



УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

О.М. Даренський

З'ЄДНАННЯ І СХРЕЩЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ

Навчальний посібник

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів*

Харків 2008

УДК 625.151

Даренський О.М. З'єднання і схрещення залізничних колій:
Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 82 с.

ISBN 978-966-7593-85-8

У навчальному посібнику розглянуто типи, конструкції, основні принципи розрахунків і проектування стрілочних переводів та інших видів з'єднань та схрещень залізничних колій. Надані норми укладання і утримання, перелік небезпечних несправностей переводів для залізниць України. Розглянуто особливості улаштування і експлуатації переводів в умовах швидкісного руху.

Посібник рекомендовано для студентів спеціальності 7.100403 «Організація перевезень і управління на залізничному транспорті» напряму 1004 – "транспортні технології" та інших технічних та економічних спеціальностей залізничного транспорту.

Іл. 37, табл. 11, бібліогр.: 27 назв.

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний
посібник для студентів вищих навчальних закладів
(№ 1.4/18-Г-738 від 15.05.2007 р.).*

Рецензенти:
професори Е.І.Даниленко (КУЕТТ),
В.К.Доля (ХДАМГ),
В.К. Жданюк (ХНАДУ)

© Українська державна академія
залізничного транспорту, 2008
© О.М.Даренський

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Види з'єднань і схрещень, вимоги до них	6
2. Поодинокий звичайний стрілочний перевід	9
2.1. Головні елементи поодинокого звичайного стрілочного переводу	9
2.2. Конструкція стрілки	10
2.3. З'єднувальні колії	22
2.4. Конструкція хрестовин і контррейок	23
2.5. Підрейкова основа	28
2.6. Швидкості руху по стрілочних переводах	32
2.7. Номенклатура стрілочної продукції, що випускається заводами України	34
3. Розрахунок геометричних характеристик поодинокого звичайного стрілочного переводу	38
3.1. Послідовність розрахунків і загальна розрахункова схема стрілочного переводу	38
3.2. Розрахунок основних параметрів стрілочного переводу	40
3.2.1. Визначення основних параметрів криволінійного гостряка	40
3.2.2. Визначення довжини прямої вставки, радіуса перевідної кривої і теоретичної довжини переводу	44
3.3. Розрахунок елементів стрілочного переводу	46
3.3.1. Визначення довжини рамної рейки	46
3.3.2. Визначення розмірів хрестовин	48
3.3.3. Визначення довжини рейок	50
3.3.4. Визначення ширини жолобів гостряка	51
3.3.5. Визначення жолобів хрестовини і контррейки	53
3.4. Побудова епюри стрілочного переводу	54
3.4.1. Визначення осьових розмірів стрілочного переводу	54
3.4.2. Визначення ординат перевідної кривої	55
3.4.3. Порядок розкладання перевідних брусів	57
4. Глухі схрещення	58
4.1. Прямокутні схрещення	58
4.2. Косокутні схрещення	59

5. Комбінація укладання стрілочних переводів і глухих схрещень	61
5.1. Подвійні стрілочні переводи	61
5.2. Перехресні стрілочні переводи	62
5.3. З'їзди між коліями	64
5.4. Стрілочні вулиці	66
5.5. Колійні поворотні пристрої	68
6. Утримання стрілочних переводів	70
6.1. Укладання стрілочних переводів	70
6.2. Норми і допуски утримання стрілочних переводів	72
6.3. Несправності стрілочних переводів	76
Список літератури	80

ВСТУП

З'єднання і схрещення залізничних колій відносяться до верхньої будови колії. До цієї групи конструкції входять поодинокі стрілочні переводи, глухі схрещення і їх комбінації. Найпоширенішими є поодинокі стрілочні переводи.

З'єднання і схрещення є складними і відповідальними конструкціями. Вони працюють в специфічних і складніших, в порівнянні з рештою ділянок колії, експлуатаційних умовах. Характеристики стрілочних переводів, до головних з яких можна віднести типи рейок, марки хрестовини, радіуси гостряків і перевідних кривих, конструкції основних вузлів, повинні відповідати вантажонапруженості, швидкостям руху, осьовим навантаженням. Це визначає підходи до розрахунків характеристик з'єднань і схрещень колій, проектування конструкцій в цілому і окремих їх вузлів.

Широке розповсюдження на мережі залізниць України залізобетонних брусів як основи стрілочних переводів обумовлює особливості укладання, норм утримання і особливості експлуатації переводів.

Перехід на швидкісний рух пасажирських поїздів вимагає застосування спеціальних конструкцій стрілочних переводів, особливих норм їх утримання.

Знання улаштування, норм утримання, небезпечних дефектів з'єднань і схрещень залізничних колій є однією з вимог кваліфікаційних характеристик фахівців за фахом «Організація перевезень і управління процесами перевезень» та інших технічних і економічних спеціальностей.

Посібник складено на підставі сучасного технічного стану колійного господарства України, зарубіжного досвіду, діючої нормативно – технічної документації, умов і вимог гарантування безпеки руху поїздів.

1. ВИДИ З'ЄДНАНЬ І СХРЕЩЕНЬ, ВИМОГИ ДО НИХ

З'єднання і схрещення рейкових колій – це особливі пристрої верхньої будови, які служать для переведення по них поїзда або окремого залізничного екіпажу з однієї рейкової колії на інші, повороту екіпажів на 180°, а також для схрещення колій в одному рівні.

З'єднання і схрещення рейкових колії залежно від призначення можуть бути здійснені за допомогою поодиноких стрілочних переводів, глухих схрещень, комбінацій стрілочних переводів і глухих схрещень.

Стрілочні переводи відрізняються від звичайної колії на перегонах. А саме у стрілочних переводах:

- гостряки прикріплюються до опор тільки кореневою частиною;
- є розрив колії в місці перекочування коліс з рамної рейки на гостряк або з гостряка на рамну рейку, а також в місці схрещення внутрішніх рейкових ниток в зоні хрестовини;
- в зоні хрестовини (в місці перекочування колеса з вусовика на осердя або з осердя на вусовик) є вертикальні нерівності;
- колеса ударяються в стрілці в гостряк, в частині хрестовини – в вусовики і в контррейки під кутом в горизонтальній площині;
- конструкції стрілки, хрестовини, з'єднувальних колій і підрейкової основи нерівнопружні; з'єднувальні колії, як правило, мають малий радіус кривої (200–300 м).

Все це викликає додаткову динамічну дію рухомого складу на елементи стрілочного переводу унаслідок виникнення непогашених вертикальних і горизонтальних прискорень.

Це обумовлює вимоги до проектування, побудови і утримання стрілочних переводів. Стрілочний перевід повинен бути міцним, стійким, забезпечувати плавність і безпеку руху по ньому поїздів з максимальними встановленими швидкостями, також стрілочний перевід повинен бути простим і недорогим у виготовленні і експлуатації і мати найбільший термін служби.

Головні умови виконання цих вимог такі:

- для забезпечення стабільності всіх елементів переводу в процесі його роботи під рухомим складом ці елементи повинні бути найбільших розмірів і важкими. З метою економії матеріалів, зручності при виготовленні, перевезеннях, навантаженні, вивантаженні і заміні елементів переводу вони повинні бути по можливості якнайменших розмірів і легкими;

- для зменшення ударно-динамічної дії на металеві елементи переводу необхідно, щоб вони були виготовлені з достатньо в'язкого матеріалу. Зважаючи ж на концентровану передачу тиску від коліс на ці елементи, для зменшення місцевих змінань, необхідно, щоб матеріал, з якого виготовлені елементи, був досить твердим;

- з метою полегшення ремонту і поточного утримання потрібно, щоб на мережі залізниць було по можливості якнайменше типів і видів стрілочних переводів. За умов же специфіки призначення стрілочних переводів одні і ті ж переводи недоцільно застосовувати в різних експлуатаційних умовах.

Як бачимо, вимоги і умови, які повинні задовольняти стрілочні переводи, вельми важливі і разом з тим суперечливі. Стрілочним переводом з оптимальними характеристиками слід вважати такий, який для конкретних експлуатаційних умов найбільшою мірою задовольняє вказані вимоги.

Поодинокі стрілочні переводи (рис. 1.1) за геометричною формою в плані розділяються на звичайні, симетричні, різносторонні несиметричні і несиметричні однобічної кривизни.

Звичайні стрілочні переводи – це найголовніший вид як серед поодиноких стрілочних переводів, так і в системі багатьох інших видів з'єднань і схрещень рейкових колій. Вони найбільш поширені на всіх залізницях світу. В Україні зі всіх видів з'єднань і схрещень рейкових колій частка звичайних переводів складає близько 98 %.

Крутизну хрестовини стрілочного переводу характеризують маркою або тангенсом кута α (рис. 1.1, а), визначуваним як відношення ширини осердя в хвості хрестовини до її довжини. Марка хрестовини виражається у вигляді дроби $1/N = \operatorname{tg} \alpha$ а, де N -ціле число, що показує, в скільки разів довжина осердя більше його ширини в хвостовій частині, зміряній по перпендикуляру до однієї з робочих граней.

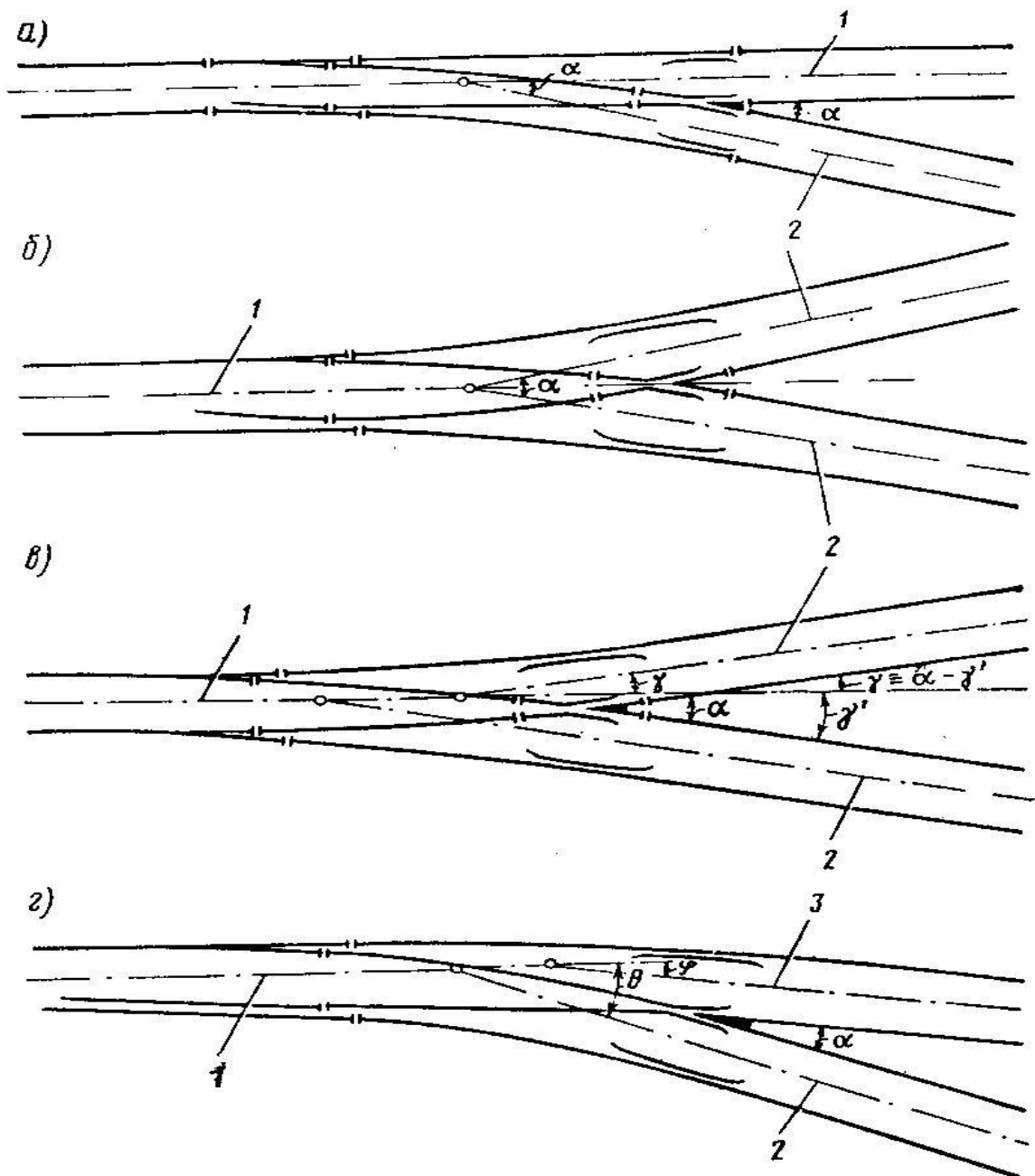


Рис. 1.1. Поодинокі стрілочні переводи: а) звичайний, б) симетричний, в) різносторонній несиметричний, г) несиметричний однобічної кривизни

На залізницях України укладають стрілочні переводи марок 1/6, 1/9, 1/11, 1/18, 1/22 (табл. 1.1). Найбільшого поширення на залізницях набули стрілочні переводи марок 1/9 і 1/11. На лініях метрополітенів на всіх коліях, окрім паркових і інших, стрілочні переводи повинні мати хрестовини не крутіше 1/9, на паркових і інших коліях – не крутіше 1/5.

Марки стрілочних переводів для колій різного призначення

Призначення колій	Марка хрестовини стрілочних переводів	
	звичайних	симетричних
Швидкісний рух	1/22,1/18	-
Головні і приймально – відправні пасажирські	не крутіш 1/11	-
Приймально – відправні вантажні	не крутіш 1/9	не крутіш 1/6
Інші	не крутіш 1/9	не крутіш 1/4,5

2. ПООДИНОКИЙ ЗВИЧАЙНИЙ СТІЛОЧНИЙ ПЕРЕВІД

2.1. Головні елементи поодинокого звичайного стрілочного переводу

Головними елементами переводу (рис. 2.1) є стрілка, комплект хрестовинної частини, з'єднувальні колії, перевідні бруси (або інша основа).

Стрілка складається з двох рамних рейок, двох гостряків, двох комплектів корневих пристроїв, комплекту перевідного механізму, упорних і опорних пристроїв.

Комплект хрестовини складається з власне хрестовини, стикових пристроїв, двох контррейок, опорних пристроїв.

З'єднувальні колії є прямолінійним і криволінійним відрізками колій, які з'єднують стрілку з частиною хрестовини.

Перевідні бруси є поперечинами, на яких змонтовані стрілка, рейки з'єднувальних колій і комплект хрестовини.

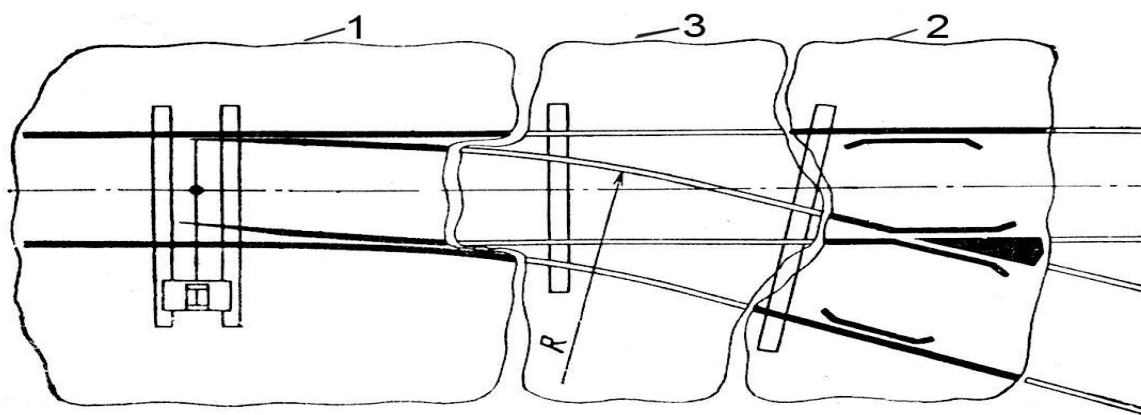


Рис. 2.1. Поодинокий звичайний стрілочний перевід: 1 – стрілка; 2 – комплект хрестовини; 3 – з'єднувальні колії

2.2. Конструкція стрілки

Стрілки відрізняються одна від одної конструкцією і розмірами рамних рейок, гостряків, комплектів корневих пристроїв, опорними і упорними пристроями, перевідними механізмами, стрілочними тягами, скріпленнями і іншими деталями, а також наявністю або відсутністю нахилу рамних рейок і гостряків.

Рамні рейки є продовженням колійних рейок і є або цілими рейками стандартної довжини, або коротше їх. Крім того, вони відрізняються від колійних рейок наявністю в шийці отворів для прикріплення упорних болтів (упорних накладок), самої рамної рейки до башмаків, корневих болтів і деталей перевідного механізму, а для укріття вістря гостряка від ударів коліс робиться підстружка бічної робочої грані головки.

Звичайні стрілочні переводи мають одну рамну рейку пряму, а іншу зігнуту в плані (криволінійна). Кількість вигинів і місця їх розташування по довжині рамної рейки визначаються геометричною схемою стрілочного переводу. Один вигин рамної рейки для укріття вістря прямого гостряка від ударів гребенів коліс при протишерстному русі робиться безпосередньо перед вістрям гостряка (на відстані 215 мм перед вістрям гостряків в переводах марки 1/18, 260 мм - марки 1/22 і 1000 мм - марок 1/11 і 1/9), інший – тільки в стрілочних переводах марки 1/11 в кінці стружки гостряка, де його головка досягає своєї повної ширини (на відстані 79 мм в стрілках типу Р65 і 89 мм - Р50). Далі у бік

кореня гостряка криволінійну рамну рейку в заводських умовах згинають через 1 м по ординатах.

Рамні рейки прикріплюють до брусів за допомогою стрілочних башмаків, які складаються з підкладок, стрілочних подушок з пазухою для підшви рамної рейки і упорок з деталями її кріплення. Подовжньому і поперечному переміщенню рамних рейок перешкоджають болти, що проходять через шийку рейок, і упорки, прикріплені до подушок.

Для забезпечення постійності ширини колії між рамними рейками влаштовуються поперечні зв'язки, у ролі яких застосовуються різні зв'язкові смуги. Кількість зв'язкових смуг в стрілці залежить від типу, марки і призначення стрілочного переводу (в переводах Р65 – п'ять зв'язкових смуг, в переводах Р50 марки 1/18 – шість).

Перша зв'язкова смуга розміщується на першому флюгарочному брусі, наступні – в кінці ділянки бічної стружки гостряка, де знаходиться зона найбільших ударів гребеня колеса в криволінійний гостряк. Остання смуга встановлюється перед коренем або за коренем гостряка. В конструкції зв'язкових смуг передбачена можливість встановлення пристрою електричної ізоляції між рейковими нитками стрілки.

Гостряки виготовляють з прокатного профілю спеціальної гострякової рейки типів ОР75, ОР65 (рис. 2.2), ОР50 і ОР43 зниженої в порівнянні з рамною рейкою висоти. Ці рейки мають потужний поперечний переріз. Менша висота гостряка по відношенню до рамної рейки дозволяє укласти останні без стругання їх підшви. Передній кінець гостряка називають вістрям, задній – кореневою частиною.

За формою в плані гостряків, які спрямовані на бічну колію, стрілки розрізняють з прямолінійними гостряками (рис. 2.3, а), з криволінійним гостряком січного типу (рис. 2.3, в), з криволінійним гостряком дотичного типу (рис. 2.3, б). Кут β між напрямом робочого канта рамної рейки і дотичної до робочого канта криволінійного гостряка на його початку називають початковим стрілочним кутом.

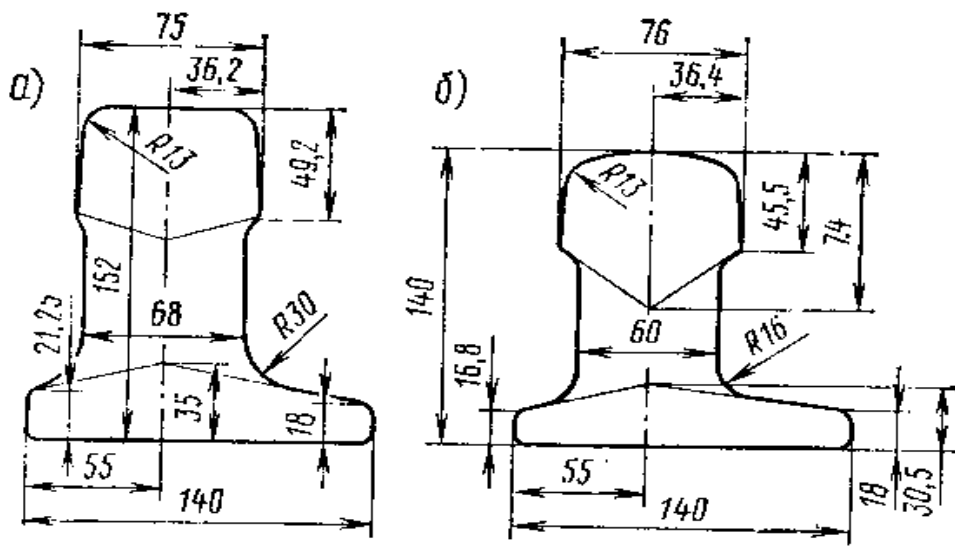


Рис. 2.2. Поперечні перерізи гострякових рейок:
а) типу ОР75; б) типу ОР65

Кут між напрямом робочого канта рамної рейки і дотичної до гостряка в його кінці називають стрілочним кутом β . У стрілках з прямолінійними гостряками стрілочний кут одночасно є і початковим кутом $\beta_{\text{п}} = \beta$. В таких стрілках обидва гостряки можна застосовувати як для лівих, так і для правих стрілок.

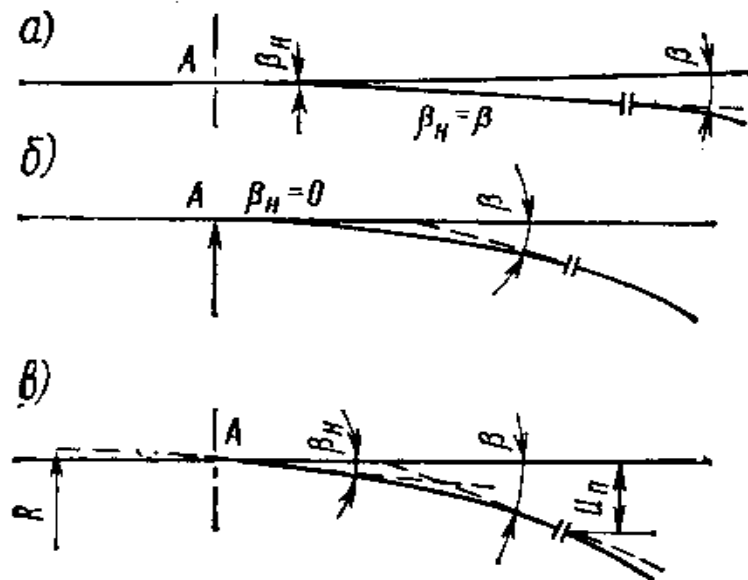


Рис. 2.3. Гостряки : а) прямолінійний; б) криволінійний дотичного типу; в) криволінійний січного типу

Криволінійні гостряки забезпечують менші кути ударів гребенів коліс і більш плавне проходження рухомого складу на бічну колію. Крім того, при таких гостряках довжина переводу коротше, ніж при прямих. Тому для всіх сучасних стрілочних переводів гостряки, що ведуть на бічну колію, робляться криволінійними. В симетричних переводах криволінійними є обидва гостряки.

