

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра «Транспортна інфраструктура»

ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ
ПРОЕКТУВАННЯ ЗВИЧАЙНОГО СТІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ

Методичні рекомендації
до виконання розрахунково-графічної роботи

ЕЛЕКТРОННИЙ АНАЛОГ ДРУКОВАНОГО ВИДАННЯ

Дніпро – 2022

УДК 625.332.3

Укладачі:

М. А. Арбузов, Д. М. Курган, О. В. Губар

Експерти:

д-р техн. наук, проф. *Олексій Тютькін*,
канд. техн. наук, доц. *Віолета Краєва*

Рекомендовано МК ННЦ «ОБД» (протокол № 4 від 25.05.2022).
Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 553 від 30.06.2022)

Залізнична колія. Проектування звичайного стрілочного переводу [Текст] : метод. рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи / уклад.: М. А. Арбузов, Д. М. Курган, О. В. Губар; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2022. – 45 с.

У методичних вказівках наведено порядок розрахунку та проектування звичайного стрілочного переводу.

Призначені для студентів денної та заочної форм навчання за освітньо-професійною програмою «Залізничні споруди та колійне господарство» спеціальності 273 «Залізничний транспорт».

Іл. 15. Табл. 9. Бібліогр.: 4 назви.

© Арбузов М. А. та ін., укладання, 2022

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ВИХІДНІ ДАНІ І ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ	4
2 РОЗРАХУНОК КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ СТРІЛКИ	5
3 ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ГОСТРЯКІВ ТА ЗУСИЛЛЯ ЇХ ПЕРЕВЕДЕННЯ	9
4 ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СТРУГАННЯ ПРЯМОГО ГОСТРЯКА ТА ДОВЖИНИ РАМНИХ РЕЙОК	13
5 ВИЗНАЧЕННЯ МАРКИ ХРЕСТОВИНИ, ЇЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ТА ДОВЖИНИ ПРЯМОЇ ВСТАВКИ	17
6 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ, ОСЬОВИХ РОЗМІРІВ ТА ОРДИНАТ ПЕРЕВІДНОЇ КРИВОЇ	24
7 ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИН РЕЙОК СПОЛУЧНОЇ ЧАСТИНИ	28
8 РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ КОНТРРЕЙОК І ВУСОВИКІВ	30
9 ПРОЕКТУВАННЯ ЕПЮРИ СТРІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ	33
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	38
ДОДАТОК 1	39
ДОДАТОК 2	41
ДОДАТОК 3	43

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для студентів, що навчаються за освітньо-професійною програмою «Залізничні споруди та колійне господарство» і виконують розрахунково-графічну роботу з дисципліни «Залізнична колія». Вивчаються елементи розрахунку і проектування звичайного стрілочного перевodu. Необхідною умовою успішного виконання роботи є попереднє вивчення конструкції стрілочного перевodu за підручниками, технічною літературою та конспектом лекцій [1-3].

Розрахунки стрілочного перевodu повинні виконуватися з дотриманням такої точності: у кутах та тригонометричних функціях – до шостого знаку після коми, у лінійних розмірах – до 1 мм. Одержані результати розрахунків необхідно округляти до зазначених значень.

Підставляючи значення до формул необхідно слідкувати за одиницями вимірювання. Для переведення з [км/год] в [м/с] необхідно відповідне число розділити на 3,6. Для переведення з [радіан] в [градуси] необхідно відповідне число помножити на 180° і розділити на π . В 1 градусі міститься 60 minut ($1^\circ=60'$). Слід пам'ятати, що $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}^2$, $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н}/\text{м}^2$.

Для виконання розрахунків основних геометричних характеристик звичайного стрілочного перевodu на кафедрі розроблено спеціальне програмне забезпечення. В Додатку 3 наведена інструкція з роботи з програмою. Відкрити онлайн розрахунок можна через систему дистанційного навчання «Лідер» за посиланням <https://lider.diit.edu.ua/mod/url/view.php?id=75383>

1 ВИХІДНІ ДАНІ І ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

Правильно запроектований стрілочний перевід повинен дозволяти реалізувати задані швидкості руху по боковому і прямому напрямках з безумовним забезпеченням безпеки руху поїздів і мати раціональну конструкцію окремих частин [8].

Під час проектування перевodu здійснюється:

- вибір типу стрілочного перевodu в залежності від експлуатаційних умов;
- розрахунок параметрів стрілки з визначенням радіусів криволінійного гостряка, кутів стрілки, довжин гостряків і рамних рейок;
- вибір марки хрестовини і розрахунок її геометричних розмірів;
- розрахунок основних геометричних і осьових розмірів перевodu в цілому і його частин;
- компонування епюри стрілочного перевodu.

Основні параметри стрілочного перевodu й окремих його елементів визначаються з умови забезпечення допустимого рівня динамічної взаємодії рухомого складу і стрілочного перевodu. Разом із цим повинно бути забезпе-

чено геометричне ув'язування всіх елементів стрілочного перевodu [4].

Як основні вихідні дані задається потрібна максимальна швидкість руху по боковому напрямку стрілочного перевodu, а також максимально допустимі значення відцентрових прискорень, що виникають при русі екіпажу по криволінійному гостряку і перевідній кривій, та показника втрати кінетичної енергії під час удару колеса в гостряк. Від цих динамічних характеристик залежить силова взаємодія екіпажу і перевodu [6]. Крім того, задаються деякі конструктивні вимоги: тип гостряка і його кореневого кріплення, розмір жолоба навпроти центру повороту гостряка в корені, конструкція хрестовини.

Основні трудомістки розрахунки можуть виконуватися з використанням розробленої програми для онлайн розрахунку.

Необхідні вихідні дані наведені у табл. Д1.1. та Д1.2 Додатка 1.

2 РОЗРАХУНОК КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ СТРІЛКИ

2.1 Визначення радіусів гостряка

У розрахунку стрілки приймається, що за формою в плані криволінійний гостряк робиться січного типу одинарної або подвійної кривизни – робоча грань гостряка по всій довжині окреслюється одним або двома радіусами, зі зміною кривизни в кінці стругання. У цьому випадку зміна відцентрового прискорення при переході на криву меншого радіуса відбудеться на ділянці з повним перерізом гостряка. На рис. 2.1 зображена схема прямої рамної рейки та криволінійного гостряка подвійної кривизни.

Радіус гостряка в зоні набігання гребенів коліс повинен відповідати умові

$$R'_0 \geq \frac{V_6^2}{j_0}, \quad (2.1)$$

де V_6 – максимальна швидкість руху по боковому напрямку стрілочного перевodu, м/с;

j_0 – бокове непогашене прискорення, що з'явилося раптово, м/с².

Для визначення радіуса другої частини гостряка повинна виконуватися нерівність

$$R''_0 \geq \frac{V_6^2}{\gamma_0}, \quad (2.2)$$

де γ_0 – бокове непогашене прискорення, що діє постійно, м/с².

У сучасних стрілочних переводах (марок 1/9 і 1/11) із метою уніфікації стрілок допустимі прискорення j_0 і γ_0 , прийняті однаковими ($0,41 \text{ м/с}^2$ при швидкості $V_6=40 \text{ км/год}$). У цьому випадку гостряк по робочій грані окреслено одним радіусом, що дорівнює 300 м.

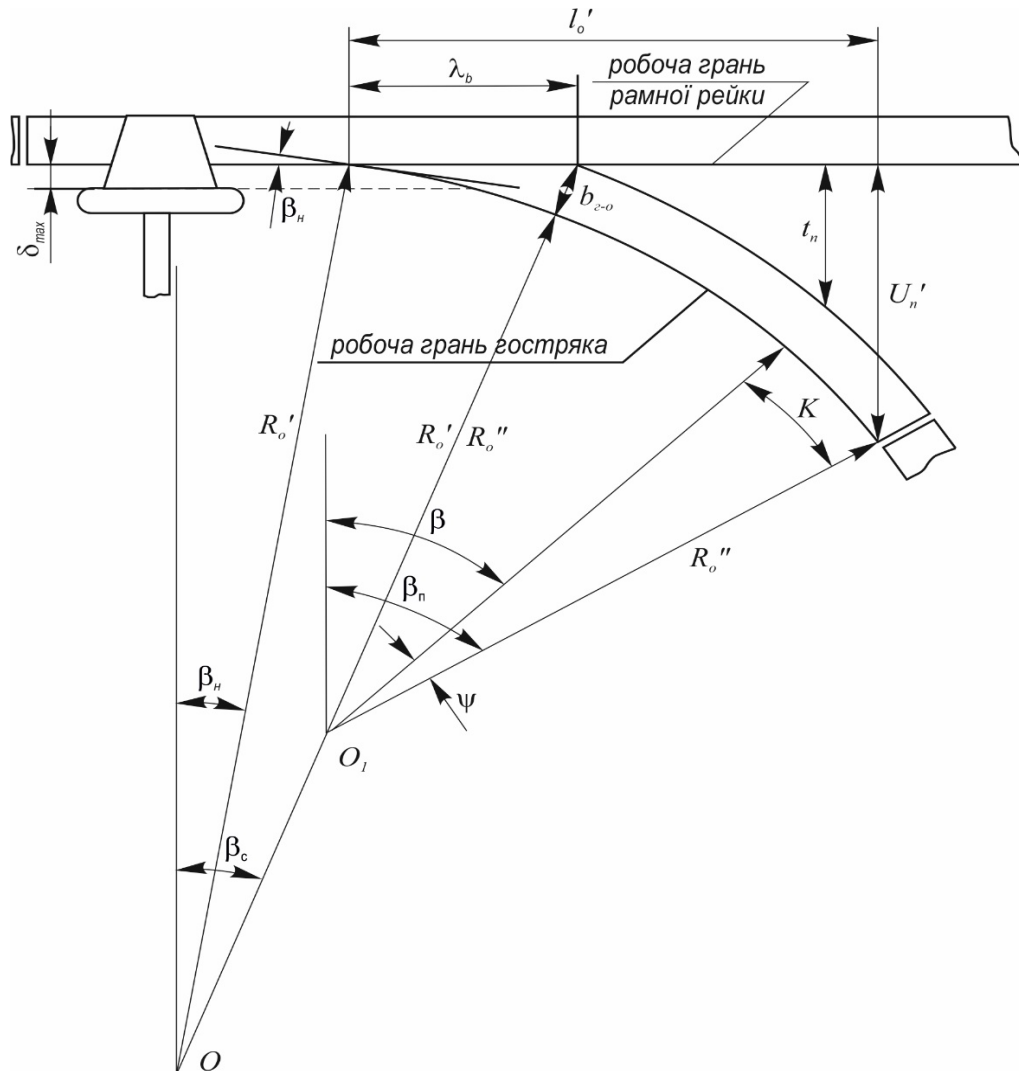


Рис. 2.1. Схема прямої рамної рейки та криволінійного гостряка подвійної кривизни

2.2 Визначення кутів у стрілці та довжини стругання криволінійного гостряка

Робочі грані рамної рейки і січного гостряка (див. рис. 2.1) перетинаються у вістрі під кутом β_n , що називається початковим кутом. Початковий кут гостряка визначається за формулою

$$\beta_{\text{н}} = \arcsin \left(\frac{1}{V_6} \sqrt{W_{\text{с-о}}^2 - 2\delta_{\text{max}} j_0} \right), \quad (2.3)$$

де δ_{max} – максимальний зазор між гребенем колеса і рамною рейкою перед входом на стрілку, м;

$W_{\text{с-о}}$ – показник втрати кінетичної енергії в момент удару колеса в гостряк, м/с.

За конструктивних причин кут $\beta_{\text{н}}$ не може бути меншим ніж $18'$. Якщо $\beta_{\text{н}}$ одержано меншим ніж $18'$, тоді приймають $\beta_{\text{н}}$ рівним $18..20'$ і уточнюють значення радіуса першої частини гостряка за формулою

$$R'_0 = \frac{2V_6^2 \delta_{\text{max}}}{W_{\text{с-о}}^2 - V_6^2 \sin^2 \beta_{\text{н}}}. \quad (2.4)$$

У сучасних стрілочних переводах застосовуються також дотичні гостряки. У цьому випадку кут $\beta_{\text{н}}$ дорівнює нулю.

Значення радіуса в зоні набігання гребенів коліс, що розраховано за формулою (2.4), завжди менше значення, одержаного за формулою (2.1). Зменшення радіуса веде до збільшення величини прискорення, що з'являється раптово при вході колеса на стрілку (j_0). Тому після визначення радіуса за формулою (2.4) слід перевірити, яке буде в цьому випадку прискорення і чи не вийде воно за межі значень, що використовуються на практиці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Рекомендовані та допустимі характеристики взаємодії стрілочних переводів і рухомого складу

Значення	Характеристики		
	$W_{\text{с-о}}, \text{ м/с}$	$j_0, \text{ м/с}^2$	$\gamma_0, \text{ м/с}^2$
Рекомендовані	0,225...0,250	0,3...0,4	0,4...0,6
Найбільші, що використовуються на практиці	0,270	0,64	0,64

Одержане значення радіуса в зоні набігання гребенів коліс (R'_0) не повинно бути меншим за радіус гостряка в другій частині (R''_0). Якщо ця умова не виконується, радіус другої частини гостряка необхідно прирівняти до радіуса першої частини. Треба мати на увазі, що це веде до деякого збільшення величини прискорення, що діє постійно (γ_0), тому одержане значення прискорення необхідно теж зіпівставити зі значеннями, наведеними в табл. 2.1.

