

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«МИКОЛАЇВСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ  
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ»

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

# **ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ**

Миколаїв

2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«МИКОЛАЇВСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ  
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ»

# **ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

для студентів денної та зочної форм навчання

спеціальності 273 Залізничний транспорт

Миколаїв  
2021

**Розробники:**

Демиденко В.В. - спеціаліст, викладач I категорії.

Заєць П.А. – спеціаліст, викладач II категорії.

Залізнична колія. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання / В.В.Демиденко, П.А.Заєць – М.: ВСП «МФКТІ УДУНТ», 2021. – с. 139

**Рецензенти:**

Патласов О.М. – кандидат технічних наук, доцент, директор навчально-наукового центру розвитку професійної освіти Дніпровського інституту інфраструктури і транспорту.

Андрєєва В.В. – спеціаліст вищої категорії, викладач – методист ВСП «Миколаївський фаховий коледж транспортної інфраструктури Українського державного університету науки і технологій»

Описані основні елементи, будова, улаштування та конструктивні особливості залізничної колії та її складових елементів.

Приведено технічні умови і норми утримання прямих і кривих ділянок колії, безстикової колії, стрілочних переводів, залізничних переїздів.

**РОЗДІЛ 1. ЗЕМЛЯНЕ ПОЛОТНО**

---

## Вступ

|  |    |
|--|----|
| 1.1. Призначення і види земляного полотна                        | 5  |
| 1.2. Поперечні профілі земляного полотна. Смуга відведення       | 6  |
| 1.3. Особливості спорудження земляного полотна в складних умовах | 15 |
| 1.4. Водовідвідні пристрої і споруди                             | 20 |
| 1.5. Укріплення та захист земляного полотна                      | 24 |
| 1.6. Деформації земляного полотна                                | 27 |

**РОЗДІЛ 2. ВЕРХНЯ БУДОВА КОЛІЇ**

---

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Призначення і типи верхньої будови колії                      | 42 |
| 2.2. Рейки   | 45 |
| 2.3. Підрейкові опори  | 53 |
| 2.4. Проміжні рейкові скріплення                                   | 57 |
| 2.5. Рейкові стики і стикове скріплення                            | 61 |
| 2.6. Угон колії. Закріплення колії від угону. Протиугонні пристрої | 69 |
| 2.7. Баластовий шар  | 71 |
| 2.8. Верхня будова колії на мостах, тунелях і колієпроводах        | 78 |
| 2.9. Безстикова колія  | 82 |

**РОЗДІЛ 3. З'ЄДНАННЯ І ПЕРЕСІЧЕННЯ КОЛІЙ**

---

|   |     |
|---|-----|
| 3.1. Види з'єднань і перехрещень  | 91  |
| 3.2. Звичайний одиночний стрілочний перевід                                   | 93  |
| 3.3. Підрейкова основа  | 100 |
| 3.4. Норми і допуски утримання стрілочних переводів                           | 106 |
| 3.5. Несправності стрілочних переводів при яких забороняється їх експлуатація | 113 |

**РОЗДІЛ 4. ПЕРЕЇЗДИ, КОЛІЙНІ ЗНАКИ ТА КОЛІЙНІ ЗАГОРРОДЖЕННЯ**

---

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 4.1. Переїзди                     | 120 |
| 4.2. Колійні загородження і знаки | 122 |

**РОЗДІЛ 5. ВЗАЄМОДІЯ КОЛІЇ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ. ГАБАРИТ**

---

|  |     |
|--|-----|
| 5.1. Взаємозв'язок розмірів рейкової колії та колісних пар | 125 |
| 5.2. Улаштування рейкової колії на прямих ділянках колії   | 127 |
| 5.3. Улаштування рейкової колії на кривих ділянках колії   | 128 |
| 5.4. Габарити  | 131 |

## Вступ

У сучасних умовах зростає значення формування гармонійно розвинутої, активної людини. У зв'язку з цим потрібно прищеплювати майбутнім спеціалістам навички і уміння творчого застосування методів пізнання в реалізації програм економічного та соціального розвитку.

Для ефективного використання відведеного часу викладачеві слід спиратися на знання, отримані студентами з предметів спеціального циклу, реалізувати міжпредметні зв'язки.

В процесі викладання навчального матеріалу необхідно відображати питання, що сприяють розвитку економічного і екологічного мислення, вихованню у студентів розуміння, що стабільна робота залізничного транспорту є надійною гарантією стабільності економіки держави, переходу народного господарства на ринкові відносини.

Сьогодні завдання не тільки в тому, щоб дати молодому спеціалісту знання, а в тому, щоб сформувати потребу в них, виховати прагнення до їх постійного оновлення, власного удосконалення.

Мета цієї роботи полягає в тому, щоб розвивати творчі здібності та активізувати розумову діяльність студентів, формувати навички щоденної роботи з метою одержання та узагальнення знань, умінь і навичок формувати у студентів потреби безперервного поповнення знань.

## План

- 1.1. Призначення і види земляного полотна.
- 1.2. Поперечні профілі земляного полотна. Смуга відведення.
- 1.3. Особливості спорудження земляного полотна в складних умовах.
- 1.4. Водовідвідні пристрої і споруди.
- 1.5. Укріплення та захист земляного полотна.
- 1.6. Деформації земляного полотна.

### 1.1. Призначення і види земляного полотна

Залізнична колія являє собою комплексну інженерну конструкцію, що включає у свій склад: земляне полотно, штучні споруди, баластову призму, підрейкову основу, рейки та інші рейкові конструкції, рейкові скріплення, і призначена для руху по ній поїздів із встановленими швидкостями.

В складі конструкції залізничної колії слід розрізняти верхню будову колії і нижню будову колії.

До нижньої будови колії (НБК) відносяться земляне полотно та штучні споруди.

**Земляне полотно** – це спеціальна інженерна споруда з ґрунту, яка має певну геометричну форму, розміри та щільність, і призначена для розташування на ній конструкції ВБК. Земляне полотно приймає від ВБК навантаження, які передаються рухомим складом, вирівнює та знижує їх рівень, передає ці навантаження нижче лежачим ґрунтам основи в межах допустимих на цю основу тисків.