Для забезпечення плавного накачування колеса, підстругування гостряка роблять в горизонтальній і вертикальній площинах. Горизонтальне стругання ведуть з нахилом 1/5, вертикальне – з пониженням щодо поверхні кочення головки рамної рейки: в перерізі, де ширина гостряка 50 мм, - 0 мм; в перерізі 20 мм - 2 мм; в перерізі 5 мм - 15 мм; в перерізі 0 мм - 25 мм.

Сучасні стрілочні переводи мають укриття гостряка під головку рейки (рис. 2.4), яке складає 4 мм і досягається обробкою бічної грані головки рамної рейки і додатковою обробкою вістря гостряка по робочому канту від перерізу, де його ширина 5 мм до вістря. Укриття вістря гостряка під головку рейки виключає можливість розрізу гостряка колісними парами, що мають підріз гребенів, а також знижує вірогідність викришування гостряка.

Робоча грань криволінійних гостряків в плані обкреслюється кривою одного або двох радіусів. Радіус гостряка вибирають одним з таких способів:

- радіус криволінійного гостряка R_{Γ} приймають на всьому протязі гостряка рівним радіусу перевідної (стрілочної) кривої ($R_{\Gamma} = R_{\Pi}$);

- радіус криволінійного гостряка збільшують в порівнянні з радіусом стрілочної кривої ($R_{\Gamma} > R_{\Pi}$);

- приймають криволінійний гостряк подвійної кривизни: спочатку радіусом, а далі меншим радіусом R'_2 . Звичайно радіус $R'_2 = R_{\Pi}$.

У звичайних стрілочних переводах типу Р50 марок 1/11 і 1/9 застосовуються гостряки одного радіусу, в стрілочних переводах типу Р65 марок 1/22, 1/18, 1/11, 1/9 і в переводах типу Р50 марки 1/18 – двох радіусів (табл. 2.1).

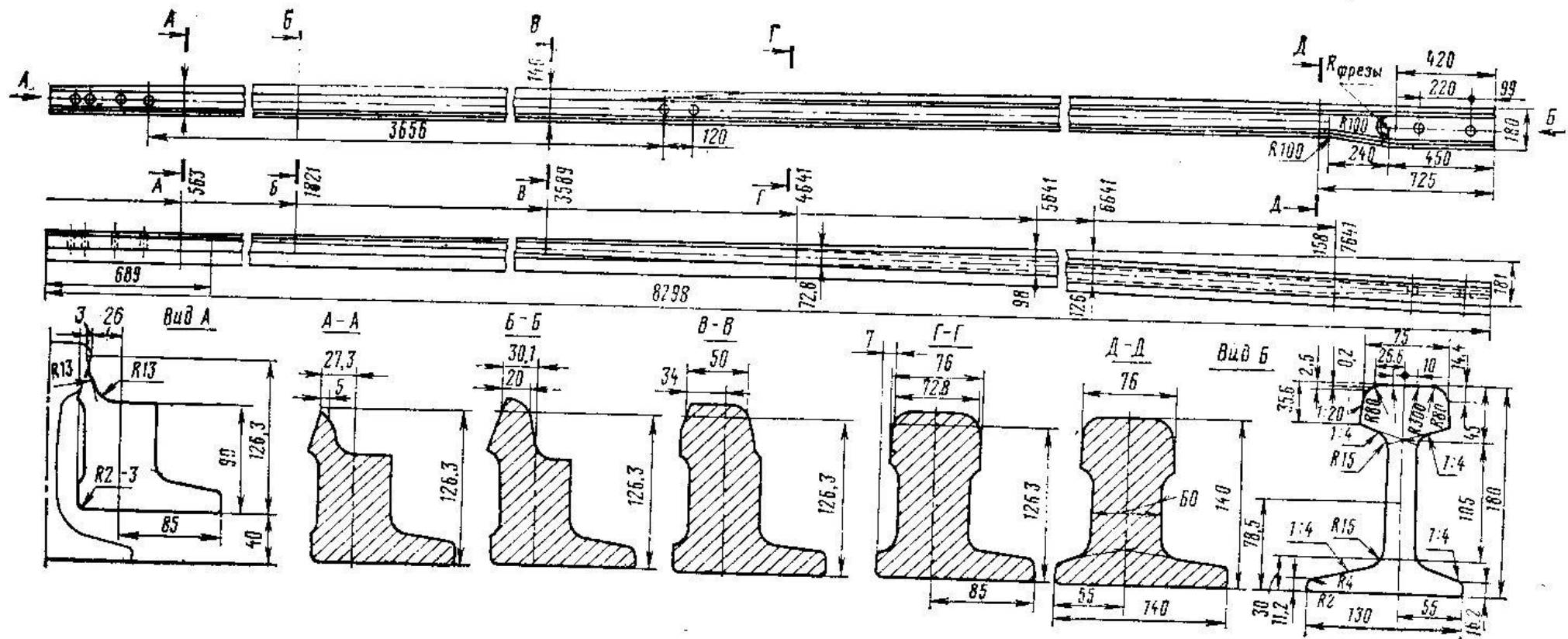


Рис. 2.4. Стругання гостряка до стрілки типу Р65

Радіуси гостряків

Тип і марка переводів	Вид переводу	Значення радіусів, мм		
		від вістря до перерізу осердя 40мм	від перерізу осердя 40 мм до кінця стружки	від кінця стружки до кінця гостряка
P65, 1/22	звичайний	3308000	1440000	144000
P65,P50,1/18	звичайний	1698000	960000	9600
P65,1/11, з нахилом	звичайний	400000	400000	300990
P65, 1/11,1/9	звичайний	400000	4000	300000
P50, 1/11, 1/9	звичайний	297259	297259	297259
P65,P50,1/11,1/9	симетричний	765000	765000	765000
P50,1/6	симетричний	276000	276000	200000
P50,1/6	симетричний	200700	200700	200700

Для зменшення вигину гостряків від дії горизонтальних поперечних сил над кожною стрілочною подушкою в зоні від кореню до початку стругання головки гостряка ставляться упорні болти або накладки, які передають бічний тиск від колеса через гостряк на рамну рейку і упорку (рис. 2.5). У більшості стрілочних переводів гостряки переводяться з одного положення в інше за рахунок повороту їх в корені без вигину самого гостряка.

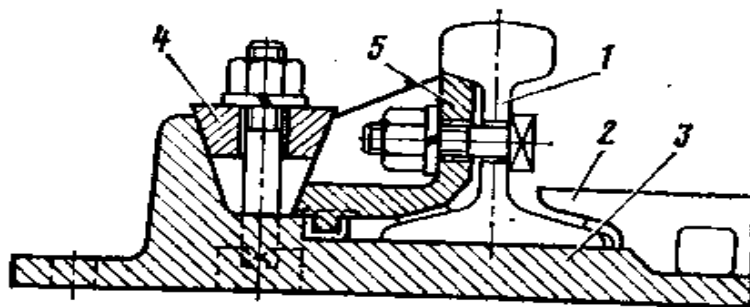


Рис. 2.5. Стрілочний башмак: 1 – рамна рейка; 2 – стрілочна подушка; 3 – підкладка; 4 – упорка

Кореневий пристрій в стрілці є одним з найскладніших і відповідальних вузлів. Він повинен забезпечувати незмінність ширини жолоба в корені, бути рівномірним звичному колійному стику, оберігати гостряк від горизонтальних поперечних, подовжніх і вертикальних переміщень, забезпечувати вільне переведення стрілки, бути міцним, зручним в експлуатації, недорогим і складатися з невеликого числа деталей.

Кореневі пристрої стрілок бувають шкворневого типу, вкладишно-накладочного типу і у вигляді простого стику при гнучких гостряках. Кореневий пристрій шкворневого типу зустрічається тільки в старих стрілках легких типів.

Вкладишно-накладочний кореневий пристрій (рис. 2.6) застосовується в стрілках типів Р65, Р50. Стик в корені прийнятий на вазі і змонтований на містку-лафеті. В корені гостряка між закріпленою упорною рамною рейкою і гостряком з примикаючою до нього рейкою перевідної кривої вставлений сталевий вкладиш. З боку осі колії гостряк і відповідна до нього рейка з'єднані чотирьохотвірною накладкою, яка закріплена нерухомо і дещо відігнута в середині у бік осі колії.

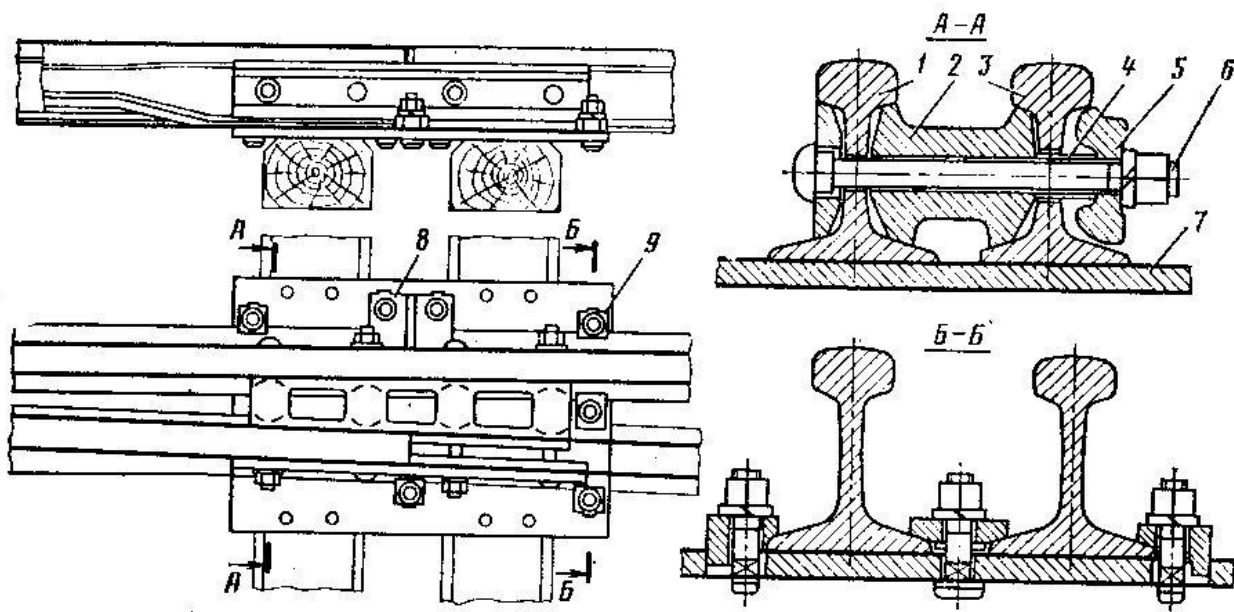


Рис. 2.6. Вкладишно-накладочне кореневе кріплення: 1 – рамна рейка; 2 – вкладиш; 3 – гостряк; 4 – втулка розпору; 5 – стикова накладка; 6 – болти; 7 – місток; 8 – упорка; 9 – клема

Між гостряком і накладкою є зазор, що допускає переведення гостряка з одного положення в інше. Для того, щоб накладка, яка заздалегідь зігнута в середині, при стяганні болтами не розгиналася, між накладкою і вкладишем (в шийці гостряка) на перший болт від початку гостряка надягають втулку розпору.

У стрілочних переводах марок 1/22 і 1/18, а також в переводі типу Р65 марки 1/11 з нахилом рейкових ниток застосовуються довгі гнучкі гостряки, які переводяться за рахунок їх пружного вигину. Конструкція гнучких гостряків з накладочним стиком в корені відрізняється тим, що в кінці тієї частини гостряка, яка переміщується при його переведенні, підошва гостряка обстругана з обох боків урівень з його головкою впродовж 800-900 мм з плавними відведеннями до повної ширини підошви на довжині 200-250 мм в кожний бік. Таке стругання підошви гостряка робили за 1-2 м до його кореня (рис. 2.7). Деяке ослаблення гостряка струганням його підошви компенсували підведенням під ослаблене місце містка-лафета. При переведенні такого гостряка відбувається вигин його в місці стругання, а стик кореня гостряка з примикаючою рейкою залишається закріпленим нерухомо.

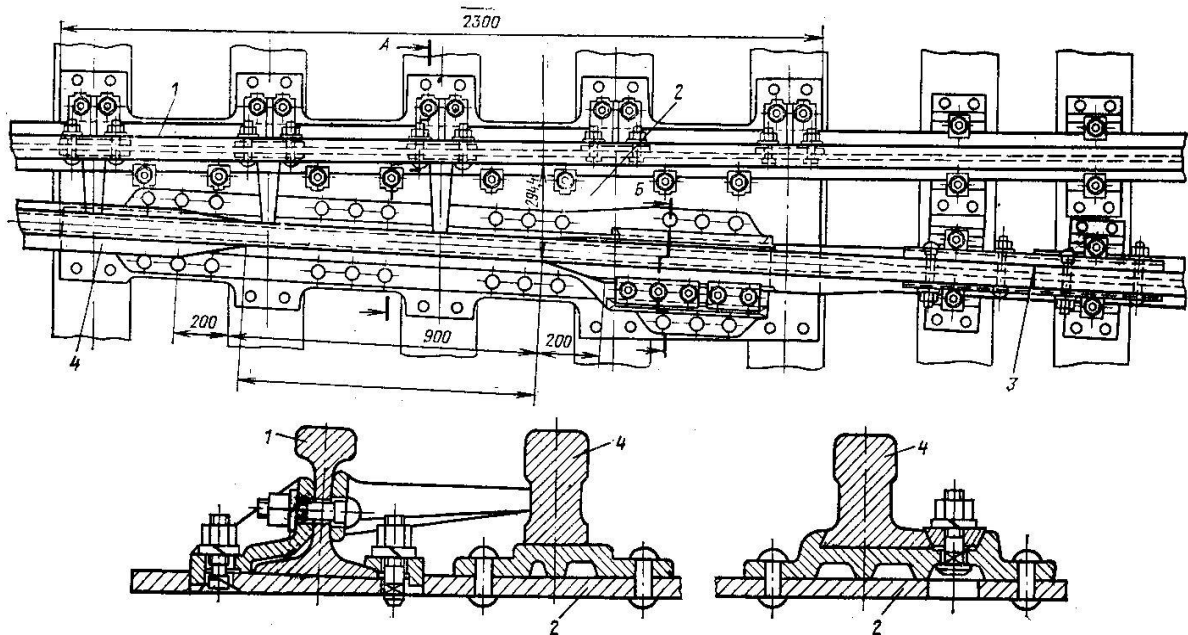


Рис. 2.7. Коренева частина гнучкого гостряка:
1 – рамна рейка; 2 – лафет; 3 – стик; 4 – гостряк

У останніх випусках стрілок з гнучкими гостряками ослаблення перерізу гостряка не роблять, оскільки відсутність цієї гнучкої частини тільки трохи збільшує зусилля, яке необхідне для переведення гостряків, і разом з тим знижує витрати на виготовлення гостряків і зберігає міцність на всій довжині гостряка за межами його бокового стругання. Це особливо важливо в умовах осьових навантажень і швидкостей руху, що безперервно ростуть, якщо врахувати, що опір вигину гостряка ОР65 повного профілю у вертикальній площині в 1,76 рази менше, ніж опір стандартної рейки типу Р65.

Гостряки спираються на виступаючі частини подушок (рис. 2.8) і ковзають по них при переведенні. Один з двох гостряків стрілки завжди притиснутий щільно до відповідної рамної рейки, другий гостряк в цей час відведений від іншої рамної рейки настільки, щоб гребені коліс рухомого складу, який проходить, не зачіпали його.

Для підвищення стійкості гостряків, забезпечення надійного щільного прилягання гостряків в робочому положенні до рамних рейок і упорних накладок, між гостряками влаштовуються поперечні в'язки у вигляді тяги. Розрізняють стрілочні, перевідні і апаратні тяги. За призначенням тяги бувають робочі і з'єднувальні. За допомогою робочої тяги до гостряків передаються перевідні зусилля для переведення гостряків з одного положення в інше. З'єднувальна тяга забезпечує (разом з робочими) правильну форму гостряків в плані. Перевідні тяги застосовуються в стрілках з гнучкими гостряками. Вони призначені для передачі перевідного зусилля від стрілочної тяги до важелів перевідного пристрою. Апаратна тяга передає зусилля від перевідного механізму безпосередньо до стрілочної тяги.

У стрілочних переводах марок 1/9 і 1/11 дві тяги – перша (робоча) встановлюється на відстані 400 або 360 мм від вістря гостряка, друга (з'єднувальна) – наприкінці зони бічного стругання гостряка. В стрілках з гнучкими гостряками, що мають велику довжину (в переводах марки 1/22-18500 мм; марки 1/18-15500 і марки 1/11 - 11000 мм), ставлять допоміжний важіль-шарнірний пристрій, який передає перевідне зусилля на другу робочу тягу, що притискує щільно гостряк до рамної рейки.

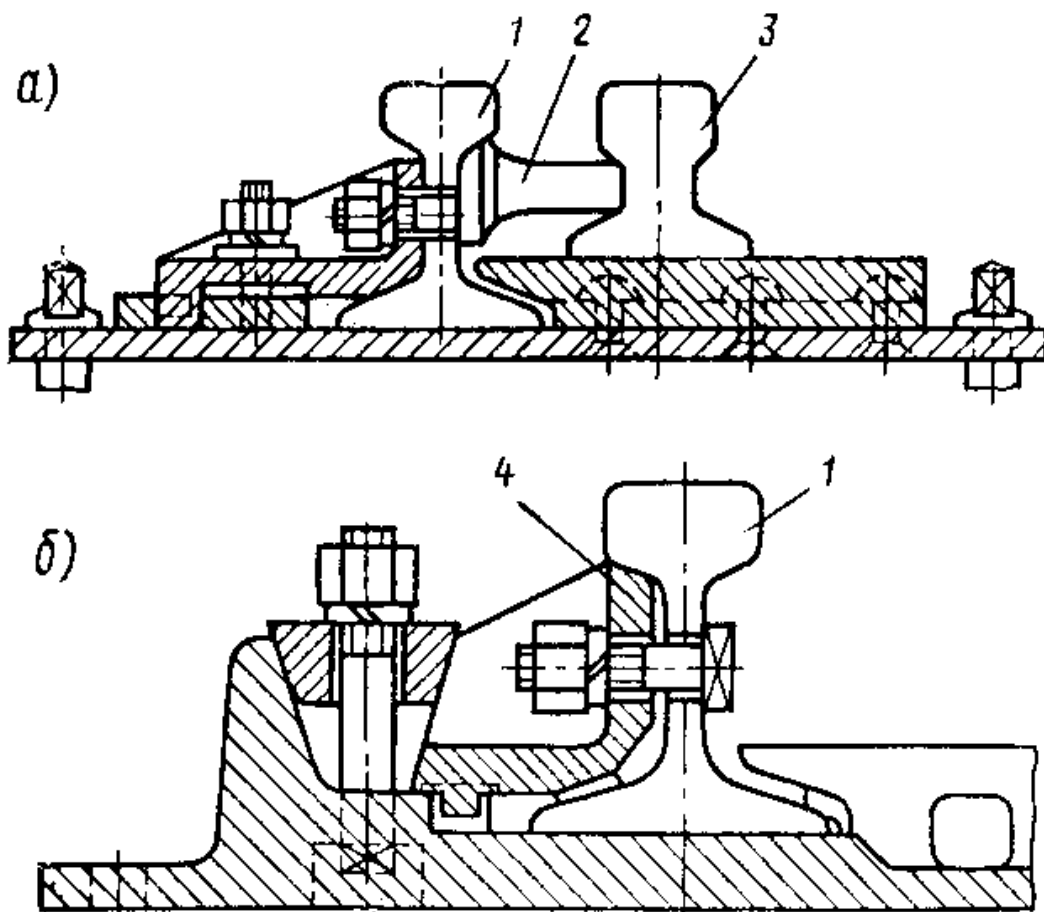


Рис. 2.8. Стрілочна подушка: 1 – рамна рейка; 2 – упорний болт; 3 – гостряк

Робоча і з'єднувальна тяги в звичайних стрілочних переводах жорсткі (постійної довжини), в переводах пологих марок регульовані. Кінці стрілочних тяг виконані у вигляді вилки, за допомогою якої тяги приєднуються до гострякових сережок. Сережки кріпляться до шийок гостряків за допомогою двох горизонтальних болтів (рис. 2.9). На стержні робочої тяги є одна або дві скоби для приєднання до них апаратної тяги або тяги перевідного механізму.

Стрілочний гостряк в робочому положенні надійно закривається з щільним притисненням його до рамної рейки. Для цього на стрілках ручного обслуговування є стрілочна закладка, яку при необхідності можна замкнути на висячий замок. Крім того, для замикання стрілок ручного обслуговування застосовують спеціальні контрольні замки, з яких найбільшого поширення набули замки системи Мелентьєва.

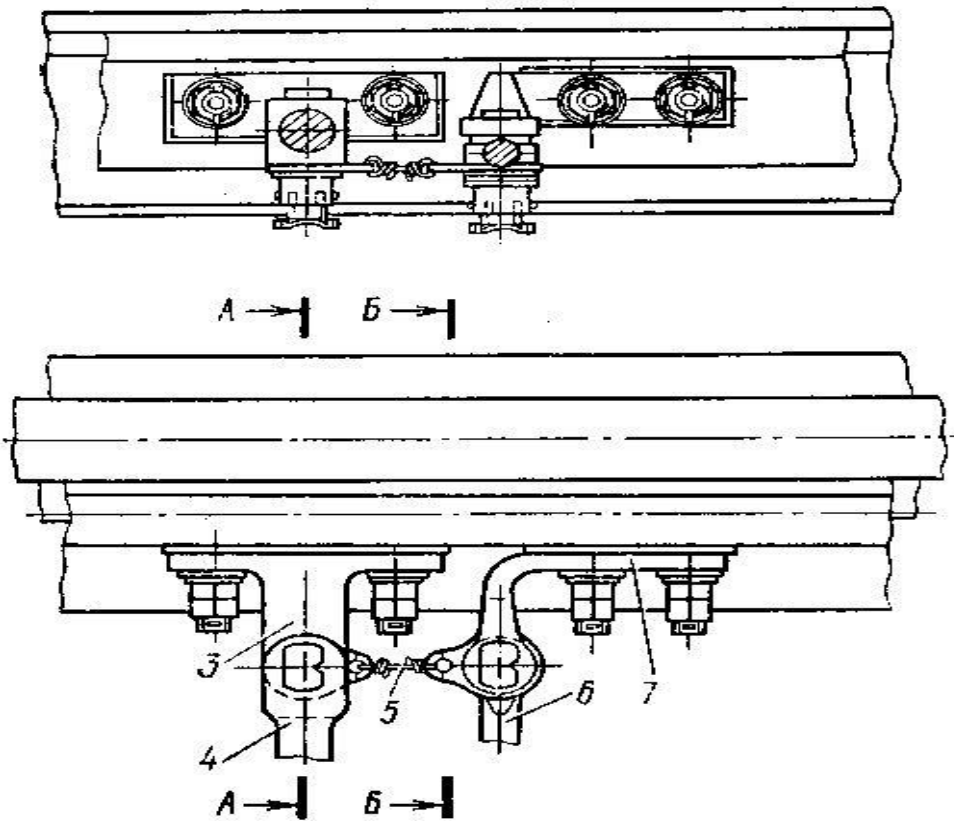


Рис. 2.9. Кріплення стрілочної тяги до гостряка

На стрілках, що ведуть на приймально-відправні колії, і на інших стрілках з інтенсивною роботою введена замість закладок спеціальна сполучна тяга з шарнірно-колінчастими замикачами (рис. 2.10).