Частина гостряка в місці прилягання до рамної рейки зазнає горизонтального і вертикального стругання.

Горизонтальне стругання робиться для надання гостряку необхідної форми в плані, а вертикальне – для зменшення навантаження від коліс на його ослаблену горизонтальним струганням частину.

Передній частині гостряка в горизонтальній площині надається вигляд клину. А поверхня кочення від перетину гостряка 50 мм і до вістря знижується відносно поверхні кочення рамної рейки. Числові значення такого зниження наведені в інструкції [2].

Довжина бокового стругання криволінійного гостряка (зона прилягання до рамної рейки) визначається за формулою

$$\lambda_b = (R'_0 + b_{r-o}) \sin \beta_c - R'_0 \sin \beta_n, \quad (2.5)$$

де b_{r-o} – ширина головки гострякової рейки у розрахунковій площині (табл. Д2.1), мм. Розрахункова площина знаходиться на рівні 14 мм нижче поверхні кочення;

β_c – кут між робочою гранню рамної рейки і дотичною, проведеною до робочої грані гостряка в кінці його бокового стругання (кут стругання криволінійного гостряка) (див. рис. 2.1).

Кут β_c визначається з виразу (2.6)

$$\beta_c = \arccos \left(\frac{R'_0 \cos \beta_n}{R'_0 + b_{r-o}} \right). \quad (2.6)$$

Значення стрілочного кута β (див. рис. 2.1) – кута між робочою гранню рамної рейки і дотичною, проведеною до робочої грані гостряка в центрі його обертання, – визначається за формулою

$$\beta = \arccos \left(\cos \beta_c - \frac{t_n}{R''_0 + b_{r-o}} \right), \quad (2.7)$$

де t_n – розмір жолоба навпроти центра повороту гостряка, мм.

Кут між робочою гранню рамної рейки і дотичною, проведеною до робочої грані гостряка в корені, називається повним стрілочним кутом (β_n). Повний стрілочний кут визначається за формулою

$$\beta_n = \beta + \psi. \quad (2.8)$$

У разі кореневого кріплення вкладишо-накладкового типу центр обертання гостряка знаходиться в його торці і кут $\psi = 0$. Тоді повний стрілочний кут β_n дорівнює стрілочному куту β .

У гнучких гостряків (зі звичайним накладковим стиком у корені) центр обертання зміщений від кореня в напрямі вістря гостряка на величину K .

Кут ψ , що відповідає довжині K (див. рис. 2.1), буде дорівнювати

$$\psi = \frac{K}{R''_0}. \quad (2.9)$$

Запитання для самоконтролю

1. Де змінюється кривизна у гостряка подвійної кривизни?
2. З якою рамною рейкою поєднаний криволінійний гостряк?
3. Чому в зоні гостряка виникають бокові непогашені прискорення?
4. Які види непогашеного прискорення виникають в зоні гостряка?
5. Яке допускається мінімальне значення початкового кута гостряка?

3 ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ГОСТРЯКІВ ТА ЗУСИЛЛЯ ЇХ ПЕРЕВЕДЕННЯ

3.1 Визначення довжини гостряків

У першому наближенні довжина криволінійного гостряка визначається за формулою (кути в радіанах)

$$l_0 = R'_0(\beta_c - \beta_n) + R''_0(\beta_n - \beta_c). \quad (3.1)$$

Для прийняття остаточного рішення щодо довжини гостряка необхідно розрахувати та перевірити розмір жолоба між робочою гранню рамної рейки і неробочою гранню відведеного гостряка. Від цієї величини залежить працездатність гостряка та рівень безпеки руху поїздів по стрілочному переводу – жолоб повинен бути таким, щоб між гостряком і рамною рейкою вільно проходили гребені коліс. Його мінімальна допустима величина складає 62 мм. Розрахункова величина жолоба повинна бути більшою за мінімально допустиму.

Переведення гостряка з одного положення в інше здійснюється за допомогою перевідних механізмів (в сучасних вітчизняних стрілочних переводах для переводу гостряків застосовується один перевідний механізм). У залежності від довжини гостряків перевідне зусилля прикладається до однієї точки або двох. У цьому випадку перевідне зусилля за допомогою важелів передається на дві перевідні тяги, розташовані на початку і в кінці стругання гостряка.

Схема до визначення мінімального жолоба між жорстким гостряком і рамною рейкою наведена на рис. 3.1.

Для визначення мінімального жолоба між жорстким гостряком і рамною рейкою знаходимо спочатку кут повороту гостряка під час його переводу за формулою (3.2).

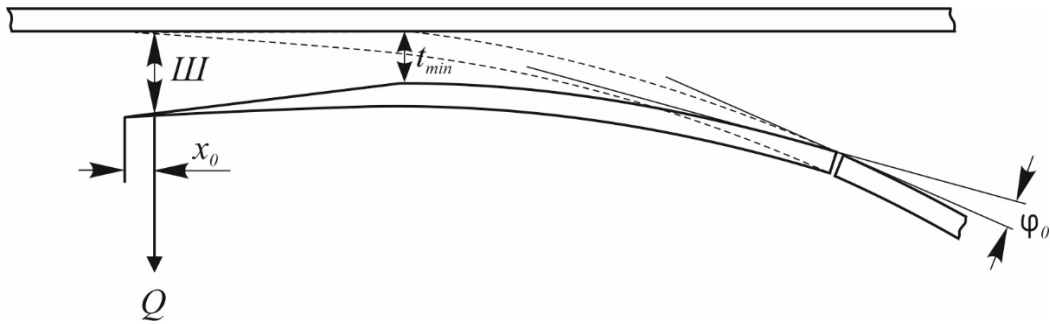


Рис. 3.1. Схема до визначення мінімального жолоба між жорстким гостряком і рамною рейкою

$$\varphi_0 = \frac{III}{l_0 - x_0}, \quad (3.2)$$

де III – крок гостряка, м;

x_0 – відстань від вістря гостряка до точки прикладення перевідного зусилля, м. У сучасних переходах вона дорівнює 0,34 м.

Далі визначаємо величину мінімального жолоба, застосовуючи наведені нижче нерівності

$$\begin{aligned} \varphi_0 \leq \beta_c \quad t_{\min} &= \varphi_0 R''_0 (\sin \beta_{\pi} - \sin \beta_c) \cos(\beta_{\pi} - \beta_c); \\ \varphi_0 > \beta_c \quad t_{\min} &= \varphi_0 R''_0 (\sin \beta_{\pi} - \sin \varphi_0) \cos(\beta_{\pi} - \beta_c) + \\ &+ (R''_0 + b_{r-o}) (\cos \beta_c - \cos \varphi_0). \end{aligned} \quad (3.3)$$

Розрахункова схема для визначення мінімального жолоба між гнучким гостряком та рамною рейкою наведена на рис. 3.2.

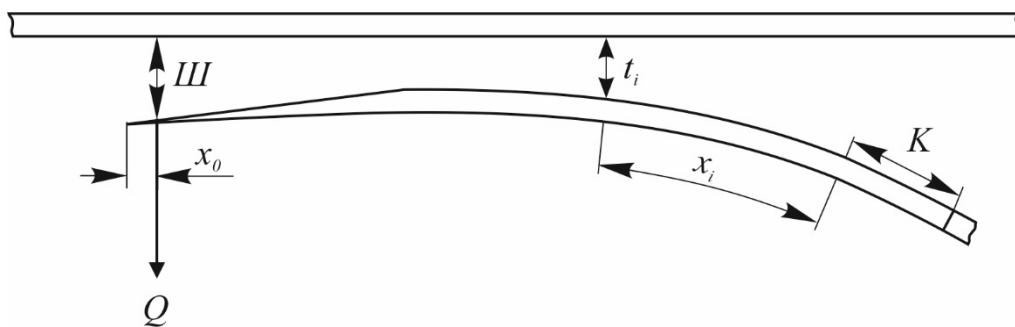


Рис. 3.2. Розрахункова схема гнучкого гостряка з однією перевідною тягою

Вивести аналітичну формулу для визначення величини мінімального жолоба між гнучким гостряком і рамною рейкою важко. Тому краще визначати мінімальний жолоб за допомогою ПЕОМ, склавши невелику програму на знаходження числовим способом мінімуму функції $t(x)$ (3.4) по всій довжині

гостряка. Розмір жолоба між гнучким гостряком і рамною рейкою на відстані x_i від центру повороту гостряка можна визначити за таким виразом:

$$t_i = (R_o'' + b_{r-o}) (\cos \beta_c - \cos \varphi_i) + \frac{\Pi x_i^2}{2(l_o - x_o - K)^2} \left(3 - \frac{x_i}{l_o - x_o - K} \right), \quad (3.4)$$

де φ_i – допоміжний кут, що розраховується за формулою

$$\varphi_i = \beta - \frac{x_i}{R_o'' + b_{r-o}}. \quad (3.5)$$

Якщо розрахунковий жолоб менший за мінімально допустиме значення, то його збільшення можна домогтися подовженням гостряка або збільшенням кількості точок прикладення тягового зусилля.

Якщо довжину гостряка довелося збільшувати, то необхідно визначити нові значення стрілочного та повного стрілочного кутів за формулами (3.6) і (3.7) та знову виконати розрахунок мінімального жолоба:

$$\beta_n = \frac{l_o - R_o'(\beta_c - \beta_n)}{R_o''} + \beta_c; \quad (3.6)$$

$$\beta = \beta_n - \psi. \quad (3.7)$$

Ці операції потрібно повторювати доки величина жолоба не стане більшою за мінімально допустиму або довжина гостряка не перевищить 12 м.

За довжини гостряка 12 м та більше потрібно передбачати переведення його за дві точки. Цей прийом дозволяє задавати необхідний мінімальний жолоб як вихідну умову під час конструювання системи передачі зусилля на другу точку.

Із метою перевірки можливості складання кореневого стику гнучкого гостряка і для одержання ординати на початку перевідної кривої необхідно також визначити відстань між робочими гранями головок гостряка і рамної рейки в торці гостряка (U_n') за залежністю

$$U_n' = R_o'(\cos \beta_n - \cos \beta_c) + R_o''(\cos \beta_c - \cos \beta_n). \quad (3.8)$$

Довжина прямого гостряка приймається такою ж, як і криволінійного.

3.2 Визначення зусилля переведення гостряків

Розрахункова схема поворотного гостряка з вкладишно-накладковим кріпленням являє собою балку з шарніром у центрі повороту (див. рис. 3.1). Тому повороту такої балки перешкоджає тільки сила тертя гостряка по подушках. У цьому випадку зусилля, необхідне для переведу двох гостряків, визначають за формулою

$$Q = 2fP_0l_0g, \quad (3.9)$$

де f – коефіцієнт тертя гостряка по подушках, звичайно приймається 0,15;

P_0 – погонна маса гострякової рейки, кг/м (табл. Д2.1);

l_0 – довжина гостряка, м;

g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с².

Для гнучкого гостряка зі звичайним накладковим кореневим кріпленням розрахункова схема являє собою балку, затиснену в корені і завантажену силами в місцях приєднання перевідних тяг і рівномірно розподіленим навантаженням, що дорівнює силам тертя гостряка по подушках. На рис. 3.2 наведена розрахункова схема гнучкого гостряка з однією перевідною тягою. Припустивши, що переріз гостряка на всій довжині незмінний і у разі переведу гостряків один з них згинається, а інший розгинається, одержимо вираз для визначення зусилля, необхідного для переведу пари гостряків:

$$Q = \frac{3,3EI_{ог}Ш}{(l_0 - x_0 - K)^3} + \frac{3fP_0g(l_0 - x_0 - K)}{4}, \quad (3.10)$$

де E – модуль пружності рейкової сталі $2,1 \cdot 10^{11}$ Па;

$I_{ог}$ – момент інерції гострякової рейки в горизонтальній площині, м⁴ (табл. Д2.1).

Отримане з розрахунку зусилля необхідно зіставити з зусиллями, що можуть реалізовуватись сучасними стрілочними електроприводами (табл. Д2.4.). Якщо розрахункове зусилля буде менше зусилля, що може бути реалізованим одним приводом, то отримані розрахункові параметри гостряків вважаються задовільними і можуть використовуватися для подальшого розрахунку переведу. При цьому необхідно зазначити, який привод рекомендується використовувати в переводі. Якщо ж необхідне зусилля буде більше можливого, то необхідно у коригуванні розрахунку стрілки як виняток прийняти подвоєну кількість перевідних механізмів.

Запитання для самоконтролю

1. Яка мінімальна допустима величина жолоба між робочою гранню рамної рейки і неробочою гранню відведеного гостряка?
2. Де вимірюється крок гостряка?
3. Коли необхідно передбачати переведення гостряка за дві точки?
4. Яка схема роботи гостряків, якщо кореневе кріплення вкладишно-накладкове?
5. За яким показником обирається привід?

4 ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СТРУГАННЯ ПРЯМОГО ГОСТРЯКА ТА ДОВЖИНИ РАМНИХ РЕЙОК

4.1 Визначення довжини та кутів стругання прямого гостряка

Розрахункова схема визначення довжини стругання прямого гостряка в зоні прилягання до криволінійної рамної рейки наведена на рис. 4.1. Для визначення довжини стругання використовуються допоміжні величини:

$$B = (R'_o - R''_o) \sin \beta_c;$$

$$M = (R'_o - R''_o) \cos \beta_c; \quad (4.1)$$

$$H = R'_o \cos \beta_n - M - S_n - b_{г-о},$$

де S_n – ширина колії по прямому напрямку, мм.