**Штучні споруди** – це спеціальні інженерні споруди, розташовані нижче рівня ВБК, чи в деяких випадках, вище рівня ВБК, призначенні для пересіченнями залізницями водних перешкод, глибоких щілин, гірських хребтів, забудованих міських територій, інших залізниць, інших залізниць чи автошляхів а також для забезпечення безпеки та функціонування залізничної колії в складних умовах. До штучних споруд відносяться: мости, тунелі, труби, естакади, шляхопроводи, віадуки, підпірні стіни, галереї та інші.

Таким чином залізнична колія, що складається з низки окремих інженерних конструкцій, які мають самостійне призначення, сама по собі є складною інженерною конструкцією, що вимагає багатопланових розрахунків для проектування, які повинні враховувати і експлуатаційні умови, що проектуються, і необхідну міцність, і достатню довговічність, і техніко-економічні показники.

*Особливості роботи залізничної колії як інженерної споруди:*

- колія знаходиться під постійним впливом динамічних колісних навантажень від рухомого складу.
- колія постійно знаходиться під впливом кліматичних факторів.
- колія постійно знаходиться під впливом експлуатаційних факторів, результатом яких є механічний знос елементів, забруднення та ущільнення

баласту, зминання й гниття деревини, шпал, деформування поверхні земляного полотна, його ущільнення.

Безперервний вплив на колію колісних навантажень від рухомого складу, погодно-кліматичних та експлуатаційних факторів вимагає постійної уваги до конструкції колії з боку робітників, що її обслуговують, постійного утримання колії в справному стані, який потрібен для забезпечення безпеки руху поїздів.

*Основні вимоги, що пред'являються до залізничної колії:*

1. Колія за міцністю і стійкістю повинна забезпечувати безпечний та плавний рух поїздів із найбільшими швидкостями встановленими для даної ділянки.

2. Залізнична колія повинна забезпечувати безперебійність перевезень у будь-який час доби та року.

3. Міцність конструкції колії повинна вибиратися таким чином, щоб бути з технічних міркувань достатньою, та з економічних - раціональною, відповідною навантаженням від рухомого складу встановленим швидкостям та інтенсивності руху поїздів на ділянці.

## **1.2. Поперечні профілі земляного полотна. Смуга відведення**

*Конструктивні елементи земляного полотна.* Поперечним профілем земляного полотна називається поперечний розріз земляного полотна вертикальною площиною перпендикулярно його продольній вісі, виконаний на всю ширину смуги відводу.

Земляне полотно – це основа з ґрунту, на якій розміщується верхня будова колії. Воно формується таким чином: спочатку знімається рослинний шар, поверхня вздовж рівняється шляхом зрізування або досипання ґрунту, разом з цим влаштовуються різні водовідвідні і укріплювальні споруди, а полотну надається відповідна форма з ухилами укосів, щоб на ньому не затримувалася вода.

Земляне полотно повинно відповідати таким вимогам:

- бути міцним, надійним і тривким, не допускати залишкових деформаційних змін після дії поїзної навантаження;
- мати надійний захист від руйнівних дій води вітру, морозу та інших природних факторів;
- мати конструкцію, зручну для механізованого виконання ремонтних робіт.

Добрим матеріалом для земляного полотна є пісок – дрібні тверді частинки-продукт вивітрювання гірських порід.

Земляне полотно не можна влаштовувати на крейдових, гіпсових, торф'яних, мулистих і засолених ґрунтах, тому що крейда, гіпс і солі розчиняються і вимиваються водою, а торф і мул біологічно розкладаються.

Поперечні профілі земляного полотна розрізняють:

- насип, в якому основна площадка знаходиться вище земної поверхні;
- виїмка, в якому основна площадка знаходиться нижче рівня земної поверхні;
- напівнасип, в якому з одного боку основна площадка співпадає з земною поверхнею, а з другого боку вище її;
- напіввиїмка, в якій з одного боку основна площадка знаходиться нижче земної поверхні, а з іншого боку співпадає з її рівнем;

- напівнасип-напіввиїмка, в якій горизонтальна площадка з одного боку вище земної поверхні, а з другого – нижче, або навпаки;

- нульове місце, коли основна площадка знаходиться на рівні земної поверхні.

Спланована поверхня землі під основу для верхньої будови колії називається основною площадкою земляного полотна.

На основній площадці з двох боків баластної призми влаштовуються узбіччя шириною 0,5 - 1 м для затримання осипання баласту, встановлення колійних і сигнальних знаків, проходу працівників колії.

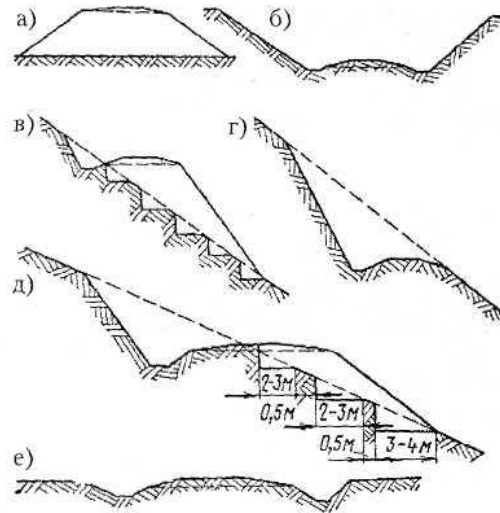


Рис. 1.1 – Різновиди поперечних профілів земляного полотна:

а – насип; б – виїмка; в – напівнасип; г – напіввиїмка;

д – напівнасип-напіввиїмка; е – нульове місце.

Контур основної площадки земляного полотна приймають в залежності від кількості колій, на одноколіній лінії він має форму трапеції висотою 0,15 м, на двоколіній – рівнобедреного трикутника висотою 0,20 м.