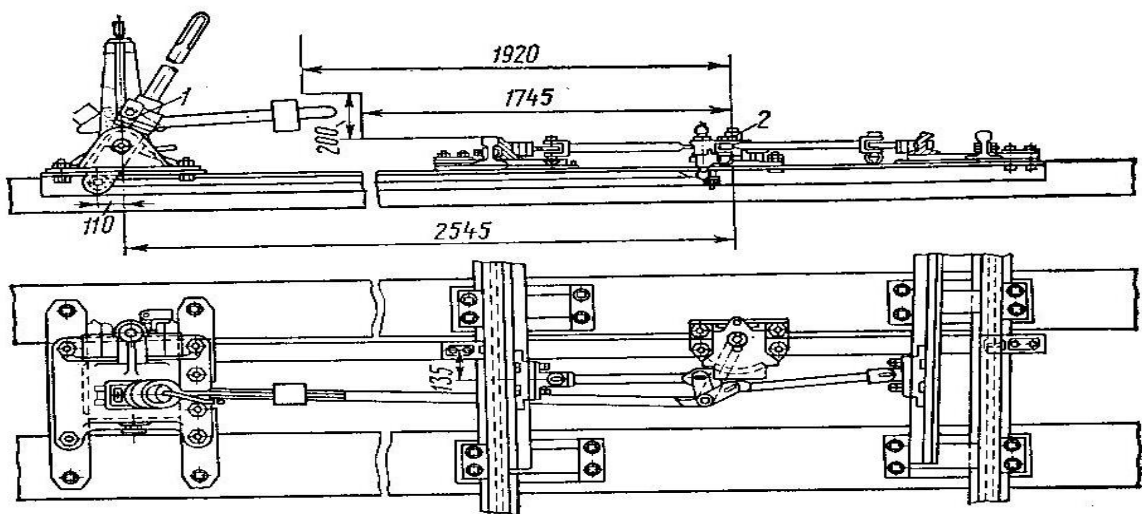


Рис. 2.10. Шарнірно – колінчастий замикач

За винятком стрілочного переводу Р65 марки 1/11 для швидкісного руху, сучасні стрілочні переводи не мають нахилу рейок. Всі рейки укладають на плоскі підкладки. За кореням гостряка, через нестачу відстані, доводиться укладати спеціальні подвійні підкладки. За коренем гостряка подвійні підкладки укладають від 2 пар в симетричних стрілочних переводах типу Р50 марки 1/6 до 16 пар в переводах пологих марок. В типових переводах Р65 і Р50 марок 1/11 і 1/9 за коренем гостряка укладають відповідно по 8 і 9 пар подвійних підкладок, а в переводі типу Р65 марки 1/11 для швидкісного руху по прямій колії з нахилом рейок подвійних підкладок за коренем немає.

Переведення стрілки з одного положення в інше проводиться за допомогою перевідних механізмів, включених в централізацію стрілок, або ручної дії. Широке застосування одержала електрична централізація стрілок, при якій для переведення стрілок застосовують електроприводи. Перевідний механізм ручного управління (рис. 2.11) є пристроєм важеля, в якому для полегшення переведення стрілки є противага-балансир. Перевідний механізм встановлюють так, щоб вертикальне положення перевідного важеля відповідало середньому положенню обох гостряків між рамними рейками. Перевідний механізм встановлюють так, щоб кронштейн станини, в яку вставлено ліхтарний стояк, був спрямований у бік хрестовини. При такому установленні перевідного механізму при випадковому ударі по перевідному важелю станина заважає важелю обернутися і перевести стрілку.

Стрілочні електричні приводи призначені для переведення, замикання і контролю положення гостряків централізованих стрілок. Вони забезпечують при крайніх положеннях гостряків щільне прилягання одного гостряка до рамної рейки, не допускають замикання стрілки при зазорі між притиснутим гостряком і рамною рейкою 4 мм і більш і відводять відтиснутий гостряк від рамної рейки на відстань не менше 125 мм. Стрілочні електричні приводи бувають врізані серії СПВ і не врізані серій СП і СПГ.

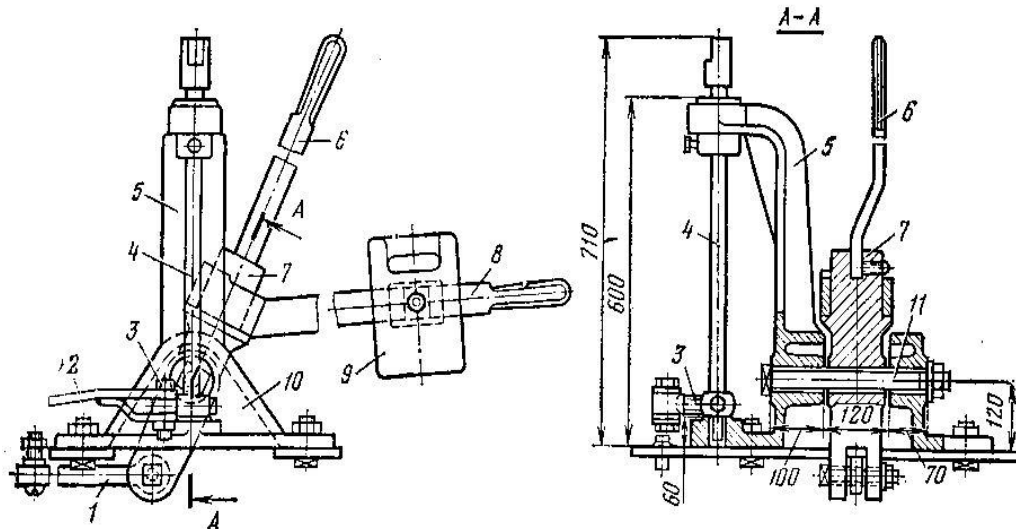


Рис. 2.11. Перевідний механізм ручного управління:

1 – перевідна тяга; 2 – ліхтарний стояк; 6 – перевідний важель; 8 – батанар

Стрілочні переводи, які призначені для укладання на коліях високошвидкісного руху, обладнуються електроприводами типу СП-3, які надійно забезпечують переведення стрілок з гнучкими гостряками, а також переведення рухомого осердя хрестовини.

2.3. З'єднувальні колії

До з'єднувальних колій відносяться зовнішні рейкові нитки від задніх стиків рамних рейок до кінця стрілочного переводу і внутрішні рейкові нитки від кореневих стиків гостряків до передніх стиків хрестовин.

Перевідна крива, що з'єднує стрілку з хрестовиною і веде на бічну колію, починається в корені гостряка і закінчується на деякій відстані перед математичним центром хрестовини. Перевідні криві обкреслені одним або декількома радіусами. В стрілочних переводах марки 1/11 вона обкреслена радіусом 300 м, в переводах марки 1/9 – радіусами 300 і 200 м, в симетричному переводі типу Р50 марки 1/9 – трьома радіусами 765, 500 і 400 м.

Зовнішню нитку перевідної кривої ставлять за ординатами, які вимірюються від робочої грані зовнішньої рейки прямої колії до робочої грані зовнішньої рейки бічної колії в точках через

кожні 2 м, починаючи від стику кореня гостряка. Внутрішню нитку перевідної кривої ставлять за шаблоном.

При дерев'яних брусах застосовують костильне скріплення рейкових ниток, при якому кожну підкладку зашивають п'ятьма костильми. Роздільні скріплення використовуються в стрілочних переводах типу Р65 марки 1/11 з нахилом і типу Р65 марки 1/18. В межах з'єднувальних колій стрілочні переводи закріплюють від утону пружинними противоугонами.

2.4. Конструкція хрестовин і контррейок

Хрестовина призначена для здійснення схрещення рейкових ниток в одному рівні. Всі хрестовини за конструкцією розділяються на дві основні групи: хрестовини без рухомих елементів і з рухомими елементами. Крім того, розрізняють хрестовини гострі і тупі. В простих стрілочних переводах хрестовини гострі, в перехресних переводах і глухих схрещеннях є як гострі, так і тупі.

Найбільшого поширення набули гострі хрестовини без рухомих елементів зі спеціальними конструкціями жолобів (рис. 2.12). Основними елементами такої хрестовини є осердя, що має робочі грані ОкВ і ОкС, два вусовики, дві контррейки, прикріплювачі і підкладки, стикові скріплення і болти з шайбами і гайками для об'єднання вусовиків і осердя в єдину конструкцію при збірних хрестовинах.

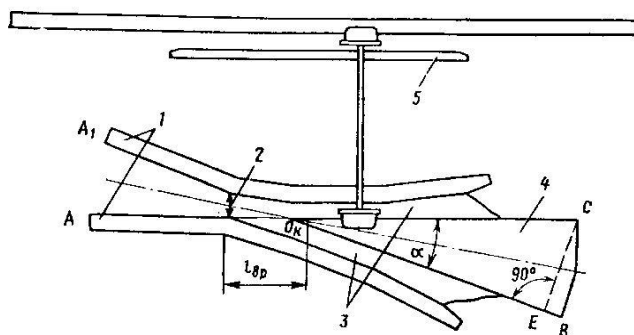


Рис. 2.12. Загальний вигляд гострої хрестовини: 1 – вусовики; 2 – горло; 3 – жолоби; 4 – осердя; 5 – контррейки

Точка O_k схрещення робочих граней хрестовини A_0k_B і A_1O_kC називається математичним центром, або математичним вістрям хрестовини. Практичне вістря має ширину 9-12 мм. Проміжки між бічними гранями вусовиків і осердям мають назву жолобів для проходу колісних гребенів. Найвужчий простір між вусовиками в їх вигині називають горлом хрестовини l_g . Ділянка $l_{ш}$ від горла хрестовини до практичного вістря осердя називається шкідливим простором. На цій ділянці гребінь колеса не спрямований робочою гранню.

Для поліпшення умов взаємодії колії і рухомого складу важливе значення має правильний вибір поперечних і подовжніх контурів осердя і вусовиків (рис.2.13). Для більшості хрестовин робоча поверхня вусовиків має поперечний ухил $1/20$. Осердя в поперечному перерізі має горизонтальний майданчик, перехідний до бічних граней із закругленням радіусом 5 мм. Від перерізу, де ширина осердя 40 мм, до кінця хрестовини радіуси цих закруглень поступово збільшуються до 13 мм (15 мм).

Щоб колеса не могли своїми гребенями потрапити в "ворожий" жолоб або створювати набігання і тиск на осердя, проти хрестовини укладають контррейки.

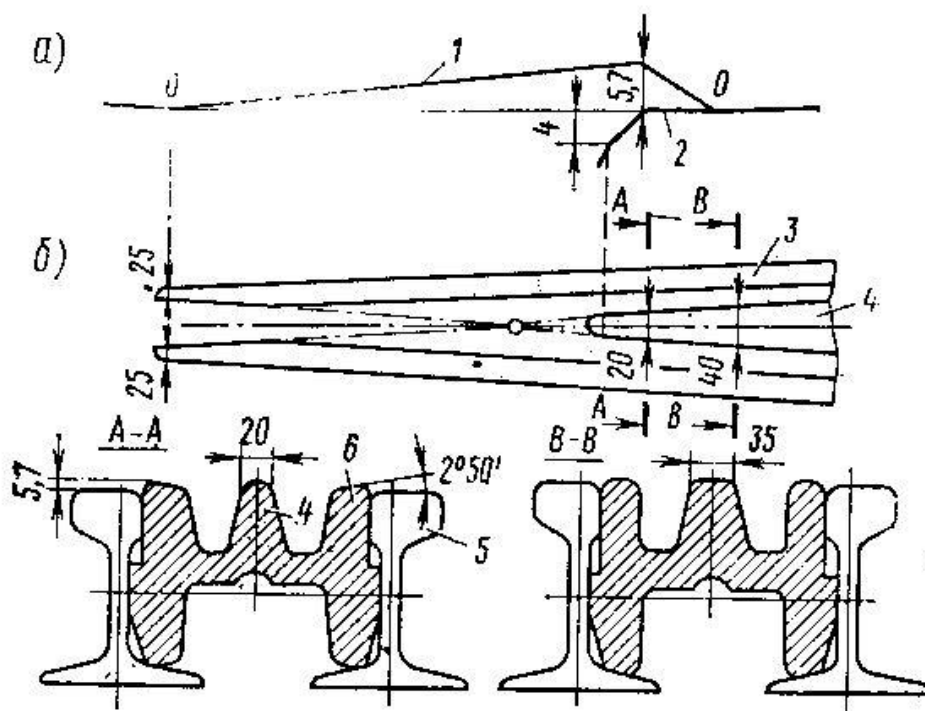


Рис. 2.13. Поздовжній і поперечний профілі хрестовини:
а) поздовжній переріз по всьому осердю; б) вигляд у плані

Довжина контррейки залежить від довжини $l_{ш}$ і збільшується із зменшенням кута хрестовини. Пряма частина контррейки повинна з деяким запасом перекривати відстань між горлом хрестовини і перерізом, де ширина осердя 40 мм. В цьому перерізі колесо вже цілком спирається на осердя. Кінці контррейки полого відігнуті, щоб забезпечувався плавний, без поштовхів, напрям коліс рухомого складу.

В сучасних конструкціях переводів застосовують контррейку спеціального профілю – більш високого, ніж нормальні рейки (рис. 2.14). Така контррейка при тій же довжині краще забезпечує необхідне положення коліс при проході через хрестовину.

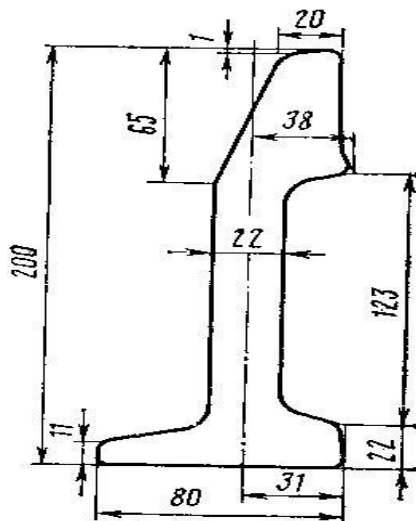


Рис. 2.14. Профіль контррейки для переводу типу Р65

Кут α , під яким схрещуються робочі грані вусовиків і осердя, називається кутом хрестовини. За конструкцією жорсткі хрестовини бувають збірно-рейкові (на коліях промислових підприємств), збірні з литим осердям і суцільнолиті. Збірно-рейкові хрестовини в даний час не виготовляються.

Хрестовини збірні з литим однобічним осердям загального відливання з частиною вусовиків, що зношується, в даний час на залізницях України прийняті як типові. В цих хрестовинах осердя і частина вусовиків, що зношується, створюють єдину монолітну конструкцію (рис.2.15).

Осердя виготовляють з високомарганцевистої сталі і приєднують до вусовиків з типових рейок.

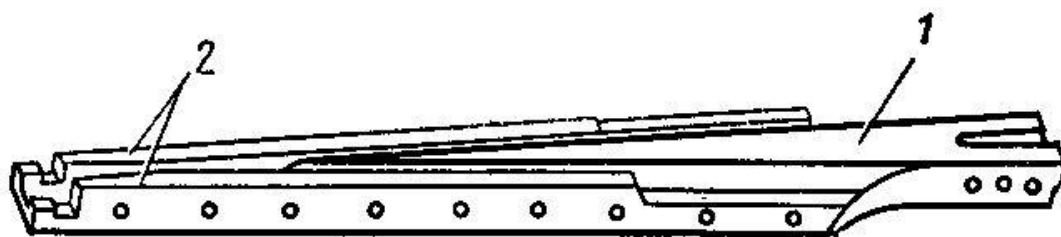


Рис. 2.15. Осердя з високомарганцевистої сталі:
1 – осердя; 2 – лита частина вусовиків

Суцільнолиті хрестовини для переводів типу Р65 марки 1/11 з швидкостями руху потягів по прямому напрямку до 160 км/год виготовляють з високомарганцевистої сталі. Суцільнолиті хрестовини серед жорстких є якнайкращими: вони малодетальні (одна деталь), володіють великою стійкістю і міцністю, мають великий термін служби і при виготовленні дешевші за збірні (рис.2.16).

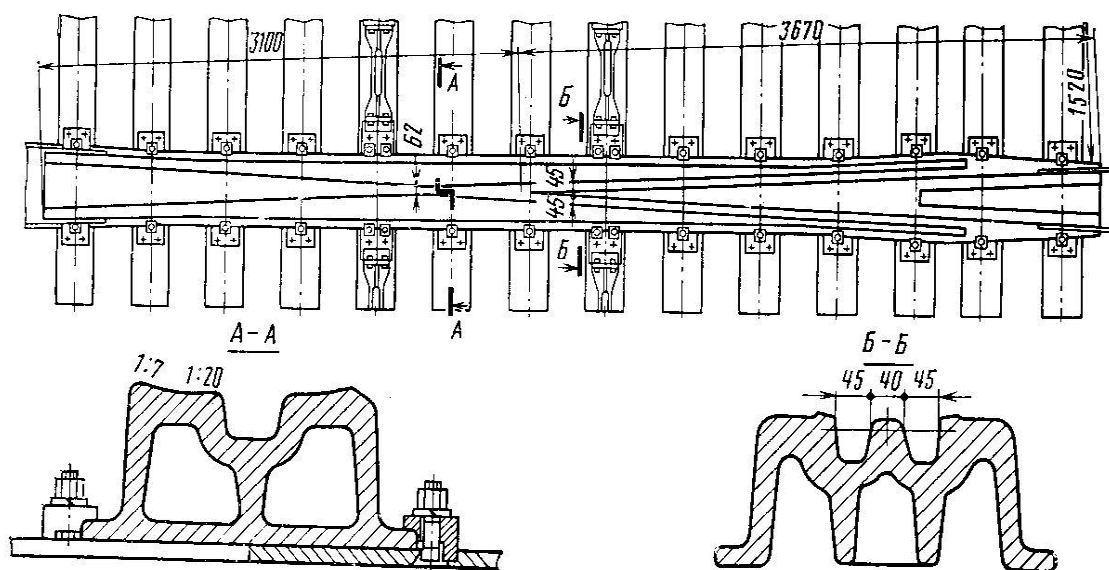


Рис. 2.16. Суцільнолита хрестовина

У суцільнолитих і збірних з литим осердям хрестовинах поверхня кочення вусовиків від горла до перерізу, де ширина осердя 20 мм, підвищується над поверхнею кочення колійних рейок до 5,7 мм, а до перерізу, де ширина осердя 35 мм,

знижується до нуля (до поверхні кочення рейок і осердя). Осердя від перерізу, де його ширина 20 мм, до практичного вістря знижується на 4 мм. Така форма осердя і вусовиків створює найсприятливіші умови для перекочування коліс з осердя на вусовик і назад (рис. 2.13), оскільки основна маса коліс з середнім або близьким до нього зносом перекочується з вусовика на осердя без тиску на вузьке вістря осердя і вузьку кромку вусовика.

Хрестовини з рухомими осердями (рис. 2.17) із спеціальних гострякових рейок створюють безперервність рейкової колії в зоні перекочування колеса з вусовика на осердя, тому сили динамічної дії на них якнайменші. Такі хрестовини дозволяють реалізувати перегінні швидкості руху потягів по стрілочному переводу; виключають застосування контррейок, завдяки чому зменшуються горизонтальні динамічні сили і сили тертя; процес зносу цих хрестовин відбувається повільніше, унаслідок чого термін їх служби набагато більше, ніж жорстких хрестовин.

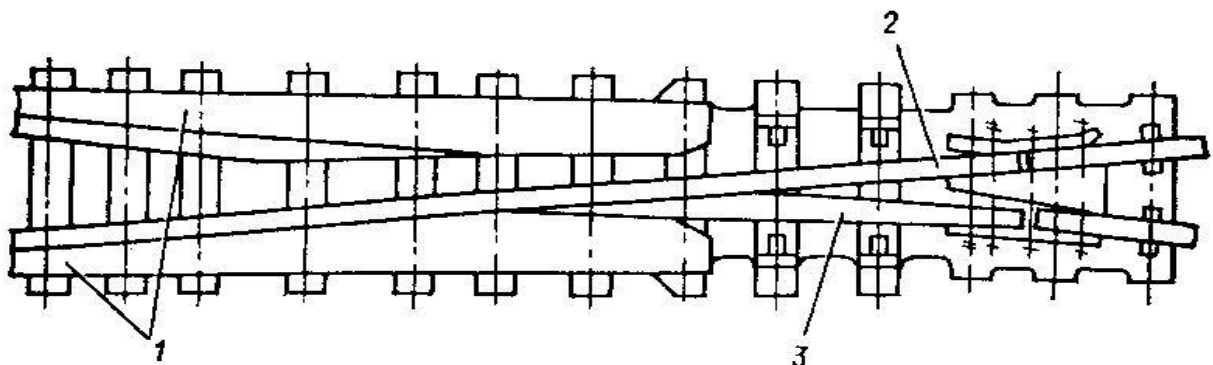


Рис. 2.17. Хрестовина з рухомим осердям з гострякових рейок:
1 – вусовики; 2 – довга рейка осердя; 3 – коротка рейка осердя

Хрестовини з рухомим осердям мають два вусовики в єдиному відливанні з високомарганцевистої сталі. Пересувне осердя складається з двох гілок різної довжини, які виготовлені з гострякових рейок типу ОР65 масою 1 м 83,8 кг. Головки цих рейок на заводі гартують з нагрівом струмами високої частоти. Частини осердя біля вістря після вертикальної і горизонтальної механічної обробки з'єднують шістьма горизонтальними болтами.

Обов'язковою умовою надійного переведення осердя з одного положення в інше є відсутність подовжнього уgonу гілок. Для цього рейки, що примикають до осердя по обох коліях, надійно закріплюються. Для закріплення від уgonу довгої гілки осердя (по прямій колії) служать вертикальні болти і спеціальні клеми на передкореневому містку.

Такі хрестовини у зв'язку з відсутністю шкідливого простору, контррейок і ударів в контррейки і вусовики дозволяють забезпечити плавний рух коліс рухомого складу при високих швидкостях. До недоліків хрестовин з рухомим осердям відносять необхідність застосування додаткового перевідного механізму, який повинен працювати синхронно з перевідним механізмом стрілки.

У цей час серійно випускаються хрестовини з рухомим осердям типу Р65 марок 1/11 і 1/18. Вусова частина цієї хрестовини суцільнолита, пересувне осердя виконано збірним з гострякових рейок ОР65, довга рейка і коротка з'єднуються ковзним зчленуванням (подовжнє відносно переміщення 7-8 мм). Подовжнє переміщення рейок осердя здійснюється за рахунок зазора в болтовому з'єднанні (ковзний стик), переведення осердя здійснюється перевідним механізмом за рахунок подовжнього переміщення і пружного вигину тієї або іншої гілки збірного осердя. При цьому ненавантажена гілка знаходиться під деякою напругою. Гнучкі гілки (рейки осердя в корені) жорстко закріплені.