Кут стругання прямого гостряка визначається через його косинус

$$\beta_{с,пр} = \arccos \frac{H}{R''_o - S_k}, \quad (4.2)$$

де S_k – ширина колії по боковому напрямку в зоні від кінця стругання до кореня гостряка, мм, приймається за даними табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Ширина колії в зоні від кінця стругання до кореня гостряка і в перевідній кривій

Радіус, м	199...250	251...450	451 і більше
Ширина колії	1535...1530 мм	1530...1525 мм	1520 мм

$$E_H = \frac{S_o - S_{\Pi}}{\operatorname{tg} \varphi_2}. \quad (4.5)$$

4.2 Визначення довжини рамних рейок

Довжина прямої рамної рейки залежить від довжин гострика, переднього та заднього вильотів, а також від прийнятого типу кореневого кріплення:

$$l_{pp} = m_1 + l'_o + m_2, \quad (4.6)$$

де m_1 – довжина переднього вильоту рамної рейки;

m_2 – довжина заднього вильоту рамної рейки;

l'_o – проекція криволінійного гострика на рамну рейку (рис. 4.2).

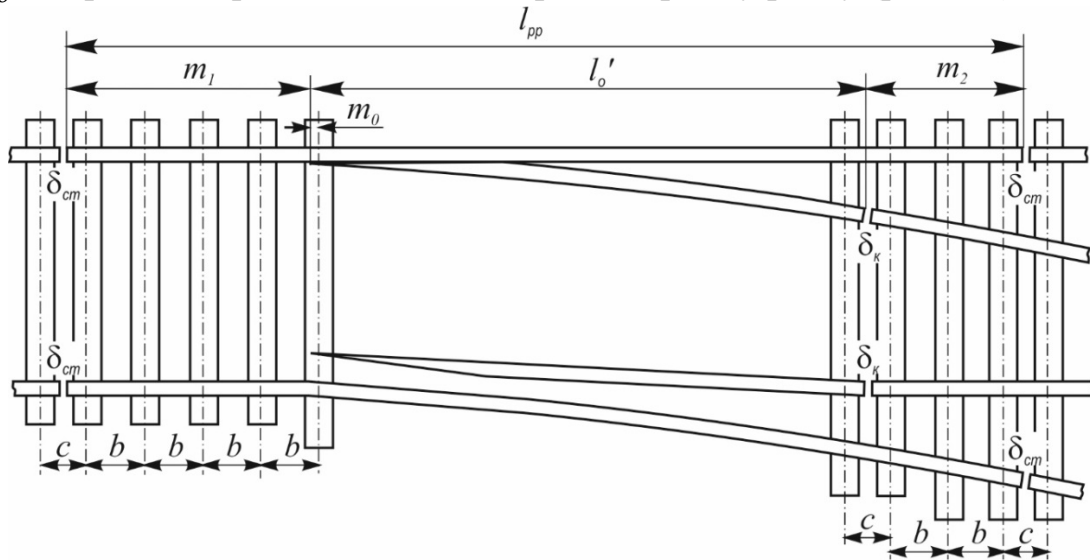


Рис. 4.2. Схема стрілки

Проекція криволінійного гострика на вісь прямої колії визначається за залежністю

$$l'_o = R'_o (\sin \beta_c - \sin \beta_H) + R''_o (\sin \beta_{\Pi} - \sin \beta_c) \quad (4.7)$$

Довжина переднього вильоту рамної рейки m_1 визначається з умови забезпечення рівномірного розміщення брусів під ним за залежністю

$$m_1 = \frac{c - \delta_{ct}}{2} + n_1 b - m_0, \quad (4.8)$$

де c – нормальний стиковий прогін, приймається згідно з табл. 4.2;

δ_{ct} – нормальний стиковий зазор, приймається 8 мм;

b – проміжний прогін між осями брусів, приймається згідно з табл. 4.2, повинен бути кратним 5 мм;

m_0 – відстань від осі першого флюгарочного бруса до вістря гостряка, у сучасних переводах $m_0=41$ мм;

n_1 – кількість проміжних прогонів під переднім вильотом рамних рейок, звичайно приймається від 5 до 9. Кількість прогонів приймають в залежності від максимальної швидкості руху на бокову колію (при швидкостях 40...60 км/год – 5-6, понад 60 км/год – 7...9).

Довжина заднього вильоту рамної рейки (див. рис. 4.2) також призначається з умови розміщення брусів

$$m_2 = \frac{c_k + \delta_k}{2} + n_2 b + \frac{c - \delta_{ст}}{2}, \quad (4.9)$$

де c_k – відстань між осями брусів у корені гостряка, мм. У разі кореневого стику, що висить, можна приймати $c_k = c$;

δ_k – стиковий зазор у корені, у разі вкладишо-накладкового кореневого кріплення приймається 5 мм, за гнучких гостряків дорівнює 0;

n_2 – кількість проміжних прогонів під заднім вильотом рамної рейки, звичайно приймають рівною двом.

У разі значної довжини гнучких гостряків кореневий стик гостряка і задній стик рамної рейки можна розташовувати в одному прогоні між брусами ($m_2=0$). Необхідною умовою можливості їх складання є $U'_n \geq 255$ мм.

Отриману за формулою (4.6) довжину рамної рейки необхідно порівняти зі стандартною довжиною рейки (12,5 м або 25 м). За невеликої різниці між ними (± 1 м) необхідно прийняти рамну рейку стандартної довжини.

Коригувати довжину рамної рейки треба за рахунок довжини переднього вильоту, змінюючи при цьому число проміжних прогонів і їхню величину.

Таблиця 4.2

Величини стикових та проміжних прогонів в залежності від типу рейок і підрейкових опор

Прогін	Підрейкові опори			
	дерев'яні		залізобетонні	
	Тип рейок			
	P50	P65 і P75	P50	P65 і P75
Стиковий <i>c</i> (стик, що висить)	440 мм	420 мм	540 мм	500 мм
Проміжний <i>b</i>	500...570		550...600	

Нове значення переднього вильоту визначається з виразу

$$m_1 = l_{pp} - l'_o - m_2 . \quad (4.10)$$

Після визначення нового m_1 потрібно підібрати нові значення n_1 і b , щоб задовольнялася рівність (4.8). У процесі коригування можна не всі прогони приймати однаковими, можливо, що один із прогонів не буде кратним 5 мм.

Довжини рамних рейок прямого і бокового напрямків приймаються однаковими.

Запитання для самоконтролю

1. Від чого залежить ширина колії в перевідній кривій?
2. З якою рамною рейкою поєднаний прямолінійний гостряк?
3. Від чого залежить довжина переднього вильоту рамної рейки?
4. Від чого залежить довжина заднього вильоту рамної рейки?
5. Чому дорівнює стиковий зазор у корені за гнучких гостряків?

5 ВИЗНАЧЕННЯ МАРКИ ХРЕСТОВИНИ, ЇЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ТА ДОВЖИНИ ПРЯМОЇ ВСТАВКИ

5.1 Визначення марки хрестовини і довжини прямої вставки

Марка хрестовини – це тангенс кута хрестовини, виражений простим дробом ($1/N$). У знаменнику знаходиться показник марки хрестовини [3].

Значення кута хрестовини можна одержати, вирішуючи рівняння проекції розрахункового контуру стрілочного переводу АВСО на вертикальну вісь (рис. 5.1):

$$S_{\pi} = U'_{\pi} + R(\cos \beta_{\pi} - \cos \alpha) + d \cdot \sin \alpha . \quad (5.1)$$

Безпосередньо це рівняння вирішити не можна, тому що у ньому є три невідомих величини:

- радіус перевідної кривої R ;
- пряма вставка d ;
- кут хрестовини α (кут хрестовини – це кут між робочими гранями осердя хрестовини).

Із рівняння очевидно, що чим пологішим (більшим) буде радіус перевідної кривої, тим менше, якщо буде одне й те ж значення кута α (тобто за незмінної марки хрестовини) буде величина прямої вставки. Збільшенням пря-

мої вставки можна домогтися зменшення радіуса перевідної кривої. Збільшити пряму вставку у разі незмінного радіуса можна, зменшуючи кут α , тобто шляхом уположення марки хрестовини.

Для рішення рівняння (5.1) необхідно попередньо задатися частиною невідомих величин. Звичайно радіус перевідної кривої у першому наближенні приймається рівним радіусу гостряка в другій його частині, тобто $R=R_0''$. Цим забезпечується плавність обрису рейкової нитки по боковому напрямку і більш плавний рух екіпажів, ніж у випадку застосування різних значень радіусів R_0'' і R .

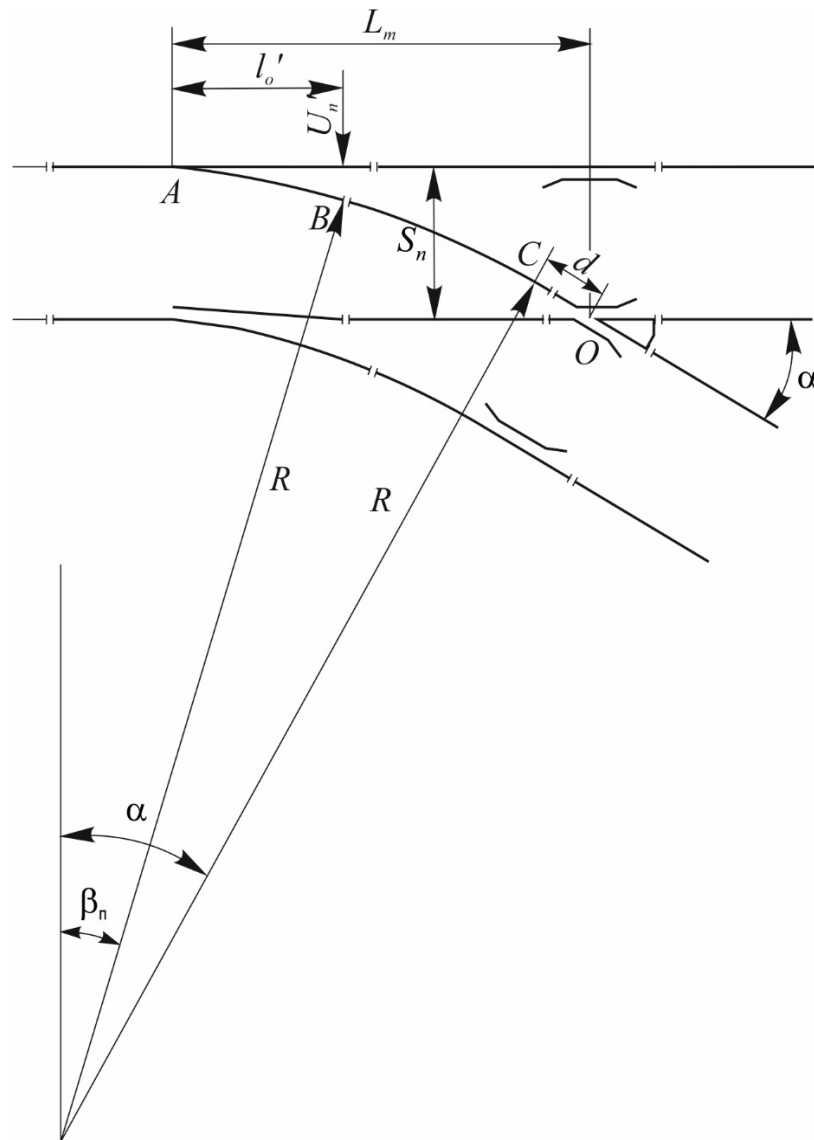


Рис. 5.1. Схема розрахункового контуру стрілочного переходу

Пряма вставка d необхідна для того, щоб забезпечити прямолінійний напрямок руху екіпажу до входу в горло хрестовини. Крім того, вона повинна бути такої величини, щоб забезпечити прямолінійність робочої грані вусовика в передній частини хрестовини і осердя по боковому напрямку (це необ-

хідна умова симетричності хрестовини щодо її бісектриси – при цьому хрестовина буде однаковою для лівого і правого переводів) [4]. Для виконання першої умови пряма вставка повинна бути не менше 2 м, другої – пряма вставка повинна бути більшою за передню частину хрестовини на довжину половини накладки (накладка так, як і вусовик, повинна бути на прямій частині рейки перевідної кривої).

У цьому випадку мінімальне значення прямої вставки може бути визначено з залежності

$$d_{\min} = GN + D + \frac{l_{\text{н}}}{2} + n_{\min} = GN + d_0, \quad (5.2)$$

де G і D – конструктивні параметри, що забезпечують складання переднього стику хрестовини (рис. 5.2 і 5.3). Їх значення в залежності від типу хрестовини наведені в табл. Д2.2;

n_{\min} – конструктивний запас, дорівнює 500 мм, що враховує можливу різницю між теоретичною мінімальною довжиною хрестовини і її практичною довжиною.

Приймаючи у формулі (5.1) $d = d_{\min}$, одержуємо рівняння, з якого можна визначити кут хрестовини і марку. Цей кут буде оптимальним, оскільки забезпечується сталість кривизни в межах усієї перевідної кривої, а мінімальна довжина прямої вставки дозволяє запроектувати хрестовину з прямолінійними робочими гранями.

