = \beta_n + \frac{l_o \cdot 180}{R_o \pi}, \quad (6)$$

де  $l_o$  – довжина гостряка, м;

$R_o$  – радіус гостряка, м;

$\pi = 3,1415926$ .

Якщо при проектуванні прийняти гостряк подвійної кривизни, то значення стрілочного кута  $\beta$  визначають за таким зведенням формул:

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \beta_z + \varphi_2; \\ \varphi_2 &= \frac{(l_o - \varphi_1 R'_o) 180}{R''_o \pi}; \\ \cos \beta_z &= \frac{R'_o \cos \beta_H}{R'_o + z_o}; \\ \varphi_1 &= \beta_z - \beta_H, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

де  $\beta_z$  – кут між променями довжиною  $R'_o$ , який стягує дугу від початку гостряка до перетину  $z_o$ , де відбувається зміна радіуса його кривизни по робочій грані (рисунок 1);

$z_o$  – ширина головки гостряка в перетині, де відбувається зміна кривизни його робочої грані, приймається за додатком Б;

$R''_o$  – радіус гостряка в перетині, де вимірюється  $z_o$  до його кореня;

$\varphi_1$  і  $\varphi_2$  – центральні стрілочні кути, що відповідають зонам, де робоча грань гостряка має радіуси  $R'_o$  і  $R''_o$  (рисунок 1).

Щоб уникнути подальших помилок і неточностей, необхідно в процесі обчислень усі тригонометричні функції рахувати з точністю до шостого знака після коми, а лінійні розміри – з точністю до 0,001 м (1 мм).

Необхідно уважно слідкувати за розмірністю величин кутів, що обчислюються, які можуть змінюватись у залежності від мети розрахунку і можливостей обчислювальної техніки (градуси, градіани, радіани, градуси-хвилини-секунди).

Після завершення розрахунків стрілочного кута необхідно звести в таблицю всі обчислені величини, кути та їх функції (таблиця 2).

Таблиця 2 – Значення обчислених величин стрілочного кута (приклад розрахунку)

| Умовні позначення | $R_o$ , м | $l_o$ , м | $\beta_H$ , °', ''     | $\sin \beta_H$ | $\cos \beta_H$ | $\beta_z$ , °', '' | $\sin \beta$ | $\cos \beta$ | $U_n$ , м |
|-------------------|-----------|-----------|------------------------|----------------|----------------|--------------------|--------------|--------------|-----------|
| Величина          | 961,69    | 15,5      | 0°25'<br>0,0072722 рад | 0,007272       | 0,9999973      | 1°20'24,46''       | 0,0233075    | 0,9999726    | 0,238     |

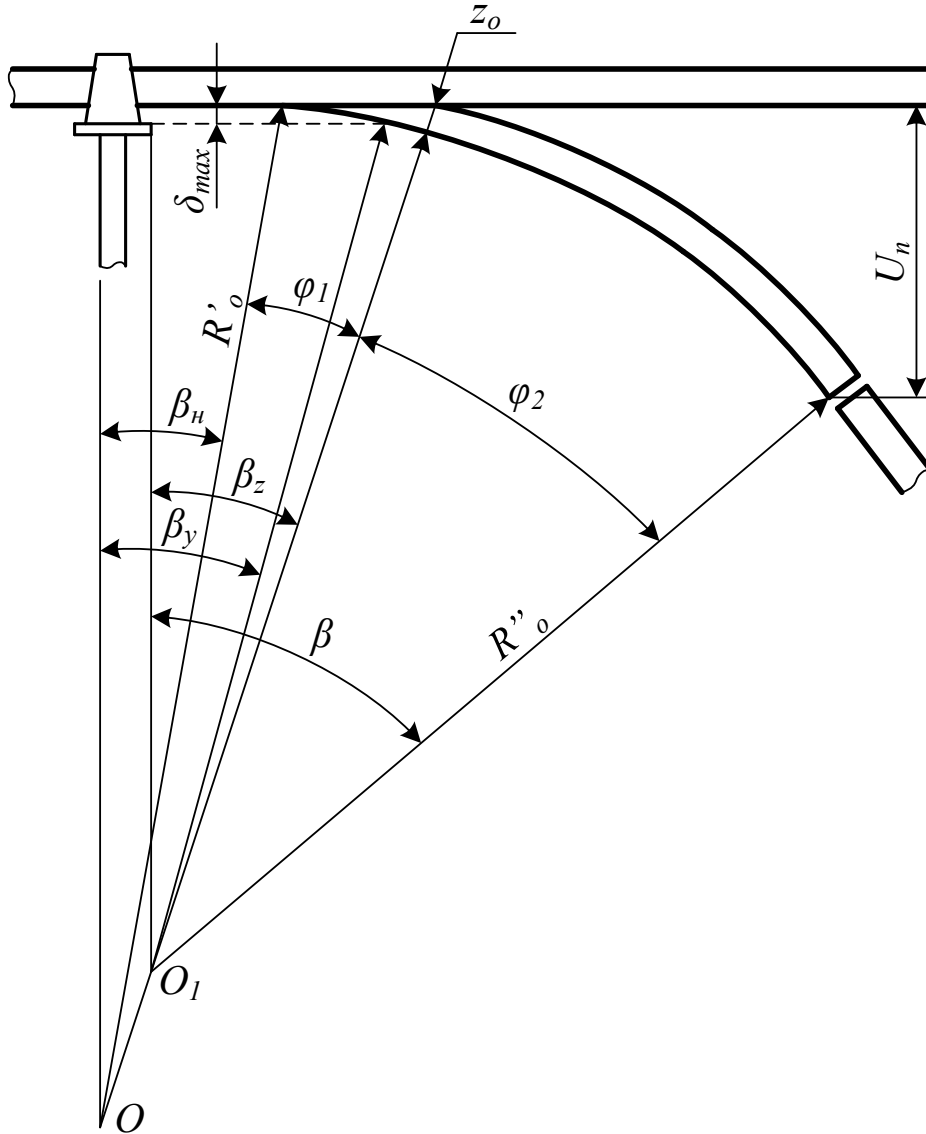


Рисунок 1 – Розрахункова схема стрілки з гостряком подвійної кривизни ( $R'_o > R''_o$ ) для колії 1524 мм

Відстань між робочими гранями рамної рейки й гостряка в його корені  $U_n$  визначають за формулами:

- для гостряка постійної кривизни ( $R_o = \text{const}$ )

$$U_n = R_o (\cos\beta_H - \cos\beta); \quad (8)$$

- для гостряка змінної кривизни ( $R'_o > R''_o$ )

$$U_n = R'_o (\cos\beta_H - \cos\beta_Z) + R''_o (\cos\beta_Z - \cos\beta). \quad (9)$$

Для правильного сполучення кривизни гостряка перевідної кривої із хрестовиною необхідно, щоб виконувалася умова

$$K_{min} \geq K_{xp}, \quad (10)$$

тобто мінімальна довжина прямої вставки була більшою від довжини прямої вставки, яку має хрестовина, або рівної їй.

У більшості випадків необхідною умовою є прямолінійність переднього вильоту хрестовини (вусовика і накладок), яка виконується при

$$K_{min} \geq n + \frac{l_n}{2}, \quad (11)$$

де  $n$  – довжина переднього вильоту хрестовини;

$l_n$  – довжина стикової двоголової накладки.

Однак, як видно з додатка Б, ця вимога не завжди виконується. Тому варто приймати таку довжину прямої вставки, яку має обрана хрестовина  $K_{xp}$ . У цьому випадку необхідно визначити довжину прямої вставки при  $R_{\Pi} = R''_o$  (для випадку застосування гостряка подвійної кривизни) або  $R_{\Pi} = R_o$  (при гостряках постійної кривизни) за формулою

$$K = \frac{S_o - U_{\Pi} - R_{\Pi}(\cos\beta - \cos\alpha)}{\sin\alpha}. \quad (12)$$

Як перший варіант необхідно розглянути хрестовину тієї марки, яка експлуатується, для перевірки можливості її подальшого використання.

Якщо обчислене за формулою (12) значення буде більшим від  $K_{xp}$ , то за умови, що мінімізація практичної довжини стрілочного переводу не потрібна, варто прийняти значення  $K$  для подальших розрахунків.

При необхідності мінімізації практичної довжини стрілочного переводу або визначення мінімального радіуса сполучення варто визначити радіус перевідної кривої за формулою

$$R_{\Pi} = \frac{S_o - U_{\Pi} - K_{xp} \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha}, \quad (13)$$

який повинен бути меншим від  $[R_{\Pi}]_{L_{\Pi}}$ :

$$[R_{\Pi}]_{L_{\Pi}} = \frac{L_{\Pi} - q_1 - m - l'_o - K \cos \alpha}{\sin \alpha - \sin \beta}, \quad (14)$$

де  $q_1$  – довжина переднього вильоту рамної рейки наявного стрілочного переводу (пункт 3.7);

$L_n$  – практична довжина наявного стрілочного переводу;

$m$  – довжина хвостової частини обраної хрестовини;

$l'_o$  – горизонтальна проекція криволінійного гостряка (пункт 3.7).