2.5. Підрейкова основа

Підрейкова основа, на якій монтуються металеві частини стрілочного переводу, призначена об'єднувати в єдине ціле конструкцію стрілочного переводу, сприймати тиск від коліс рухомого складу через металеві елементи переводу і передавати цей тиск на баластний шар, пружно переробляти динамічні дії на стрілочний перевід, забезпечувати стійкість і опір переміщенням всіх елементів переводу. Підрейкова основа може бути представлена дерев'яними або залізобетонними перевідними брусами.

Дерев'яні перевідні бруси найбільшою мірою відповідають вимогам, що пред'являються до підрейкової основи в межах стрілочного переводу. Вони мають достатню пружність, значну міцність, просту форму. Проте на виготовлення брусів витрачається будівельний ліс, а самі вони мають порівняно недовгий термін служби.

Залежно від засобу виготовлення перевідні бруси бувають обрізні А і необрізні Б (рис. 2.18). Вони підрозділяються на три типи: I – для головних колій, II – для малодіяльних колій і колій сортувальних гірок, III – для під'їзних колій промислових підприємств. Перевідні бруси виготовляють завдовжки від 3 до 5,5 м з інтервалом 0,25 м.

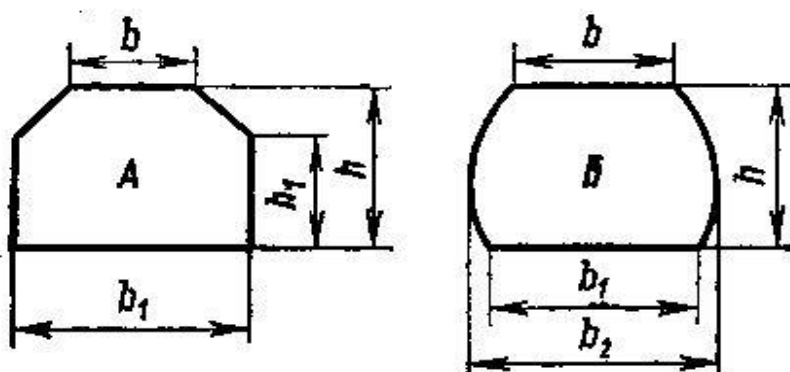


Рис. 2.18. Поперечні перерізи дерев'яних брусів

Бруси виготовляють з сосни, ялини, ялиці, модрина, кедру і берези і просочують маслянистими антисептиками.

Кількість брусів під стрілочним переводом визначається епюрою розкладки. Мінімальний виліт кінців брусів установлений рівним 575 мм. Флюгарочні бруси (на кінцях яких встановлюється перевідний механізм) мають довжину 4,5 м. Ширину постелі брусів (табл. 2.2) вимірюють в найвужчому місці на протязі від 350 до 750 мм від вершинного торця. Під стрілку і хрестовину укладають бруси, ширина верхньої постелі яких рівна 220 мм, а бруси з постіллю шириною 200 мм укладають на з'єднувальних коліях. Набір брусів для одного переводу називають комплектом.

Таблиця 2.2

Поперечні розміри перевідних брусів, мм

Вигляд і тип брусів	Товщина, Н	Ширина зовнішньої постелі, b			Ширина внутрішньої постелі, b1	Ширина по непропилених боках, b2	Висота пропиленого боку, h1
		Розширена (y)	Широка (ш)	Нормальна (н)			
Обрізні(А):							
I	180	220	200	-	260	-	150
II	160	220	-	175	250	-	130
III	160	-	200	175	230	-	130
Необрізні(Б):							
I	180	220	200	-	260	300	-
II	160	220	-	175	250	280	-
III	160	-	200	175	230	260	-

Для зручності заготівлі і відправлення перевідних брусів для стрілочних переводів різних типів і марок встановлено шість різних комплектів брусів (табл. 2.3). В одному комплекті можуть бути бруси тільки однієї породи дерева, за винятком ялинових і ялицевих брусів, які можна включати разом в один комплект.

Таблиця 2.3

Кількість брусів у комплекті

Тип комплекту	Тип рейки	Марка хрестовини	Кількість брусів в комплекті за довжиною, м											Всього
			3,0	3,25	3,5	3,75	4,0	4,25	4,5	4,75	5,0	5,25	5,5	
A ₁	P65	1/22	16	39	21	16	14	12	10	10	11	10	11	170
A ₂	P65 P50	1/18	31	16	17	12	11	9	9	9	9	8	7	137
A ₃	P65	1/11	16	10	8	7	5	6	6	6	5	6	4	80
A ₄	P65	1/9	17	10	8	4	6	5	4	4	4	4	-	68
B ₁	P50	1/11	16	8	7	8	4	6	5	5	5	6	3	75
B ₂	P50 P43	1/9	17	7	7	5	3	4	4	4	5	4	-	63

Залізобетонні бруси (рис. 2.19) виготовляють трапецієподібного перерізу, з постійною шириною нижньої поверхні, що дорівнює 300 мм, в середній частині поперечний перетин зменшено аналогічно залізобетонній шпалі. Довжина виготовлених брусів від 3,0 до 5.5 м з інтервалом через 0,25 м, маса брусів – від 330 до 750 кг.

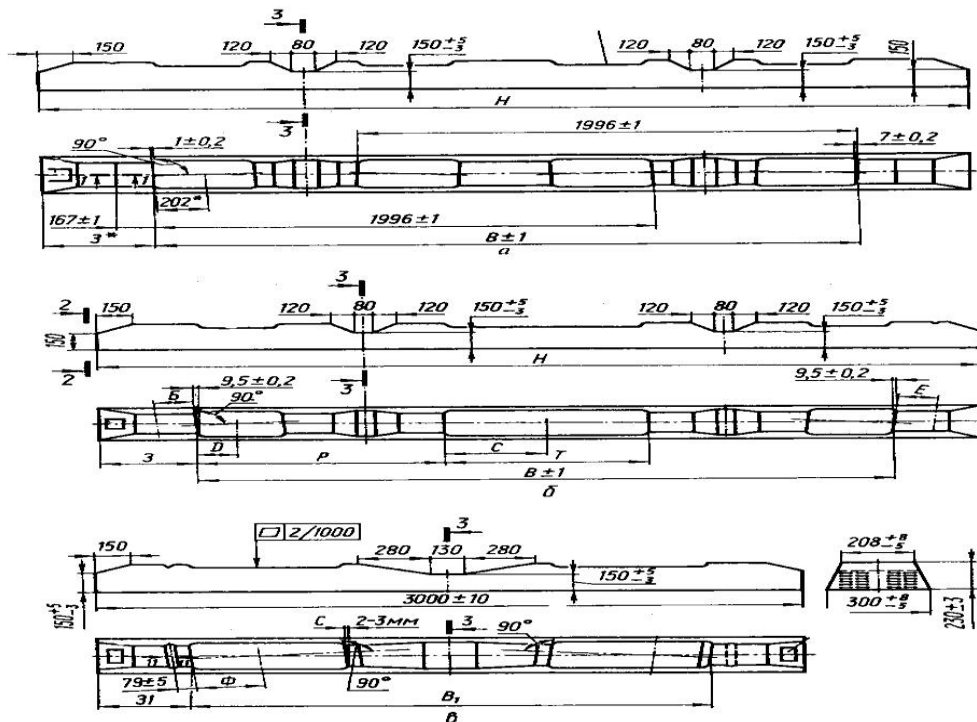


Рис. 2.19. Попередньо напружені залізобетонні бруси

Аналогічно залізобетонним шпалам бруси випускаються попередньо напруженими. Вони мають арматуру із сталевого дроту діаметром 3 мм.

Бруси не мають нахилу підрейкової площадки, за винятком брусів перехідних ділянок перед стрілкою і за хрестовиною, де здійснюється перехід від нахилу 1/20 на прилеглих ділянках колії до горизонтальних підрейкових площадок брусів стрілочних переводів, які не мають нахилу рейкових ниток. Число перехідних брусів, де виконується плавний відвід нахилу рейок, дорівнює 6 для кожної перехідної ділянки стрілочних переводів обох марок Р65 1/9 і Р65 1/11, в тому числі: 2 бруси з нахилом площадок 1/80, 2 бруси – з нахилом 1/40 і 2 бруси – з нахилом 1/27.

Перехідні бруси зі змінним нахилом укладаються в межах перехідної ланки, прилеглої до стрілочного блоку, і за захрестовинними блоками по прямій і боковій і колії. Безпосередньо перед основними брусами стрілки укладаються 4 перехідних бруси без нахилу. Такі ж бруси без нахилу укладаються в межах захрестовинного блоку, за довгими брусами перед перехідними брусами зі змінним нахилом. Число таких брусів – по 7 шт. по прямій і по боковій колії. Порядок і схеми укладання залізобетонних брусів під стрілочними переводами встановлюються окремими «Технічними вказівками на укладання стрілочних переводів на залізобетонних брусах».

Конструкція залізобетонних брусів передбачає укладання стрілочних переводів на ділянках з електричною централізацією і без неї. Для переводів, що використовуються на ділянках з електричною централізацією, може використовуватись спеціально виготовлена гарнітура до електроприводів або дозволяється використовувати звичайну гарнітуру, пристосувавши під закладні болти зв'язуючу шайбу (смугу).

2.6. Швидкості руху по стрілочних переводах

Швидкості руху по стрілочних переводах, що допускаються, розраховують, виходячи з вимог забезпечення їх міцності, неперевищення допустимих значень ударно-динамічної дії гребенів коліс на елементи стрілочного переводу (гостряк, контррейка, вусовики), непогашеного відцентрового прискорення при проходженні по перевідній кривій, і остаточно встановлюють з урахуванням результатів натурних випробувань переводів під навантаженнями.

Стрілочні переводи для високих швидкостей руху поїздів (табл. 2.4) підрозділяються на дві групи. Перша група переводів дозволяє реалізувати високі швидкості руху потягів по прямому напрямку. Переводи типу Р65 марки 1/11 з жорсткою суцільнолитою хрестовиною допускають по прямій колії швидкістю 160 км/год, а по бічній колії – 50 км/год.

Таблиця 2.4

Стрілочні переводи типу Р65 для швидкісного руху

Марка пере- воду	Стрілки				Хрестовина			Довжина прямої вставки, мм	Радіус перевідної кривої, мм	Загальна довжина переводу, мм
	Кореневий пристрій	Довжина гостряка, мм	Довжина рамної рейки, мм	Радіус гостряка, мм	Конструкція	Довжина передньої частини, мм	Довжина задньої частини			
1/22	Гнучкі гостря- ки	18500	25000	1444560	Збірна з литим осердям	2000	5060	1080	1444560	70540
1/18	-	15500	25000	961690	Суцільно- литі	2150	4425	1112	961690	57519
1/11, з нахи- лом		12500	21975	400000	Суцільно- литі	2235	3670	3147	300990	34487
1/11, з нахи- лом		12500	21975	400000	Збірні з рухомим осердям	2950	6830	3285	300990	37647

Друга група переводів дозволяє реалізувати високі швидкості руху потягів в обох напрямках. Переводи типу Р65 пологих марок 1/18 і 1/22 допускають по прямій колії швидкість до 160 км/год (при хрестовині з рухомим осердям – 200 км/год), а по бічній відповідно 85 і 120 км/год.

Стрілочний перевід типу Р65 марки 1/11 з суцільнолитою хрестовиною має ширину колії 1520 мм, що зменшило ухили відведення ширини колії, ширина жолобів і кути удару у вузлі хрестовини. Цей перевід має нахил поверхонь кочення рейкових ниток 1/20, гнучкі гостряки по 12,5 м, довші рамні рейки, подовжені контррейки.

Нахил рамних рейок створюється за рахунок укладання рамних рейок на стрілочні підкладки і кореневі лафети з похилими поверхнями. Нахил рейок з'єднувальних колій забезпечується підкладками з нахилом, а гостряків і суцільнолитої хрестовини – механічною обробкою поверхонь кочення.

Стрілочний перевід типу Р65 марки 1/11 з хрестовиною, що має пересувне осердя, має таку ж стрілку, як і перевід з суцільнолитою хрестовиною. Розрізняються ці переводи лише частиною хрестовини.

Вусовики хрестовини з рухомим осердям виконані у вигляді єдиного відливання із сталі. Збірне пересувне осердя складається з двох гілок, виготовлених з гострякових рейок ОР65. Хрестовина з безперервною поверхнею кочення за відсутності контррейок дозволила понизити динамічні сили в зоні хрестовини до рівня, що має місце при проходженні поїздом стрілки.

Стрілочний перевід типу Р65 марки 1/18 випускається з роздільним скріпленням для з'єднувальних колій без нахилу поверхонь кочення рейкових ниток. Хрестовина виконана суцільнолита і укладається на бруси без лафета.

Стрілочний перевід типу Р65 марки 1/22 розроблений без нахилу. Стрілка і хрестовина прикріплюються до брусів шурупами, рейки з'єднувальних колій – костиллями. Цей перевід запроєктований тільки для централізованого управління. На переводі встановлюються два синхронно діючих електроприводи, оскільки гостряки довгі і перевідне зусилля значне. Перший привід підводять до гостряків по першій стрілочній тязі, а другий – по шостій від вістря на відстані 10,485 м від перших.

На закордонних залізницях для високих швидкостей руху потягів набули значного поширення переводи пологих марок: в США марки 1/20 і симетричний марки 1/24, у Франції марок 1/20, 1/33 і 1/62, в Німеччині марки 1/18,5.

2.7. Номенклатура стрілочної продукції, що випускається заводами України

На Україні вся стрілочна продукція виготовляється на трьох стрілочних заводах. Два з них, Дніпропетровський стрілочний завод і стрілочний цех Керченського металургійного комбінату, випускають практично всю необхідну продукцію для з'єднань і схрещень колій для магістрального і промислового транспорту. Третій – Макіївське стрілочне виробництво – в основному спеціалізовано на випуску менш складних і менш вживаних конструкцій стрілочних переводів вузької колії для вугледобувної промисловості.

Продукція Дніпропетровського стрілочного заводу (ДСЗ) добре відома на всіх залізницях СНД з часів СРСР, оскільки він є постачальником стрілочної продукції для магістральних залізниць з 1936 року. В СРСР він був одним з трьох головних постачальників стрілочних переводів на стрілочні залізниці (разом з Новосибірським і Муромським стрілочними заводами). ДСЗ головним чином спеціалізується на випуску стрілочних переводів і схрещень для магістрального транспорту. На спеціальні замовлення ДСЗ виготовляє раніше і тепер стрілочні переводи для зарубіжних споживачів з європейським стандартом рейкової колії 1435 мм. ДСЗ є монополістом у виробництві таких рідкісних конструкцій, як подвійні перехресні стрілочні переводи, у тому числі з рухомими елементами. Перелік пропонованої споживачам продукції ДСЗ складає більше 30 найменувань.

Керченське стрілочне виробництво було організовано порівняно недавно (в 1980 р.) на базі Керченського металургійного заводу, і спочатку, за часів СРСР, воно було головним підприємством по виробництву стрілочної продукції для промислового транспорту. В даний час, з початком функціонування українських залізниць як самостійної державної транспортної системи, Керченське виробництво, продовжуючи залишатися головним виробником стрілочної продукції для промислових залізниць України, значно розширило асортимент стрілочної продукції, що випускається, опанувало випуск сучасних стрілочних переводів для магістрального транспорту, випуск нових нетрадиційних виробів, таких, як гарнітура електроприводів, башмакоскидачі, перехідні рейки, трамвайні стрілки та ін. Зараз Керченське виробництво пропонує споживачу близько 40 видів виробів, у тому числі: для магістрального транспорту, промислового наземного і підземного транспорту, а також для міських трамвайних колій.

Обидва основні стрілочні заводи – Дніпропетровський і Керченський – є сучасними, добре технічно оснащеними виробництвами, що випускають продукцію конкурентоспроможну із зарубіжними виробами.

Макіївське стрілочне виробництво, створене на базі колійних майстерень Укруглепромтрансу, спеціалізується на

випуску стрілочної продукції для підприємств вугільної промисловості, під'їзних колій деяких промпідприємств для прохідницьких ліній будівництва метрополітену та ін. Випускаються в основному вузькоколіїні стрілочні переводи з рейок Р43, Р34, Р24 для колії 750, 600 і 900 мм. В невеликій кількості завод може виготовляти переводи марок 1/7 і 1/9 з рейок Р50 і Р65.

Маркування гостряків, рамних рейок, осердя хрестовин і контррейок указується товарним знаком заводу-виробника в буквеному або цифровому вигляді. Окрім такого знака, в маркуванні даються порядковий з початку року номер виробу, рік виготовлення і інші характеристики.

Єдине маркування стрілочної продукції містить основну, додаткову і допоміжну інформацію. Основна інформація складається з трьох знаків: порядкового номера виробу, товарного знака заводу - виготівника, року виготовлення виробу. Додаткова інформація наноситься вслід за основною: тип виробу (гостряк, рамна рейка, осердя, хрестовина, контррейка) і знаменник марки переводу (6, 9, 11, 18, 22). До допоміжної інформації відноситься номер плавки, відомості про термообробку, напрям стрілки («вліво», «вправо») і т.д. Основні знаки маркування обов'язкові, додаткові і допоміжні можуть проставлятися на виробі частково.

Маркування рамних рейок наноситься білою фарбою, що не змивається, на шийці рейки зовні колії в зоні заднього стику. Маркування гостряка вибивається на передньому торці гостряка і дублюється на задньому. Наприклад, маркування гостряка 1218-Н-91-Т38-ПЗ означає, що гостряк (1218) виготовлений Новосибірським заводом (Н) в 1991 р. (91), номер плавки Т38, гостряк термооброблений (ПЗ). Перші три знаки основні, два подальших допоміжні.

Маркування стрілки наноситься білою фарбою на шийці обох рамних рейок в передньому вильоті на відстані 0,5 м від вістря гостряка. Дублююче маркування пишеться білою фарбою на шийці кожного гостряка від кінця бічного стругання у бік кореня протягом 1 м.

Маркування хрестовини наноситься білою фарбою на обох вусовиках в зоні, вільній від кріпильних деталей. Дублююче

маркування металевими клеймами робиться на поверхні головок вусовиків в їх задній частині на відстані 0,5 м від торця на довжині 200 мм.

Наприклад, маркування хрестовини 470-278-05-P50-11 означає, що хрестовина (470) типу P50 для переводу марки 1/11 виготовлена на Дніпропетровському (278) заводі в 2005 р.

Для правильного і швидкого складання і укладання переводу маркують також всі дрібні деталі: зв'язні смуги, підкладки, розпірки, тяги, станини перевідного пристрою. Знаки наносять металевими клеймами або білою фарбою. Висота вибитих знаків 8 мм, таких, що наносяться фарбою, – 40 мм. На напівстрілках (гостряк в зборі з рамною рейкою, башмаком і кореневим пристроєм), хрестовинах і контррейкових вузлах (контррейка в зборі з приконтррейковою рейкою і підкладками) відзначають також центр ваги вузла: його позначають білою фарбою нанесенням упоперек головки рейки або вусовика широкої риски і букв «ЦТ».

До кожної стрілки додається технічний паспорт, в якому вказаний завод - виробник, заводський номер, тип і марка виробу, дата виготовлення, рік виготовлення рейок, використаних при виготовленні стрілки. В паспорт включені також креслення і технічні умови на виготовлення і приймання стрілки, схема її укладання, епюра укладання стрілочного переводу, перелік, номери і кількість основних деталей з вказівкою порядкових номерів на схемі стрілки. Паспорт в непромокальному пакеті закріплюють між рейкою і закореневим вкладишем.

У хвостовому стику хрестовини між вкладишем і накладкою закріплюють аналогічний паспорт з додаванням до нього схеми укладання і маркування деталей хрестовини в непромокальному пакеті.

3. РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДИНОКОГО ЗВИЧАЙНОГО СТІЛОЧНОГО ПЕРЕВОДУ

3.1. Послідовність розрахунків і загальна розрахункова схема стрілочного перевodu

Стрілочні переводи повинні відповідати тим умовам руху, до яких вони призначені. В кожному конкретному випадку в залежності від умов експлуатації (швидкості руху, основних навантажень, вантажонапруженості) основні параметри обґрунтовують і визначають розрахунками. Існує декілька методів визначення основних параметрів і розмірів стрілочних переводів, які використовують в залежності від конкретних умов проектування. В даному посібнику пропонується наступна послідовність розрахунків, яка враховує особливості динамічної взаємодії рухомого складу і стрілочного перевodu.

1. Визначаються основні параметри перевodu – кути криволінійного гостряка, його радіуси, радіус перевідної кривої, марка хрестовини, довжина прямої вставки і теоретична довжина перевodu і виконується їх взаємне погодження. При цьому враховується відповідність цих параметрів умовам руху рухомого складу.

2. Визначаються геометричні розміри елементів стрілочного перевodu та їх взаємне розміщення.

3. Розраховуються осьові розміри та komponується епюра перевodu.

Епюра перевodu є основним документом для розбивання стрілочного перевodu на місцевості та його укладання. Вона складається з двох частин: схеми розбивання перевodu із зазначенням усіх кутів і розмірів та епюри укладання перевідних брусів з вказівкою їх розмірів та кількості.

На рис. 3.1 надана загальна розрахункова схема одиночного звичайного стрілочного перевodu у вигляді робочих граней головок рейок та інших елементів.

На розрахунковій схемі наведені такі умовні позначення:

α - кут хрестовини;

β_n - початковий кут гостряка;

β_m - кут, який відповідає точці М зміни радіуса гостряка;
 β - загальний стрілочний кут;
 ψ - центральний кут (кут, що відповідає дузі гостряка);
 R'_c - радіус гостряка, від його початку до точки М, в якій ширина головки гостряка дорівнює, як правило 40 мм;
 R''_c - радіус гостряка від точки М до його кінця;
 R_n - радіус перевідної кривої;
 n – довжина передньої частини хрестовини;
 p - довжина хвостової частини хрестовини;
 d – пряма вставка (відстань від кінця перевідної кривої до математичного центру хрестовини O_4)
 g – довжина переднього вильоту рамної рейки;
 g_1 - довжина заднього вильоту рамної рейки;
 L_2 - довжина криволінійного гостряка;
 L'_2 - проекція криволінійного гостряка на напрямок рамної рейки;
 S_0 - ширина колії стрілочного перевodu;
 H_m - теоретична довжина перевodu;
 H_n - загальна або практична довжина перевodu;
 a_0, b_0, a, b – відстані від центру перевodu O_1 до відповідно: початку гостряків, математичного центру хрестовини O_4 , переднього стику рамної рейки, стику хвостової частини хрестовини;
 f_0, f – відстані до граничного стовпчика від математичного центра хрестовини O_4 та центру перевodu O_1 .

Як початкові, для розрахунків перевodu приймаються такі параметри:

- швидкість руху поїздів по прямому (V_n) та бічному (V_o) напрямках перевodu;
- марка хрестовини $\frac{1}{N}$, яка обирається на підставі досвіду роботи і проектування переводів в залежності від V_n і V_o ;
- тип рейок колій, які примикають до перевodu;
- епюра та тип шпал на прилеглих коліях;
- ширина колії S_0 в переводі.