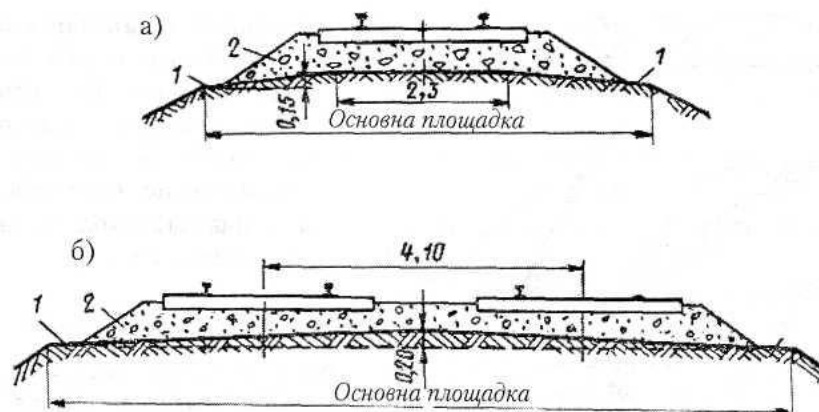


Рис. 1.2. Основна площадка земляного полотна і розміщення на ній верхньої будови колії:

а – одноколіійної лінії; б – двоколіійної лінії; 1 – узбіччя; 2 – баластний шар

Трапецідальну або трикутну призму, яка знаходиться вище рівня брівки називають зливною призмою.

Верх одноколіїного і двоколіїного земляного полотна з роздроблених скельних, дренуючих великоуламкових та дренуючих піщаних ґрунтів необхідно проектувати горизонтальним. Також горизонтальним повинен бути запроектований і верх захисного шару із зазначених ґрунтів.

Насип має такі елементи:

- основну площадку;
- укіс;
- основу;
- берму;
- резерв або водовідвідну канаву.

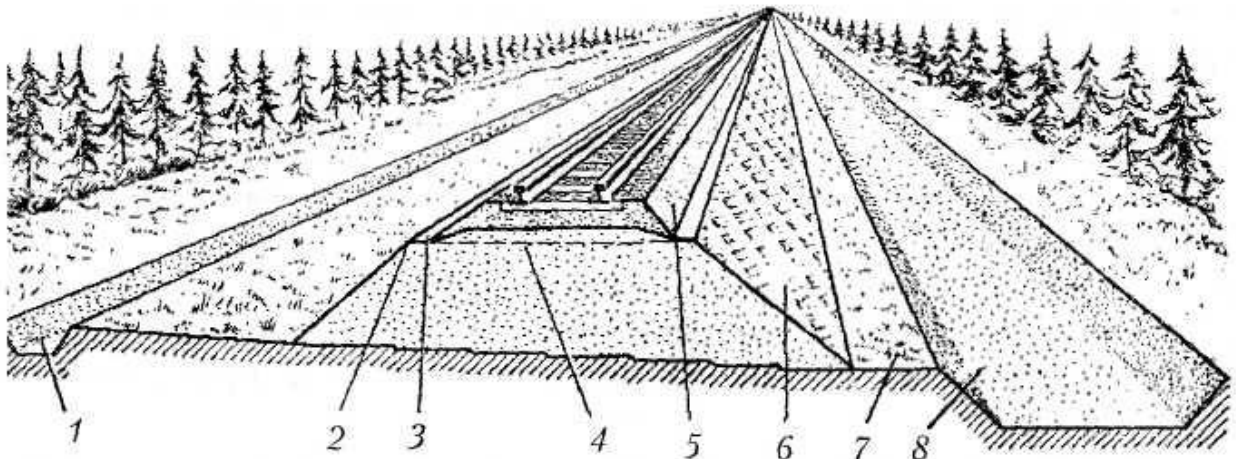


Рис. 1.3. Поперечний розріз насипу:

- 1 – водовідвідна канава; 2 – брівка; 3 – узбіччя; 4 – основна площадка;  
5 – баластний шар; 6 – укіс; 7 – берма; 8 – резерв

Ґрунт для насипу береться з ближніх виїмок або з резервів-котлованів, які викопуються з одного боку вздовж колії. Якщо місцевий ґрунт не придатний для земляного полотна, тоді ґрунт привозять з кар'єру.

Смуга землі під насипом називається основою насипу. Укоси насипу повинні мати крутість 1:1,5. За висоту насипу від 6 м до 12 м укіс має вигляд ломаної лінії, у верхній частині якої ухил 1:1,5, в нижній – 1:1,75.

Лінія сполучення укосу з основною площадкою називається брівкою земляного поло, а укосу з основою – підшовою.

З двох боків насипу влаштовують берми – це смуги, сплановані з ухилом від колії вбік. Берми призначені відводити воду від підшви насипу і не допускати підмивання основи насипу.

За бермами знаходяться резерви, з яких вибирався ґрунт для насипу, або водовідвідні канали (якщо ґрунт привізний). Вони збирають поверхневі води і відводять їх до найближчих штучних споруд. Для цього їм надається поздовжній ухил в одному напрямку не менше 3‰.

Для збільшення стійкості насипу, який зводиться на косогорі, на основі його влаштовують уступи.

Виїмка має такі елементи:

- основна площадка;

- кювет;
- укіс;
- банкет;
- забанкетну канаву;
- кавальєр;
- нагірну канаву.

З двох боків основної площадки, біля підшви основної площадки і укосів виїмки влаштовують невеликі стічні поздовжні канали у вигляді трапеції, які називаються кюветами.

Ґрунт з виїмки відсипають за укосом у вигляді трапеції (призми), які називають кавальєрами. Якщо виїмка знаходиться на косогорі, то з нагірного боку між укосом і кавальєром влаштовується присипка, яка називається банкетом.

Для збирання поверхневих вод за банкетом влаштовують забанкетну канаву, а за кавальєром – нагірну канаву.