При цьому варто перевірити виконання умови комфортабельної їзди пасажирів за формулою (1).

У випадку невиконання умови (1) необхідно визначити мінімальне значення довжини прямої вставки за формулою

$$K_{min} = \frac{S_o - U_{\Pi} - \frac{V_6^2}{12,96[\alpha_{\Pi\Pi}]} (\cos \beta - \cos \alpha)}{\sin \alpha}. \quad (15)$$

Усі геометричні характеристики обраної хрестовини приймаються до подальших розрахунків.

Радіус перевідної кривої, як це впливає з формули (15), буде дорівнювати в цьому випадку

$$[R_{\Pi}] = \frac{V_6^2}{12,96[\alpha_{\Pi\Pi}]}. \quad (16)$$

При цьому величина прямої вставки, яка визначається за формулою (15), повинна бути більшою або дорівнювати величині прямої вставки самої хрестовини, тобто  $K_{min} \geq K_{xp}$ . Якщо ж ця умова не виконується, варто прийняти іншу марку хрестовини (додаток Б).

Приклад. Для  $R_n = R_o = 961,69$  м приймаємо до розгляду задану марку хрестовини 1/11 (Р65), у якої  $\alpha = 5^{\circ}11'40''$

( $\sin\alpha = 0,090596$ ,  $\cos\alpha = 0,995893$ ); отримали раніше:  $U_n = 0,238$  м,  $\cos\beta = 0,999726$ ,  $S_o = 1,52$  м (за завданням). Знайдемо за формулою (12), що  $K = -26,549$  м. Це значить, що сполучення перевідної кривої з прямою вставкою здійснюється за межами ширини колії, що недопустимо. Тому припущення  $R_n = R_o = 961,69$  м нас не задовольняє. Знайдемо мінімальний радіус сполучення  $R_n$  за формулою (13):  $R_n = 257$  м (при величині прямої вставки  $K_{xp} = 3,285$  м, яку має задана хрестовина 1/11 (Р65). Допустиме значення  $[R_{п}] = 223$  м (визначено за формулою (16) з умови забезпечення неперевищення допустимої величини непогашеного прискорення). Отже, хрестовина марки 1/11 типу Р65 сполучається з гостряком, параметри якого визначено раніше, який має  $R_o = 961,69$  м, за допомогою перевідної кривої з радіусом  $R_n = 257$  м і прямої вставки  $K = 3,285$  м. До подальших розрахунків прийнято  $n = 2950$  мм,  $m = 2550$  мм (додаток Б).

Проте кінцеве рішення про вибір марки хрестовини можна приймати після перевірки можливості її експлуатації за параметром розсіювання енергії удару у вусовик хрестовини  $W_{в-о}$ , яку необхідно виконувати за методикою, що наведена у пункті 3.5.

### 3.5 Розрахунок основних параметрів хрестовинної частини

У стрілочних переводах з гострими хрестовинами ширина жолоба в горлі хрестовини  $t_2$  прийнята  $t_2 = 68$  мм при ширині колії 1524 мм та  $t_2 = 62$  мм – 1520 мм.

Для уникнення бічного тиску гребеня колеса на робочу грань осердя хрестовини необхідно, щоб у межах робочої частини контррейки, яка має довжину  $x_{к-о}$  (рисунок 2), відстань між робочими гранями контррейки спеціального профілю й осердя (гарантійна відстань) дорівнювала

$$E \geq T_{max} + h_{max} + \mu, \text{ а } t_{к-о} \leq S_{min} - E, \quad (17)$$

де  $T_{max}$  – максимальна ширина насадки коліс ( $T_{max} = 1443$  мм);

$h_{max}$  – максимальна ширина гребеня коліс (для нових коліс  $h_{max} = 33$  мм);

$\mu$  – ширина фаски колеса (для вагонних коліс –  $\mu = 1$  мм, для локомотивних –  $\mu = 0$  мм);

$t_{к-0}$  – ширина жолоба в робочій частині контррейки ( $t_{к-0} = 44 \pm 2$  мм);

$E$  – відстань між робочими гранями контррейки й осердя хрестовини ( $E \geq 1474$  мм);

$S_{min}$  – мінімальна ширина колії в хрестовині.

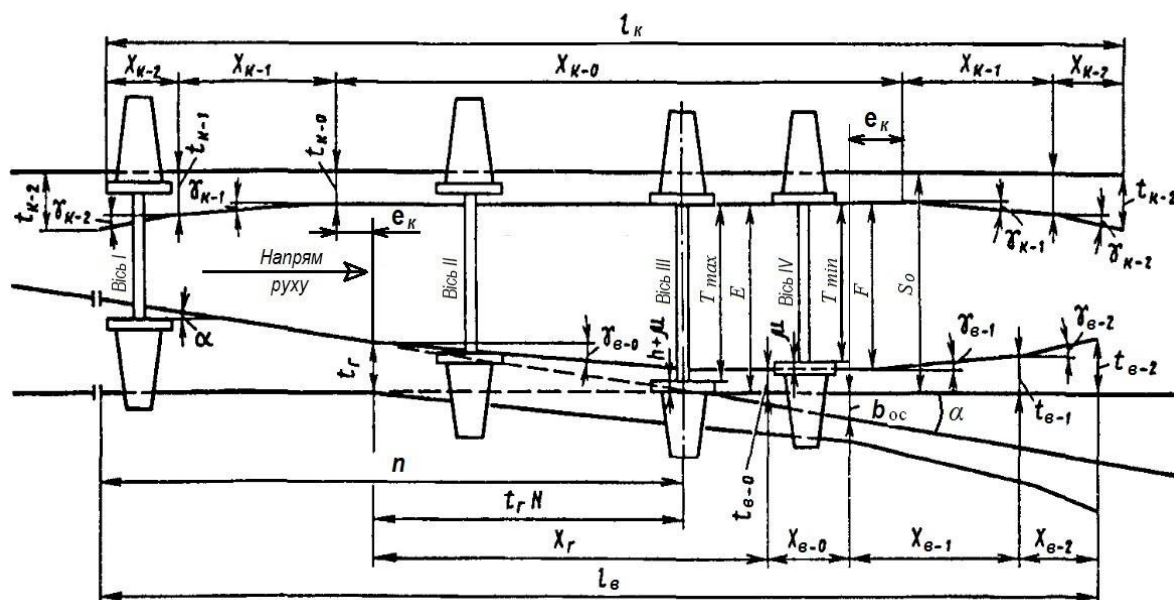


Рисунок 2 – Розрахункова схема для визначення довжин контррейки і вусовика

Для того, щоб не відбувалося заклинювання колісних пар між контррейкою і вусовиком хрестовини, необхідно, щоб відстань між їх робочими гранями  $F$  і ширина жолоба в межах частини вусовика  $t_{г-0}$ , паралельної відповідному напрямку осердя, задовольняли умову

$$F \leq T_{min} + \mu, \text{ а } t_{г-0} \geq E - F. \quad (18)$$

Згідно з ПТЕ,  $F = 1435$  мм, що буває при мінімальній насадці коліс, рівній  $T_{min} = 1437$  мм, та при впливові вигину осей повновантажних вагонів у 3 мм.

Значення ширини жолоба в хрестовині встановлено  $t_{г-0} = 45 \pm 2$  мм при ширині колії  $S_0 = 1524$  мм і  $t_{г-0} = 46 \pm 2$  мм –  $S_0 = 1520$  мм.



Повна довжина контррейки  $l_{крр}$  приблизно дорівнює його проекції на прямий напрямок стрілочного переводу (рисунок 2)

$$\left. \begin{aligned} l_{крр} &= x_{к-0} + 2(x_{к-1} + x_{к-2}); \\ x_{к-0} &= (t_{г} + b_{ос})N + 2e_{к}; \\ x_{к-1} &= (t_{к-1} - t_{к-0})ctg\gamma_{к-1}, \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

де  $N$  – знаменник марки хрестовини;

$b_{ос}$  – ширина осердя хрестовини в перетині, де вимірюються гарантійні відстані  $E$  і  $F$  (рисунок 2);  $b_{ос} = 40$  мм;

$e_{к}$  – запас як убік горла хрестовини, де ширина жолоба  $t_2$ , так і вбік осердя, де його ширина  $b_{ос}$ , зазвичай  $e_{к} = 100$  мм;

$t_{к-2} = 90$  мм при  $S_o = 1524$  мм і  $t_{к-2} = 86$  мм при  $S_o = 1520$  мм;

$t_{к-1} = 68$  мм при  $S_o = 1524$  мм і  $t_{к-1} = 64$  мм при  $S_o = 1520$  мм;

$x_{к-2} = 150$  мм – на цій відстані виконують або відгинання контррейки спеціального профілю, або стругання голівки контррейки звичайного профілю.