Вирішуючи рівняння (5.1) і (5.2) щодо α і ввівши деякі додаткові позначення, одержуємо таке зведення формул для визначення марки хрестовини:

$$\begin{aligned} d_0 &= D + \frac{l_{\text{н}}}{2} + n_{\min} ; \\ C &= R''_0 \cos \beta_{\text{п}} + U'_{\text{п}} - S_{\text{п}} ; \\ \varphi &= \arctg \frac{R''_0 - G}{d_0} ; \\ \alpha &= \varphi - \arcsin \frac{C \sin \varphi}{R''_0 - G} ; \\ N &= \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} . \end{aligned} \quad (5.3)$$

У цих формулах:

φ – допоміжний кут;

C – скорочене позначення в рівнянні (5.1) усіх складових, що не залежать від кута α .

Отримане в результаті вирішення цих формул оптимальне значення показника марки N необхідно округлити у більшу сторону. Можливо округлення й у меншу сторону. Можна також прийняти інше заздалегідь задане або не-

обхідне значення марки хрестовини. Після зміни показника марки хрестовини N тобто, по суті, після прийняття конкретного кута α , визначається фактичне значення прямої вставки

$$d = \frac{S_{\pi} - U'_{\pi} - R(\cos \beta_{\pi} - \cos \alpha)}{\sin \alpha}. \quad (5.4)$$

Одночасно з цим за формулою (3.2) для прийнятої марки хрестовини визначається нове мінімальне значення прямої вставки d_{\min} при збереженні прийнятої раніше умови $R = R_0''$.

Отримане по (5.4) фактичне значення прямої вставки необхідно зіставити з мінімальним припустимим. Якщо розрахована за нового значення марки хрестовини пряма вставка буде більше мінімального її значення, то ці марку і радіус кривої можна прийняти для подальшого розрахунку переводу.

Необхідно враховувати, що наявність занадто великої прямої вставки (на кілька метрів більше за мінімальне значення) вказує на нераціональне і занадто велике значення показника марки хрестовини. Це, в свою чергу, веде до зайвого збільшення довжини переводу. У цьому випадку бажано повторити розрахунок за менших значень показника марки хрестовини.

Може виявитися, що отримана пряма вставка буде менше мінімального її значення. Тоді можливо два рішення.

1. Прийняти більше значення N і після повторного розрахунку зіставити значення d і d_{\min} .

2. Прийняти значення $d \geq d_{\min}$. Це можливо, якщо за якимись причинами небажано змінювати прийняту марку хрестовини. У цьому випадку визначається нове значення радіуса перевідної кривої за формулою

$$R = \frac{S_{\pi} - U'_{\pi} - d \cdot \sin \alpha}{\cos \beta_{\pi} - \cos \alpha}. \quad (5.5)$$

Цим радіусом окреслюється вся перевідна крива від кореня гостряка до початку прямої вставки.

5.2 Визначення розмірів хрестовини

Хрестовину умовно ділять на дві частини: передню і хвостову. Під передньою частиною хрестовини розуміють її елементи, що знаходяться в зоні від переднього стику вусовика до математичного центра хрестовини (МЦХ). Хвостова частина хрестовини – це частина конструкції від математичного центра до хвостового стику осердя.

Мінімальна довжина хрестовини (теоретична довжина) визначається в залежності від її типу, конструкції і марки.

На рис. 5.2 та 5.3 наведено схеми хрестовин збірної з литим осердям типу спільного відливка з частиною вусовиків, що зношується, та суцільнолитої, відповідно.

Мінімальна довжина передньої частини збірної хрестовини визначається з умови складання переднього стику хрестовини. У цих хрестовин вусовики виготовляються зі звичайних рейок і передній стик збирається, як звичайний накладковий стик. Довжина передньої частини насамперед залежить від розміру V , що забезпечує нормальну постановку першого стикового болта з боку робочої грані вусовика. У цьому випадку мінімальна довжина передньої (вусової) частини хрестовини (h_{\min}) визначається за формулою

$$h_{\min} = \frac{b_{\Pi} - b_r + 2V}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} + \frac{l_n}{2} - x, \quad (5.6)$$

де b_{Π} – ширина підшви рейки (табл. Д2.1), мм;

b_r – ширина головки рейки у розрахунковій площині (табл. Д2.1), мм;

$2V$ – відстань між підшвами рейок, що забезпечує постановку першого болта, для рейок типу Р65 і Р75 вона дорівнює 173 мм, типу Р50 – 185 мм;

l_n – довжина двоголової накладки, для рейок типу Р75 і Р65 вона дорівнює 800 мм, типу Р50 – 820 мм;

x – відстань від торця накладки до осі першого болтового отвору, для накладок до рейок типу Р65 і Р75 $x=80$ мм, типу Р50 $x=50$ мм.

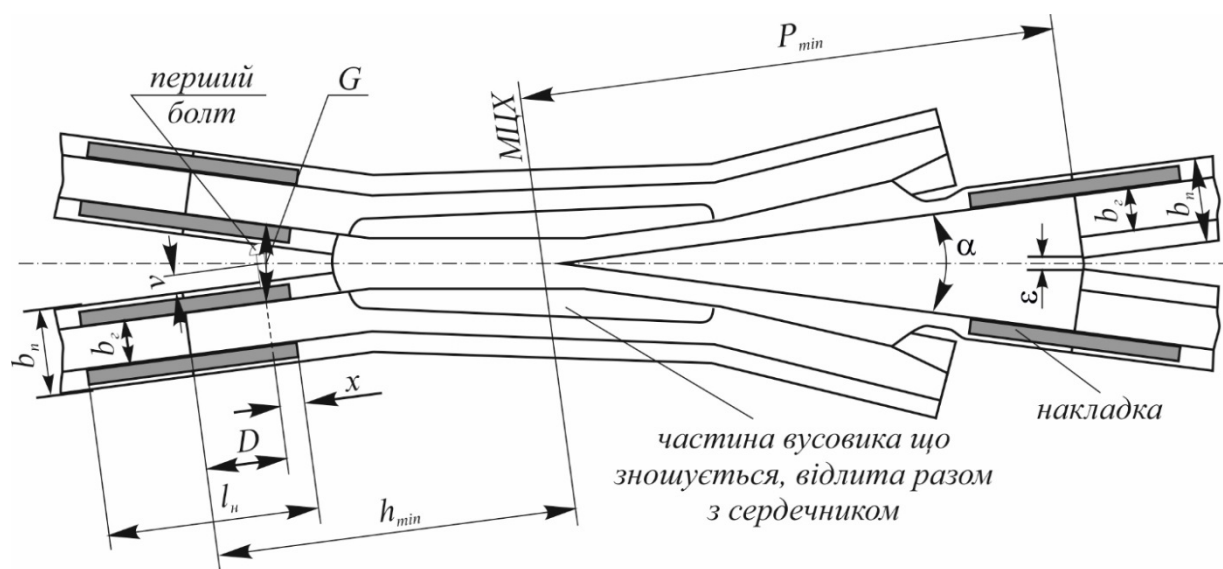


Рис. 5.2. Розрахункова схема хрестовини збірної з литим осердям

Мінімальна довжина хвостової частини збірної хрестовини у разі накладково-вкладишного стику визначається з умови складання цього стику за формулою

$$P_{\min} = \frac{b_n + b_r + 5}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (5.7)$$

де 5 – конструктивна відстань між підшвами рейок у хвості хрестовини, яка гарантує розміщення рейок, що примикають, без стругання їхніх підшвів, мм.

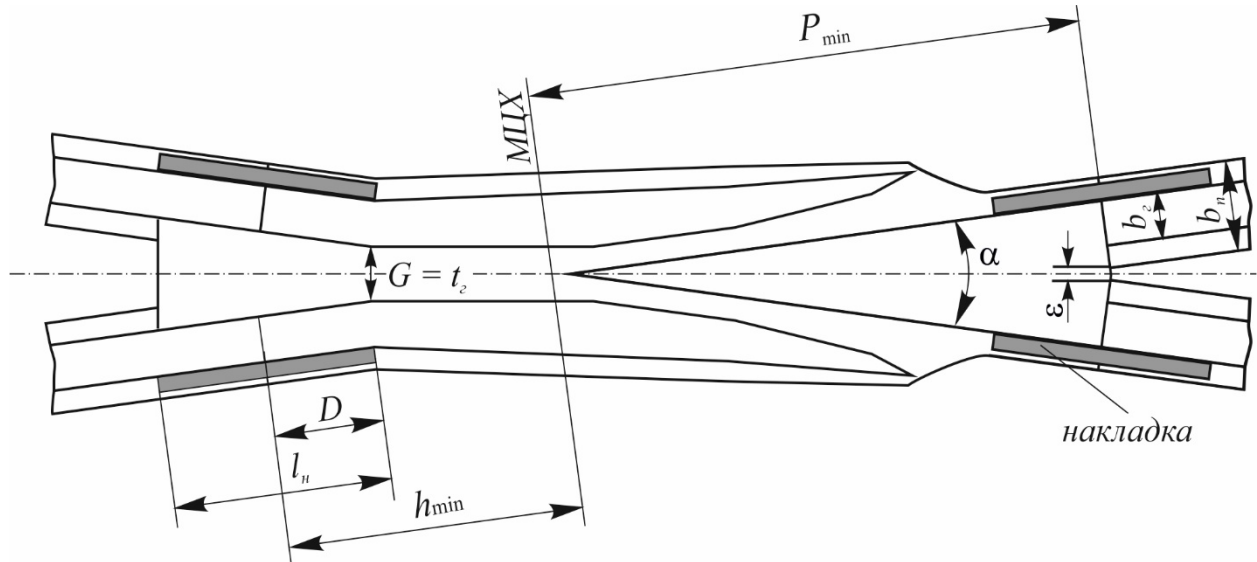


Рис. 5.3. Розрахункова схема суцільнолітої хрестовини

Мінімальну довжину передньої частини суцільнолітої хрестовини приймають такою, щоб зовнішні накладки в стику не заходили за перший вигин вусовика, тобто за горло хрестовини (див. рис. 5.3). Тоді

$$h_{\min} = \frac{t_r}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{l_n}{2}, \quad (5.8)$$

де t_r – ширина жолоба в горлі хрестовини, прийнята з умови пропускання по хрестовині екіпажів з найвужчою насадкою коліс і гранично зношеними по товщині гребенями. Для ширини колії 1520 мм жолоб у горлі приймається рівним 64 мм.

Мінімальна довжина хвостової частини суцільнолітої хрестовини знаходиться за тих же умов, що і хрестовини збірної з литим осердям за формулою (5.7).

Отримані значення h_{\min} і P_{\min} необхідно відкоригувати з умови раціонального розподілу перевідних брусів під ними.

На рис. 5.4 приведена схема розміщення брусів під хрестовиною. Користуючись нею, можна визначити практичні довжини передньої і хвостової частин хрестовини $h_{\text{пр}}$ і $P_{\text{пр}}$. Всі бруси під хрестовиною розміщаються перпендикулярно бісектрисі кута хрестовини. Один із брусів повинен обов'язково знаходитися в тому місці, де ширина осердя становить 20 мм. Тут найбільш напружене місце, тому що в цій зоні відбувається перекочування колеса з ву-

совика на осердя. Потім розміщують бруси в передньому і задньому стиках хрестовини. Ці стики влаштовуються у висячому положенні. Передній стик хрестовини знаходиться посередині прогону. Хвостовий стик зміщений від осі прогону на величину $\frac{\xi}{2}$. Тут $\xi = S_{\Pi} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ величина забігу осей брусів відносно перпендикуляра до осі колії (рис. 5.4). Цим зміщенням хрестовинного стику зменшується зміщення рейкових стиків на зовнішніх нитках відносно осі прогону між стиковими брусами. Під частиною хрестовини, що залишилася, бруси розміщують рівномірно з прогоном b між осями. Зазори між хрестовиною і сусідніми рейками повинні рівнятися нулю.

Практична довжина обох частин хрестовини по напрямку бісектриси її кута, як видно з рис. 5.4, може бути визначена за формулами:

$$h'_{\text{np}} = \frac{c}{2} + n_3 b - l_{20}; \quad (5.9)$$

$$P'_{\text{np}} = \frac{c}{2} + n_4 b + l_{20} + \frac{S_n \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{2}.$$

Тут $l_{20} = 20N$ – відстань від математичного центру хрестовини до осі бруса, розміщеного під осердям шириною 20 мм.