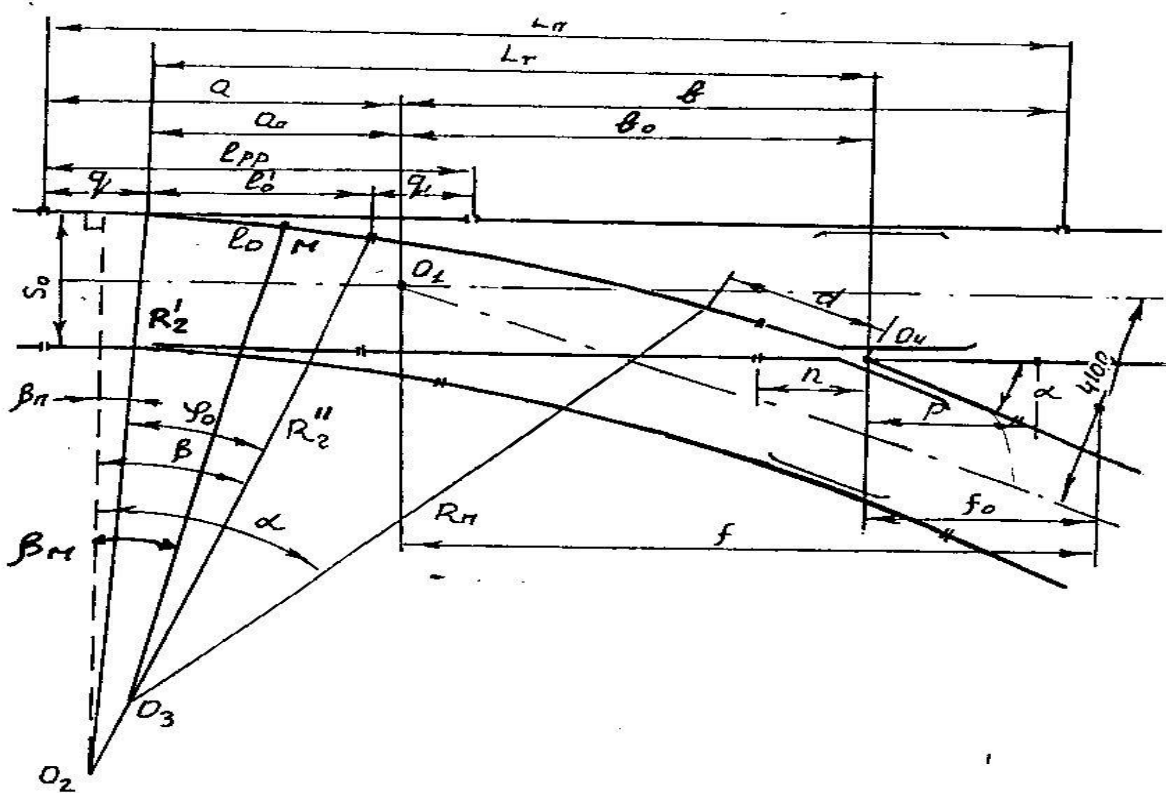


Рис. 3.1. Розрахункова схема стрілочного переводу

3.2. Розрахунок основних параметрів стрілочного переводу

3.2.1. Визначення основних параметрів криволінійного гостряка

Поодинокі звичайні стрілочні переводи проектуються, як правило, з криволінійними гостряками січного типу подвійної або постійної кривизни.

Гостряки подвійної кривизни ($R'_2 > R''_2$) забезпечують більш плавний рух поїздів на бічний напрямок і зменшують довжину переводу. Такі гостряки застосовують для стрілочних переводів з шириною колії 1520 мм.

Для переводів з шириною колії 1520 мм використовують, як правило, гостряки постійної кривизни ($R'_2 = R''_2 = R_2$).

Метою розрахунку є визначення параметрів R'_2 , R''_2 (або R_2), β_{π} , β_m , β (рис. 3.2).

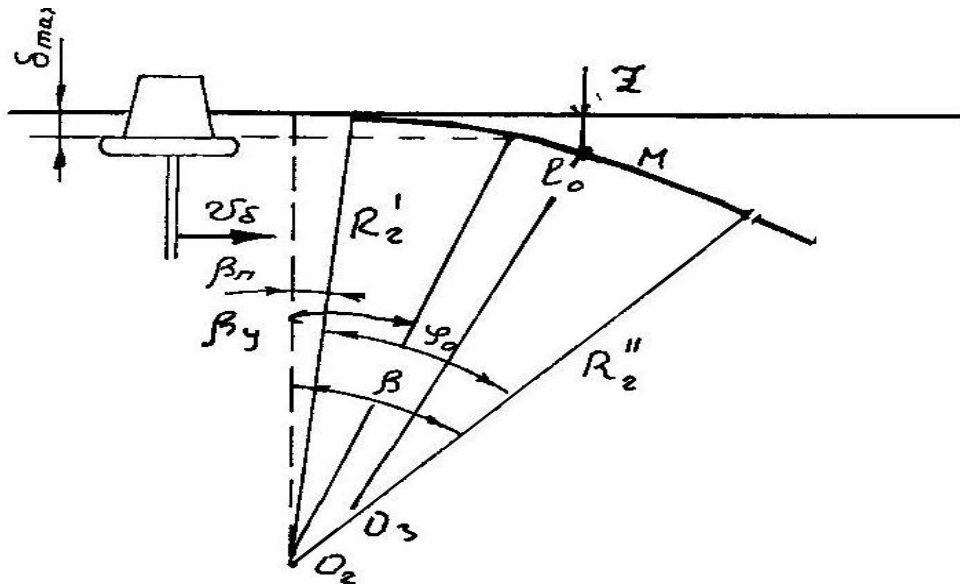


Рис. 3.2. Розрахункова схема для визначення параметрів криволінійного гостряка

Розрахунок ведеться з використанням силового способу, який надано в [2].

При вході на стрілку колесо вдаряється в гостряк, який веде на бокову колію. При цьому виникає втрата кінетичної енергії (ефект удару). Він характеризується величиною W_0 , яка дорівнює

$$W_0^2 = V_0^2 \times \sin^2 \beta_y, \quad (3.1)$$

де V_0 - швидкість руху на бокову колію;

β_y - кут удару колеса в гостряк.

Допустиме значення ефекту удару в гостряк нормується величиною $W_0 = 0,225$ м/с.

Після удару в гостряк здійснюється рух по криволінійному гостряку і далі по перевідній кривій. При цьому виникають центробіжні прискорення j_0 і γ_0 , величини яких не повинні перевищувати допустимі значення:

$$j_0 = 0,3 - 0,4 \text{ м/с}^2;$$

$$\gamma_0 = 0,4 - 0,6 \text{ м/с}^2.$$

При відомих значеннях j_0 і γ_0 , радіуси гостряка визначаються за формулами

$$\begin{aligned} R'_z &\geq \frac{V_0^2}{j_0}; \\ R''_z = R_n &\geq \frac{V_0^2}{\gamma_0}. \end{aligned} \quad (3.2)$$

При $R'_z = R''_z$ можна прийняти

$$j_0 = \gamma_0 = 0,4 \text{ м/с}^2.$$

Найбільше значення кут удару β_y (а також ефект удару) буде мати тоді, коли колесо наближається до гостряка з максимальним зазором δ_{\max} між гребенем колеса та робочою гранню рамної рейки.

Величину δ_{\max} можливо визначити як (рис. 3.2)

$$\delta_{\max} = R'_z (\cos \beta_n - \cos \beta_y). \quad (3.3)$$

Замінімо у цій формулі ($\cos \beta_n - \cos \beta_y$) на відомий з курсу тригонометрії вираз

$$(\cos x - \cos y) = 2 \left(\sin^2 \frac{y}{2} - \sin^2 \frac{x}{2} \right).$$

Маючи на увазі невеликі значення кутів ($< 0,5^\circ$), можна прийняти

$$\sin \frac{x}{2} \approx \frac{1}{2} \sin x.$$

Тоді формулу (3.3) можна отримати у вигляді

$$\delta_{\max} = \frac{R'_z}{2} (\sin^2 \beta_y - \sin^2 \beta_n). \quad (3.4)$$

Звідси отримуємо значення $\sin \beta_y$

$$\sin \beta_y = \sqrt{\sin^2 \beta_n + \frac{2\delta_{\max}}{R'_2}}. \quad (3.5)$$

Розв'язавши рівняння (3.5) відносно $\sin \beta_n$ і замінивши $R'_2 = \frac{V_0^2}{j_0}$, отримуємо

$$\sin \beta_n = \frac{1}{V_0} \sqrt{W_0^2 - 2\delta_{\max} j_0}. \quad (3.6)$$

При цьому $\delta_{\max} = 40$ мм при $s_0 = 1524$ мм; $\delta_{\max} = 36$ мм при $s_0 = 1520$ мм.

При розрахунках і проектуванні стрілочних переводів використовують, як правило, типові гостряки відомої довжини ℓ_z . В цьому випадку інші геометричні параметри криволінійних гостряків можна знайти з формул для визначення його довжини.

Для гостряків постійної кривизни

$$\ell_z = R_2 \cdot \varphi, \quad (3.7)$$

тоді

$$\varphi = \frac{\ell_z}{R_2}, \text{ рад.}$$

Загальний стрілочний кут

$$\beta = \beta_n + \varphi, \text{ рад.} \quad (3.8)$$

Для гостряків подвійної кривизни

$$\ell_z = R'_2(\beta_m - \beta_n) + R''_2(\beta - \beta_m), \quad (3.9)$$

тоді

$$\beta = \frac{\ell_z - R'_2(\beta_m - \beta_n) + R''_2\beta_m}{R''_2} \text{ рад.} \quad (3.10)$$

Значення кута β_m , який відповідає точці зміни радіуса гостряка R'_2 на R''_2 , можна отримати як

$$\cos\beta_m = \frac{R'_2 \cos\beta_n - z_0}{R'_2}, \quad (3.11)$$

де z_0 - ширина перерізу головки гостряка в точці M зміни його радіуса ($z_0 = 75$ мм для переводів типу Р65 марки $\frac{1}{11}$ з гнучкими гостряками, $z_0 = 72,6$ мм для переводів типу Р65 марки $\frac{1}{11}$ з вкладишно-накладочним кореневим кріпленням; в інших випадках $z_0 = 40$ мм).

3.2.2. Визначення довжини прямої вставки, радіуса перевідної кривої і теоретичної довжини переводу

Довжина прямої вставки d (рис. 3.1) визначається з умов розміщення в рейковій колії S_0 проєкцій криволінійного гостряка, перевідної кривої, а також прямої вставки на вертикальну вісь. При гостряку подвійної кривизни ($R_n = R'_2$):

$$S_0 = R'_2(\cos\beta_n - \cos\beta_m) + R''_2(\cos\beta_m - \cos\alpha) + d \sin\alpha, \quad (3.12)$$

звідки

$$d = \frac{S_0 - R'_2(\cos\beta_n - \cos\beta_m) - R''_2(\cos\beta_m - \cos\alpha)}{\sin\alpha}. \quad (3.13)$$

При гостряку постійної кривизни

$$\begin{aligned} & (R_n = R'_2 = R''_2 = R_2); \\ S_0 &= R_2(\cos\beta_n - \cos\alpha) + d \sin\alpha \end{aligned} \quad (3.14)$$

Тоді

$$d = \frac{S_0 - R_2(\cos\beta_n - \cos\alpha)}{\sin\alpha}. \quad (3.15)$$

Пряма вставка повинна:

- забезпечити прямолінійний напрямок руху колісних пар до входу в горло хрестовини;
- виключити удар коліс в передній стик хрестовини або її вусовик;
- не пропускати вигин вусовика або стикових накладок в передньому стику хрестовини.

Для виконання перших двох умов прямі вставки повинні мати довжину

$$d_{\min} = L_0 + \frac{t_z}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.16)$$

де L_0 - жорстка база розрахункового екіпажу;

t_z - ширина жолоба в горлі хрестовини, 64 мм (розділ 3.3.5).

За третьою умовою

$$d_{\min} = n + \frac{\ell_n}{2}, \quad (3.17)$$

де n - довжина передньої частини хрестовини (розділ 3.3.2);

ℓ_n - довжина стикової накладки (розділ 3.3.2).

Якщо умова $d \geq d_{\min}$ виконується, розрахунок закінчено і для подальших розрахунків маємо $R_n = R''$ або $R_n = R_z$.

Якщо отримане за формулами (3.13) або (3.14) значення $d < d_{\min}$, то слід приймати $d = d_{\min}$ та обчислити нове значення радіуса перевідної кривої.

Зміна радіуса гостряка на радіус перевідної кривої відбувається у корені гостряка. Нове значення R_n визначається за формулами

- при подвійному радіусі гостряка $R'_z > R''_z$:

$$R_n = \frac{S_0 - R'_z(\cos \beta_n - \cos \beta_m) - R''_z(\cos \beta_m - \cos \beta) - d_{\min} \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha}; \quad (3.18)$$

- при постійному радіусі гостряка R_z :

$$R_n = \frac{S_0 - R_2(\cos\beta_n - \cos\beta) - d_{\min} \sin\alpha}{\cos\beta - \cos\alpha}. \quad (3.19)$$

Теоретична довжина L_T – відстань від початку гостряка до математичного центра хрестовини, визначається проектуванням криволінійного гостряка, перевідної кривої та прямої вставки на горизонтальну вісь (рис. 3.1).

При гостряку подвійної кривизни $R'_2 > R''_2 = R_n$:

$$L_T = R'_2(\sin\beta_m - \sin\beta_n) + R''_2(\sin\alpha - \sin\beta_m) + d \cos\alpha. \quad (3.20)$$

Якщо $R'_2 > R''_2 \neq R_n$:

$$L_T = R'_2(\sin\beta_m - \sin\beta_n) + R''_2(\sin\beta - \sin\beta_m) + R_n(\sin\alpha - \sin\beta) + d \cos\alpha. \quad (3.21)$$

При гостряку постійної кривизни, $R_2 = R_n$:

$$L_T = R'_2(\sin\alpha - \sin\beta_n) + d \cos\alpha. \quad (3.22)$$

Якщо $R_n \neq R_2$:

$$L_T = R_2(\sin\beta - \sin\beta_n) + R_n(\sin\alpha - \sin\beta) + d \cos\alpha. \quad (3.23)$$

3.3. Розрахунок елементів стрілочного переходу

3.3.1. Визначення довжини рамної рейки

Довжина рамної рейки ℓ_{pp} визначається (рис. 3.3) як сума трьох її відрізків: переднього вильоту від вістря гостряка до переднього стику рамної рейки, проекції гостряка на напрямки рамної рейки ℓ'_2 і заднього вильоту g_1 – від кінця проекції гостряка до заднього стику рамної рейки.

$$\ell_{pp} = g + \ell'_2 + g_1. \quad (3.24)$$

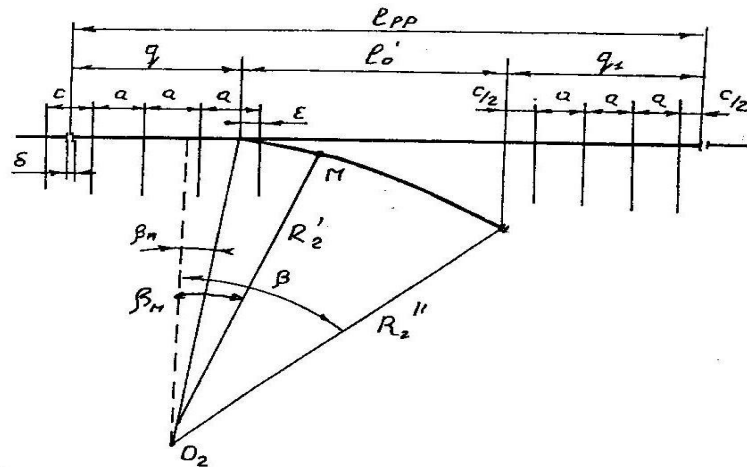


Рис. 3.3. Розрахункова схема для визначення довжини рамної рейки

Передній виліт рамної рейки повинен забезпечувати відвід розширення колії від переднього стику рамної рейки S_0 до початку гостряка $S_{\text{гост}}$. Звідси мінімальне значення $g_{1\text{min}}$ визначається як

$$g_{1\text{min}} = \frac{S_{\text{гост}} - S_0}{i}, \quad (3.25)$$

де $S_{\text{гост}}, S_0$ - ширина колії у відповідних місцях (табл.6.1);

i - відвід розширення колії, за умовами безпеки руху $i = 0,002$ при $v_n < 100$ км/год, $i = 0,001$ при $v_n = 101-140$ км/год.

З умов раціонального розкладання перевідних брусків практична довжина переднього і заднього вильотів

$$g = n_1 a + \frac{c-b}{2} - \varepsilon; \quad (3.26)$$

$$g_1 = a \cdot n_2 + c, \quad (3.27)$$

де n_1 і n_2 - кількість прольотів між осями перевідних брусків, $n_1 = 5 \div 10$; $n_2 = 1 \div 5$;

a - проміжний проліт, $a = 500$ або 550 мм;

c - стиковий проліт, при рейках Р50 $c = 440$ мм, Р65 $c = 420$ мм;

b – стиковий зазор $b = 8$ мм;
 ε – випередження вістря гостряка за вісь першого флюгарочного бруса, $\varepsilon = 41$ мм.

Проекція гостряка l'_2 визначається так:

- при $R'_2 > R''_2$:

$$l'_2 = R'_2(\sin\beta_m - \sin\beta_n) + R''_2(\sin\beta - \sin\beta_m); \quad (3.28)$$

- при $R'_2 = R''_2 = R_2$:

$$l'_2 = R_2(\sin\beta - \sin\beta_n). \quad (3.29)$$

Довжина рамних рейок прямої та бокової колії приймається однаковою.

3.3.2. Визначення розмірів хрестовин

Теоретичні розміри передньої n та хвостової p частин хрестовини (рис. 3.4) визначаються з умов можливості її монтажу з рейками з'єднувальних колій і рейками, які розташовані за хрестовиною.

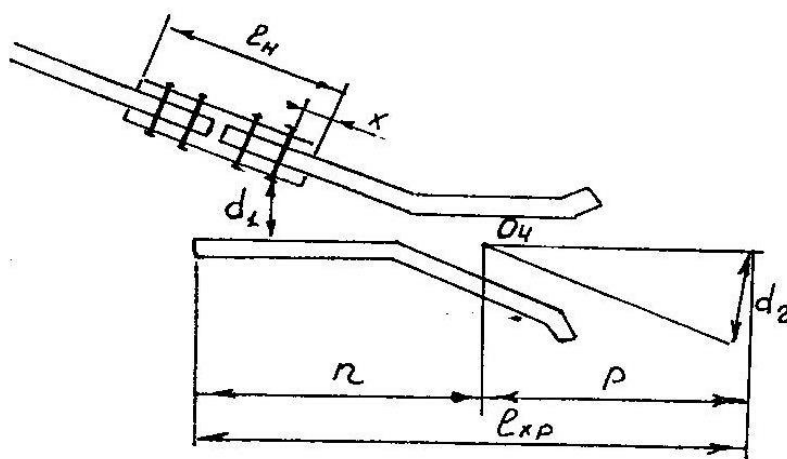


Рис. 3.4. Розрахункова схема для визначення розмірів хрестовини

Теоретичні розміри n та p обчислюються за формулами
 а) для збірної хрестовини з литим осердям

$$n = \frac{\ell_n}{2} + d_1 \cdot N - x; \quad (3.30)$$

$$p = d_2 \cdot N; \quad (3.31)$$

б) для суцільнолитотої хрестовини величина p визначається за формулою (3.31), а величина n як

$$n = \frac{\ell_n}{2} + \frac{t_2}{2 \operatorname{tg} \frac{x}{2}}, \quad (3.32)$$

де ℓ_n - довжина стикової накладки;

d_1 - відстань між робочими гранями вусовиків, яка забезпечує постановку першого стикового болта;

x - відстань від торця накладки до осі першого болтового отвору;

N - знаменник марки хрестовини;

d_2 - відстань між робочими гранями осердя хрестовини, яка забезпечує примикання до нього рейок;

t_2 - ширина горла хрестовини, яка дорівнює 64 мм (розділ 3.3.5).

Таблиця 3.1

Розрахункові значення параметрів

Тип рейок	Значення параметрів, мм			
	ℓ_n	d_1	d_2	x
Р 50	820	240	205	50
Р 65	800	250	230	30

Отримані значення n та p необхідно скорегувати за умовами розкладання брусів під хрестовиною:

$$n = \frac{1}{\cos \frac{x}{2}} \left(\frac{c-b}{2} + m_1 \cdot a - \frac{20}{2 \operatorname{tg} \frac{x}{2}} \right); \quad (3.33)$$

$$p = \frac{1}{\cos \frac{x}{2}} \left(\frac{c-b}{2} + m_2 \cdot a + \frac{20}{2 \operatorname{tg} \frac{x}{2}} \right), \quad (3.34)$$

де c - стиковий проліт брусів;
 b – стиковий зазор;
 a – проміжний проліт брусів (ф. 3.26, 3.27);
 m_1 і m_2 - кількість прольотів брусів під передньою і хвостовою частинами хрестовини, звичайно $m_1=3-4$; $m_2=2-3$;
 20 – переріз осердя, де повинен вкладатись перевідний брус.

Загальна довжина хрестовини

$$\ell_{xp} = n + p. \quad (3.35)$$

3.3.3. Визначення довжини рейок

У звичайному поодинокому стрілочному переводі прийняті такі схеми розміщення рейок (рис. 3.5):

- рейки 2,3,5,8 приймаються стандартної довжини: 12,5 м при марках $\frac{1}{9}$ і $\frac{1}{11}$ і 25 м при марках $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{22}$;

- рейки 1,4,6,7 меншої довжини і мають назву рейкових рубок, довжина яких повинна бути менше, ніж 4,5 м. Якщо довжина рубок виявиться менше 4,5 м, то довжина стандартних рейок зменшується на половину.

Довжина рейки ℓ_1 (рис. 3.5):

$$\ell_1 = g + L_T + p - \ell_{pp} - \ell_z - 2b. \quad (3.36)$$

Довжина рейки ℓ_4 , яка приймається до хрестовини по прямій колії:

$$\ell_6 = L_T - \ell_2 - \ell_3 - n - 3b. \quad (3.37)$$

З точністю, яка достатня для розрахунків, що розглядаються, можна прийняти

$$\ell_7 \approx \ell_1; \quad \ell_4 \approx \ell_6.$$

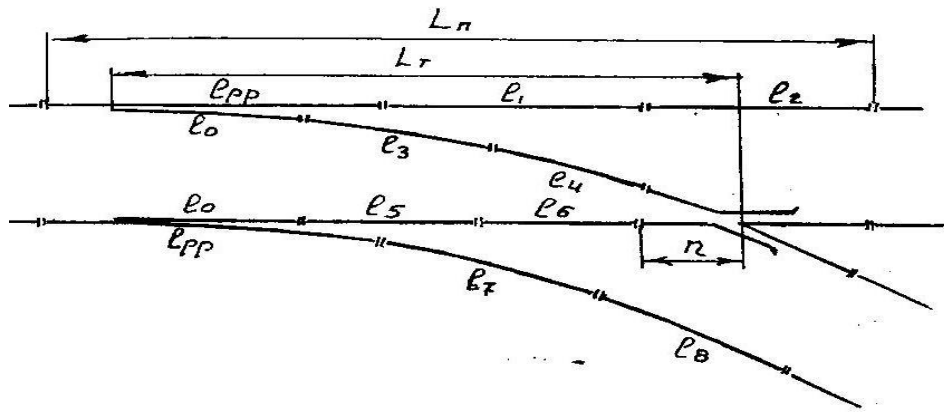


Рис. 3.5. Розрахункова схема для визначення довжини рейок з'єднувальних колій

3.3.4. Визначення ширини жолобів гостряка

Мінімально припустима ширина жолобу між робочою гранню прямої рамної рейки та неробочою гранню криволінійного гостряка t_{\min} повинна забезпечувати вільний прохід гребеня колеса I (рис. 3.6) при щільно притиснутому колесі II до прямого гостряка. Найбільш несприятливим випадком є такий, коли колісна пара має мінімальну насадку T_{\min} і максимально зношений гребінь, а колія – найбільшу ширину S_{\max} . В цих умовах мінімально припустима ширина жолоба

$$t_{\min} = S_{\max} - T_{\min} - 2e - h_{\min}, \quad (3.38)$$

де e – відхилення неробочої грані гребеня на розрахунковому рівні від вертикалі (1мм);

h_{\min} - мінімально допустима товщина гребеня (25мм).