Для суцільнолитих хрестовин довжина ділянки контррейки  $x_{к-0}$  має такі значення:

– Р-65, 1/18 – 361 мм ( $b_{c1} = 30$  мм,  $b_{c2} = 50$  мм);

– Р-65, 1/11 – 219 мм ( $b_{c1} = 30$  мм,  $b_{c2} = 50$  мм);

– Р-65, 1/11 з підуклонкою – 330 мм ( $b_{c1} = 30$  мм,  $b_{c2} = 60$  мм),

де  $b_{c1}$  – ширина осердя, що відповідає початку ділянки, де жолоб  $t_{к-0}$  має постійне значення;

$b_{c2}$  – те саме у кінці ділянки.

Кут вигину контррейки  $\gamma_{к-1}$  визначають за допустимою величиною параметра розсіювання енергії удару колеса в контррейці  $[W_{к-0}] = 4,666$  км<sup>2</sup>/год<sup>2</sup>.

Під час удару в контррейку або вусовик колеса переміщається лише на незначну величину, що відповідає довжині відводу контррейки і вусовика, у межах якого тільки і відбувається набігання гребеня колеса на рейку.

Це поперечне переміщення осі можливе за рахунок люфтів і конструкційних розбігів, які мають осі, частково за рахунок поперечної гнучкості ресорного підвішування і за рахунок повороту візків відносно кузова без залучення останнього у поворот.

У зв'язку з цим допустимі значення ефекту удару в контррейки і вусовики приймаються значно більшими, ніж для гостряків і при цьому диференційовано для протишерстного та пошерстного руху по прямому напрямку, тобто

$$\gamma_{к-1} = \arcsin \sqrt{\frac{[W_{к-о}]}{V_{п-max}^2}}, \quad (20)$$

де  $V_{п-max}$  – максимальна швидкість руху поїздів у прямому напрямку стрілочного перевodu, км/год.

Перевірку придатності марки хрестовини за параметром розсіювання енергії удару колеса у вусовик необхідно здійснювати за формулою

$$N_3 > \frac{(t_{г-о})ctg\gamma_{в-о}}{t_{г}}, \quad (21)$$

де  $\gamma_{в-о} = \arcsin \frac{\sqrt{[W_{в-о}]}}{V_{п-max}}$ ;  
 $[W_{в-о}] = 15,68 \text{ км}^2/\text{год}^2$ ;

$N_3$  – знаменник заданої марки хрестовини або розглянутої при її сполученні радіусом  $R_n$  з гостряком.

Наприклад,  $t_2 = 62 \text{ мм}$ ,  $t_{в-о} = 46 \text{ мм}$ ,  $V_n = 100 \text{ км/год}$  (максимальна швидкість руху по прямій колії). Знайшли  $\gamma_{в-о} = 2,269^\circ$ ,  $\cos\gamma_{в-о} = 25,234$ ,  $N_3 > 6,5$ . У нас марка 1/11, отже, задовольняє умову (21).

Якщо ж умова (21) не виконується, то необхідно прийняти більш пологоу марку хрестовини, яка задовольняє її, і виконати новий розрахунок. Приймаючи знову  $R_n = R_o$  (при однорадіусному гостряку) або  $R_n = R''_o$  (при дворадіусному гостряку), визначають величину прямої вставки і далі у відповідності до рекомендацій в пункту 3.4.

Повна довжина вусовика  $l_s$  і окремих його частин (рисунок 2):

$$\left. \begin{aligned} l_B &= n + b_{oc}N + x_{B-1} + x_{B-2}; \\ x_{B-1} &= (t_{B-1} - t_{B-0})ctg\gamma_{B-1}; \\ t_{B-1} &= t_{K-1}; t_{B-2} = t_{K-2}; x_{B-2} = x_{K-2}; \\ x_\Gamma &= (t_\Gamma - t_{B-0})ctg\gamma_{B-0} \geq t_\Gamma N; \\ x_{B-0} &= b_{oc}N - (x_\Gamma - t_\Gamma N) \geq 200 \text{ мм}; \\ \gamma_{B-1} &= \gamma_{K-1}. \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

Контррейки й вусовики повинні бути такої довжини, щоб було забезпечено можливість постановки накладок із запасом  $10 \div 15$  мм, тобто для вусовиків

$$n + m - l_B \geq \frac{l_n}{2} + (10 \div 15) \quad (23)$$

і для контррейдок

$$m - (b_{oc}N + e_K + x_{K-1} + x_{K-2}) > \frac{l_n}{2} + (10 \div 15), \quad (24)$$

де  $(n + m)$  – довжина хрестовини;  
 $l_n$  – довжина стикової накладки.

### 3.6 Розрахунок ординат перевідної кривої

При відомих значеннях стрілочного кута  $\beta$  і кута хрестовини  $\alpha$  ординати робочої грані упорної нитки перевідної кривої, що вимірюються від робочої грані рейки прямого напрямку колії, визначають за формулою

$$y_\Pi = U_\Pi + R_\Pi(\cos\beta - \cos\gamma_\Pi), \quad (25)$$

де  $\gamma_n$  – кут, який утворюється робочою гранню рейки прямої колії і робочою гранню упорної рейкової нитки у точці з координатами  $x_n$  і  $y_n$ .

Значення кутів  $\gamma_n$  визначають за формулою

$$\gamma_\Pi = \arcsin\left(\sin\beta + \frac{x_\Pi}{R_\Pi}\right), \quad (26)$$

де  $x_n$  – поточні значення абсцис ( $x_1 = 2$  м,  $x_2 = 4$  м,  $x_3 = 6$  м, ...  $x_n = x_k$ );  
 $x_k$  – абсциса кінця перевідної кривої (рисунок 3).

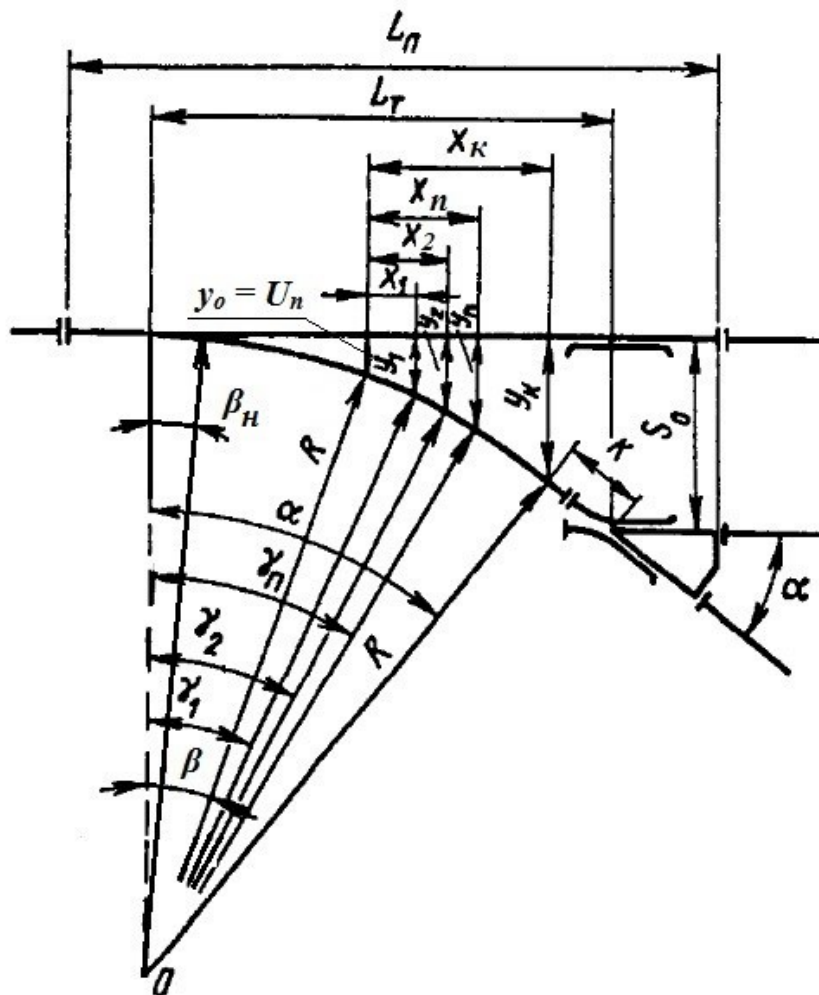


Рисунок 3 – Розрахункова схема для визначення ординат робочої грані упорної нитки перевідної кривої

Значення ординат подають у табличній формі (таблиця 3).