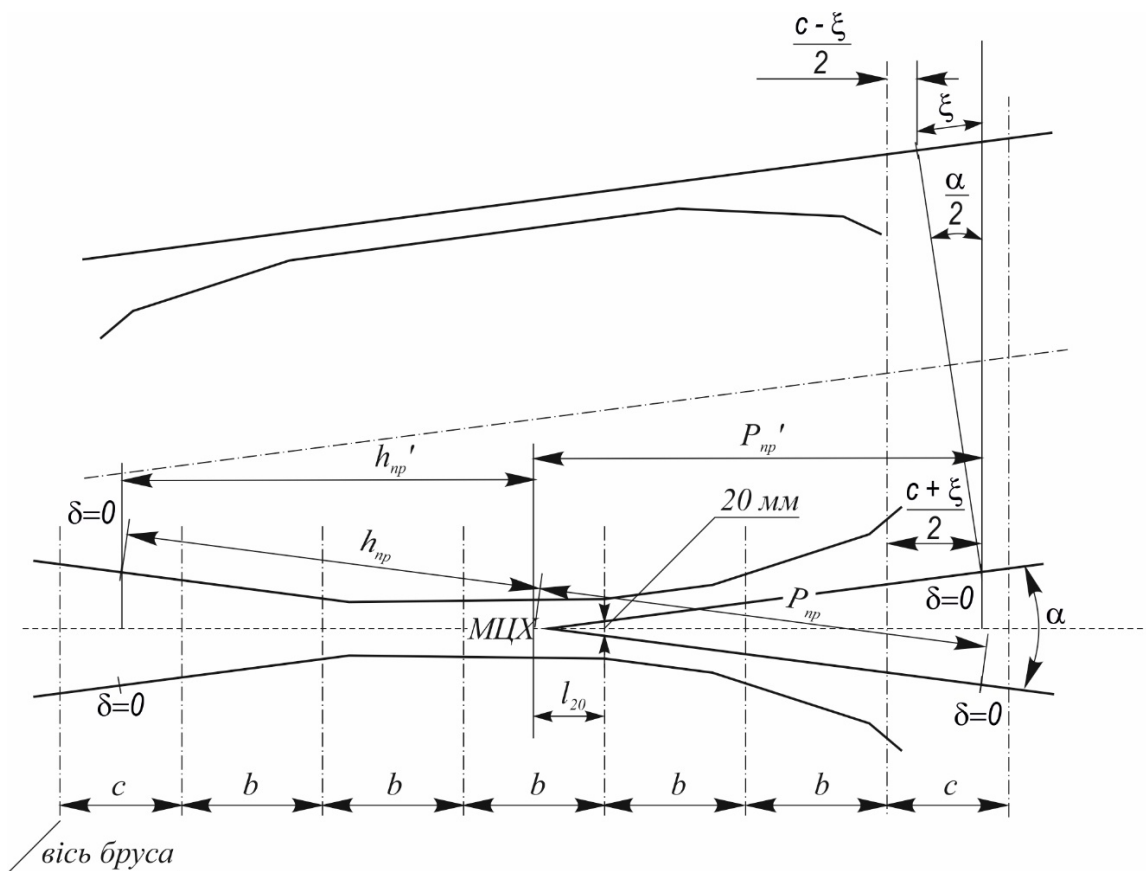


Рис. 5.4. Схема розміщення брусів під хрестовиною

Відстані між осями брусів (величини b і c) приймаються так само, як і у зоні стрілки.

Кількість прогонів n_3 і n_4 підбирається таким чином, щоб практична довжина кожної частини хрестовини була не менше мінімальної. Проте дуже збільшувати довжину хрестовини нераціонально. Доцільно проектувати ці частини так, щоб виконувалися такі нерівності:

$$0 \leq h'_{\text{пр}} - h_{\text{мін}} < b; \quad 0 \leq P'_{\text{пр}} - P_{\text{мін}} < b. \quad (5.10)$$

Практичні довжини елементів хрестовини, що вимірюються вздовж робочих граней, визначаються за формулами:

$$h_{\text{пр}} = \frac{h'_{\text{пр}}}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad P_{\text{пр}} = \frac{P'_{\text{пр}}}{\cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (5.11)$$

Практична довжина всієї хрестовини

$$l_{\text{пр}} = h_{\text{пр}} + P_{\text{пр}}. \quad (5.12)$$

Запитання для самоконтролю

1. Що таке марка хрестовини?
2. Як називається кут між робочими гранями осердя хрестовини?
3. Яке призначення прямої вставки перед хрестовиною?
4. Де знаходиться математичний центр хрестовини?
5. Які бувають конструкції хрестовин?

6 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ, ОСЬОВИХ РОЗМІРІВ ТА ОРДИНАТ ПЕРЕВІДНОЇ КРИВОЇ

6.1 Визначення основних геометричних і осьових розмірів стрілочного перевodu

Основними геометричними розмірами стрілочного перевodu в цілому (рис. 6.1) є:

- теоретична довжина стрілочного перевodu $L_{\text{т}}$;
- практична довжина стрілочного перевodu $L_{\text{пр}}$;
- радіус перевідної кривої R ;
- довжина прямої вставки перед математичним центром хрестовини d .

Осьові розміри:

- відстань від початку гостряка до центру переходу (a_0);
- відстань від центру переходу до математичного центру хрестовини (b_0);
- відстань від початку рамних рейок до центру переходу (a);
- відстань від центру переходу до кінця (хвоста) хрестовини (b).

Довжина прямої вставки перед математичним центром хрестовини і радіус перевідної кривої визначені раніше.

Теоретична довжина L_T (відстань від початку гостряка до математичного центру хрестовини) визначається проектуванням розрахункового контуру $ABCO$ на горизонтальну вісь (див. рис. 3.1):

$$L_T = l'_0 + R(\sin \alpha - \sin \beta_n) + d \cdot \cos \alpha. \quad (6.1)$$

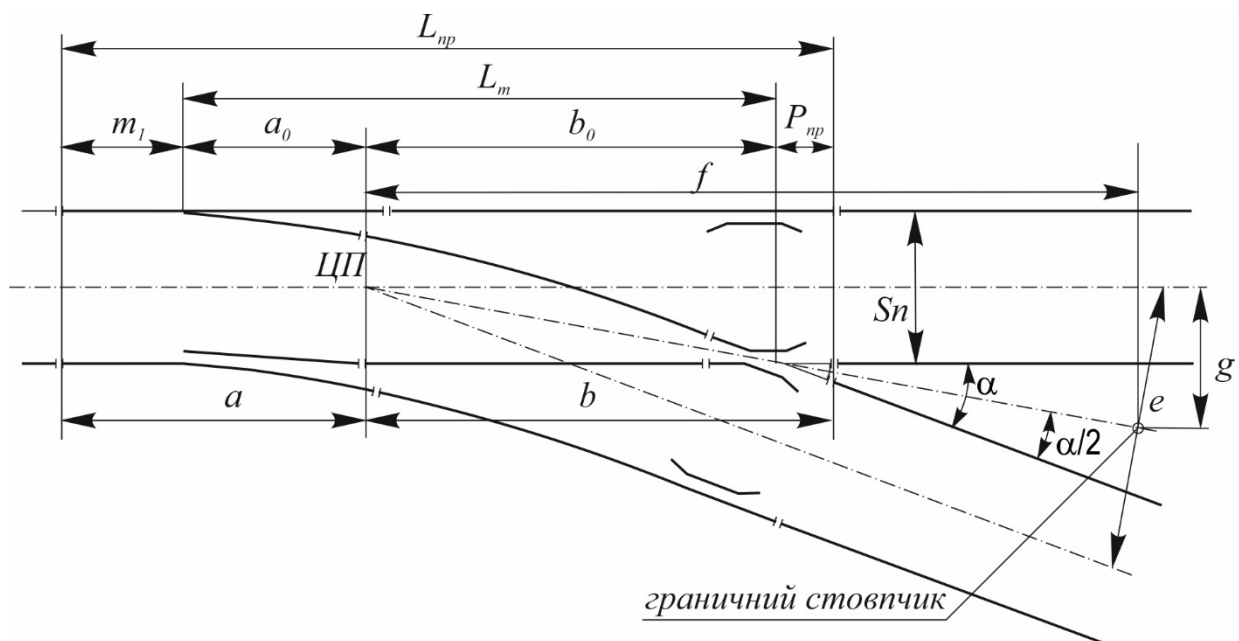


Рис. 6.1. Схема переходу з основними і осьовими розмірами

Практична довжина стрілочного переходу (відстань від переднього стику рамної рейки до хвостового стику хрестовини) визначається за формулою

$$L_{np} = m_1 + L_T + P_{np}. \quad (6.2)$$

Із рис. 6.1 легко встановлюються залежності для визначення осьових розмірів стрілочного переходу:

$$b_0 = \frac{S_n}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}; \quad a_0 = L_T - b_0; \quad (6.3)$$

$$a = a_0 + m_1; \quad b = b_0 + P_{np}.$$

За стрілочним переводом на бісектрисі кута α встановлюється граничний стовпчик. Він вказує граничне положення екіпажу, який стоїть на одній з колій, що примикають до переводу, за якого можливий рух по іншій колії. У цьому місці відстань між коліями, що розгалужуються, буде мінімально припустима за умовами габариту.

Відстані, що визначають положення граничного стовпчика, визначаються за формулами:

$$g = \frac{e}{2} \cos \frac{\alpha}{2}; \quad f = \frac{g}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (6.4)$$

де e – відстань між осями колій у місці граничного стовпчика, рівняється 4100 мм (на деяких коліях може дорівнювати 3600 мм);

g, f – відстані від граничного стовпчика відповідно до осі колії, центру переводу (див. рис. 6.1).

6.2 Визначення ординат перевідної кривої

Ординати для розбивки перевідної кривої обчислюються за абсцис точок, що кратні 2000 мм, і в кінці кривої за абсциси $x_{\text{кк}}$ (рис. 6.2). За початок координат приймається точка, що знаходиться на робочій грані прямої рамної рейки навпроти торця гостряка в корені. Ордината перевідної кривої у цій точці буде $y_0 = U'_n$. Ця величина визначалася раніше у розрахунку стрілки.

Абсциса кінця перевідної кривої визначається за формулою

$$x_{\text{кк}} = R(\sin \alpha - \sin \beta_n). \quad (6.5)$$

Ординати перевідної кривої у точках з заданими абсцисами визначаються за залежністю

$$y_i = U'_n + R(\cos \beta_n - \cos \gamma_i), \quad (6.6)$$

де γ_i – кут повороту перевідної кривої в даній точці, визначається за залежністю (6.7),

$$\gamma_i = \arcsin \left(\sin \beta_n + \frac{x_i}{R} \right). \quad (6.7)$$

Можна також визначати ординати за виразом (6.8):

$$y_i = U'_n + x_i \left(\frac{x_i}{2R} + \sin \beta_n \right) + \frac{R}{8} \left(\frac{x_i}{R} + \sin \beta_n \right)^4. \quad (6.8)$$

Для контролю обчислення ординат y_i за формулами (6.6) або (6.8) ордината в кінці кривої повинна бути також обчислена за формулою (6.9):

$$y_{\text{кк}} = S_{\text{п}} - d \cdot \sin \alpha. \quad (6.9)$$

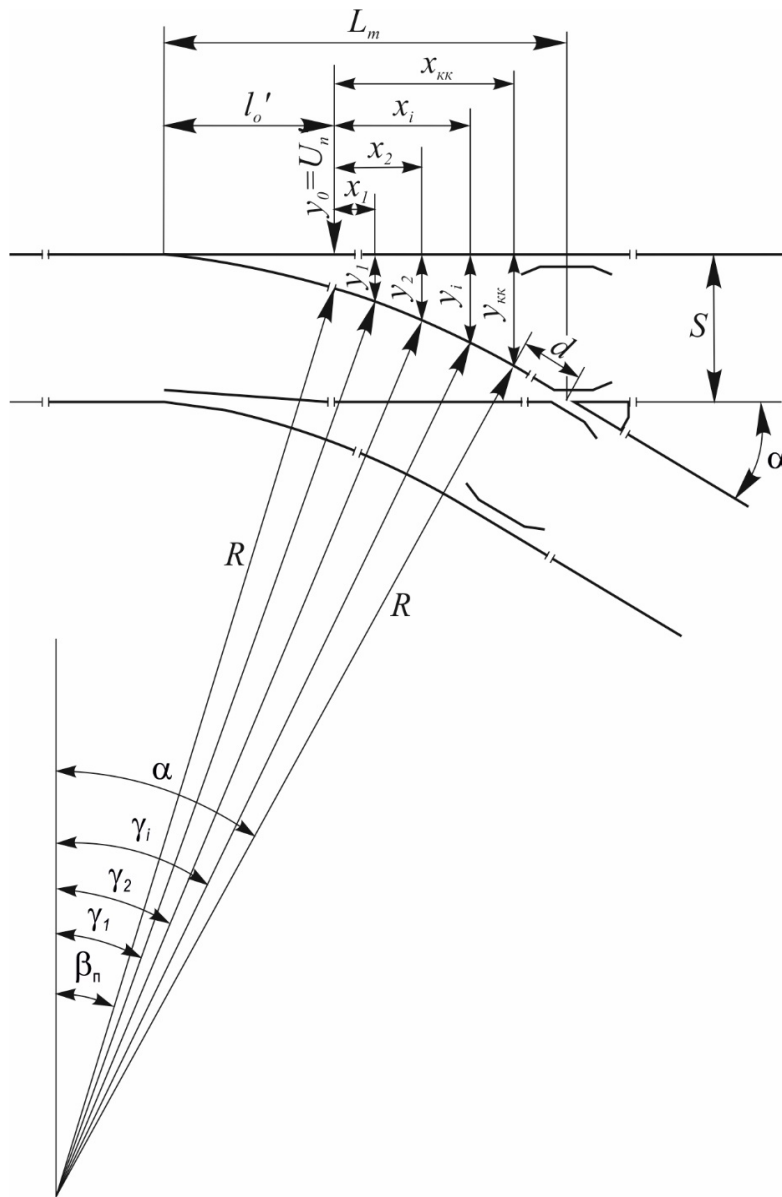


Рис. 6.2. Схема до розрахунку ординат перевідної кривої

Запитання для самоконтролю

1. Де знаходиться центр стрілочного переводу?
2. Які межі вимірювання теоретичної довжини стрілочного переводу?
3. Де встановлюється граничний стовпчик?
4. Яка кратність абсцис точок для обчислення ординат перевідної кривої?
5. Яка точка приймається за кінець координат ординат перевідної кривої?