Максимально припустима ширина колії у кореня гостряка визначається як

$$S_{\max} = S_0 + e_g + e_n, \quad (3.39)$$

де S_0 - норма утримання колії у корені гостряка (табл. 6.1, 1520 мм);

e_g - допуск на розширення колії у корені гостряка (табл. 6.1, 2 мм);

e_n - можливе пружне розширення колії під рухомим навантаженням (2мм).

Мінімальна насадка колісної пари

$$T_{\min} = T_n - e_{\text{виг}} - e_{\epsilon}, \quad (3.40)$$

де T_n - нормальна насадка коліс на вісь (1440 мм);

$e_{\text{виг}}$ - допуск на зменшення насадки при виготовленні (3мм);

e_{ϵ} - зменшення насадки внаслідок вигину вагонної осі під навантаженням (2мм).

Використовуючи прийняті значення, отримуємо

$$S_{\max} = 1520 + 2 + 2 = 1524 \text{ мм};$$

$$T_{\min} = 1440 - 3 - 2 = 1435 \text{ мм};$$

$$t_{\min} = 1524 - 1435 - 2 - 25 = 62 \text{ мм}.$$

Це значення t_{\min} збільшують на 2 мм для врахування впливу люфтів у перевідному механізмі; остаточно отримаємо $t_{\min} = 64$ мм.

Мінімальна відстань між робочими гранями рамної рейки і відведеного гостряка

$$U_{\min} = t_{\min} + \epsilon, \quad (3.41)$$

де ϵ – ширина головки гостряка.

Якщо кінець горизонтальної стружки гостряка (точка В на рис. 3.6) виявляється далі від початку гостряка, ніж точка найменшого зазора між відведеним гостряком і рамною рейкою (точка С), то наданий метод розрахунку дає невеликий запас величини t_{\min} .

Для зменшення типорозмірів перевідних механізмів введено уніфіковане значення кроку гостряка $III = 152$ мм (за віссю першої тяги). Крок у вістря гостряка III більше в залежності від відстані K , від вістря до вісі першої тяги. В типових конструкціях $K_1 = 400$ мм.

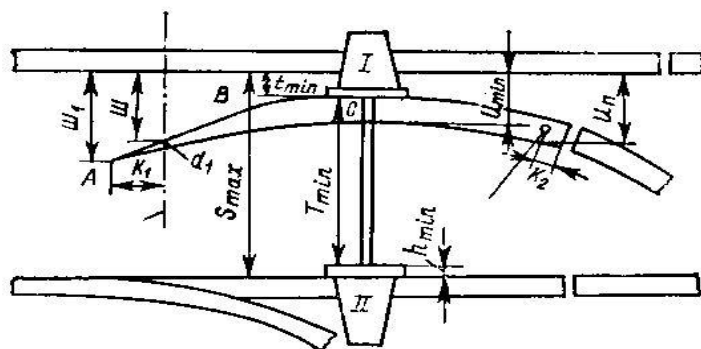


Рис. 3.6. Розрахункова схема визначення жолобу гостряка

3.3.5. Визначення жолобів хрестовини і контррейки

Контррейка попереджає удар гребенів коліс в осердя хрестовини або опинення їх у невідповідному жолобі хрестовини при поперечному зсуві на протязі шкідливого простору при протишерстному русі (при русі назустріч вістрями гостряків). Тому контррейку розміщують напроти шкідливого простору так, щоб кінці прямої частини контррейки заходили за горло хрестовини з одного боку, а з іншого – за переріз, де ширина осердя 40 мм на довжину 100-300 мм. Безпечний рух колісних пар забезпечується двома умовами (рис. 3.7): відстань між робочою гранню контррейки і осердям хрестовини повинна бути не менш 1474 мм, щоб виключити торкання гребеня колеса осердя хрестовини, а відстань між робочою гранню контррейки і робочою гранню вусовика повинна бути не більш 1435 мм, щоб колісні пари не могли заклинюватися між контррейкою та вусовиком.

Якщо ширину колії і ширину жолоба контррейки збільшити або зменшити на ту ж саму величину (відсунути колійну рейку в бік розширення або звуження колії в межах допусків (+6-4мм) не змінивши положення хрестовини і контррейки, то вказані вище розміри (1474 і 1435 мм) не зміняться, оскільки вони відраховані відносно робочої грані контррейки. Тому недостатньо перевіряти тільки ширину колії на хрестовині, а необхідно перевірити і ширину жолобів.

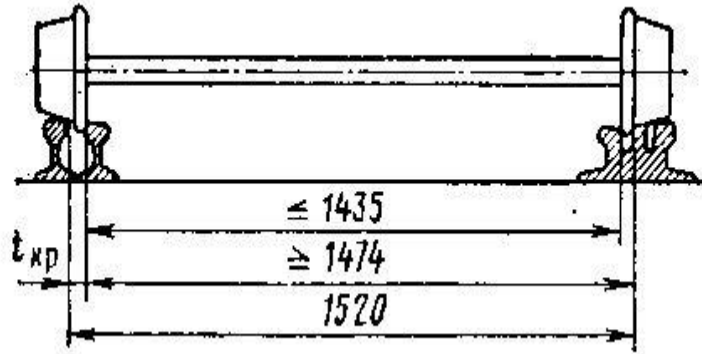


Рис. 3.7. Контрольні розміри на хрестовині

Ширину жолоба t_2 горла хрестовини визначають, як і ширину жолоба між рамною рейкою і гостряком:

$$t_2 = S_{\max} - T_{\min} - 2e - h_{\min} = 64 \text{ мм.}$$

3.4. Побудова епюри стрілочного перевodu

3.4.1. Визначення осьових розмірів стрілочного перевodu

До осьових (розбивочних) розмірів (рис. 3.1) відноситься практична довжина перевodu L_n , а також відстані від центру перевodu, де

a_0 - до початку гостряків;

a - початку рамних рейок;

b_0 - математичного центру хрестовини;

b - стиків хвостової частини хрестовини;

f, f_0 - відстані, які визначають положення граничного стовпчика (встановлюється там, де відстань між осями прямої та бокової колії досягає 4100 мм).

Практична довжина перевodu

$$L_n = g + L_T + p. \quad (3.42)$$

Інші розміри встановлюються за формулами

$$\left. \begin{aligned}
e_0 &= \frac{S_0}{2tg \frac{x}{2}} \approx S_0 \cdot N; \\
a_0 &= L_T - e_0; \\
e &= e_0 + p; \\
a &= a_0 + g. \\
f &= \frac{4100}{2tg \frac{x}{2}} \approx 4100 \cdot N; \\
f_0 &= f - e_0.
\end{aligned} \right\} (3.43)$$

3.4.2. Визначення ординат перевідної кривої

Положення перевідної кривої визначають і перевіряють за ординатами – відстанями від робочої грані головки рейок прямої колії до робочої грані зовнішньої рейки перевідної кривої. Ординати розраховують для точок початку перевідної кривої в корені гостряка, потім через кожні 2 м і до кінця перевідної кривої (початок прямої вставки перед хрестовиною) (рис. 3.8).

Абсциси x прямокутної системи координат приймають рівними по чергові 2, 4, 6, 8 і так далі, а кінцеву x_k визначають розрахунком. Початок прямокутної системи координат розміщують в точці A , яка знаходиться на робочій грані рамної рейки проти кінця гостряка (рис.3.8).

Абсциса кінця перевідної кривої

$$x_k = R(\sin \alpha - \sin \beta). \quad (3.44)$$

Початкова ордината при $x = 0$

$$y_0 = R_z(\cos \beta_n - \cos \beta_{e2}) + R'_z(\cos \beta_{e2} - \cos \beta). \quad (3.45)$$

Поточні ординати перевідної кривої

$$y_n = y_0 + R_n(\cos \beta - \cos \gamma_n). \quad (3.46)$$

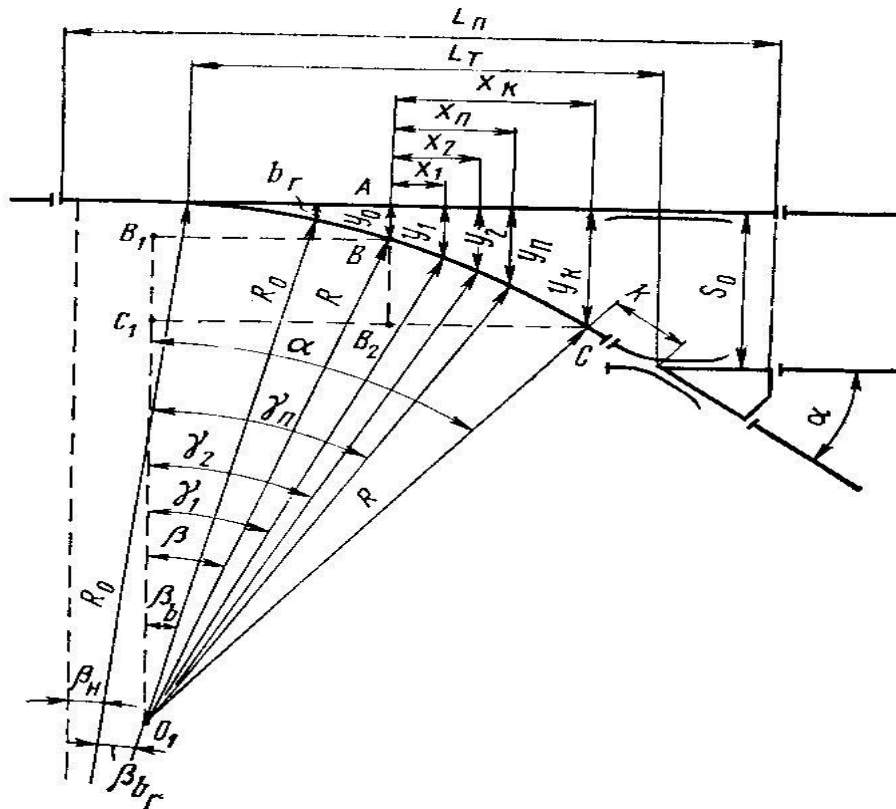


Рис. 3.8. Розрахункова схема для визначення координат перевідної кривої

Кут γ_n визначається через $\sin \gamma_n$ з виразу

$$\sin \gamma_n = \sin \beta + \frac{x_n}{R_n}. \quad (3.47)$$

Кінцева ординати y_k в кінці перевідної кривої перевіряється за формулою

$$y_k = S_0 - d \sin \alpha. \quad (3.48)$$

Розрахунок ординат перевідної кривої виконують, звичайно, в табличному вигляді.

Для усіх типових стрілочних переводів є таблиці ординат перевідних кривих [1]. Допустимі відхилення ординат від норми при утриманні стрілочних переводів встановлені ± 2 мм.

3.4.3. Порядок розкладання перевідних брусів

Під стрілкою та до центру переводу бруси розміщують перпендикулярно до осі прямої колії. На ділянці від центру переводу до переднього стику хрестовини виконується поступовий поворот брусів до положення, яке перпендикулярне бісектрисі кута хрестовини, у межах 5 - 6 брусів.

Розкладання починають з розміщення брусів під усіма стиками переводу з відстанями між їх осями для рейок Р65 $c = 420$ мм і Р50 $c = 440$ мм.

Для розміщення перевідного механізму укладають два флюгарочних бруси довжиною по 4,5 м з відстанню між осями 635 мм. На стрілочних переводах з гнучкими гостряками (марок $\frac{1}{18}$ і $\frac{1}{22}$) укладається друга пара флюгарочних брусів для розміщення додаткового перевідного механізму.

При розкладанні брусів під хрестовиною необхідно виконати такі умови:

- при збірних хрестовинах з литим осердям перевідний стик влаштовується “на вису”, хвостовий – на подвійних брусах; при суцільнолитих хрестовинах обидва стики розміщують на подвійних або окремих брусах;

- під хрестовиною бруси укладаються перпендикулярно в бісектрисі кута хрестовини;

- переріз осердя, ширина якого 20 мм, повинен розміщуватись над віссю бруса;

- величина прольотів брусів під хрестовиною приймається $(0,9 \div 0,95)a$,

де a – проміжний проліт брусів, 500 або 550 мм залежно від епюри шпал на коліях, які примикають до стрілочного переводу.

Після розміщення стикових, флюгарочних брусів і брусів під хрестовиною здійснюють розкладання брусів під усім переводом з відстанню між осями 500-550 мм.

Під переднім вильотом рамної рейки (до першого флюгарочного бруса) укладають стандартні шпали довжиною 2,75 м, далі перевідні бруси довжиною від 3,0 до 5,5 м кратною 0,25 м. Кількість брусів визначеної довжини встановлюють з урахуванням того, що мінімальний виступ брусів за робочу грань головки рейки складає 613 мм. Коли виступ бруса становить

менше цієї величини, треба переходити до укладання нової групи брусків, довжина яких на 250 мм більше. За хрестовиною бруски укладають так, поки не з'явиться можливість розмістити шпали.

Кінці перевідних брусків, які розташовані за зовнішньою рейкою прямої колії, укладаються в одному створі.

4. ГЛУХІ СХРЕЩЕННЯ

4.1. Прямокутні схрещення

Глухі схрещення розділяють на дві основні групи: прямокутні і косокутні.

Прямокутні глухі схрещення у свою чергу можуть бути схрещеннями колії з однаковою або різною шириною колії (рис. 4.1).

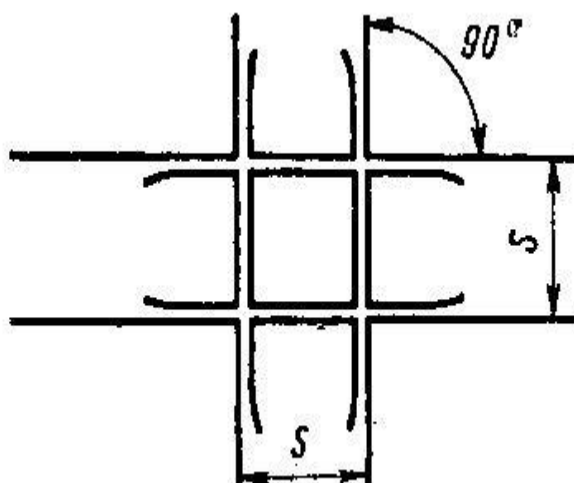


Рис. 4.1. Прямокутне глухе схрещення

Прямокутне глухе схрещення складається з чотирьох хрестовин, чотирьох контррейок, однієї внутрішньої замкнутої по контуру контррейки і більш дрібних деталей.

В прямокутному глухому схрещенні колесо при проході розриву рейкової нитки може різко ударити в осердя або контррейку. Для запобігання удару в збірних хрестовинах в жолоб між рейкою і контррейкою поміщають вкладиш, по якому колесо котиться своєю ребордою. Кінцям вкладишів надається ухил 0,01-0,025.

За конструкцією прямокутні глухі схрещення можуть бути суцільнолитими, з литими хрестовинами, з литими осердями і збірно-рейкові. Прямокутні глухі схрещення для колії з шириною колії 1520 та 1524 мм і рейками типу Р50 виготовляються з суцільнолитими хрестовинами. В більшості випадків такі перетини укладають на дерев'яні бруси. В США іноді використовують залізобетонні плити.

4.2. Косокутні схрещення

Косокутні, або ромбічні, глухі схрещення бувають двох видів: схрещення однакової ширини (рис. 4.2) і схрещення колій різної ширини. На магістральних залізницях застосовуються майже виключно ромбічні глухі схрещення двох прямолінійних колій з однаковою шириною колії.

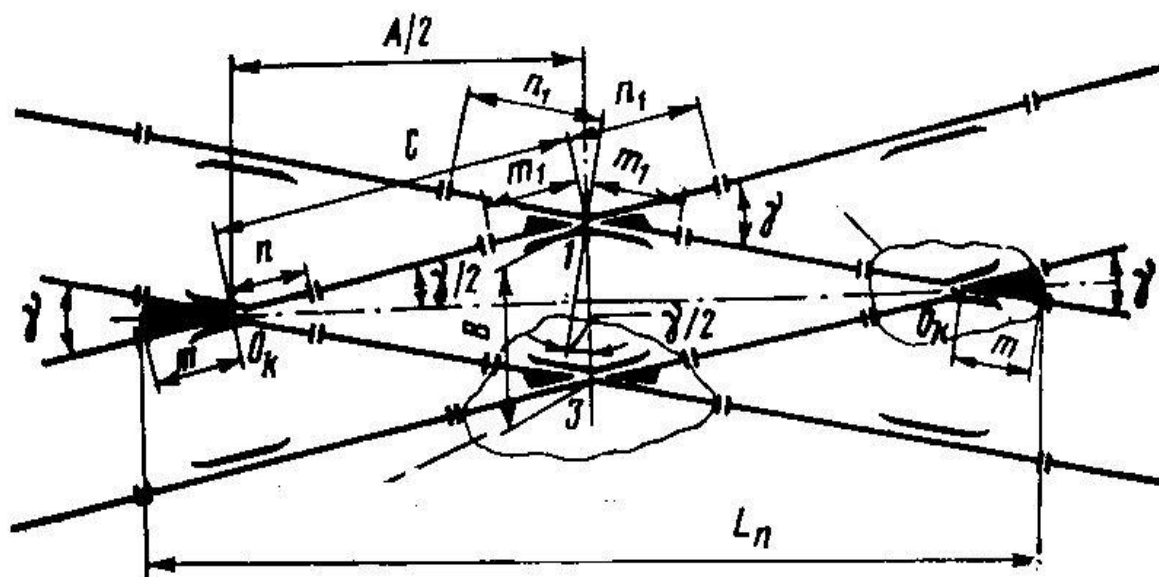


Рис. 4.2. Косокутне глухе схрещення

Косокутне глухе схрещення складається з двох гострих хрестовин, двох тупих хрестовин, рейок і перевідних брусів. Геометрична основа такого глухого схрещення – ромб з вершинами O_k , 1, O_k і 3, показаними на схемі схрещення в робочих гранях (рис. 4.2). Основними геометричними характеристиками ромба є:

A – велика діагональ (вісь) ромба глухого перетину – відстань O_k - O_k ;

B – мала діагональ (вісь) ромба глухого перетину – відстань 1-3;

3 – сторона ромба глухого схрещення – відстань O_k-1 ; зміряна по робочій грані рейки, вусовика n і осердя тупої хрестовини m ;

L_n – повна або практична довжина глухого схрещення;

m, n, m_1, n_1 – розміри хрестовин.

Якщо глухе ромбічне схрещення призначено служити як самостійний пристрій, то звичайно приймають кут γ рівним $75^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ$. Якщо глухе схрещення призначено для укладання в перехресний з'їзд, то кут γ приймається рівним 2α , а якщо для перехресного стрілочного перевodu, то кут γ приймається рівним куту хрестовини α поодинокого звичайного стрілочного перевodu.

В тих випадках, коли тупі і гострі хрестовини глухого косокутного схрещення мають кут $\gamma = 2\alpha$, ці хрестовини характеризуються марками $2IN$ і називаються подвійними.

Гострі хрестовини глухого косокутного схрещення за конструкцією принципово нічим не відрізняються від хрестовин поодиноких стрілочних переводів. Різниця полягає лише в розмірах, обумовлених величиною кута γ .

Тупа хрестовина глухого косокутного схрещення відрізняється від гострої хрестовини тим, що в ній є два осердя, а контррейка є складовою частиною безпосередньо хрестовини. За конструкцією тупі хрестовини можуть бути суцільнолиті, збірні, з литим осердям і збірно-рейкові. В тупих хрестовинах контррейка підноситься над поверхнею кочення осердя і рейок. Це піднесення необхідне для збільшення довжини ділянки і напряму гребенів коліс в потрібний жолоб при русі екіпажа. Проте, це піднесення не повинне виходити за межі габариту, найбільше значення якого 50 мм. Тому в тупих хрестовинах прийнято максимальне підвищення контррейки 45 мм.

Висока контррейка в тупій хрестовині переводів марки 1/9 не повністю перекриває шкідливий простір (неперекрите складає 67-95 мм). Тому на колії насуву вагонів на гірку поперечні горизонтальні сили викликали схід вагонів. Для запобігання сходу сучасні тупі хрестовини мають рухоме осердя, короткі гостряки, що є з випресованою кореневою частиною.

Основні розміри глухих косокутних схрещень наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Основні розміри косокутних глухих схрещень колії 1520 мм, мм

Тип схрещення	Марка схрещення	Велика діагональ ромба	Мала діагональ ромба	Сторона ромба
P65,P50	2/11	16789	1526	8429
P65,P50	2/9	13789	1529	6924
P50	2/6	9246	1541	4687

5. КОМБІНАЦІЯ УКЛАДАННЯ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ І ГЛУХИХ СХРЕЩЕНЬ

5.1. Подвійні стрілочні переводи

Подвійні стрілочні переводи (рис. 5.1) – це комбінації укладання елементів одиночних стрілочних переводів, до яких іноді вдаються, коли немає можливості укласти один за одним два звичайні переводи. Такі переводи розділяють на різносторонні симетричні, різносторонні несиметричні і односторонні.

Подвійний різносторонній симетричний стрілочний перевід (рис. 5.1, а) складається з двох рамних рейок, двох пар гостряків (з яких внутрішні коротші зовнішніх), трьох хрестовин (з яких дві задні мають однакові кути). Недоліки цих переводів – необхідність значного ослаблення гостряків, складність обробки, конструктивного оформлення і утримання. Тому такі переводи на магістральних залізницях застосовують у край рідко.

Подвійний різносторонній несиметричний стрілочний перевід (рис. 5.1, б) замінює собою два поодинокі – правий і лівий, укладених так, щоб не було перешкод переведенню других гостряків з одного положення в інше і можна було вільно укласти контррейки проти хрестовини. Конструктивно стрілки і хрестовини подвійного різнобічного несиметричного стрілочного

переводу принципово нічим не відрізняються від стрілок і хрестовин поодиноких звичайних переводів. Але вони мають деяку перевагу перед подвійними симетричними – влаштування стрілок у них простіше. Ці переводи також мало поширені на мережі залізниць.