Значення останньої ординати  $y_k$  можна перевірити за формулою

$$y_k = S_0 - K \sin \alpha. \quad (27)$$

Абсцису точки кінця перевідної кривої визначають за формулою

$$x_k = R_{\Pi}(\sin\alpha - \sin\beta). \quad (28)$$

Таблиця 3 – Обчислення ординат перевідної кривої

|             |                           |  |                              |   |
|-------------|---------------------------|--|------------------------------|---|
| $x_n,$<br>м | $\frac{x_{\Pi}}{R_{\Pi}}$ | $\sin\gamma_{\Pi} = \sin\beta + \frac{x_{\Pi}}{R_{\Pi}}$ | $\cos\gamma_n$               | $y_n = U_n + R_n(\cos\beta - \cos\gamma_n),$<br>м |
| $x_0$       | 0                         | $\sin\gamma_0 = \sin\beta$                               | Обчисл.<br>за таб-<br>лицями | $y_n = U_n$                                       |
| $x_1$       | 2                         | $\sin\beta + \frac{2}{R_{\Pi}}$                          |                              | $y_1 = U_n + R_n(\cos\beta - \cos\gamma_1)$       |
| $x_n$       | $\frac{x_{\Pi}}{R_{\Pi}}$ | $\sin\beta + \frac{x_{\Pi}}{R_{\Pi}}$                    | $\cos\gamma_n$               | $y_n = U_n + R_n(\cos\beta - \cos\gamma_n)$       |
| $x_k$       | $\frac{x_k}{R_{\Pi}}$     | $\sin\beta + \frac{x_k}{R_{\Pi}}$                        | $\cos\gamma_k$               | $y_k = U_n + R_n(\cos\beta - \cos\gamma_k)$       |

### 3.7 Розрахунок довжини рамних рейок

Довжина рамних рейок у наявних стрілочних переводах становить 12,5 м і 25,0 м.

Для обмежених експлуатаційних умов довжину рамних рейок можна зменшити за рахунок зменшення довжини їх переднього або кореневого вильоту. З рисунка 4 видно, що довжина рамної рейки визначається як

$$l_{pp} = q_1 + l'_0 + q_2, \quad (29)$$

де  $q_1$  – довжина переднього вильоту рамної рейки;

$q_2$  – довжина кореневого вильоту рамної рейки;

$l'_0$  – довжина горизонтальної проекції гостряка.

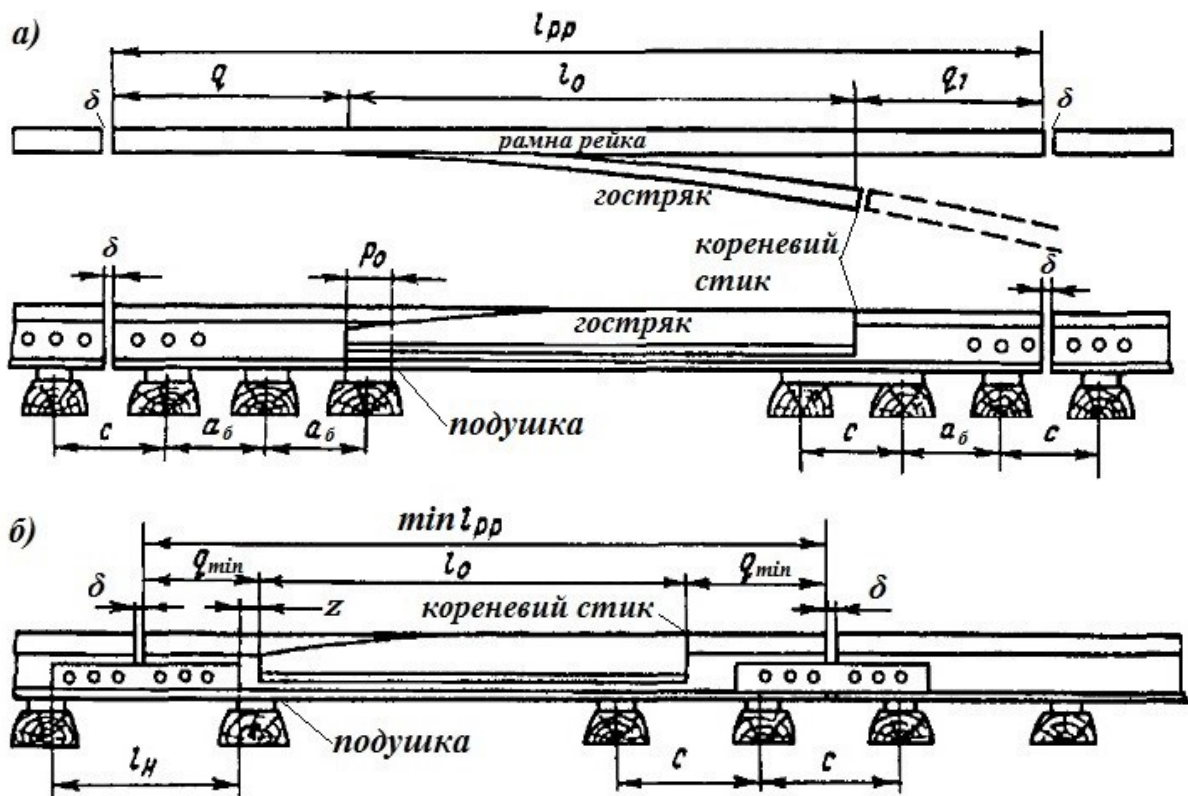


Рисунок 4 – Розрахункова схема для визначення нормальної (а) і мінімальної (б) довжини рамної рейки

У загальному випадку при  $R'_o > R''_o$  при криволінійних гостряках січного типу довжина його горизонтальної проекції визначається за формулою

$$l'_o = R'_o(\sin\beta_z - \sin\beta_H) + R''_o(\sin\beta - \sin\beta_z), \quad (30)$$

при  $R'_o = R_o$ , тобто при однорадіусному гостряку

$$l'_o = R_o(\sin\beta - \sin\beta_H), \quad (31)$$

при прямолінійних гостряках

$$l'_o = l_o \cos\beta. \quad (32)$$

У звичайних одиночних стрілочних переходах одна рамна рейка прямолінійна, друга – криволінійна. Криволінійна рамна рейка двічі вигнута. Перший вигин виконано на відстані  $D$  для відводу розширення колії за умовами вписування екіпажа.

Другий вигин призначено для укриття вістря криволінійного гостряка від ударів гребенів коліс при протишерстному русі рухомого складу по прямій колії. На рисунку 5 наведено схему криволінійної рамної рейки для ілюстрації її вигинів.

Так як у звичайних одиночних стрілочних переводах ширина колії біля вістря гостряків  $S_{гостр}$  більша від ширини колії в стиках рамних рейок  $S_{pp}$ , то довжина переднього вильоту  $q_1$  повинна бути більшою від відстані  $q'_1$ , яка необхідна для відводу цього розширення, тобто

$$q_1 > q'_1. \quad (33)$$

Для стрілочних переводів типу Р43, Р50 і Р65 марок 1/11 і крутіших при ширині колії 1524 мм значення  $q'_1$  (рисунок 5, а) може бути знайдено з такого виразу:

$$q'_1 = 1000 + \frac{S_D - S_{pp}}{i_1}, \quad (34)$$

де  $S_D$  – ширина колії на відстані  $D = 1000$  мм від початку гостряків у бік передніх стиків рамних рейок,  $S_o = 1530$  мм;

$S_{pp}$  – ширина колії в передніх стиках рамних рейок,  $S_{pp} = 1524$  мм;