7 ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИН РЕЙОК СПОЛУЧНОЇ ЧАСТИНИ

Довжини рейок сполучної частини визначаються з геометричних міркувань. При цьому положення стиків у кінці стрілки визначаються довжиною рамної рейки і гостряка (рис. 7.1). Стики на початку й у хвості хрестовини визначаються її довжиною; на зовнішніх рейкових нитках стики знаходяться на перпендикулярі до осі кожної з колій.

Сполучні колії між стрілкою і хрестовиною повинні бути розділені на дві частини так, щоб рейки, що примикають до стрілки l_1 , l_3 , l_5 і l_7 , були по можливості кратними довжині цілої рейки або частинам цілих рейок (25; 12,5 або 6,25 м). Довжини інших рейок обчислюються за формулами:

$$\begin{aligned} l_2 &= L_{\text{пр}} - l_{\text{пр}} - l_1 - 2\delta_{\text{ст}}; \\ l_4 &= \left(R + \frac{b_r}{2} \right) (\alpha - \beta_n) + d - h_{\text{пр}} - l_3 - \delta_k - \delta_{\text{ст}}; \\ l_6 &= L_r - l'_o - l_5 - h_{\text{пр}} - \delta_k - \delta_{\text{ст}}; \\ l_8 &= \left(R_b - \frac{b_r}{2} \right) (\alpha - \beta_6) + d + P_{\text{пр}} - l_7 - 2\delta_{\text{ст}}, \end{aligned} \quad (7.1)$$

де $R_b = R - S_k$ – радіус перевідної кривої по робочій грані внутрішньої рейкової нитки, м;

β_6 – кут, який відповідає задньому стику рамної рейки, що веде на бокову колію. Для марок хрестовини 1/9 і пологіших та за умови, що $R = R''_o$, цей кут визначається за формулою

$$\beta_6 = \frac{l_{\text{пр}} + R'_o \sin \beta_n - m_1 - (R'_o - R''_o) \beta_c}{R''_o - S_k}. \quad (7.2)$$

Після цього розрахунку може знадобитися остаточне коригування довжин рейок. Насамперед необхідно мати на увазі, що рейкові рубки повинні бути по можливості довгими і в усіх випадках не коротшими 4,5 м.

Якщо обчислені за формулою (7.1) якісь рейки, наприклад l_4 і l_6 , виявляться коротшими 4,5 м, то їх необхідно подовжити, а прилягаючі до них рейки l_3 і l_5 зробити коротшими. Одночасно з цим необхідно укоротити до тієї ж довжини рейки l_1 і l_7 . Можна кратними довжині цілої рейки приймати ходові рейки біля контррейок l_2 і l_8 , тоді визначенню підлягають рейки l_1 і l_7 з використанням тих же формул (7.1).

Запитання для самоконтролю

1. Чим визначається положення стиків у кінці стрілки?
2. На скільки частин повинні бути розділені сполучні колії між стрілкою і хрестовиною?
3. Якої стандартної довжини можуть бути рейки, що примикають до стрілки?
4. Чи впливає практична довжина стрілочного переводу на довжину рейок сполучної частини?
5. Якої мінімальної довжини можуть бути рейки сполучної частини?

8 РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ КОНТРРЕЙОК І ВУСОВИКІВ

Схема розміщення контррейок і вусовиків із вказанням всіх елементів і розмірів жолобів наведена на рис. 8.1.

Робоча частина контррейки перекриває шкідливий простір і продовжується далі до перерізу осердя 40 мм. Її довжина x , протягом якої жолоб має розмір t_k , визначається з виразу (див. рис. 8.1)

$$x = \frac{t_r + \omega}{\operatorname{tg} \alpha} + 2a, \quad (8.1)$$

де t_r – ширина горла хрестовини, мм;

ω – ширина осердя хрестовини, за якої він цілком сприймає вертикальне навантаження. Приймають $\omega=40$ мм;

a – запас довжини робочої частини контррейки з кожної сторони $a=100\ldots300$ мм.

Від кінців прямої ділянки контррейки робляться відводи жолобів від $t_k=44$ мм до $t_{k1}=64$ мм в обидві сторони на ділянках довжиною x_1 .

Кут вигину γ_{k1} контррейки на цих ділянках визначається за допустимою величиною характеристики втрати кінетичної енергії в момент удару колеса у відвід контррейки W_{k-o} :

$$\sin \gamma_{k1} = \frac{W_{k-o}}{V_{\Pi}}, \quad (8.2)$$

де V_{Π} – швидкість руху по прямому напрямку, приймається швидкість руху швидкого поїзда відповідно до вихідних даних, м/с;

W_{k-o} – показник удару колеса в направляючі елементи контррейки. Для розрахунків контррейок звичайно приймається $W_{k-o}=0,4\ldots0,6$ м/с.

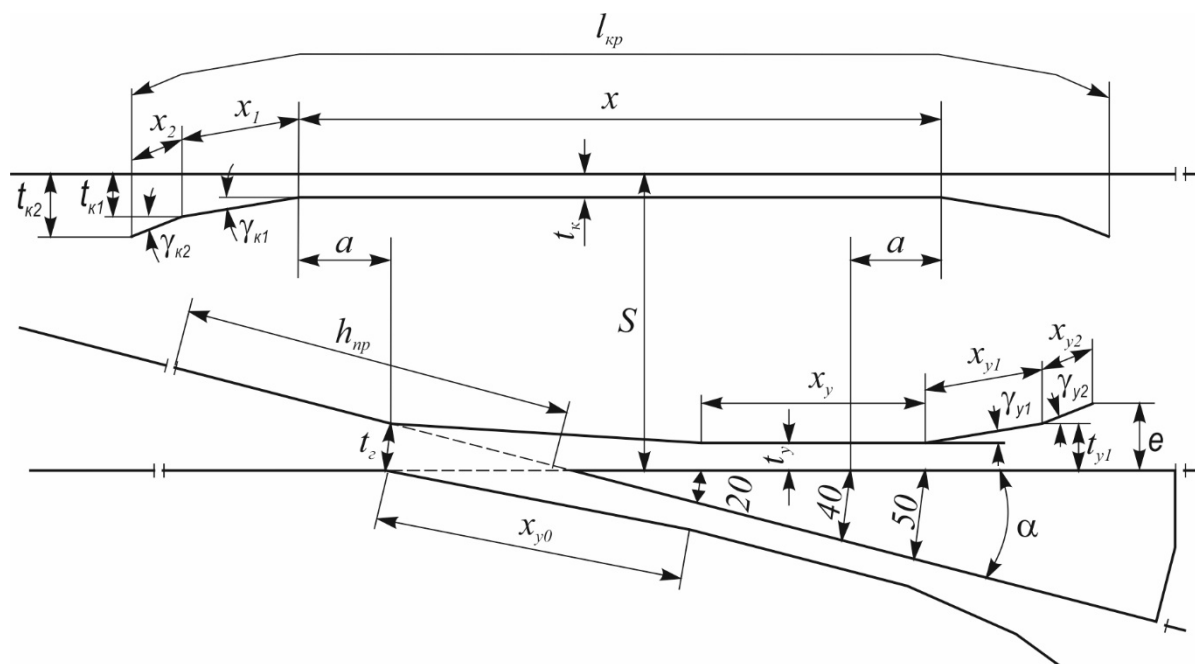


Рис. 8.1. Схема розміщення контррейок і вусовиків

Довжину ділянки відводу, якщо відомо кут γ_{k1} , можна знайти з виразу

$$x_1 = \frac{t_{k1} - t_k}{\sin \gamma_{k1}}. \quad (8.3)$$

Розтрубна частина контррейки x_2 приймається довжиною 150 мм. Кут вигину в розтрубній частині γ_{k2} можна визначити за формулою

$$\sin \gamma_{k2} = \frac{t_{k2} - t_{k1}}{x_2}, \quad (8.4)$$

де t_{k2} – жолоб наприкінці розтрубної частини, рівняється 86 мм.

Повна довжина контррейки знаходиться з виразу

$$l_{kp} = x + 2(x_1 + x_2). \quad (8.5)$$

Жолоб між хрестовиною й вусовиком t_y для забезпечення безпечного проходження колісних пар з різними розмірами насадки, якщо ширина колії 1520 мм, приймається рівним 46 мм. Такий жолоб приймається на довжині x_y у межах від перерізу осердя з шириною 20 мм до перерізу осердя з шириною 50 мм. Коли відомо кут хрестовини α , відстань x_y визначаємо за формулою

$$x_y = \frac{30}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}. \quad (8.6)$$

За кінцем ділянки x_y таким же чином, як і під час облаштування відводів контррейок, виконується відвід жолоба вусовика до $t_{y1}=64$ мм під кутом удару γ_{y1} на протязі x_{y1} . Кут γ_{y1} приймається рівним куту $\gamma_{к1}$ в контррейці.

Довжина вусовика x_{y1} буде дорівнювати (див. рис. 8.1)

$$x_{y1} = \frac{t_{y1} - t_y}{\sin \gamma_{к1}}. \quad (8.7)$$

Розтрубна частина вусовика x_{y2} приймається, як і у контррейок, довжиною 150 мм із кінцевим жолобом $t_{y2}=86$ мм.

Довжина вусовика по робочій грані від горла до перерізу, де ширина осердя дорівнює 20 мм, тобто до перерізу, де починається нормований розмір жолоба, 46 мм, обчислюється за формулою

$$x_{y0} = \frac{t_r + 20}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (8.8)$$

Повна довжина вусовика за визначених вище значень довжин окремих його складових частин визначається за формулою

$$l_y = h_{np} - \frac{t_r}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + x_{y0} + x_y + x_{y1} + x_{y2}. \quad (8.9)$$

За даними розрахунку в масштабі 1:10 (1:5) викреслюється план хрестовини з одною контррейкою по типу рис. 8.1. Під цим вузлом розміщуються бруси з урахуванням раніше визначених відстаней між ними. Виконується перевірка, чи не перешкоджають контррейки й вусовики складанню стиків у хвості хрестовини. В іншому випадку довжини вусовиків і контррейок повинні бути конструктивно зменшені. Зменшення можна зробити за рахунок зменшення довжини відводу жолоба на ділянках x_1 або x_{y1} .

Між контррейкою і приконтррейковою рейкою необхідно розмістити необхідну кількість вкладишів. Вкладиші розташовуються насамперед у зонах перегину контррейки (але, безумовно, не безпосередньо в перегині – відстань від осі бруса до перегину повинна бути не менше 70 мм). Потім вкладиші розміщуються по довжині робочої частини контррейки і її відводів. Місця їх розміщення в основному сполучаються з осями брусів. Вкладиші робляться двоболтові.

У разі конструкції контррейки з незалежним від рейки кріпленням контррейкового кутника між ним і приконтррейковою рейкою вкладиші не встановлюються. Але і в цьому випадку перетини контррейки не повинні співпадати з межами упорів для кріплення кутника, які розміщуються на брусах. Таке кріплення контррейки влаштовується у всіх сучасних стрілочних переводах[3].

Запитання для самоконтролю

1. Яку функцію виконують контррейки ?
2. Яку функцію виконують вусовики?
3. Яка конструкція контррейки та вусовика?
4. Які розміри жолобів контррейки та вусовика?
5. Де встановлюється контррейка по відношенню до осердя хрестовини?

9 ПРОЕКТУВАННЯ ЕПЮРИ СТІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ

Під епюрою стрілочного перевodu розуміють масштабне схематичне креслення, на одній частині якого зображено основні елементи перевodu з розміщеними під ним брусами (ця частина називається схемою укладання стрілочного перевodu), на іншій частині даються основні елементи стрілочного перевodu і наводяться його геометричні характеристики і розміри, але немає зображення брусів (схема геометричних розмірів). Епюра стрілочного перевodu є основним документом, відповідно до якого укладається й утримується перевід [5, 7].

Рейкові нитки на епюрі зображуються однією лінією – робочою гранню головки рейок. Бруси показують двома лініями, що відображають ширину їх нижньої постелі.

Схема укладання стрілочного перевodu викреслюється в масштабі 1:50, іноді, у разі пологих марок, 1:100. На ній вказуються відстані між осями брусів, довжини і кількість брусів кожного типорозміру та номери брусів.

Схема геометричних розмірів перевodu викреслюється в масштабі 1:100. На ній необхідно вказати:

- практичну довжину перевodu;
- теоретичну довжину перевodu;
- осьові розміри: відстань від початку гостряка до центру перевodu; відстань від центру перевodu до математичного центру хрестовини;
- відстань до граничного стовпчика;
- довжину переднього вильоту рамної рейки;
- довжину стругання криволінійного і прямого гостряків із зазначенням ширини головки гостряка в кінці стругання;
- довжини рамних рейок, гостряків і рейок сполучної частини;
- ординати перевідної кривої;
- радіуси гостряка і перевідної кривої з вказанням їх меж;

- довжину прямої вставки;
- практичні довжини передньої і задньої частин хрестовини;
- ширину колії: у передньому стику рамної рейки, біля вістря гостряків, у корені гостряків по прямому і боковому напрямках, приблизно у середині перевідної кривої, у хвостовому стику. Якщо в перевідній кривій ширина колії інша від ширини в стрільці та хрестовині, то вона вказується в тих місцях, де відбувається ця зміна, з вказуванням довжини, де ширина колії перемінна;
- величини зазорів у стиках;
- кути: початковий кут криволінійного гостряка; кут кінця стругання криволінійного гостряка; повний стрілочний кут, кут хрестовини. Кути необхідно наводити **в градусах, мінутах і секундах**.