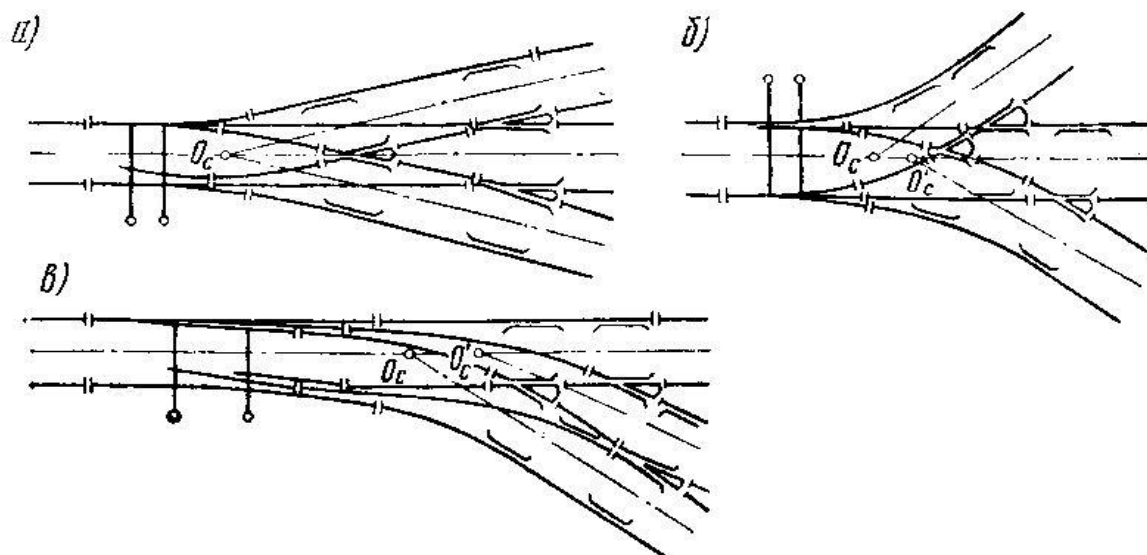


Рис. 5.1. Подвійний стрілочний перевід: а) різнобічний симетричний; б) різнобічний несиметричний; в) однобічний

Подвійний однобічний стрілочний перевід замінює собою також два поодинокі переводи і складається з двох стрілок, трьох хрестовин, з'єднувальних колій і перевідних брусів. Буває два види таких переводів: в одному від прямої основної колії робиться перше відгалуження, від якого у свою чергу йде друге відгалуження; в іншому (рис.5.1, в) обидва відгалуження йдуть від прямої основної колії. Цей перевід порівняно з подвійним різнобічним симетричним і несиметричним простіше у влаштуванні і експлуатації і майже не поступається їм за довжиною. Тому при необхідності застосування подвійних стрілочних переводів доцільно укладати саме подвійні однобічні.

5.2. Перехресні стрілочні переводи

Перехресний стрілочний перевід (рис. 5.2) є комбінацією укладання глухого косокутного схрещення і елементів (стрілок) поодиноких стрілочних переводів. Він дозволяє рухатися поїздам

по чотирьох напрямках. Такий перевід замінює собою систему, що складається з двох звичайних стрілочних переводів, але він майже удвічі коротше за таку систему. Тому перехресні переводи вигідно укладати в обмежених умовах, особливо на тупикових пасажирських станціях.

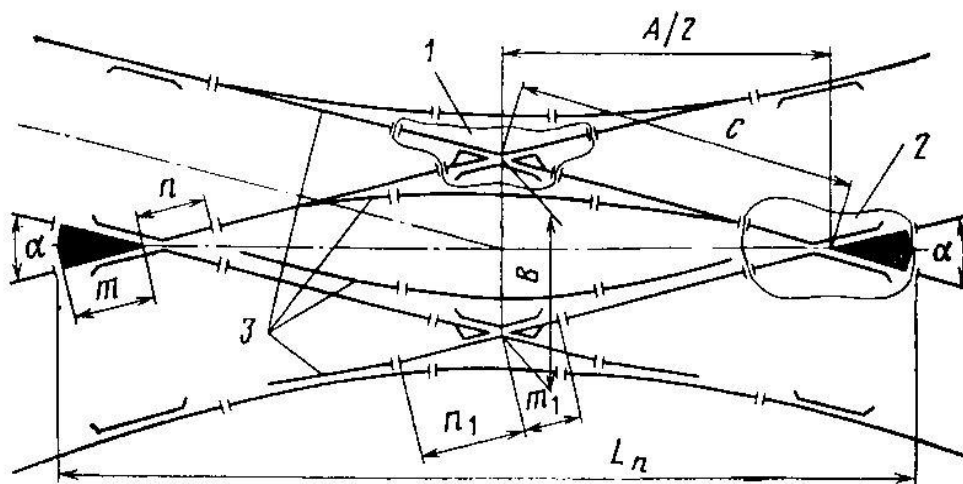


Рис. 5.2. Перехресний стрілочний перевід: 1 – тупа хрестовина; 2 – гостра хрестовина; 3 – гостряки

Перехресний стрілочний перевід складається з двох гострих хрестовин, двох тупих хрестовин, чотирьох пар гостряків, рейок між хрестовинами, що утворюють нитки прямих і кривих, перевідних брусів.

Розміри ромба перехресного стрілочного переводу визначаються з урахуванням того, що тут $\gamma = \alpha$. Основні розміри подвійних перехресних стрілочних переводів залізниць України надані в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Основні розміри перехресних стрілочних переводів колій
1520 мм, мм

Тип рейок	Марка переводу	Велика діагональ А	Мала діагональ	Сторона ромба С	Радіус переводної кривої	Розміри гострої хрестовини	
						Передній виліт	Задній виліт
Р 65	1/9	27486	1522	13764	243000	2500	2090
Р 50	1/9	27486	1522	13764	243000	2500	1880

5.3. З'їзди між коліями

З'їзди влаштовують для з'єднання двох довколишніх рейкових колій за допомогою стрілочних переводів. Розрізняють з'їзди: нормальний між двома прямими паралельними коліями; скорочений між двома паралельними коліями; нормальний перехресний між двома прямими паралельними коліями; скорочений перехресний між прямими паралельними коліями; між двома прямими непаралельними коліями; між двома криволінійними коліями. З'їзди останніх двох видів можуть бути і перехресні.

Нормальний з'їзд між двома прямими паралельними коліями є з'єднанням колій за допомогою двох стрілочних переводів однієї марки одного типу (рис. 5.3). Такі з'їзди на наших залізницях найбільш поширені, оскільки вони прості у влаштуванні і утриманні.

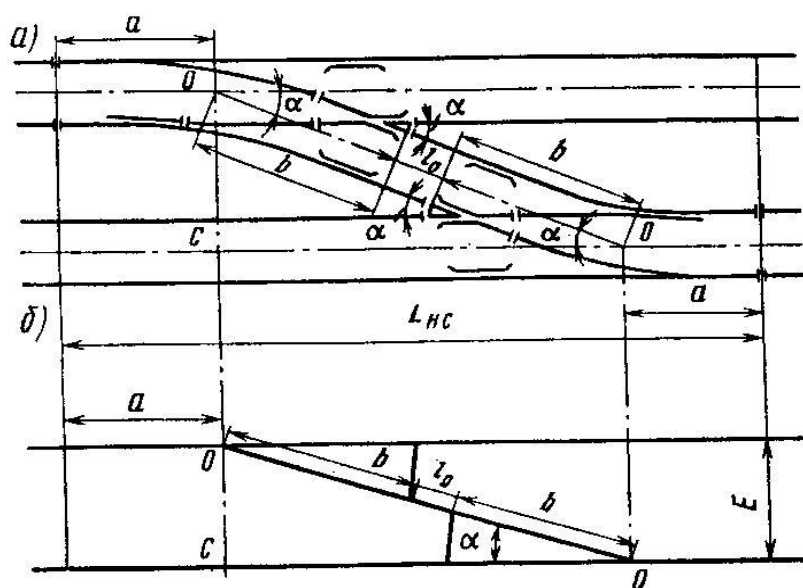


Рис. 5.3. Нормальний з'їзд між двома коліями: а) робочі грані рейок; б) осі колій

Скорочений з'їзд між двома прямими паралельними коліями (рис. 5.4) застосовується при великих міжколійних відстанях E (звичайно при $E > 7$ м), щоб отримати якнайменшу величину $L_{нс}$. Досягається це тим, що на з'єднувальній колії між хвостами хрестовин роблять дві зворотні криві, розділені прямою вставкою l_0 .

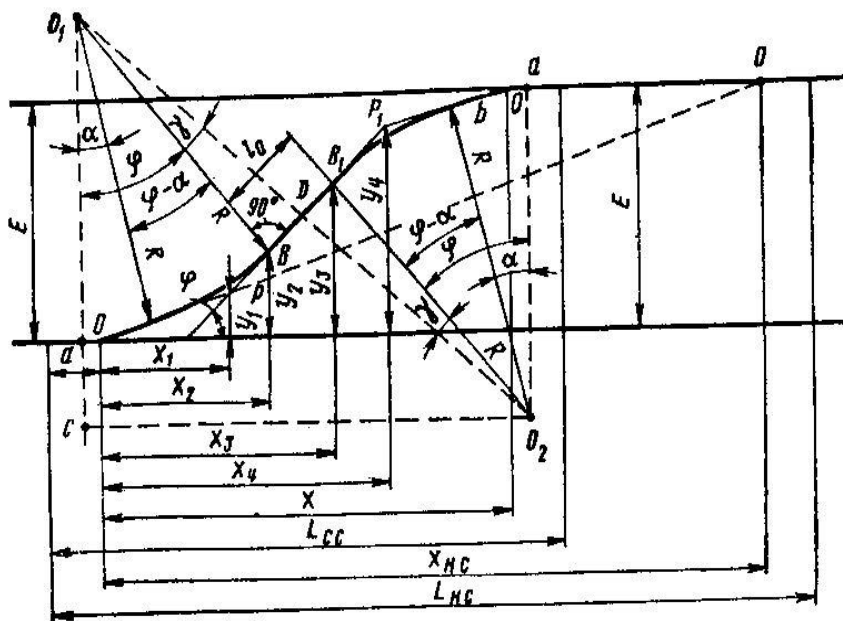


Рис. 5.4. Скорочений з'їзд

Нормальний перехресний з'їзд між двома прямими паралельними коліями (рис.5.5) є перетином двох звичайних з'їздів за допомогою глухого ромбічного перетину марки 2/N. Нормальний перехресний з'їзд забезпечує рух потягів по чотирьох напрямках на досить короткому відрізку стрілочної горловини. Тому він і застосовується в обмежених місцях станцій.

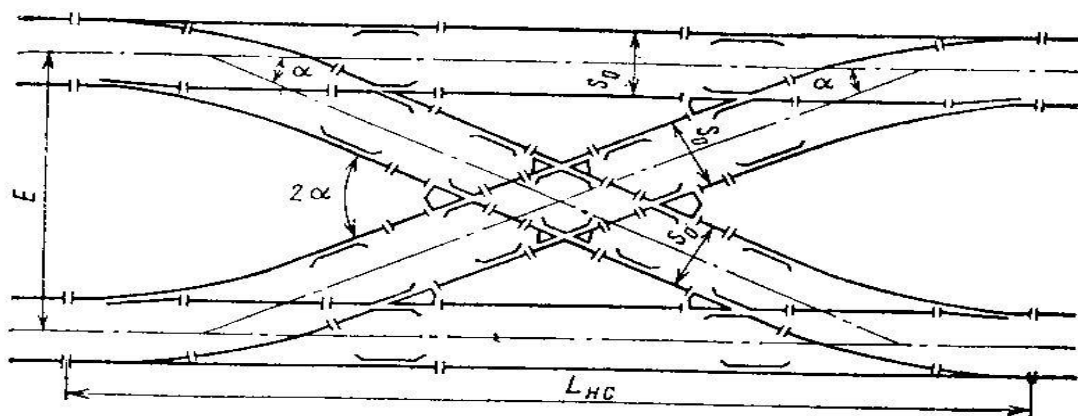


Рис. 5.5. Нормальний перехресний з'їзд

Скорочені перехресні з'їзди, всі з'їзди між двома прямими непаралельними коліями, а також всі з'їзди між двома

криволінійними коліями застосовуються вельми рідко і лише за індивідуальними проектами.

5.4. Стрілочні вулиці

Стрілочною вулицею називають колію, на якій розташовано ряд стрілочних переводів, а іноді і глухих перетинів, на цілком певних розрахункових відстанях один від іншого.

За призначенням розрізняють дві найголовніші категорії стрілочних вулиць: перша включає крайові стрілочні вулиці, тобто розташовані в кінці або на початку парку; друга включає проміжні, або серединні, стрілочні вулиці, які перетинають парк.

За геометричними формами в плані стрілочні вулиці обох категорій підрозділяються на три групи: П – прямолінійні стрілочні вулиці, осі яких прямі; Л – ламані стрілочні вулиці, у яких осі ламані прямі; З – змішані стрілочні вулиці, у яких осі складаються з прямолінійних і криволінійних елементів.

Існує багато варіантів стрілочних вулиць, деякі з них:

- **крайова прямолінійна** (рис. 5.6, а) з поодиноких звичайних переводів, розташованих на основній або головній колії; в практиці зустрічається найбільш часто;

- **крайова прямолінійна**, розташована під кутом α до основної колії, складається тільки з поодиноких звичайних стрілочних переводів (рис. 5.6, б) і також значно поширена на мережі;

- **крайова ламана** — складається з поодиноких звичайних стрілочних переводів, в яких кут нахилу стрілочної вулиці змінюється на величину α , рівну куту хрестовини (рис. 5.6, в). Такі вулиці поширені менш попередніх. Їх укладають звичайно в сортувальних парках. Зручно застосовувати їх тоді, коли голова парку розташована на кривій;

- **крайова змішана**, що складається з поодиноких звичайних стрілочних переводів, розташованих під кутом α до основної колії (рис. 5.6, г), звичайно називається скороченою. Вона застосовується у випадках, коли перша міжколійна відстань має значні розміри;

- **проміжна** прямолінійна, що складається з перехресних і поодиноких звичайних стрілочних переводів при паралельних

коліях (рис. 5.6, д), поширена, головним чином, в тупикових парках. За експлуатаційними показниками така стрілочна вулиця вельми вигідна, хоча і складна в утриманні.

Вибір, проектування і укладання найраціональніших стрілочних вулиць мають велике значення при улаштуванні станцій. Стрілочна вулиця повинна гарантувати безпеку руху поїздів встановленими швидкостями, якнайменші втрати сили тяги при пересуванні по ній екіпажів, якнайменші пробіги при маневруванні рухомого складу, бути простою, зручною і дешевою при її утриманні, а також переулаштуванні і розвитку станції.

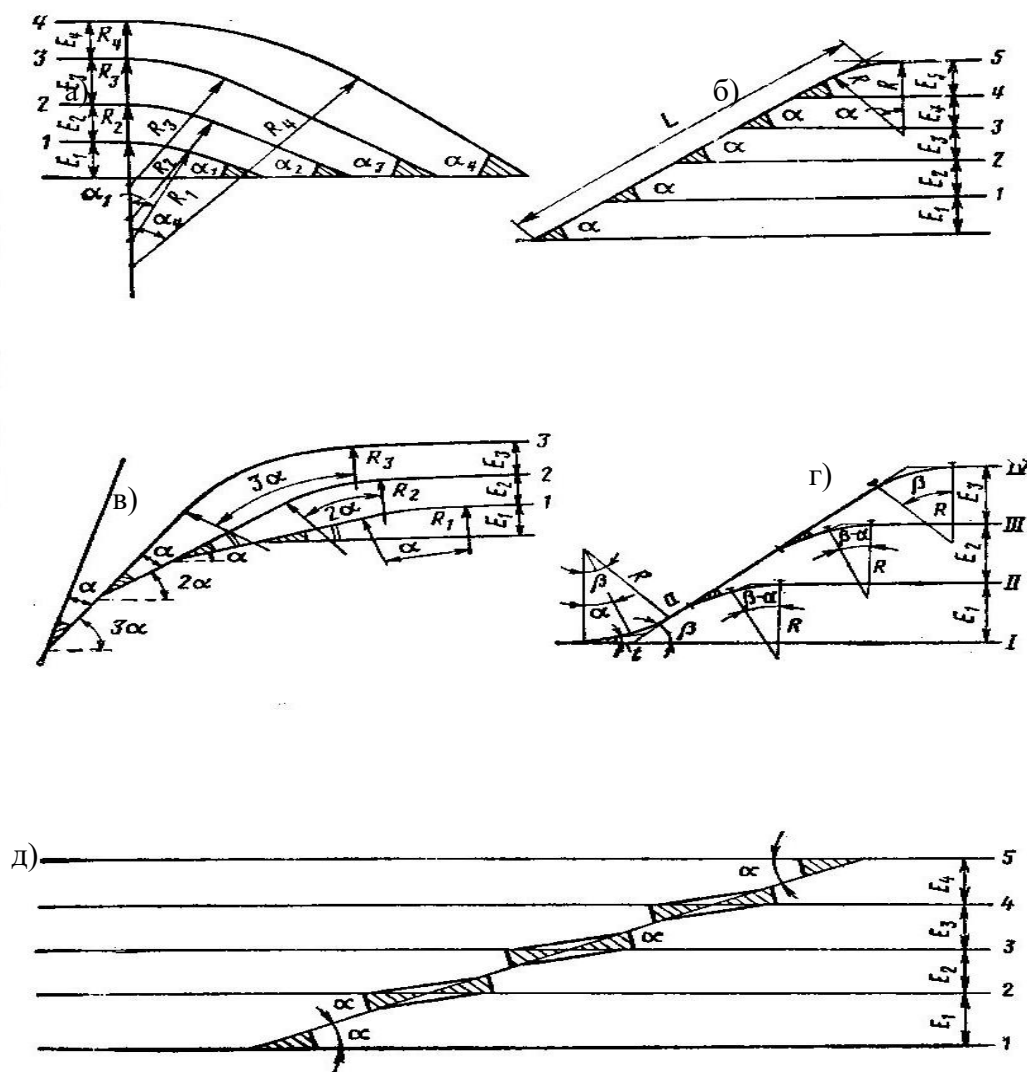


Рис. 5.6. Стрілочні вулиці: а) крайова прямолінійна з розташуванням переводів на бічній колії; б) з розташуванням переводів на головній колії; в) крайова ламана; г) крайова змішана; д) проміжна прямолінійна

5.5. Колійні поворотні пристрої

Для повороту на 180° як окремих одиниць залізничного рухомого складу, так і цілих поїздів, служать поворотні круги, поворотні петлі і поворотні трикутники.

Поворотні круги застосовуються, головним чином, в депо віялового типу, коли є лише невелика територія для використання під поворотний пристрій. Вони є спеціальними механічними пристроями для з'єднання колій. Докладний розгляд їх конструкції не надається. Петлі служать для повороту на 180° цілих поїздів і окремих одиниць рухомого складу. Вони вельми зручні для швидкого повороту поїздів без переформовування. Поворотні петлі можуть бути з одноколіїним підходом при поодинокому звичайному стрілочному переводі (рис. 5.7, а), з одноколіїним підходом при поодинокому симетричному стрілочному переводі і з двоколіїним підходом.

Поворотні колійні трикутники служать для повороту на 180° тільки окремих одиниць рухомого складу. Це найпоширеніший поворотний пристрій як в Україні, так і за кордоном, оскільки він простий, зручний в експлуатації, а місця для укладання займає небагато.

За формою в плані поворотні трикутники можуть бути симетричні з прямою основною колією (рис. 5.7, б), що складається з двох поодиноких звичайних і одного симетричного переводів; несиметричні з прямою основною колією, що складається з трьох поодиноких звичайних стрілочних переводів; симетричні з криволінійними коліями, що складаються з трьох поодиноких симетричних стрілочних переводів.

Техніко-економічна оцінка кожного з видів поворотних пристроїв дається на основі порівнянь добової пропускної спроможності, довжини пробігу рухомої одиниці при повороті, займаної площі, складності поворотного пристрою. В табл. 5.2 наведені характеристики колійних поворотних пристроїв.

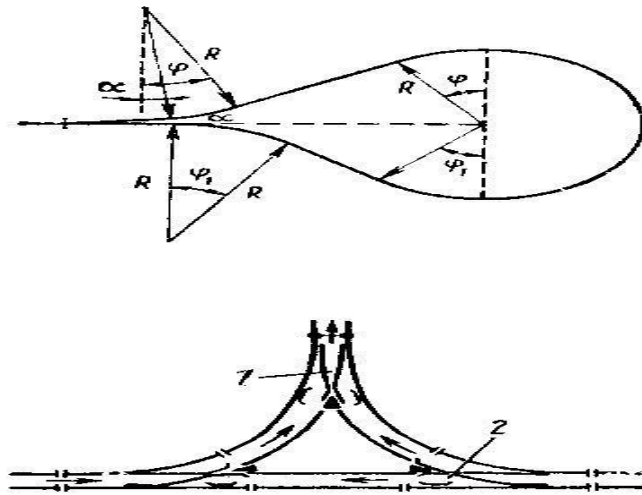


Рис. 5.7. Поворотні пристрої: а) поворотна петля;
 б) поворотний трикутник

Таблиця 5.2
 Характеристики колійних поворотних пристроїв

Вид пристрою	Кількість стрілочних переводів	Площа, га	Довжина пробігу при повороті, м	Добова пропускна спроможність (одиниць)
Поворотний круг	0	0,09	30	288
Поворотна петля	1	12,45	1472	1440
Поворотний симетричний трикутник	3	2,47	1142	1440

6. УТРИМАННЯ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ

6.1. Укладання стрілочних переводів

Стрілочні переводи і глухі перетини на головних та станційних коліях за потужністю і станом повинні відповідати умовам експлуатації, а також затвердженим кресленням. Допустимі за крутістю марки стрілочних переводів для таких чи інших колій регламентуються ПТЕ залізниць України [18].

Стрілочні переводи на головних коліях, як правило, повинні розміщуватись на прямих ділянках. Укладання стрілочних переводів у головні колії на кривих ділянках допускається тільки у випадках, коли воно не вимагає обмеження встановлених швидкостей руху поїздів. На лініях, де передбачається пропуск поїздів без зупинки зі швидкістю понад 100 км/год, укладання стрілочних переводів у головних коліях на кривих ділянках забороняється. У виключних випадках воно може допускатись тільки з дозволу Укрзалізниці.

Укладання перехресних стрілочних переводів і глухих перетинів у головні колії станцій забороняється. У виняткових випадках таке укладання можливе на лініях, де передбачається беззупинковий пропуск поїздів зі швидкістю не більше 70 км/год.

Кожний новий стрілочний перевід, що вкладається, повинний мати заводський паспорт. При укладанні нових стрілочних переводів необхідно з обох боків переводу укласти на кожній колії не менше ніж по одній ланці нових рейок нормальної довжини і типу, що відповідає типу стрілочного переводу. При суцільній зміні рейок на ділянках, що примикають до стрілочного переводу без його зміни, треба залишити з обох боків переводу по одній ланці старих рейок.

Для укладання звичайного стрілочного переводу на кривій ділянці колії частину її випрямляють і на кінцях влаштовують кругові криві, що сполучають. Довжина випрямленої ділянки повинна забезпечувати укладання всього переводу в цілому і мати по кінцях переводу прямі вставки, що забезпечують розміщення перехідних кривих чи відводи підвищення і розширення колії на кривих, що сполучають. Довжина прямої

вставки визначається залежно від швидкостей руху і від призначення станційної колії.