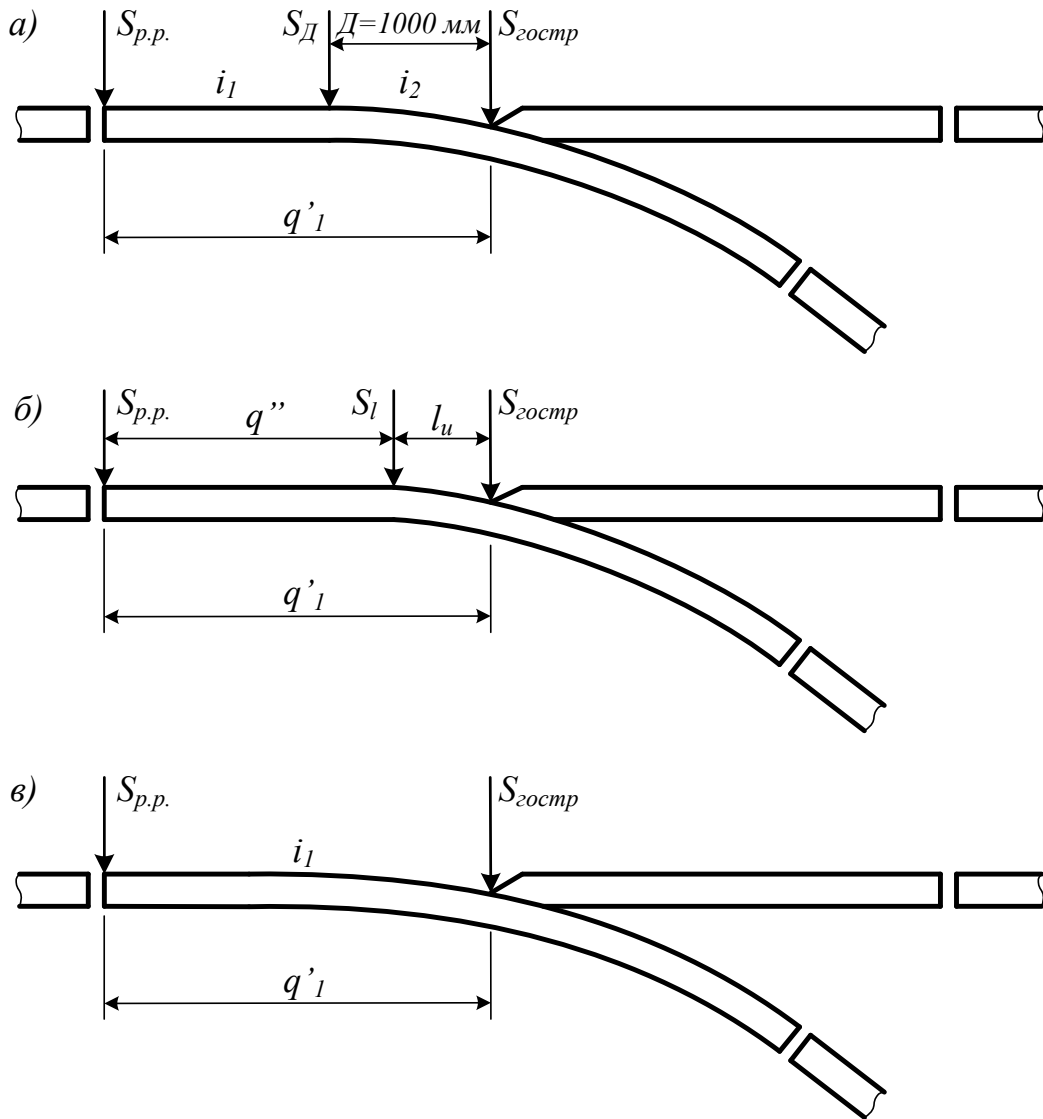
$S_{гостр}$  – ширина колії на початку гостряків,  $S_{гостр} = 1536$  мм;

$i_1$  – ухил відводу розширення ширини колії, при  $V_n \leq 100$  км/год –  $i_1 = 0,001$ ; при  $V_n = 101 \div 120$  км/год –  $i_1 = 0,00083$  (окрім Р65, 1/11 для високих швидкостей з підуклонкою).

Для стрілочних переводів марки 1/9, 1/11 і 1/22 при ширині колії 1520 мм значення  $q'_1$  (рисунок 5, в) може бути знайдено з такого виразу

$$q'_1 = \frac{S_{гостр} - S_{pp}}{i_1}, \quad (35)$$

де  $S_{гостр}$  – ширина колії на початку гостряків.



- а – для стрілочних переводів типу Р65, Р50, Р43 марок 1/9 і 1/11 при ширині колії  $S_o = 1524$  мм;  
 б – для стрілочних переводів пологих марок 1/22 і 1/18 при ширині колії  $S_o = 1524$  мм та 1/18 при ширині колії  $S_o = 1520$  мм;  
 в – для стрілочних переводів типу Р65, Р50 марок 1/22, 1/11 і 1/9 при ширині колії  $S_o = 1520$  мм

Рисунок 5 – Схема криволінійної рамної рейки

При ширині колії, що примикає до стрілочного переводу, рівній  $S_o = 1520$  мм, значення ширини колії на початку гострків буде:



– для стрілочних переводів типів Р65 і Р50 марок 1/18 і 1/22 –  $S_{гостр} = 1521$  мм;

– для стрілочних переводів типів Р75 і Р65 марок 1/9 і 1/11 –  $S_{гостр} = 1524$  мм;

– для стрілочних переводів типу Р50 марок 1/9 і 1/11 –  $S_{гостр} = 1528$  мм.

При ширині колії, що примикає до стрілочного переводу, рівній  $S_o = 1524$  мм, значення ширини колії на початку гостряків буде:

– для стрілочних переводів типів Р65 і Р50 марок 1/18 і 1/22 –  $S_{гостр} = 1526$  мм;

– для стрілочних переводів типів Р65, Р50 і Р43 марок 1/9 і 1/11 –  $S_{гостр} = 1536$  мм.

Для стрілочних переводів марок 1/18 і 1/22 при ширині колії, що примикає до стрілочного переводу  $S_o = 1524$  мм, і марки 1/18 при  $S_o = 1520$  мм  $q'_1$  (рисунок 5, б) визначається як

$$q'_1 = q'' + l_u, \quad (36)$$

де  $q''$  – величина, яка дорівнює половині довжини колійної накладки із запасом  $10 \div 15$  мм, визначається за формулою

$$q'' = \frac{l_n}{2} + (10 \div 15), \quad (37)$$

$l_n$  – довжина колійних двоголових накладок (для рейок Р75 і Р65 –  $l_n = 800$  мм, Р50 –  $l_n = 820$  мм і для Р43  $l_n = 788$  мм);

$l_u$  – довжина ділянки вигину рамної рейки, яка прийнята для стрілочних переводів типу Р65 марки 1/22 –  $l_u = 260$  мм (при  $S_o = 1524$  мм), для Р65 і Р50 марки 1/18 –  $l_u = 215$  мм (при  $S_o = 1524$  мм) і для Р65 і Р50 марки 1/18 –  $l_u = 110$  мм (при  $S_o = 1520$  мм).

Довжину переднього вильоту рамної рейки визначають за формулою

$$q_1 = n_1 a_6 + \frac{c - \delta - P_o}{2}, \quad (38)$$

де  $n_1$  – кількість прольотів з відстанню між осями брусів, рівною  $a_6$  (для стрілочних переводів марки 1/9 і 1/11 –  $n_1 = 5$ , для 1/18 –  $n_1 = 7$  і для 1/22 –  $n_1 = 9$ );

$a_6$  – відстань між осями перевідних брусів, що прийняті для даного стрілочного переводу (рекомендовано  $a_6 = (0,9 \div 1,0) \cdot a_{пер}$ , де  $a_{пер}$  – відстань між осями шпал колії, що примикає до стрілочного переводу);

$C$  – відстань між осями шпал у стиках (при рейках типів Р75 і Р65 –  $C = 420$  мм, при Р50 –  $C = 440$  мм і при Р43  $C = 500$  мм);

$\delta$  – величина нормального стикового зазора (приймається  $\delta = 8$  мм);

$P_o$  – ширина підкладки-подушки (приймається  $P_o = 82$  мм).

При проектуванні стрілочного переводу при обмежених умовах кількість прольотів  $n_1$  визначають за формулою

$$n_1 = \frac{q_1'}{a_6}. \quad (39)$$

При цьому кількість прольотів не повинна бути меншою від двох.

Довжину хвостового вильоту рамної рейки знаходять за формулою

$$q_2 = \frac{C_k + \delta_k}{2} + n_2 a_6 + \frac{C - \delta}{2}, \quad (40)$$

де  $C_k$  – відстань між осями брусів у корені гостряків (при кореневій будові вкладишно-накладкового типу і гнучких гостряках можна прийняти  $C_k = C$ );

$\delta_k$  – величина зазора в корені гостряків (приймаємо  $\delta_k = 4 \div 6$  мм);

$n_2$  – кількість прольотів під хвостовим вильотом рамної рейки (приймаємо  $n_2 = 2 \div 3$  прольоти).

Якщо в результаті проектування прийняти гостряк більшої довжини, ніж наявний, необхідно виконати перевірку достатності довжини рамної рейки наявного стрілочного переводу. При цьому довжину переднього вильоту рамної рейки визначають за формулою (38) з перевіркою умови (33). Потім визначають залишкову довжину рамної рейки, якій відводиться функція її заднього вильоту:

$$q_{2\text{-залиш.}} = l_{pp\text{-існ.}} - l'_o - q_1. \quad (41)$$

Якщо виявиться, що

$$q_{2\text{-залиш.}} \geq q_2, \quad (42)$$

то довжину рамної рейки приймають рівною наявній, тобто  $l_{pp} = l_{pp\text{-існ.}}$ . Якщо ж умова (42) не виконується, необхідно діяти у відповідності до умов проектування, залишивши при цьому або колишню довжину рамної рейки (в обмежених умовах з можливим варіантом переднього вильоту  $q_{1\text{-існ.}} \geq q_1 \geq q'_1$ ), або збільшити його довжину до найближчої стандартної величини (12,5 і 25,0 м).