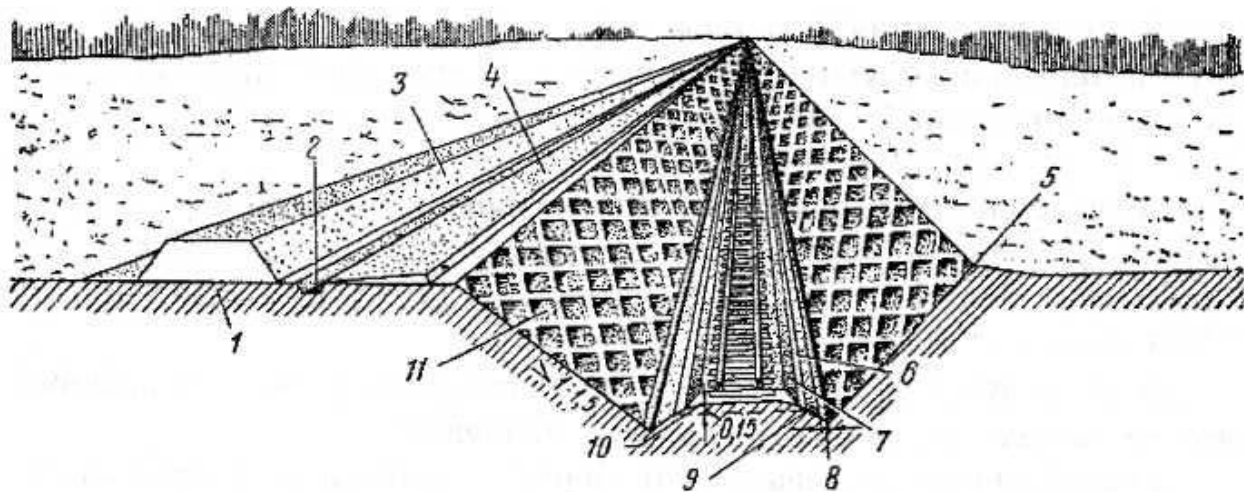


Рис. 1.4. Поперечний розріз виїмки:

1 – кавальєр; 2 – забанкетна канава; 3 – укіс кавальєру; 4 – банкет; 5 – брївка укосу; 6 – узбіччя; 7 – баластний шар; 8 – кювет; 9 – брївка основної площадки; 10 – основна площадка; 11 – укіс виїмки.

Поперечні профілі земляного полотна діляться на типові та індивідуальні, а типові на нормальні і спеціальні. Типові нормальні поперечні профілі використовують при будівництві земляного полотна в звичайних умовах і із звичайних ґрунтів. Типові спеціальні профілі використовують при спорудженні земляного полотна в легко-, і слабовивітрюваних скальних ґрунтах, на засолених ґрунтах, болотах.

Поперечні профілі розроблені по окремим проектам для умов в яких типові профілі не можна використати, називають індивідуальними.

**Типові поперечні профілі земляного полотна.** Відповідно до ПТЕ п.3.8. ширина земляного полотна зверху на прямих ділянках колії має відповідати верхній будові колії. На існуючих лініях до їх реконструкції допускається ширина земляного полотна не менша: на одноколійних - 5,5 м, на двоколійних – 9,6 м, а в скельних і дренаючих ґрунтах не менша: на одноколійних – 5,0 м, двоколійних –

9,1 м. Мінімальна ширина узбіччя земляного полотна має бути 0,4 м з кожного боку колії.

Відповідно до ДБН В. 2.3-19-2008 ширину основної площадки земляного полотна нових залізниць на прямих ділянках колії в межах перегонів слід приймати за нормами, наведеними у таблиці 1.1.

У разі наявності захисного шару під баластною призмою ширина земляного полотна призначається на 0,4 м меншою зазначеної для глинистих ґрунтів (у третій графі таблиці 1.1); вона вимірюється на рівні проектної брівки, що перевищує профільну брівку на 0,15 м.

Відстань від осі другої, третьої чи четвертої колій, що укладаються, до брівки земляного полотна слід приймати не меншою половини ширини земляного полотна, зазначеної в таблиці 1.1 для I і II категорій магістральних ліній.

Таблиця 1.1. Ширина основної площадки земляного полотна

| Категорія залізничної лінії | Кількість головних колій | Ширина основної площадки земляного полотна на прямих ділянках колії, м, при використанні ґрунтів   |   |
|-----------------------------|--------------------------|--|---|
|                             |                          | глинистих, великоуламкових з глинистим заповнювачем, скельних, які вивітрюються і легко вивітрюються, пісків, що не дреноують, дрібних і пилюватих | скельних, що слабо вивітрюються, великоуламкових з піщаним заповнювачем і пісків дреноуючих* (крім дрібних і пилюватих) |
| Швидкісні, I і II           | 2                        | 11,7   | 10,7  |
| II і III                    | 1                        | 7,6  | 6,6   |
| IV і V                      | 1                        | 7,3  | 6,4   |
| VI і VII                    | 1                        | 7,1  | 6,2   |

**Примітка 1.** Ширина основної площадки земляного полотна вимірюється: для ґрунтів, зазначених у графі 3, - у рівні профільної брівки, для ґрунтів, зазначених у графі 4, - у рівні проектної брівки. Проектна брівка перевищує рівень профільної брівки на висоту зливної призми плюс різниця товщин баластного шару на даній ділянці дреноуючих ґрунтів і суміжних з нею ділянках земляного полотна з недреноуючих ґрунтів.

**Примітка 2.** Виймки глибиною більше 6 м, розташовані у скельних ґрунтах, а також на крутих косогорах і на притисках рік, незалежно від висоти укосів для лініях III категорії і вище необхідно проектувати під дві колії.

**Примітка 3.** Ширину земляного полотна насипів, що споруджуються на слабких основах, і насипів, які споруджуються із запасом на осідання, треба встановлювати, виходячи із умови забезпечення необхідних розмірів після повного осідання згідно з таблицею 1.1.