Приклад епюри стрілочного переводу наведено на рис. 9.1.

Під час проектування схеми розкладки брусів спочатку намічають їх положення під стиками рейок, потім у зоні переднього і заднього вильотів рамних рейок і під хрестовиною. Відстані між осями брусів у цих зонах були визначені раніше у розрахунку стрілки і хрестовини. В інших частинах переводу бруси розташовуються рівномірно з відстанню між ними 500...570 мм (для дерев'яних брусів) і 550...600 мм (для залізобетонних).

Кінці брусів із боку прямої колії розміщуються на одній лінії – «по шнуру» паралельно прямій рейковій нитці. З іншої сторони переводу бруси розміщуються уступами в залежності від типорозміру.

Кількість брусів у кожній групі визначається графічно. Перехід від однієї довжини брусів до іншої здійснюється в тому випадку, коли відстань від робочої грані зовнішньої рейки до торця бруса буде біля 600 мм, але не менше 575 мм. Під переводами укладаються бруси довжиною від 3,0 до 5,5 м з інтервалом збільшення довжини по 0,25 м. Закінчується укладка брусів за хрестовиною в тому місці, де замість них можна розмістити шпали.

На початку гостряка для розміщення перевідного механізму укладаються два флюгарочних бруси з відстанню між ними по осях 600...700 мм. Збільшення відстані між флюгарочними брусами пов'язано з необхідністю розміщення в цьому ящику апаратної і контрольних тяг. У разі застосування ручного перевідного механізму для переводу гостряків він встановлюється на флюгарочних брусах. У цьому випадку довжина їх повинна бути 4,5 м. Електричний привод встановлюється на консолях кутиків, покладених під рамними рейками і розташованих у сусідніх (справа і зліва) з флюгарочним прогоном ящиках. У цьому випадку довжина флюгарочних брусів може бути прийнята рівною 3 м. Під переднім вильотом рамної рейки укладаються шпали.

Проектуючи епюри стрілочних переводів на дерев'яних брусах, слід мати на увазі, що бруси від початку переводу до його центра укладаються перпендикулярно осі прямої колії. Під хрестовиною і на підходах до неї бруси розташовуються перпендикулярно бісектрисі кута хрестовини. У зоні близько центра переводу протягом 7...10 прогонів виконується плавне розвертання брусів від одного положення до іншого. Як правило, поворот починається з

6-7 бруса від заднього стику рамних рейок. Це пояснюється тим, що саме в цій зоні закінчується укладання спеціальних стрілочних підкладок, на яких знаходяться обидві рейкові нитки. Під хрестовиною і під стрілкою укладаються широкі бруси, в інших частинах переводу – розширені. Характеристики брусів наведені в табл. Д2.3.

Проектування епюри стрілочного переводу з залізобетонними брусами трохи відрізняється від проектування епюри стрілочного переводу з дерев'яними. Якщо розміщувати бруси згідно з методикою для стрілочних переводів на дерев'яних брусах, то конструкція брусів лівосторонніх переводів буде значно відрізнятися від конструкції брусів правосторонніх переводів. Цього допустити не можна. Тому бруси розміщують «віялом» (перпендикулярно бісектрисі кута повороту бокової колії в місці знаходження бруса) і їх розворот починається не в зоні центру переводу, а від першого за флюгарочним бруса під стрілкою. Тому, після того як була визначена кількість брусів у кожному типорозмірі, їх необхідно зобразити на епюрі симетрично відносно зовнішніх рейок прямого і бокового напрямків. На даний час максимальна довжина залізобетонного бруса становить 5,0 м. Далі вкладаються перехідні несиметричні бруси довжиною 2,50; 2,55; 2,60 м у кількості по 2-3 штуки доки не можливо вкласти залізобетонні шпали. Перехідні бруси мають також перехідний ухил поверхні під підкладками від 0 до 1/20. Перехідні бруси вкладаються також під переднім вильотом рамної рейки і на підході до нього.

Для забезпечення рівномірного розміщення брусів між стиковими прогонами в зоні сполучної частини і під гостряком слід попередньо обчислити довжини відрізків A_1B_1 , A_2B_2 , A_3B_3 , A_4B_4 за напрямком зовнішньої рейкової нитки прямої колії (рис. 8.2). Ці відрізки визначають, користуючись відомими значеннями лінійних розмірів переводу, гостряків і довжин рейкових рубок.

На рис. 9.2, а наведено схему, що пояснює розрахунок A_1B_1 , A_2B_2 , A_3B_3 , A_4B_4 у випадку, коли стики в з'єднувальній частині не знаходяться в одному створі:

Після визначення невідомих відрізків залишається розподілити на їхній довжині бруси, по можливості, рівномірно з прогонами, що дорівнюють b . Кількість прогонів, які можна розмістити на кожному відрізку, буде $n_i = A_iB_i/b$. Природно, що при цьому ми одержимо неціле число прогонів, тобто буде утворюватися залишок, який необхідно, по можливості, рівномірно розподілити на всі прогони. При цьому необхідно мати на увазі, що розміри прогонів повинні бути кратні 5 мм і тільки один прогін або декілька можуть бути некратними 5 мм. Можливо, що не всі прогони будуть і однакового розміру.

Рис. 9.1. Приклад епюри стрілочного переводу

$$\begin{aligned}
A_1B_1 &= l'_0 - m_0 - b_\phi - \frac{c_k - \delta_k}{2}; \\
A_2B_2 &= l_5 + \delta_k - m_2 - \frac{c + \delta_{\text{ст}}}{2} - \frac{c - \delta_{\text{ст}}}{2} + \xi; \\
A_3B_3 &= l_1 - \frac{c - \delta_{\text{ст}}}{2} - A_2B_2 - c - \frac{c - \delta_{\text{ст}}}{2}; \\
A_4B_4 &= l_2 - \left(l_{\text{xp}} - \frac{c}{2} - \xi \right) - c - \frac{c - \delta_{\text{ст}}}{2}.
\end{aligned}
\tag{9.1}$$

Рис. 9.2, б пояснює розрахунок A_2B_2 (формула (9.2)) у випадку, коли стики в з'єднувальній частині знаходяться в одному створі (відстань A_3B_3 дорівнює нулю):

$$A_2B_2 = l_1 - \frac{c - \delta_{\text{ст}}}{2} - \frac{c - \delta_{\text{ст}}}{2}.
\tag{9.2}$$

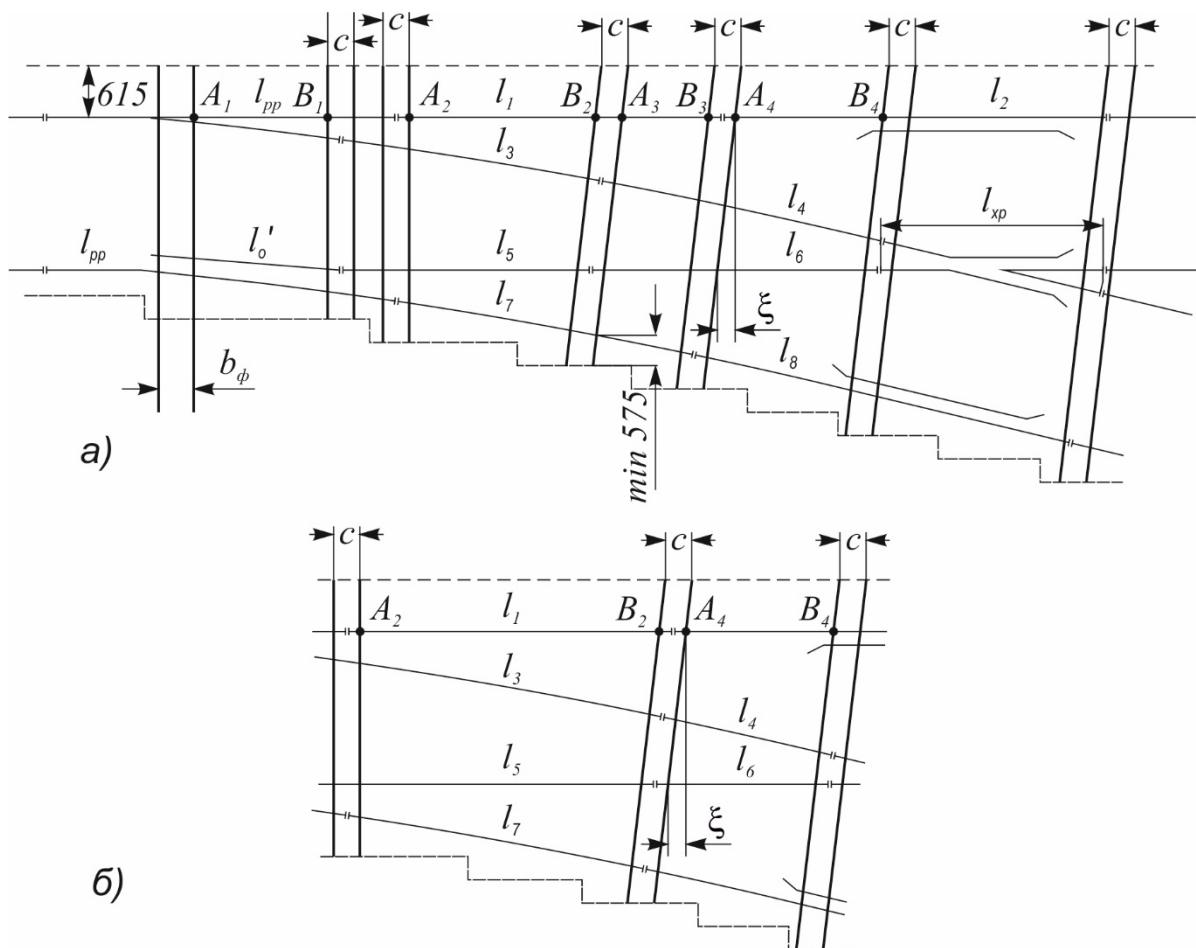


Рис. 9.2. Схема до розрахунку розміщення брусів

Рис. 9.2, б пояснює розрахунок A_2B_2 (формула (9.2) у випадку, коли стики в з'єднувальній частині знаходяться в одному створі (відстань A_3B_3 дорівнює нулю):

$$A_2B_2 = l_1 - \frac{c - \delta_{\text{ст}}}{2} - \frac{c - \delta_{\text{ст}}}{2}. \quad (9.2)$$

Запитання для самоконтролю

1. Що розуміють під епюрою стрілочного переводу?
2. Що розуміють під схемою укладання стрілочного переводу?
3. Що розуміють під схемою геометричних розмірів?
4. Як зображуються рейкові нитки на епюрі?
5. Як зображуються бруси на епюрі?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Даніленко Е.І. Залізнична колія / Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом / Підручник для вищих навчальних закладів (у 2-х томах). Київ, Інпрес, 2010.
2. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦП-0269 / Е. І. Даніленко, А. М. Орловський, О. М. Патласов, М. І. Карпов, В. П. Шраменко, О. І. Белорусов, В. О. Яковлєв, В. М. Молчанов, К. В. Корноухова, М. Б. Курган, Д. М. Курган, В. М. Твердомед, Р. М. Йосифович, О. О. Сорока. – Київ, 2012. – 456 с.
3. Елементи колійного розвитку: приклади та задачі [Текст] навч. посіб. для студентів ВНЗ / М.І. Березовий, М.П. Божко, О.О. Мазуренко, А.С. Дорош; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2016. - 110 с.
4. Інструктивні вказівки з основних питань улаштування та утримання залізничної колії і забезпечення безпеки руху поїздів (Пам'ятка майстру та бригадиру колії) [Текст]: ЦП-0161 / за ред. М. І. Карпова та В. О. Яковлева. – К: Транспорт України, 2007. – 264 с.