Якщо розрахункова довжина рамних рейок виявиться меншою від стандартної, тобто меншою ніж 12,5 або 25,0 м, то при відсутності обмежених умов за завданням її можна збільшити і довести до стандартної за рахунок збільшення довжин переднього і частково хвостового вильотів, збільшуючи кількість прольотів, особливо під переднім вильотом.

Якщо розрахункова довжина рамних рейок виявиться більшою від стандартної, то її можна довести до стандартної, зменшуючи довжину переднього вильоту і кількість прольотів під ним.

### 3.8 Визначення значень осьових розмірів стрілочного переводу. Теоретична й практична довжина переводу

Положення стрілочного переводу визначається його центром (ЦП). Центром переводу прийнято вважати точку перетину осей прямого й бокового напрямку (т.  $O$ ). Від центра переводу розбивають такі осьові розміри (рисунок 6):

$a_o$  – відстань від центра переводу до створу на початку гостряків;

$b_o$  – відстань від центра переводу до створу, що проходить через математичний центр хрестовини (МЦХ);

$a$  – відстань від центра переводу до створу передніх стиків рамних рейок;

$b$  – відстань від центра переводу до створу задніх стиків хрестовини.

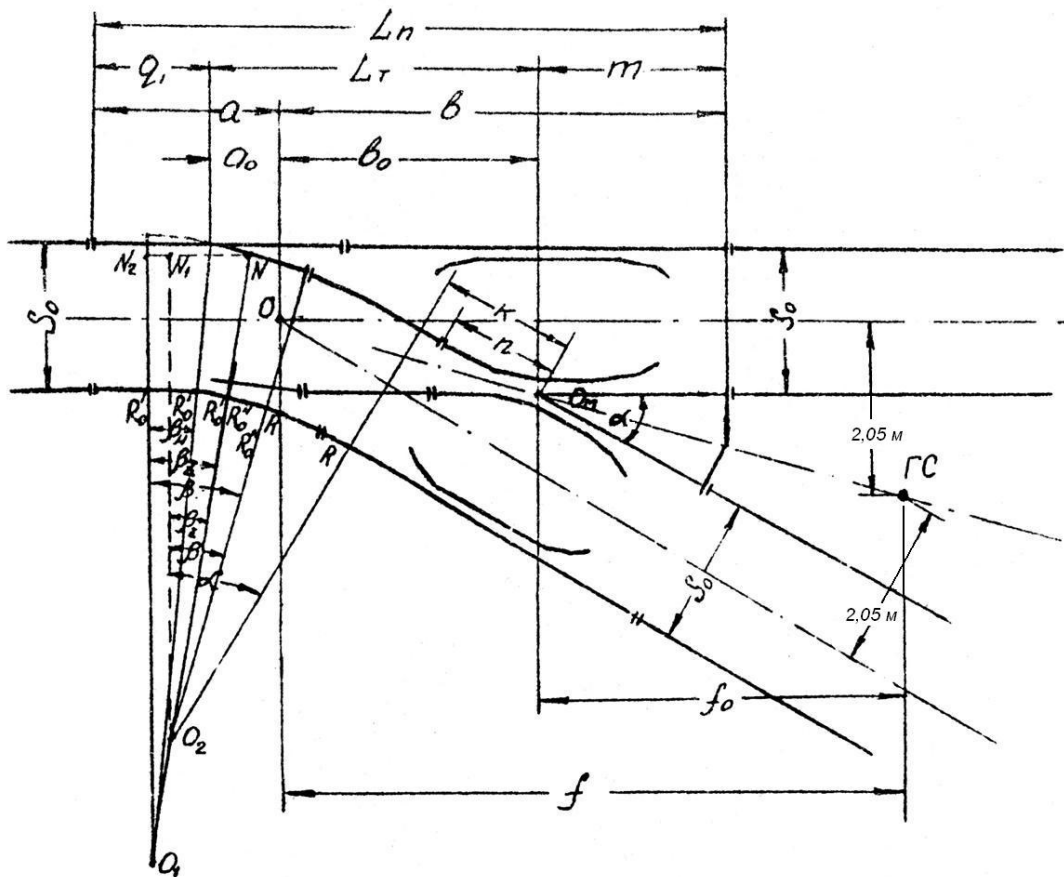


Рисунок 6 – Схема звичайного стрілочного переводу із криволінійним гостряком січного типу подвійної кривизни

Перераховані осьові розміри визначають у такій послідовності:

$$b_0 = \frac{S_0}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \text{ або } b_0 = S_0 N, \quad (43)$$

де  $N$  – знаменник марки хрестовини.

Якщо  $R_0 > R_0'' > R_n$ , то теоретичну довжину стрілочного переводу визначають так:

$$L_T = R_0'(\sin \beta_z - \sin \beta_n) + R_0''(\sin \beta - \sin \beta_z) + R_n(\sin \alpha - \sin \beta) + K \cos \alpha, \quad (44)$$

а якщо  $R_0'' = R_n$  – формулу (44) студент спрощує самостійно.

Інші осьові розміри (рисунок 6) визначають за такими формулами:

$$a_o = L_T - b_o; \quad (45)$$

$$a = q_1 + a_o; \quad (46)$$

$$b = b_o + m; \quad (47)$$

$$f = 4100N, \quad (48)$$

де 4100 – габаритна відстань між осями колій, що розходяться, у місці встановлення граничного стовпчика.

Практичну довжину стрілочного переходу визначають так:

$$L_{\Pi} = a + b. \quad (49)$$

### 3.9 Розрахунок довжин комплекту рейкових рубок

Схема розкладки рейкових рубок у з'єднувальних коліях стрілочного переходу показана на рисунку 7.

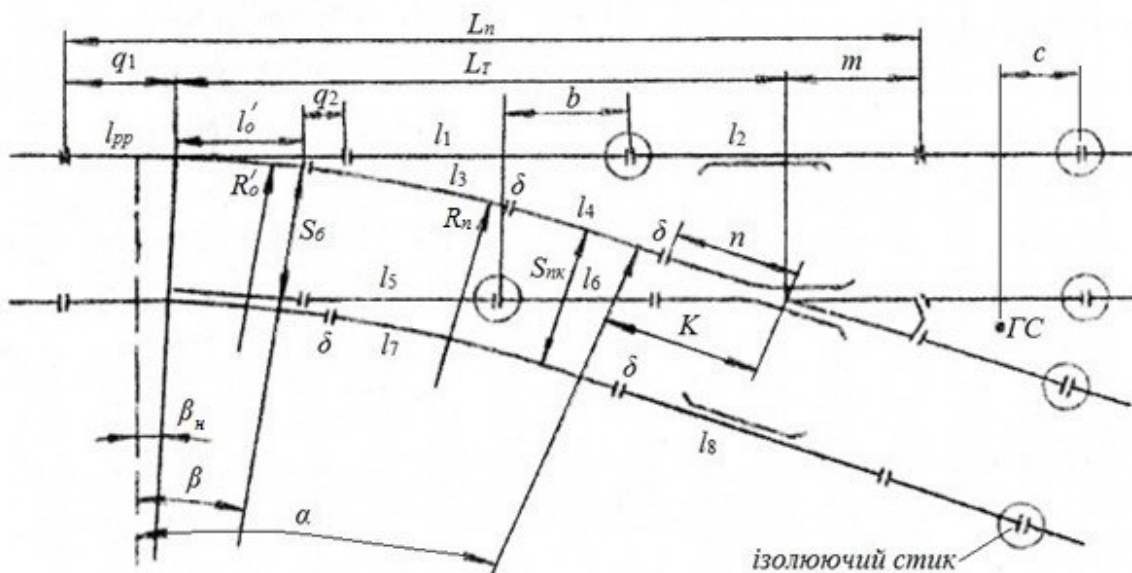


Рисунок 7 – Схема до розрахунку рейкових рубок з'єднувальної частини

У типових стрілочних переводах:

- рейки під № 2, 3, 5 та 8 приймаються стандартної довжини 12,5 м при марках 1/6, 1/9 і 1/11 та 25 м при марках 1/18 і 1/22;
- рейки під № 1, 4, 6 та 7 є рейковими рубками і їх довжини розраховуються за формулами:

$$l_1 = L_{\Pi} - l_{pp} - l_2 - 2\delta; \quad (50)$$

$$l_4 = (R_{\Pi} + b/2)(\alpha - \beta) + (K - n) - l_3 - 3\delta; \quad (51)$$

$$l_6 = L_T - l'_o - l_5 - n - 3\delta; \quad (52)$$

$$l_7 = q_1 - S_{\text{гостр}} \sin \beta_{\text{н}} + (R'_o - S_6 - b/2)(\beta_z - \beta_{\text{н}}) + \\ + (R_{\Pi} - S_{\text{пк}} - b/2)(\alpha - \beta_z) + (K + m) - l_{pp} - l_8 - 2\delta, \quad (53)$$

де  $S_{nk}$  і  $S_6$  – ширина колії відповідно перевідної кривої і у корені гостряків у боковому напрямку;

$b$  – ширина головки рейки, м.