\*) До дреноуючого за умовами роботи земляного полотна слід відносити ґрунти, які мають при максимальній щільності за стандартним ущільненням коефіцієнт фільтрації не менше 0,5 м/добу і мають в гранулометричному складі не більше 10 % часток розміром менше 0,1 мм.

Ширину земляного полотна у випадку розташування колії на різних рівнях слід встановлювати за розрахунком.

Мінімальна ширина узбіччя з боку, протилежного розташуванню проектної другої колії, повинна бути не менше 0,5 м. Якщо ця норма не забезпечується, необхідно відповідно збільшувати відстань між існуючою і проектною головними коліями, з подальшою виправкою плану існуючої колії.

Ширину основної площадки земляного полотна на лініях усіх категорій на

дільницях, розташованих у кривих, слід збільшувати з зовнішнього боку кривої на зазначення, наведене в таблиці 2. Крім того, при проектуванні додаткових головних колій до неї необхідно додавати величину міжколійного розширення в кривих між осями першої і другої головних колій, передбачену ГОСТ 9238.

Розширення в кривих на швидкісних лініях і лініях I категорії устанавлюються за розрахунком.

Таблиця 1.2. Розширення земляного полотна в кривих ділянках

| Радіуси кривих, м | Розширення земляного полотна, м |
|-------------------|---------------------------------|
| 3000 і більше     | 0,20                            |
| 2500 - 1800       | 0,30                            |
| 1500 - 700        | 0,40                            |
| 600 і менше       | 0,50                            |

Земляне полотно на підходах до великих мостів повинно бути розширене на 0,5 м в обидва боки на довжині 10 м від задньої грані стояка, а на наступних 25 м поступово зведено до нормальної ширини.

Крутизну укосів насипу і виїмок слід визначати залежно від виду ґрунту, висоти насипу і глибини виїмки за нормами таблиць 3 і 4 із урахуванням геологічних, гідрологічних, гідрологічних та кліматичних умов місцевості, а також намічуваних способів виконання робіт.

Таблиця 1.3. Крутизна укосів насипу

| Вид ґрунту, що використовується   | Крутизна укосу при висоті насипу |                               |                                |
|---|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|   | до 6 м                           | до 12 м                       |                                |
|   |                                  | в верхній частині висотою 6 м | в нижній частині від 6 до 12 м |
| Роздроблені скельні ґрунти, які вивітрюються та слабо вивітрюються, великоуламкові та великоуламкові з піщаним заповнювачем, піски гравелисті, крупні та середньої крупності, металургійні шлаки                                | 1:1,5                            | 1:1,5                         | 1:1,5                          |
| Піски дрібнозернисті та пілуваті, глинисті ґрунти (у тому числі лесоподібні) твердої і напівтвердої консистенції, великоуламкові з глинистим заповнювачем такої самої консистенції, роздроблені скельні, що легко вивітрюються* | 1:1,5                            | 1:1,5                         | 1:1,75                         |
| Глинисті ґрунти тугопластичної консистенції та великоуламкові ґрунти з глинистим заповнювачем такої самої консистенції  | 1:2**                            | За індивідуальним проектом    |                                |
| Глинисті і пілуваті ґрунти (в тому числі лесоподібні) в районах надмірного зволоження ***, а також піски однорідні дрібні, пілуваті *   | 1:1,75                           | 1:1,75                        | 1:2                            |

\*) Крутизну укосів у глинистих ґрунтах напівтвердої і тугопластичної консистенції, а також у пісках дрібних і пилуватих необхідно приймати не менше визначених і перевіряти розрахунком. При розрахунку необхідно враховувати зниження міцності і деформативних характеристик ґрунтів внаслідок вібродинамічного впливу.

\*\*) Для ліній VI, VII категорій 1:1,75.

\*\*\*) До районів надмірного зволоження відносяться території, у межах яких середньорічна кількість опадів значно перевищує можливе випаровування з поверхні суші.

Таблиця 1.4. Висота та крутизна укосів виїмки в залежності від ґрунту

| Вид ґрунту  | Висота укосів виїмок, м | Крутизна укосів виїмок |
|---|-------------------------|------------------------|
| Скельні, що слабо вивітрюються  | до 12                   | 1:0,2                  |
| Скельні, що вивітрюються  | до 12                   | 1:1                    |
| Скельні, що легко вивітрюються  | до 12                   | 1:1,5                  |
| Великоуламкові, піщані, глинисті (в тому числі лесоподібні) твердої, напівтвердої, тугопластичної консистенції. | до 12                   | 1:1,5                  |
| Глинисті і пилуваті ґрунти в районах надмірного зволоження  | до 6                    | 1:2                    |
| Леси  | до 12                   | 1:0,5-1:1,5            |

**Примітка 1.** Укоси крутизною 1:0,2 застосовуються при контурних вибухових роботах; при цьому у разі сприятливих інженерно-геологічних умов в ґрунтах, які слабо вивітрюються, допускаються вертикальні укоси виїмок.

**Примітка 2.** У скельових виїмках у межах поверхневого (делювіально-елювіального) шару крутизну укосів необхідно приймати з урахуванням потужності цього шару ґрунту та його міцності.

**Примітка 3.** У підосві укосів у скельних ґрунтах, які легко вивітрюються, необхідно передбачати влаштування кюветів-траншей шириною понизу 4 м і глибиною 0,6 м. У скельних ґрунтах, які слабо вивітрюються або вивітрюються, при невтриманості їх залягання, сильній дислокованості і несприятливому розташуванні поверхонь послаблення необхідно біля підосви укосів передбачати траншеї, що будуть уловлювати осипання з укосів, габаритні розміри яких знаходять розрахунком.