ДОДАТОК 1

Таблиця Д1.1

Вихідні дані до розрахунку

Параметри	Позначення	Один. виміру	Джерело
Максимальна швидкість руху по боковому напрямку	V_6	км/год	Завдання
Тип стрілочного переводу			Завдання
Бокове непогашене прискорення, що з'являється раптово	j_0	м/с ²	Табл. Д1.2
Бокове непогашене прискорення, що діє постійно	γ_0	м/с ²	Табл. Д1.2
Показник втрати кінетичної енергії в момент удару гребеня колеса в гостряк	W_{c-o}	м/с	Табл. Д1.2
Максимальний зазор між гребенем колеса і рамною рейкою	δ_{\max}	мм	Табл. Д1.2
Відстань від кореня гостряка до центра його повороту	K	мм	Табл. Д1.2
Розмір жолоба між гостряком і рамною рейкою навпроти центра його повороту	t_{Π}	мм	Табл. Д1.2
Ширина головки гострякової рейки в розрахунковому рівні	$b_{г-о}$	мм	Табл. Д2.1
Погонна маса гострякової рейки	P_0	кг/м	Табл. Д2.1
Момент інерції гострякової рейки в горизонтальній площині	$I_{ог}$	см ⁴	Табл. Д2.1
Геометричні параметри хрестовини	D G	мм мм	Табл. Д2.2

Вихідні дані для курсового проекту з розрахунків стрілочного переводу

Найменування		Номери варіантів																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
К, мм		1020				970				0				0				980				1100			
Тип кореневого кріплення		Накладочне, гнучкі гостряки										Вкладишо-накладочне										Накладочне, гнучкі гостряки			
		120	123	125	133	135	140	115	113	118	118	118	120	122	116	125	127	120	125	130	130		135	138	
Непо- гашене іскро- вняє		0,39	0,42	0,40	0,45	0,41	0,39	0,41	0,43	0,37	0,38	0,40	0,45	0,35	0,38	0,43	0,40	0,44	0,42	0,41	0,45	0,43			
Швидкість на боковий напрямок, V_a , км/год		0,50	0,55	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,57	0,59	0,62	0,57	0,60	0,50	0,52	0,58	0,60	0,65	0,60	0,60	0,56	0,58			
Показник W_{c-o} , м/с		40	45	50	55	60	40	45	50	55	60	40	45	50	55	60	40	45	50	55	60	40			
Зазор δ_{max} , мм		0,226		0,228				0,225		0,223		0,224				0,230		0,233							
Збірна загального типу відливки з частиною вусовиків, що зношується		38		34				35		36		33				34		35							
Конструкція хрестовини		Цільнолита хрестовина																							

ДОДАТОК 2

Таблиця Д.2.1

Деякі геометричні характеристики звичайних і гострякових рейок

Тип рейки	Маса, кг/м	Ширина, мм			Висота рейки, мм	Висота головки рейки, мм	Момент інерції, см ⁴
		голівки по низу	голівки в розрах. площині	підшви			
P75	74,60	75	71,8	150	192	46,0	665
P65	64,88	75	73	150	180	35,6	564
UIC60	60,34	74,3	72	150	172	51	
P50	51,80	71,9	70,0	132	152	33,0	375
OP75	89,58	77,0	65,9	130	152	46,0	820
OP65	81,35	77,5	68,4	132	140	50	705
OP50	64,5	74,0	65,0	132	112	50,5	815
60E1A1	72,97	74,5	72	140	134	53	741

Примітка: OP – гострякова рейка.

Таблиця Д.2.2

Характеристики, що забезпечують складання стиків хрестовин

Тип рейки	Тип стику хрестовини			
	звичайний накладочний у збірних хрестовин		вкладишно-накладковий або накладково-хвостовиковий у цільнолитих хрестовин	
	D	G	D	G
P50	360	185	416	t_r
P65, P75	316	215	406	t_r

Примітка: t_r – ширина горла, мм. У сучасних хрестовин при ширині колії 1520 мм $t_r = 64$ мм.

Таблиця Д.2.3

Розміри поперечних перерізів обрізних і необрізних перевідних брусів, мм

Типи брусів	Товщина	Ширина верхньої постелі			Ширина нижньої постелі	Ширина бруса по непропиляних сторонах	Висота пропиляної бокової сторони
		уширен.	широка	нормальна			
Обрізні (А)							
I	180	220	200	—	260	—	150
II	160	220	—	175	250	—	130
III	160	—	200	175	230	—	130

Продовження табл. Д.2.3

Типи брусів	Товщина	Ширина верхньої постелі			Ширина нижньої постелі	Ширина бруса по непропиляних сторонах	Висота пропиляної бокової сторони
		уширен.	широка	нормальна			
Необрізні (Б)							
I	180	220	200	—	260	300	—
II	160	220	—	175	250	280	—
III	160	—	200	175	230	260	—

Таблиця Д.2.4

Характеристики сучасних стрілочних електроприводів

Тип електропривода	Максимальне тягове зусилля, кН	Максимальний час переводу, с	Сфери застосування	Примітки
СП-3, СП-8, СП-6, СП-6М	6	7	Електрична і диспетчерська централізація	Невзрізний з внутрішнім запиранням
СПВ-6	3	6	Маневрові райони, метрополітен, промтранспорт	Взрізний
СПГ-3, СПГБ-4, СПГ-3М, СПГБ-4М	2	0,6	Сортувальні гірки, маневрові райони	

Д3 ОНЛАЙН РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ СТРІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ

Програма розрахунку основних геометричних характеристик звичайного стрілочного переводу базується на методиці розрахунку, викладеній в розділах 2-7, і є послідовним рішенням кількох задач:

- визначення початкового кута гостряка і розрахунок довжини криволінійного гостряка;

- визначення марки хрестовини і довжини прямої вставки.

Користувачу необхідно ввести заздалегідь підготовлені вихідні дані та у діалоговому режимі вирішити вищенаведені задачі.

Перед початком роботи з програмою необхідно підготувати вихідні дані до розрахунку. Перелік вихідних даних приведений у табл. Д1.1.

Процес роботи з програмою розділяється на п'ять кроків. На кожному кроці користувач працює з відповідним діалоговим вікном. Виконавши частину роботи, що відповідає кроку, користувач переходить до наступного.

Д3.1 Крок 1. Запис вихідних даних

Користувачу надається форма для вводу вихідних даних. Якщо якісь дані будуть відсутні або матимуть некоректні значення, користувач отримає повідомлення «Вихідні дані містять помилки!». У цьому разі неможливо перейти до наступного кроку без відповідного корегування даних.

Д3.2 Крок 2. Розрахунок довжини гостряка

На цьому стані на екран виводяться значення початкового кута, кута стругання, стрілочного кута та повного кута, радіуси гостряка, довжина гостряка, зусилля, необхідне для переводу гостряка, найменший жолоб і непогашене прискорення.

Проаналізувавши інформацію, виведену на екран, користувачу потрібно вирішити, чи задовольняє довжина гостряка в першому наближенні критерію вирішення задачі.

Під час аналізу інформації необхідно порівняти величини мінімального жолоба між відведеним гостряком і рамною рейкою і зусилля, яке необхідно для переводу гостряків, з допустимими. Коригувати ці величини можна, змінюючи довжину гостряка або збільшуючи кількість точок прикладення перевідного зусилля. Коригувати довжину гостряка можна кілька разів до одержання розміру жолоба, що задовольняє необхідні вимоги. Слід мати на увазі, що збільшувати довжину гостряка з метою збільшення мінімального жолоба

більше 12 м недоцільно. Краще застосувати другий перевідний механізм або передавати перевідне зусилля на дві точки. Цей перевідний механізм також застосовують у тому випадку, якщо одного привода недостатньо для реалізації необхідного перевідного зусилля. Звичайно це буває, якщо довжина гостряків більше 15 м.

Якщо зусилля перевідного механізму достатньо, тобто якщо воно приблизно в два рази більше необхідного зусилля для переведу гостряків, то збільшення мінімального жолоба можна досягти з використанням одного привода, але зусилля необхідно передавати на дві точки на довжині гостряка. Це звичайно робиться за довжини гостряка більше 12 м. У даній методиці розрахунку це рівносильно ухваленню рішення про застосування другого привода. У разі застосування цього перевідного механізму розмір жолоба і зусилля для переведу гостряків забезпечуються і тому перерахунок їх не ведеться.

Д3.3 Крок 3. Розрахунок хрестовини

На цьому етапі розрахунку на екран виводяться значення мінімальної довжини прямої вставки, довжини фактичної прямої вставки перед хрестовиною, марки хрестовини, радіуса перевідної кривої, теоретичної довжини переведу, непогашеного прискорення.

Користувач має змогу змінити марку хрестовини, величину прямої вставки або радіус перевідної кривої. На початку коригування перш за все треба визначитися з маркою хрестовини. Коригуваннями треба домогтися необхідних співвідношень між прямою вставкою і її мінімальним значенням, між суміжними радіусами кривої, а також можливо задати марку хрестовини, яка рекомендується. При цьому необхідно пам'ятати, що показник марки N повинен бути цілим числом. Крім того, фактичне значення прямої вставки не може бути менше її мінімального значення.

Д3.4 Крок 4. Розрахунок ординат перевідної кривої

Це завершальний етап розрахунку, на якому на екран виводяться ординати перевідної кривої з кроком 2 м.

Д3.5 Крок 5. Збереження результатів

Всі результати представлені в одному вікні в текстовому форматі. Для збереження результатів: встановите курсор у вікно, виділіть все (Ctrl+A), скопіюйте (Ctrl+C), відкрийте Word, або Excel, або інший редактор и вставте (Ctrl+V).

Розрахунок звичайного стрілочного перевалу
(версія розрахунку для студентів)

Назва розрахунку (текст)

Strelka		вихідні дані	
Швидкість руху у боковий напрямок	км/год	40	
Допустима величина бокового прискорення	м/с ²		
- що виникає раптово		0.309	
- діючого постійно		0.412	
Показник втрати кінетичної енергії при ударі гребня колеса в гостряк	м/с	0.2	
Відстань від кореня гостряка до центру його повороту	мм	1600	
Крок гостряка	мм	152	
Погонна маса гострякової рейки	кг/м	83.47	
Момент інерції гострякової рейки в горизонтальній площині	см ⁴	802	
Ширина головки гострякової рейки на розрахунковому рівні	мм	68.4	
Величина жолоба між гостряком і рамною рейкою напроти центра повороту гостряка	мм	130	
Довжина накладки	мм	800	
Ширина колії	мм	1520	
- по прямому напрямку		1520	
- по боковому напрямку		39	
Максимальний зазор між гребнем колеса і рамною рейкою	мм		
Геометричні параметри хрестовини, що забезпечують складання стиків	мм		
- D		406	
- G		64	
Кількість приводів		1	
Розрахувати довжину гостряка			
Довжина гостряка	м	11	
Розрахувати хрестовину			
Радіус переводної кривої	м	299.652	
Марка хрестовини		11.0	
Пряма вставка	м	3.221	
Розрахувати ординати переводної кривої			

Strelka		вихідні дані	
Швидкість руху у боковому напрямку	км/год	40	
Бокове непогашене прискорення (раптове)	м/с ²	0.309	
Бокове непогашене прискорення (постійне)	м/с ²	0.412	
Показник втрати кінетичної енергії від удару	м/с	0.2	
Відстань від кор. гостряка до цен. його повор.	мм	1600	
Крок гостряка	мм	152	
Погонна маса гострякової рейки	кг/м	83.47	
Момент інерції гострякової рейки в гор.	см ⁴	802	
Ширина головки гострякової рейки	мм	68.4	
Жолоб між рамною рейкою і гостряком у ц. пов.	мм	130	
Макс. зазор між гребнем колеса і рамною рейкою	мм	39	
Ширина колії на прям. напрям.	мм	1520	
Геометричні параметри хрестовини: D=406 мм; G=64 мм			
РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ			
Куті стрілки (у радіанах):			
початковий кут 0.011348 (0° 39')			
кут стругання 0.021705 (1° 15')			
стрілочний кут 0.039265 (2° 15')			
повний стрілочний кут 0.044605 (2° 33')			
Радіус гостряка в зоні ударів	мм	399.537	
Радіус іншої частини гостряка	мм	299.652	
Радіус переводної кривої	мм	299.652	
Мінімальна пряма вставка	мм	2010	
Пряма вставка перед хрестовиною	мм	[1982] 3221	
Мін. жолоб між гостряком і рамною рейкою	мм	[55] 62	
Довжина стругання кривої гостряка	мм	4.139	
Довжина криволінійного гостряка	мм	[10198] 11000	
Довжина проєкції гостряка	мм	10995	
Зусилля для переводу гостряків	кН	1.976	
Кількість приводів		1	
Марка хрестовини		[1/10.56] 1/11.0	
Кут хрестовини (рад.)		0.09066	
Функції кута хрестовини (альфа):			
tg альфа		0.09066	
tg альфа/2		0.045361	
cos альфа/2		0.998973	
sin альфа/2		0.045314	
Теоретична довжина стрілочного переводу	мм	27971	
непогашене прискорення по гостряку	м/с ²	0.31	
непогашене прискорення по переводній кривій	м/с ²	0.41	
Примітка: у квадратних дужках наведені значення до корегування			

Strelka		вихідні дані	
Швидкість руху у боковий напрямок	км/год	40	
Допустима величина бокового прискорення	м/с ²		
- що виникає раптово		0.309	
- діючого постійно		0.412	
Показник втрати кінетичної енергії при ударі гребня колеса в гостряк	м/с	0.2	
Відстань від кореня гостряка до центру його повороту	мм	1600	
Крок гостряка	мм	152	
Погонна маса гострякової рейки	кг/м	83.47	
Момент інерції гострякової рейки в горизонтальній площині	см ⁴	802	
Ширина головки гострякової рейки на розрахунковому рівні	мм	68.4	
Величина жолоба між гостряком і рамною рейкою напроти центра повороту гостряка	мм	130	
Довжина накладки	мм	800	
Ширина колії	мм	1520	
- по прямому напрямку		1520	
- по боковому напрямку		39	
Максимальний зазор між гребнем колеса і рамною рейкою	мм		
Геометричні параметри хрестовини, що забезпечують складання стиків	мм		
- D		406	
- G		64	
Кількість приводів		1	
Розрахувати довжину гостряка			
Довжина гостряка	м	11	
Розрахувати хрестовину			
Радіус переводної кривої	м	299.652	
Марка хрестовини		11.0	
Пряма вставка	м	3.221	
Розрахувати ординати переводної кривої			

Рис. Д1.1. Приклад онлайн розрахунку

Для нотаток

Для нотаток

Виробничо-практичне видання

Арбузов Максим Анатолійович, **Курган** Дмитро Миколайович,
Губар Олексій Васильович

ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ
ПРОЕКТУВАННЯ ЗВИЧАЙНОГО СТІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ

Методичні рекомендації
до виконання розрахунково-графічної роботи

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

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,67. Обл.-вид. арк. 2,69.
Тираж 5 пр. Зам. № 76.

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

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