Формули (51) і (52) наведені для випадку, коли  $R'_o > R''_o = R_n$ . Для інших випадків наведені формули студент перетворює самостійно.

При остаточному виборі місця укладання рейкових рубок і їх довжин необхідно мати на увазі, що довжина рубок повинна бути не коротшою від половини довжини стандартної рейки, тобто не меншою ніж 6,25 м і, в крайньому випадку, не меншою ніж 4,5 м.

При недотриманні і цих умов рубки подовжують до допустимого розміру за рахунок укорочення довжини стандартних рейок (№ 2, 3, 5, 8).

При розміщенні стиків на з'єднувальних коліях стрілочного переводу величину стикових зазорів  $\delta$  приймають рівною 6÷8 мм. У корені гостряка  $\delta_k = 5$  мм. При гнучких гостряках  $\delta_k = 0$ . Така ж величина стикового зазора приймається в передньому і задньому вильотах хрестовини всіх стрілочних переводів.

На стрілочних переводах, металеві частини яких входять у рейкові ланцюги СЦБ, необхідно здійснити ізоляцію однієї рейкової нитки (однієї сторони переводу). Електроізоляція

здійснюється постановкою ізолюючих прокладок і втулок у місцях прикріплення першої стрілочної тяги до гостряка, а також застосуванням зв'язкових смуг, які складаються з двох частин. Останні з'єднуються за допомогою кутиків, що приварюються до ізолюючої прокладки між ними, та ізолюючих втулок на болтах, які скріпляють.

Ізолюючі стики на зовнішніх нитках переводу зміщують до 1,5 м від відповідних стиків на внутрішніх нитках (рисунки 7). Це обмеження викликано пропуском екіпажів з малою базою (дрезини, колійні вагончики і т. п.). База екіпажа не повинна розміщуватися між ізолюючими стиками в проміжку  $b$ . Інакше сигнали не будуть показувати зайнятість колії.

Ізолюючі стики з охоплюючими накладками улаштовують "у висячому положенні".

Розміщення стиків повинно забезпечувати можливість розділення всього стрілочного переводу на блоки для механізованого укладання в колію із застосуванням колієукладального крана або крана на залізничному ході. При цьому рамні рейки разом з гостряками можна виділити в перший блок, перевідні колії – у другий блок, а хрестовину з контррейками – у третій.

### 3.10 Порядок розкладання брусів

Розкладання перевідних брусів ведуть перпендикулярно до осі прямого напрямку стрілочного переводу до центра стрілочного переводу, а далі починають їх поступово розвертати до положення, що перпендикулярне до бісектриси кута хрестовини, зберігаючи такий порядок до початку укладання шпал.

Розкладання починають з розміщення брусів під усіма стиками стрілочного переводу з відстанями між їх осями: для рейок типу Р75 і Р65 –  $C = 420$  мм, Р50 –  $C = 440$  мм і Р43 та легших –  $C = 500$  мм, улаштовуючи стик "у висячому положенні".

Для розміщення перевідного механізму укладають два флюгаркових бруси довжиною 4,5 м з відстанню між їх осями  $C_{\phi} = 625$  мм.

На стрілочних переводах із гнучкими гостряками марки 1/18 і 1/22 укладають другу пару флюгаркових брусів для розміщення додаткового перевідного механізму.

При розкладанні брусів під хрестовиною необхідно дотримуватися таких умов:

– для хрестовин збірних і з литим осердям передній стик приймають ”у висячому положенні”, хвостовий – на здвоєних шпалах або на окремому брусі, що менш бажано; при суцільнолитій – обидва стики розташовують на здвоєних або окремих брусах;

– під хрестовиною бруси укладають звичайно перпендикулярно бісектрисі кута хрестовини (при переважному русі поїздів по боковій колії) або перпендикулярно осі прямої колії (при переважному русі поїздів у прямому напрямку);

– перетин осердя шириною 20 мм, де хрестовина випробовує повний тиск від колеса, повинен бути розташований у площині, що проходить через вісь бруса;

– прольоти брусів під хрестовиною повинні бути за можливості однаковими, кратними 5 або 10 мм і за можливості рівними  $(0,9 \div 0,95)a_{пер}$ ; великі розміри прольотів приймають для більш крутих марок переводів (1/6, 1/8).

Після розміщення стикових, флюгаркових брусів і під хрестовиною розміщують інші бруси з відстанями між їх осями  $a_б = (0,9 \div 1,0)a_{пер}$ , де  $a_{пер}$  – відстань між осями у колії шпал, що примикає до стрілочного переводу:

– при епюрі шпал 2000 шт/км  $a_{пер} = 500$  мм;

– при епюрі шпал 1840 шт/км  $a_{пер} = 540$  мм;

– при епюрі шпал 1600 шт/км  $a_{пер} = 630$  мм.

Величину  $a_б$  бажано приймати кратною 5 мм.

У зоні переднього стику рамних рейок до початку гостряків необхідно укласти шпали довжиною 2,75 м.

При збільшенні відстані між крайніми рейковими нитками стрілочного переводу укладають рейки більшої довжини. Збільшення довжини брусів від 2,75 і до 5,5 м виконують через 0,25 м. Бруси однакової довжини групують у секції.

При переході від одного розміру до іншого (від секції до секції) варто враховувати, що виліт бруса назовні від робочої грані рейкової нитки повинен бути не меншим ніж 613 мм.



Для стрілочних переводів крутих марок (1/6, 1/8) допускається зменшення цього вильоту до 488 мм.

Перехід від перевідних брусів до укладання шпал за хвостом хрестовини здійснюється в тому місці по довжині колій, що розгалужуються, де довжина останнього перевідного бруса дорівнюватиме довжині двох шпал або буде трохи більшою.

Кінці перевідних брусів, розташованих за зовнішньою рейковою ниткою прямого напрямку, укладають в одному створі, тобто по шнуру.

Після розкладання брусів викреслюють епюру стрілочного переводу в масштабах 1:50 або 1:100 (додаток А).

На епюрі вказують основні розміри в літерному й числовому позначенні, прийняті й отримані розрахунком.

У додатку Б зведено основні характеристики типових звичайних стрілочних переводів, якими необхідно користуватися в процесі проектування.

### **3.11 Розрахунок геометричних характеристик стрілочного переводу на ПЕОМ**

Для перевірки правильності прийнятих рішень при проектуванні стрілочних переводів, а також отриманих результатів, виконуються розрахунки на ПЕОМ у діалоговому режимі за програмою, яку було розроблено на кафедрі "Колія та колійне господарство" ХІІТу.

## Список літератури

1 Даніленко Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом: Підруч. для студентів вищ. навч. закл.: У 2 т. – К.: Інпрес, 2010. – Т.1. – 528 с.

2 Даніленко Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом: Підруч. для студентів вищ. навч. закл.: У 2 т. – К.: Інпрес, 2010. – Т.2. – 456 с.

3 Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України: ЦП-0269 / Е. І. Даніленко, А. М. Орловський, В. О. Курган та ін. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2012. – 456 с.

4 Амелин С. В. Соединения и пересечения рельсовых путей. – М.: Транспорт, 1968. – 262 с.

5 Каменский В. Б. Справочник дорожного мастера / В. Б. Каменский, Л. Д. Горбов. – М.: Транспорт, 1985. – 487 с.

6 Яковлева Т. Г. Основы устройства и расчетов железнодорожного пути / Т. Г. Яковлева, В. Я. Шульга, С. В. Амелин; Под ред. С. В. Амелина и Т. Г. Яковлевой. – М.: Транспорт, 1990. – 367 с.

7 Шахунянц Г. М. Проектирование железнодорожного пути. – М.: Транспорт, 1972. – 320 с.

8 Альбрехт В. Г. Современные конструкции верхнего строения железнодорожного пути / В. Г. Альбрехт, А. Ф. Золотарский. – М.: Транспорт, 1975. – 279 с.

9 Басилов В. И. Справочник инженера-путейца. – М.: Транспорт, 1972. – Т. 1. – 768 с.

10 Фришман М. А. Конструкция железнодорожного пути и его содержание / М. А. Фришман, Н. А. Пономаренко, С. И. Финицкий. – М.: Транспорт, 1987. – 350 с.

11 Фришман М. А. Как работает путь под поездами. – М.: Транспорт, 1983. – 167 с.

12 Шахунянц Г. М. Железнодорожный путь. – М.: Транспорт, 1969. – 536 с.