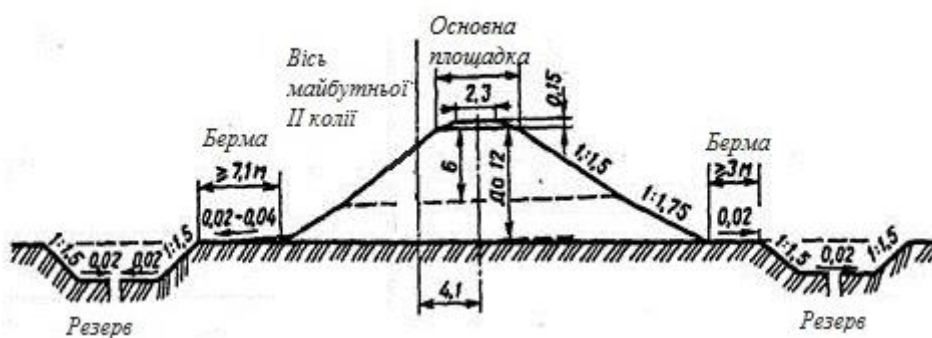


Рис. 1.5. Типовий поперечний профіль насипу до 12 м.

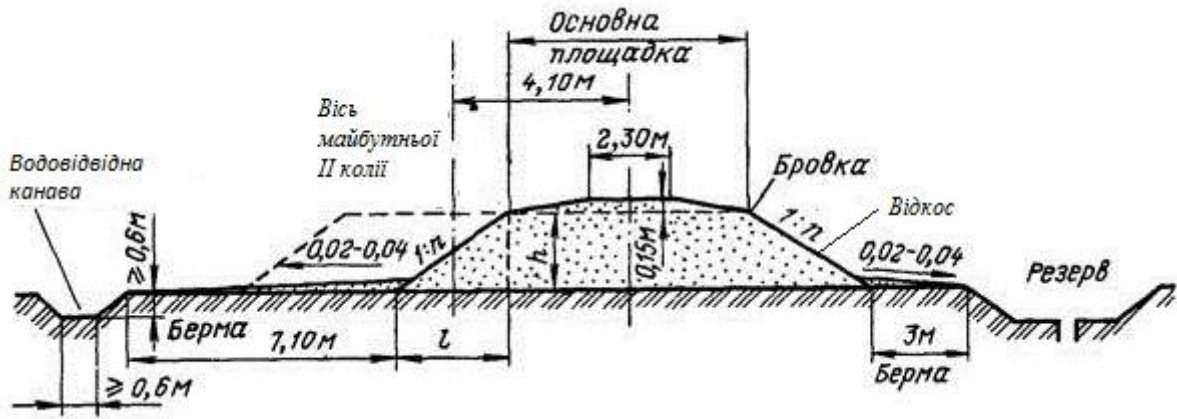


Рис. 1.6. Типовий поперечний профіль насипу висотою до 6м.

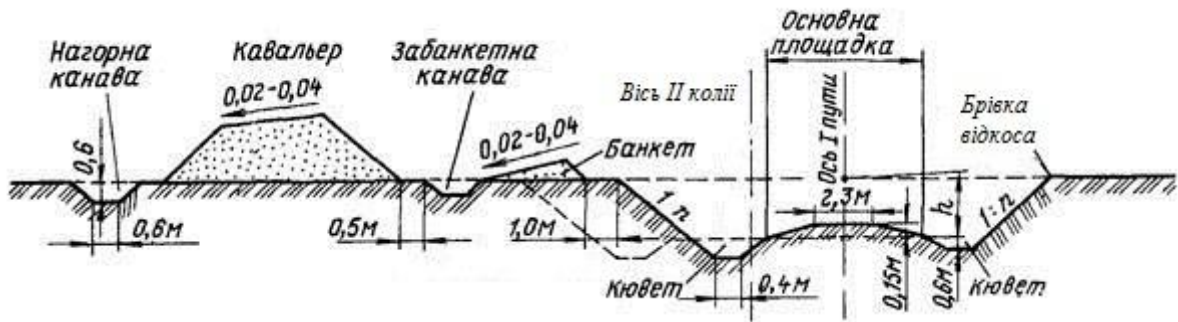


Рис. 1.7. Типовий поперечний профіль виїмки.

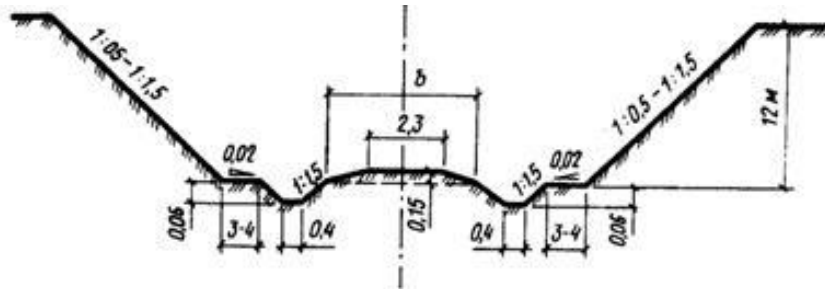


Рис. 1.8. Конструкція виїмки глибиною до 12 м в районах з вологим кліматом.

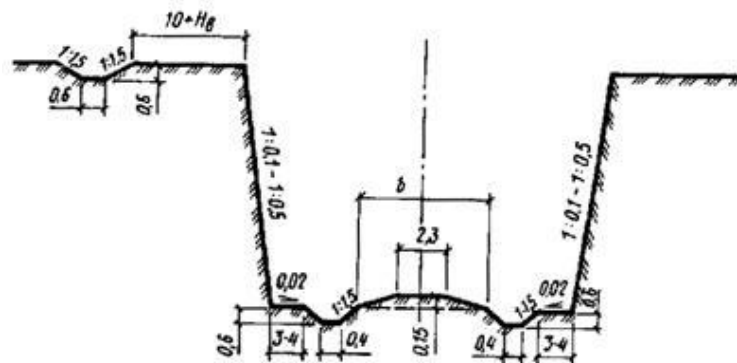


Рис. 1.9. Конструкція виїмки глибиною до 12 м в районах з засушливим кліматом.