При переобладнанні станцій, роз'їздів і обгінних пунктів у виняткових випадках, коли розміщення звичайних стрілочних переводів на прямій вставці викликає великі додаткові роботи (перенесення траси головної колії, докорінне переобладнання горловин тощо) на коліях, по яких не плануються високі швидкості руху (понад 100 км/год), допускається укласти стрілочні переводи на кривій із застосуванням відповідних епюр укладання. У таких випадках застосовують однобічні чи різнобічні несиметричні стрілочні переводи з розміщенням на двох окремих вкорочених прямих вставках тільки стрілки і хрестовини. Обидві колії з'єднувальної частини між ними зігнуті по кривих різних радіусів. При відгалуженні бокової колії всередину кривої застосовуються однобічні несиметричні переводи марки 1/11; при відгалуженні бокової колії назовні кривої, як правило, застосовуються несиметричні різнобічні поодинокі переводи марки 1/9.

Перед укладанням стрілочного переводу виконується його розбивання із закріпленням на місцях основних точок. Між кінцем перевідної кривої і початком захрестовинної кривої для стрілочних переводів марки 1/9 і 1/11 повинна бути влаштована пряма вставка не менш ніж 15 м, а марки 1/18 – 25 м.

Укладати стрілочні переводи треба точно за затвердженими епюрами на відповідних типах брусів. Відхилення від зазначеної на епюрі теоретичної довжини переводу не повинні перевищувати ± 100 мм для стрілочного переводу марки 1/6; ± 150 мм для стрілочного переводу марки 1/9; ± 100 мм для стрілочного переводу марки 1/11. При укладанні перехресних переводів і глухих перетинів допускається відхилення від епюрних розмірів довжини великої діагоналі ромба в межах до ± 100 мм. Відхилення від проектних розмірів малої діагоналі ромба регламентуються нормами і допусками ширини колії в зоні тупої хрестовини.

Розбивання перевідних кривих у стрілочних переводах повинне виконуватись за ординатами, наведеними на епюрах або в таблицях ординат.

Усі рейки в межах стрілки і хрестовини повинні вкладатися на спеціальних плоских підкладках; рейки в межах між стрілкою і хрестовиною повинні вкладатися на плоских підкладках без ухилу.

При використанні залізобетонних шпал, що мають ухил по поверхні під підкладкою, треба застосовувати гумові підкладки підвищеної пружності або компенсувати ухил за рахунок клинчастих жорстких прокладок.

Перевідні механізми, як правило, встановлюються з правого боку по ходу поїзда в протишерстному напрямку. В особливих випадках, з врахуванням видимості сигналів і для зручності обслуговування, перевідні механізми можуть бути встановлені з лівого боку.

Після укладання стрілочного переводу встановлюється граничний стовпчик, до моменту цього стрілочний перевід не може бути відкритим для руху. Граничний стовпчик встановлюється там, де відстань між осями колій дорівнює 4100 мм.

Перед гостряками від протишерстних стрілочних переводів на головних коліях повинні бути укладені відбійні бруси. Стрілочні переводи повинні бути забезпечені належними водовідвідними прибудовами.

6.2. Норми і допуски утримання стрілочних переводів

Положення елементів стрілочного переводу по ширині колії (табл. 6.1) і рівню перевіряють в стику рамних рейок, у початку гостряків, в корені гостряків по кожному з напрямів, в середині і кінці перевідної кривої, в хрестовині — у стику вусовиків в тому місці, де ширина осердя 40 мм, і в хвості хрестовини по кожному з напрямів.

Відведення розширення на перевідній кривій влаштовують зі зсуванням внутрішньої нитки кривої. Відхилення від встановлених норм ширини колії в стрілочних переводах, що допускаються, більш жорсткі, ніж на прямій ділянці колії: у вістрія і в корені гостряка (± 2) мм, в середині перевідної кривої і в стику рамної рейки (+3; —2) мм, в хрестовині і в кінці перевідної кривої (± 2) мм. В симетричному переводі Р50 марки 1/6 для

гіркових колій допуски по ширині колії в корені гостряка і на перевідній кривій складають (+10; —2) мм.

Таблиця 6.1

Норми ширини колії в поодиноких звичайних стрілочних переводах, мм

Тип переводу	Марка	В стиках рамних рейок	Біля вістря гостряка	В корені гостряка		В середині кривої	В хрестовині
				На бокову колію	На пряму колію		
P65,P50	1/18	1520	1521	1520	1520	1520	1520
P65	1/11	1520	1524	1520	1521	1520	1520
P50	1/11	1520	1528	1520	1521	1520	1520
P65	1/9	1520	1524	1520	1521	1520	1520
P50	1/9	1520	1528	1520	1521	1520	1520

Відхилення ширини жолобів, що допускаються, у контррейки (± 2) мм і в хрестовині (± 2) мм можуть бути використані не завжди, а тільки за умови дотримання відстаней: не більше 1435 мм між робочими гранями контррейки і вусовика і не менше 1472 мм між робочими гранями контррейки і осердя. При недотриманні цієї умови допуски зменшуються до величини, що забезпечує вказані розміри.

Стрілочні переводи укладають і розміщують так, щоб поверхні кочення рейок, гостряків і хрестовин були в одному рівні. Тільки в зоні перекочування колеса з вусовика на осердя вусовики мають підвищення, а вістря осердя – зниження щодо загального рівня.

Відхилення по рівню на стрілочному переводі, що допускаються, встановлені (± 6) мм з відведенням цих відхилень на стрілочних переводах, що лежать на головних коліях, не крутіше 1 мм на 1 м колії, а на переводах, по яких дозволено рух в прямому напрямі з швидкостями більше 120 км/год, – 1 мм на 1,2 м; на переводах станційних і під'їзних колій (залежно від їх значення) – від 1 до 3 мм на 1 м.

Перевідну криву влаштовують, як правило, без підвищення зовнішньої рейки. Якщо стрілочний перевід укладений на кривій

з відгалуженням бічної колії всередину кривої, то зовнішня рейка головної колії може мати підвищення, відповідно радіусу кривої головної колії і швидкості руху по переводу на даній кривій, але не більше 75 мм. При відгалуженні бічної колії назовні підвищення зовнішньої рейки головної колії може бути допущено лише, як виняток, з дозволу начальника залізниці і за умови обмеження швидкості на бічну колію за розрахунком.

У звичайних стрілочних переводах рейкова нитка, на якій знаходиться рамна рейка прямого напрямку, є рихтувальною. Відступи ординат перевідної кривої, що вимірюються від робочої грані цієї нитки, допускаються не більш (± 2) мм.

Стрілочні переводи в більшості випадків не мають нахилу рамних рейок, поверхонь кочення в хрестовинах, рейок сполучних колій. Виключенням є стрілочні переводи типу Р65 марки 1/11, що виготовляються для укладання на лініях швидкісного руху. В цих переводах рамні рейки, поверхні кочення в хрестовинах і рейках сполучних колій мають ухил 1/20.

Перед стрілочним переводом і за ним ухил розганяють (тобто переходять від колії з ухилом до колій без ухилу) протягом 12,5 м. При дерев'яних шпалах для цього поступово збільшують їх затес під підкладками. Стрілочні переводи на залізобетонних брусах укладають без ухилу з розгоном ухилу на плитах, а також на залізобетонних брусах (що укладаються для цього додатково), що мають поступово змінний ухил опорних площадок.

Норми зносу металевих частин стрілочних переводів, що допускаються, диференційовані залежно від їх типу, значення колії, на якій вони укладені, і швидкостей руху поїздів. Вертикальний знос рамних рейок, гостряків, вусовиків і осердя хрестовин в перетині, де ширина осердя 40 мм, не повинен перевищувати на головних коліях таких значень, мм:

- в стрілочних переводах типу Р65 і важче, по яких прямують поїзди:

пасажирські з швидкістю від 121 до 140 км/год

рамних рейок і гостряків вусовиків осердя хрестовин 5

вантажні від 81 до 90 км/год

рамних рейок і гостряків 8

вусовиків і осердя хрестовин 6

- в стрілочних переводах типу Р50 і важче, по яких слідують поїзди:

пасажирські з швидкістю від 101 до 120 км/год

рамних рейок і гостряків 6

вусовиків і осердя хрестовин 5

пасажирські до 100 і вантажні до 80 км/год

рамних рейок і гостряків 8

вусовиків і осердя хрестовин 6

в стрілочних переводах типу Р 43 і легше:

рамних рейок, гостряків, вусовиков, осердя хрестовин 6

В табл. 6.2 наведені швидкості руху потягів по хрестовинах, знос яких перевищує норми, що гранично допускаються.

Таблиця 6.2

Граничні допустимі швидкості руху потягів по хрестовинах, що мають знос понад норми

Категорія поїздів	Тип хрестовин	Швидкості, що допускаються, км/год, при вертикальному зносі хрестовин, мм			
		5,1-6,0	6,1-8,0	8,1-10,0	10,1-12,0
Вантажні	Р65	Без обмеження	70	60	50
	Р50		70	60	40
	Р43		60	50	25
Пасажирські і рефрижераторні	Р65	100	80	70	50
	суцільнолітні Р65	120	100	70	50
	Р50	100	70	60	40
	Р43	70	60	50	52
Електросекційні і дизель-поїзди	Р65	100	80	70	50
	Р50	100	80	60	40
	Р 43	70	80	50	25

На коліях метрополітенів не допускається вертикальний знос рамних рейок, а також вертикальний знос осердя хрестовин в перетині, де ширина осердя 40 мм: більш 6 мм на всіх коліях, окрім паркових; більше 8 мм на паркових коліях.

Бічний знос рамних рейок і гостряків виміряють на рівні 13 мм від поверхні кочення рейок в перетині, де ширина незношеного гостряка дорівнює 20 мм.

Знос головки гостряків зовні меж вертикального стругання (в перетині, де ширина гостряка 50 мм і більш) дозволяється в межах норм зносу, що допускаються для рамних рейок.

Знос осердя хрестовини виміряють посередині поверхні кочення в місці, де ширина осердя рівна 40 мм. Оскільки вимірювання роблять від лінійки, встановленої на край неробочих граней вусовиків, а на суцільнолитих хрестовинах край вусовиків вище за поверхню кочення незношеного осердя на 1 мм, то для обліку цього підвищення від зміряної величини віднімають 1 мм. Оскільки вусовики в суцільнолитих хрестовинах і лита частина хрестовини з осердям типу загального відливання з частинами вусовиків, що зношуються, зроблені з нахилом 1/20, то від зміряної величини віднімають перевищення краю вусовика, рівне 2 мм.

Рамні рейки найбільш інтенсивно зношуються в перетині, де ширина гостряка 50 мм, гостряк – в перетині, де його ширина 20 мм, осердя хрестовини – в перетині, де його ширина 20 мм, а вусовики – проти перетину, де ширина осердя 10-20 мм.

6.3. Несправності стрілочних переводів

Існує група особливо небезпечних несправностей стрілочних переводів. Забороняється експлуатувати стрілочні переводи і глухі перетини, у яких є хоча б одна з таких несправностей:

- роз'єднання стрілочних гостряків;
- відставання гостряка від рамної рейки, рухомого осердя хрестовини від вусовика на 4 мм і більш, що виміряється у гостряка і осердя тупої хрестовини проти першої тяги, у осердя гострої хрестовини – у вістря осердя;
- викришування гостряка, при якому створюється небезпека набігання гребеня, і у всіх випадках викришування завдовжки на головних коліях 200 мм і більш; на приймально-відправних коліях 300 мм і більш; на інших станційних коліях 400 мм і більш;

- пониження гостряка проти рамної рейки на 2 мм і більш, що виміряється в перетині, де ширина головки гостряка зверху 50 мм і більш;
- відстань між робочою гранню осердя хрестовини і робочою гранню головки контррейки менше 1472 мм;
- відстань між робочими гранями головки контррейки і вусовика більше 1435 мм;
- злам гостряка або рамної рейки;
- злам хрестовини (осердя, вусовика або контррейка);
- розрив одного контррейкового болта в одноболтовому або у обох у двоболтовому вкладиші;
- вертикальний знос рамних рейок, гостряків, вусовиків і осердя хрестовин в перетині, де ширина осердя 40 мм, перевищує значення, що допускаються.

На коліях метрополітенів не допускається викришування гостряка, при якому створюється небезпека набігання гребеня, і у всіх випадках, коли викришування має довжину більше 200 мм на головних коліях, 300 мм на коліях для обороту і відстою поїздів і 400 мм на інших станційних коліях.

Роз'єднання гостряків може відбутися через злам стрілочної тяги, сережки або серьгових болтів. Хоча в централізованих стрілках для запобігання роз'єднанню гостряків введено роздільне прикріплення робочої і контрольної тяги, стан деталей вузла з'єднання гостряків (тяг, сережок, болтів, заклепок) повинен перевірятися як при укладанні стрілочного переводу, так і при його експлуатації. При щонайменшій несправності ці деталі негайно замінюються.

Необхідно строго дотримуватися нормальної відстані між гостряками в зоні регульованої тяги в стрілках з гнучкими гостряками.

Відставання гостряка від рамної рейки може бути викликано вигином рамних рейок, накатами на них, неправильною обробкою гостряків, угоном гостряків або рамних рейок. До відставання гостряків може привести вигин зв'язних смуг і стрілочних башмаків, неправильна відстань між робочими гранями рамних рейок, неприпустимий крок гостряків, спотворене розташування рейкових ниток стрілки в плані та ін.

При відставанні гостряка від рамної рейки на 4 мм і більш можливий удар підрізаного гребеня колеса в торець гостряка. Іноді існує неприлягання гостряка до стрілочних подушок через вертикальний вигин гостряка. Такі гостряки слід замінювати.

Прилягання гостряків до упорних накладок повинне бути щільним. Просвіт між робочою гранню напологливих накладок і шийкою гостряка допускається не більше 1 мм для стрілок на головних коліях і не більше 2 мм на приймально-відправних і інших коліях.

Викришування гостряків виникає при нещільному приляганні гостряків до рамних рейок і подушок, при більшій висоті гостряків в порівнянні з рамними рейками, поганому закріпленні гостряків в корені, вигині опорних деталей, неточному регулюванні стрілочної тяги і т.д. Довжина ділянки фарбування гостряка повинна бути не більш відстані від початку гостряка до його перетину, в якому при русі колеса проти шерсті бічна грань гребеня колеса торкнеться гостряка. Велика довжина викришеної ділянки гостряка приведе до удару гребеня в гостряк з можливим наїздом підрізаючого гребеня на гостряк. Тому найбільша допустима довжина викришеного гостряка прийнята такою, що удару гребенів у викришену ділянку не відбудеться навіть у разі недовода гостряка до прилягання на 3 мм.

Викришений гостряк являє тим більшу небезпеку, чим вище швидкість руху по стрілці. Тому довжина викришеної ділянки диференційована залежно від категорії колії. В межах допусків гостряки залишаються для роботи за умови, що частина, що викришена, зачищена. Якщо довжина викришеної ділянки перевищує допустиму величину, дефектний гостряк підлягає заміні.

Пониження гостряка проти рамної рейки вимірюється в перетині, де ширина головки гостряка зверху складає 50 мм, тобто там, де колесо при пошерстному русі починає переходити з гостряка на рамну рейку.

При пониженні гостряка проти рамної рейки на 2 мм і більш виникає віджимання і викантування рамних рейок колесами при пошерстному русі їх по стрілочному переводу, що може привести до сходу рухомого складу.

Слід правильно укласти всі передбачені конструкцією стрілки зв'язкові смуги; стрілочні бруси повинні бути рівномірно підбиті, стрілка виправлена в подовжньому профілі. Якщо при дотриманні всіх вимог пониження гостряка проти рамної рейки буде на 2 мм і більш, то такий дефектний гостряк підлягає заміні.

Украй важливими для гарантування безпеки руху потягів є вимоги, щоб відстань між робочими гранями головки контррейки і вусовика була не більше 1435 мм, а відстань між робочою гранню осердя хрестовини і робочою гранню головки контррейки – не менше 1472 мм. Відступи в цих відстанях звичайно ліквідовуються видаленням накатів на осерді, перешивкою контррейки в зборі з контррейковою рейкою, регулюванням стягувального вузла розпірок хрестовин або виправленням контррейкових жолобів.

До зламів гостряка або рамної рейки відносяться всі види порушення їх цілісності: тріщини, крупні виколи, поперечні злами по всьому перетину. Особливо небезпечні поперечні тріщини контактно-втомного походження в головці гостряків, оскільки гостряки по всій довжині до рамних рейок не кріпляться.

Злами хрестовини (осердя, вусовика або контррейки) включають не тільки повні поперечні злами, але і часткові – масивні виколи металу і тріщини. Такі дефекти зварюванням або наплавленням усунути не вдається, тому уражені цими дефектами хрестовини підлягають заміні.

Розрив одного контррейкового болта різко ослабляє кріплення контррейки. Навантаження в цьому вузлі розподіляється на меншу кількість болтів, що залишилися, що прискорює їх розрив. При розриві контррейкового болта може відбутися відтиснення контррейки, що викликає різкий удар колеса в осердя хрестовини. Обірваний контррейковий болт негайно замінюється, а причина, що викликала його розрив, ліквідується. При вертикальному зносі рамних рейок гребінь колеса наближається до головки гостряка і відповідальних елементів кріплення стрілки, що може привести до удару гребеня в торець гостряка або наїзду гребеня на кріплення. Крім того, у міру вертикального зносу рамної рейки місце передачі тиску колеса на гостряк наближається до більш слабких його

перетинів – до вістря. Тому допустимий вертикальний знос рамних рейок визначається з умови запобігання наїзду гребеня зношеного колеса на горизонтальну полицю головки гостряка, запобігання удару гребеня колеса в торець гостряка, а також з умови міцності рамних рейок.

Вертикальний знос рамної рейки звичайно вимірюють в середній частині головки не ближче $1/3$ її ширини від бічної грані проти вістря гостряка, проти перетину, де ширина гостряка 50 мм, проти кореня. Всі три проміри підсумовують і ділять на три. Отриманий результат прийнято вважати вертикальним зносом рамної рейки. Рамні рейки, а також гостряки із зносом, що перевищує розміри, що допускаються, повинні бути замінені.

Найбільший допустимий вертикальний знос вусовиків і осердя хрестовин визначається з умови міцності елементів хрестовин і недопущення кочення гребеня зношеного колеса по дну жолоба хрестовини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України (ЦП/ 0138). – К., 2006. – 332 с.
2. Амелин С.В., Андреев Г.Е. Устройство и эксплуатация пути. - М.: Транспорт, 1986. – 230 с.
3. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь: Учеб. для вузов железнодорожного транспорта. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 479 с.
4. Стрелочные переводы железных дорог Украины (Технология производства, эксплуатация в пути, расчеты и проектирование) / Э.И. Даниленко, С.Д. Тараненко, А.П. Кутах; Под. ред. д.т.н., профессора Э.И. Даниленко. - К.: Киевский институт железнодорожного транспорта, 2001. – 296 с.
5. Путь и путевое хозяйство промышленных железных дорог / В.Ф. Яковлев, Б.А. Евдокимов, В.Е. Парунакян, А.Н. Перцев; Под ред. В.Ф. Яковлева. - М.: Транспорт, 1990. – 341 с.

6. Железнодорожный путь и станции промышленных предприятий / В.И. Ангелейко, В.К. Дмитриев, А.Н. Перцев, Л.М. Чуб. – К.: Высшая школа, 1988. – 320 с.
7. Железнодорожный путь / Под ред. Т.Г. Яковлевой. - М.: Транспорт, 1999.
8. Каменский В.Б., Горбов Л.Д. Справочник дорожного мастера и бригадира пути. – М.: Транспорт, 1986. – 487 с.
9. Справочник инженера -путейца / Под ред. В.В.Басилова и М.А.Чернышева. – М.: Транспорт, 1972. – Т.1. – 768 с.
10. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України (ЦП / 0113). – К., 2004. – 37 с.
11. Содержание и ремонт железнодорожных путей в чёрной металлургии: Справ. изд./ А.Н. Перцев, Г.Г. Семенов, В.И. Ангелейко, В.Ф. Яковлев. – М.: Металлургия, 1986.
12. Шульга В.Я. Экономические расчёты по выбору рациональных форм управления и эффективности реконструкционных мероприятий в путевом хозяйстве. – М.: МИИТ, 1979.
13. Проектирование железнодорожного пути / Под ред. Г.М. Шахунянца. – М.: Транспорт, 1972. – 320 с.
14. Совершенствование ведения стрелочного хозяйства / Под ред. С.В. Амелина. – М.: Транспорт, 1983. – 240 с.
15. Амелин С.В. Соединения и пересечения рельсовых путей. – М.: Транспорт, 1968. – 268 с.
16. Смыков Е.К. Расчеты стрелочных переводов. – Гомель: БелИИЖТ, 1986. - 71 с.
17. Даниленко Э.И. Проектирование и расчет стрелочных переводов для высоких скоростей движения: Учеб. пособие. Днепропетровск: ДИИТ, 1989. – 74 с.
18. Амелин С.В. Стрелочные переводы для высоких скоростей движения поездов. – Л., 1969. – 74 с.
19. Правила технічної експлуатації залізниць України - К.: Міністерство транспорту України, 2003. – 256 с.
20. Класифікація і каталог дефектів і пошкоджень елементів стрілочних переводів та рейок залізниць України (ЦП – 0060). – Дніпропетровськ: Арт – Пресс, 2000. – 148 с.

21. Волошко Ю.Д., Орловский А.Н. Как работают стрелочные переводы под поездами. – М.: Транспорт, 1987. – 120 с.

22. Иващенко Г.И. Стрелочные переводы для повышенных скоростей движения по ответвляемому пути // Труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1960.– Вып. 193. – 104 с.

23. Яковлев В.Ф. Влияние расчетных характеристик элементов пути и подвижного состава на уровень динамических сил в контакте колеса и рельса // Труды ЛИИЖТ. - Л., 1964. - Вып.233.

24. Яковлев В.Ф. Связь параметров неровностей на крестовинах с траекториями перекатывания колес по ним. – В кн. Совершенствование ведения стрелочного хозяйства. – М.: Транспорт, 1983. - С. 98-105.

25. Смыков Е.К. Исследование по повторному исследованию стрелочных переводов и предложения по классификации их ремонтов // Труды МИИТ. – М.: МИИТ, 1978. - Вып.607. - С. 114-122.

26. Амелин С.В., Смирнов М.П., Яковлев В.Ф. Исследование износоустойчивости элементов стрелочных переводов: Сборник трудов ЛИИЖТ. – Л.: ЛИИЖТ, 1962. - Вып. 188. – 127 с.

27. Даниленко Э.И., Абросимов В.И., Трофимов А.Н., Агафонов Г.Ф., Фролов Л.Н. Неровности на крестовинах Р65 1/11 с непрерывной поверхностью катания и обоснование норм износа // Межвуз. сб. науч. трудов. - Днепропетровск: ДИИТ, 1985. - С. 63-75.

О.М. Даренський
З'ЄДНАННЯ І СХРЕЩЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ
Навчальний посібник

Відповідальний за випуск Даренський О.М.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 16.07.07 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 5,0. Обл.-вид.арк. 5,25.

Замовлення № Тираж 400. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, пл. Фейербаха, 7