Додаток Б

Основні параметри звичайних стрілочних переводів

Таблиця Б.1 – Основні параметри звичайних стрілочних переводів для ширини колії 1524 мм

| Тип переводу  | Коренева кріплення | Початковий кут гостряка $\beta_{гс}$ , ° / ''<br>радiани (B1) | Стрiлка                             |                                   | Марка переводу    | Конструкція хрестовини | Хрестовина   |                               | Вiдстань вiд центру переводу до                 |             | Довжина прямої вставкi $K_{зр}$ , мм (K1) | Радiус перетворення кривої $R_{гс}$ , мм (RP) | Повна довжина переводу $L_{гс}$ , мм (LP) |                                   |                                |       |
|---------------|--------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------|--|-------------------------------|---|-------------|---|---|---|-----------------------------------|--------------------------------|-------|
|               |                    |   | Довжина гостряка $l_{гс}$ , мм (L0) | Довжина рейки $l_{рр}$ , мм (L12) |                   |                        | Радiус гостряка, мм $R'_гс$<br>$R''_гс$ (R10)<br>(R20) | Перетворення $z_гс$ , мм (Z0) | Кут хрестовини $\alpha$ , ° / ''<br>радiани (A) | Довжина, мм |   |   |   | Початку гостряка $a_гс$ , мм (A0) | МЦ хрестовини $b_гс$ , мм (B0) |       |
| 1             | 2                  | 3   | 4                                   | 5                                 | 6                 | 7                      | 8  | 9                             | 10  | 11          | 12  | 13  | 14  | 15                                | 16                             | 17    |
| P65           | Звич. стик         | 0°25'<br>0,0072722  | 15500                               | 25000                             | 1698000<br>960000 | 40                     | 1/18   | Суцiльно-лита                 | 3°10'12,5"<br>0,0553294                         | 2150        | 4425                                      | 21721   | 27537                                     | 1139                              | 960000                         | 57519 |
| P65 з пiдукл. | Звич. стик         | 0°39'11,88"<br>0,0114021                                      | 12500к<br>12448п                    | 21884к<br>21975п                  | 400000<br>300000  | 75                     | 1/11   | Суцiльно-лита                 | 5°11'40"<br>0,0906601                           | 2235        | 3670                                      | 11294   | 16754                                     | 3147                              | 300990                         | 34487 |
| P65           | Вклад.-наклад.     | 0°39'11,88"<br>0,0114021                                      | 8300                                | 12500                             | 400000<br>300000  | 72,6                   | 1/11   | Збiрна з литим осердям        | 5°11'40"<br>0,0906601                           | 2950        | 2550                                      | 11294   | 16754                                     | 3240                              | 300000                         | 33367 |
| P65           | Вклад.-наклад.     | 0°39'11,88"<br>0,0114021                                      | 8300                                | 12500                             | 400000<br>300000  | 72,6                   | 1/9  | Збiрна з литим осердям        | 6°20'25"<br>0,1106587                           | 2500        | 2090                                      | 12422   | 13758                                     | 1731                              | 200000                         | 31030 |
| P50           | Звич. стик         | 0°25'<br>0,0072722  | 15500                               | 25000                             | 1698000<br>960000 | 40                     | 1/18   | Збiрна з литим осердям        | 3°10'12,5"<br>0,0553294                         | 4651        | 4425                                      | 21721   | 27537                                     | 1139                              | 960000                         | 57519 |
| P43 i P50     | Вклад.-наклад.     | 0°41'24,66"<br>0,012046                                       | 6515                                | 12500                             | 297259            | –                      | 1/11   | Збiрна з литим осердям        | 5°11'40"<br>0,0906601                           | 2650        | 2300                                      | 10103   | 16799                                     | 3585                              | 297259                         | 33529 |
| P43 i P50     | Вклад.-наклад.     | 0°41'24,66"<br>0,012046                                       | 6515                                | 12500                             | 297259<br>200000  | 40                     | 1/9  | Збiрна з литим осердям        | 6°20'25"<br>0,1106587                           | 2085        | 1880                                      | 11096   | 13758                                     | 2055                              | 200000                         | 31061 |

Таблиця Б.2 – Основні параметри звичайних стрілочних переводів для ширини колії 1520 мм

| Тип пере-воду       | Стрілка              |   |                                   |   | Марка пере-воду | Хрестовина  |                          |                                   | Відстань від центру пере-воду до                   |             | Радіус пере-відної кривої $R_p$ , мм (RP) | Повна дов-жина пере-воду $L_p$ , мм (LP) |   |      |        |       |
|---------------------|----------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------|---|--------------------------|-----------------------------------|--|-------------|---|--|---|------|--------|-------|
|                     | Коре-неве кріп-лення | Початко-вий кут гостряка $\beta_n$ , ° ' ''<br>радіани (B1) | Дов-жина гостряка $l_o$ , мм (L0) | Дов-жина рамної рейки $l_{pp}$ , мм (L12) |                 | Радіус гостряка, мм $R'_o$ (R10)<br>$R''_o$ (R20) | Пере-різ $z_o$ , мм (Z0) | Кон-струкція хресто-вини          | Кут хресто-вини $\alpha_o$ , ° ' ''<br>радіани (A) | Довжина, мм |   |  | Дов-жина прямої встав-ки $K_{xp}$ , мм (K1) |      |        |       |
| 1                   | 2                    | 3   | 4                                 | 5   | 6               | 7   | 8                        | 9                                 | 10   | 11          | 12  | 13                                       | 14  | 15   | 16     | 17    |
| P75                 | Вклад.-наклад.       | $0^{\circ}27'19,56''$<br>0,0079488                          | 8300                              | 12500                                     | 300000          | –   | 1/11                     | Збірна з литим осердям            | $5^{\circ}11'40''$<br>0,090660                     | 2950        | 2550                                      | 11249                                    | 16799                                       | 3285 | 300000 | 33367 |
| P65                 | Звич. стик           | $0^{\circ}18'$<br>0,005236                                  | 15500                             | 25000                                     | 961690          | –   | 1/18                     | З рухом. осердям                  | $3^{\circ}10'12,5''$<br>0,055329                   | 3300        | 8720                                      | 21793                                    | 27465                                       | 2325 | 963870 | 61814 |
| P65                 | Звич. стик           | $0^{\circ}18'$<br>0,005236                                  | 15500                             | 25000                                     | 961690          | –   | 1/18                     | Суцільно-лита                     | $3^{\circ}10'12,5''$<br>0,055329                   | 2150        | 4425                                      | 21793                                    | 27465                                       | 1120 | 961690 | 57519 |
| P65                 | Звич. стик           | $0^{\circ}22'$<br>0,0063995                                 | 15500                             | 25000                                     | 623000          | –   | 1/14                     | Суцільно-лита                     | $4^{\circ}58''$<br>0,071306                        | 4510        | 6260                                      | 18386                                    | 21302                                       | 188  | 623000 | 49008 |
| P65                 | Вклад.-наклад.       | $0^{\circ}27'19,56''$<br>0,0079488                          | 8300                              | 12500                                     | 300000          | –   | 1/11                     | Збірна з литим або повор. осердям | $5^{\circ}11'40''$<br>0,090660                     | 2950        | 2550                                      | 11294                                    | 16754                                       | 3285 | 300000 | 33367 |
| P65                 | Вклад.-наклад.       | $0^{\circ}27'19,56''$<br>0,0079488                          | 8300                              | 12500                                     | 300000          | –   | 1/9                      | З рухом. осердям                  | $6^{\circ}20'25''$<br>0,110658                     | 2500        | 2090                                      | 12453                                    | 13722                                       | 1758 | 200060 | 31039 |
| P65 для швидк. діл. | Звич. стик           | $0^{\circ}27'19,56''$<br>0,0079488                          | 12500к<br>12448п                  | 21884к<br>21975п                          | 300000          | –   | 1/11                     | З рухом. осердям                  | $5^{\circ}11'40''$<br>0,090660                     | 2950        | 6830                                      | 11294                                    | 16754                                       | 3285 | 300000 | 37647 |
| P50                 | Звич. стик           | $0^{\circ}18'$<br>0,005236                                  | 15500                             | 25000                                     | 961690          | –   | 1/18                     | Збірна з литим осердям            | $3^{\circ}10'12,5''$<br>0,055329                   | 4651        | 4425                                      | 21793                                    | 27465                                       | 1113 | 961690 | 59579 |
| P50                 | Вклад.-наклад.       | $0^{\circ}41'24,66''$<br>0,012046                           | 6515                              | 12500                                     | 297259          | –   | 1/11                     | –/–                               | $5^{\circ}11'40''$<br>0,090660                     | 2650        | 2300                                      | 10148                                    | 16754                                       | 3537 | 297259 | 33529 |
| P50                 | Вклад.-наклад.       | $0^{\circ}41'24,66''$<br>0,012046                           | 6515                              | 12500                                     | 297259          | –   | 1/9                      | –/–                               | $6^{\circ}20'25''$<br>0,110658                     | 2085        | 1880                                      | 11132                                    | 13722                                       | 2018 | 200000 | 31061 |