**Типові поперечні профілі на станції.** Поперечний обрис основної площадки станційного земляного полотна залежно від кількості колій і виду ґрунту потрібно проектувати односхилим або двосхилим. При значній ширині основної площадки допускається застосовувати пилкоподібний поперечний профіль із спорудженням у міжколійях, де знаходяться нижні точки переломів профілю, закритих поздовжніх водовідводів (лотків і дренажів) із ухилом не менше 0,002, а при необхідності – з улаштуванням поперечних випусків для відводу води за межі земляного полотна. Поверхням схилів основної площадки земляного полотна слід надавати ухил у сторону водовідводів. Значення ухилів приймається залежно від видів ґрунтів земляного полотна, кліматичних умов і кількості колій, розташованих у межах схилу.

Верх земляного полотна станційних площадок зі скельних, великоуламкових і піщаних дренажних ґрунтів слід проектувати горизонтальним.

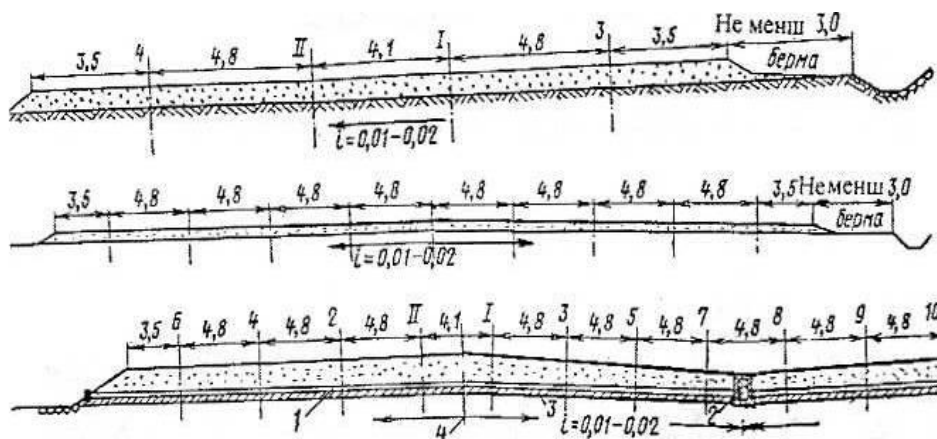


Рис. 1.10. Поперечні профілі земляного полотна станційних площадок:

а – односхилий; б – двосхилий; в – пилкоподібний;

1 – поперечний колектор  $d > 0,5$  м; 2 – оглядовий колодязь; 3 – ложе для труби (утрамбований щебінь шаром 20 см); 4 – поздовжній вододіл.

**Смуга відведення.** Для розміщення вздовж колії різних споруд, службово-технічних будівель, захисних пристроїв, лісових і чагарникових насаджень відводять смугу землі, яку називають **смугою відводу залізниці**. План смуги відводу виконується в координатах, погоджується зі службою Держкомзему України і зберігається в службах, дистанціях захисних лісонасаджень.

Межу смуги відводу позначають спеціальними межовими знаками, які встановлюють на відстані 250 м один від одного, а також обов'язково на кожному повороті межі.

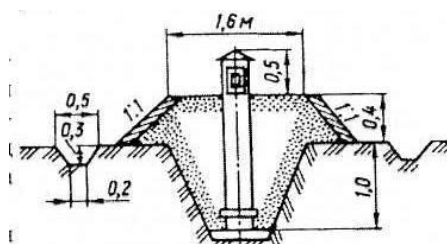


Рис. 1.11. Межовий знак відводу землі.

Захисні лісові насадження висаджуються на відстані не менше 20 м від осі найближчої колії, разом з тим вони мають розташовуватись не ближче 5 м від бровки виїмки в місці найбільшої її глибини, а за наявності водовідвідної канави, не ближче 5 м від її зовнішньої бровки. Захисні лісонасадження можуть бути одно- та багато смугові. Ширина смуги визначається спеціальними розрахунками і становить від 15 до 65 м, а ширина розривів між смугами може бути від 20 до 40 м.

Прилегли до залізниці ліси шириною 500 м з кожного боку відносять до особливої захисної зони, де забороняється суцільна вирубка дерев.

Охорону, веденням снігозахисного господарства в межах смуги займаються дистанції захисних лісонасаджень, які підпорядковані службам колії залізниць.

### **1.3. Особливості спорудження земляного полотна в складних умовах**

В скельних ґрунтах виїмки глибиною до 6 м мають укоси крутизною 1:0,2, а при глибині від 6 до 12 м – 1:0,5, якщо скеля міцна, тобто слабовивітрювана і немає нахилу шарів в бік колії.

В більш слабких скельних ґрунтах укоси влаштовують крутизною від 1:0,5 до 1:1,5.

Основну площадку в скельних ґрунтах роблять горизонтальною, а кювети допускається робити у вигляді лотка прямокутної форми. В міцних скелях всю площадку між укосами влаштовують горизонтально. Кювети при цьому облаштовують у вигляді бордюрів з кладки насухо. Бордюри забезпечують стікання води з баластної призми і застерігають від розмивів. На дорогах I та II категорії при глибині виїмки в скельних ґрунтах 6-12 м відстані від вісі колії до укосу в кожную сторону роблять не менше 5 м, на дорогах II категорії – не менше 4,6 м. Це потрібно для заміни шпал без перешкод. Через кожні 300 м в скельних виїмках з обох сторін в шаховому порядку влаштовують камери шириною 6 м, глибиною 2,5 м, вистою 2,8 м. Між камерами через 50 м роблять заглиблення шириною 3 м, глибиною 1 м, висотою 2 м для укриття людей і механізмів, яких знімають з колії.

Якщо скеля легковивітрювальна, то на рівні бровки основної площадки за кюветами влаштовують полиці шириною 1-2 м, щоб кювет не забруднювався ґрунтом, який осипається.

При улаштуванні насипів на болотах, їх розділяють на три типи:

1й тип – болота, які заповнені суцільно до дна торфом стійкої консистенції, який здіймається, а не видавлюється

2й тип – болота, які заповнені в основному торфом не стійкої консистенції, який видавлюється під дією навантаження

3й тип – болота, які заповнені болотним мулом і водою, з торф'яною кіркою, або без неї.

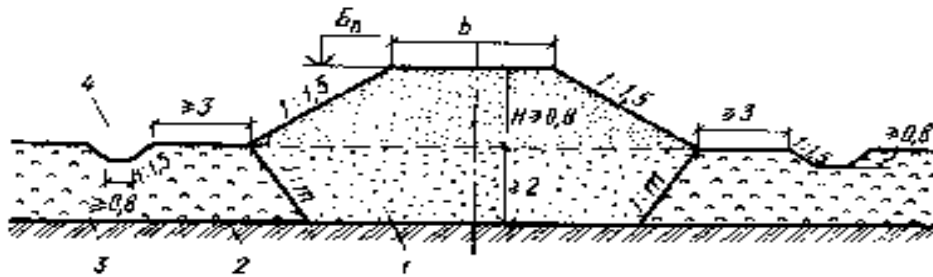


Рис. 1.12. Конструкція насипу висотою до 3 м на болоті І типу, глибиною до 2 м, із дренуючих ґрунтів: 1 - дренуючий ґрунт; 2 - мінеральне дно болота; 3 - торф; 4 - канава; Н - висота насипу

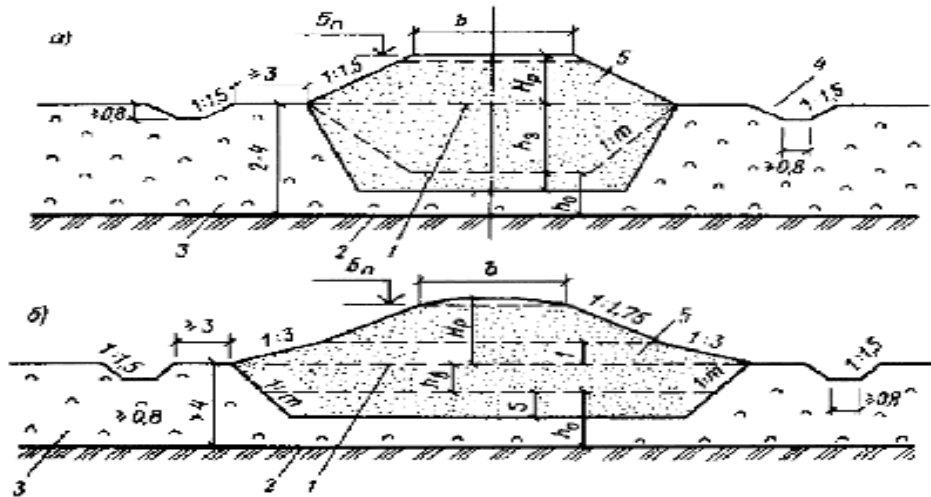


Рис. 1.13. Конструкція насипу висотою до 3 м, на болоті І типу, глибиною 2-4 м  
 а - із дренуючих ґрунтів; б - із пісків; 1 - поверхня болота; 2 - мінеральне дно болота; 3 - торф; 4 - канава; 5 - ґрунт насипу;  $h_3$  - глибина заміни ґрунта на дренуючий;  $h_0$  - потужність торфа під основою насипу; S - осадка основи насипу, яка визначається по розрахунку;  $h_v$  - глибина виторфовки;  $H_p$  - висота насипу по розрахунку

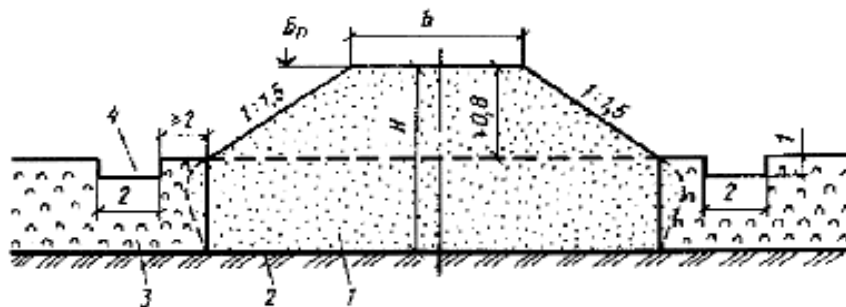


Рис. 1.14. Конструкція насипу на болоті ІІ типу із дренуючих ґрунтів: 1 - дренуючий ґрунт; 2 - мінеральне дно болота; 3 - торф; 4 - канава; Н - висота насипу

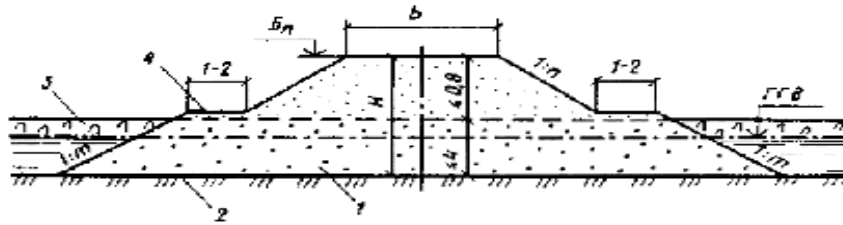


Рис. 1.15. Конструкція насипу на болоті III типу, глибиною не більше 4 м із дренажних ґрунтів висотою не більше 0,8 м. 1 - дренажний ґрунт; 2 - мінеральне дно болота; 3 - сплавина із торфа; 4 - берма; Н - висота насипу

Тип болота визначають лабораторним шляхом.

В будівельній практиці розповсюджений такий метод визначення консистенції торфу: відривають шар розміром 1х1,5 м, глибиною 2 м з вертикальними стінками і залишають без укріплення на 5 діб. Якщо за цей час при позитивних температурах стінки зберегли вертикальність, то консистенція торфу стійка, якщо руйнуються – не стійка.

Насипи на болотах висотою 0,8-1,2 м влаштовують з крупно- та середньозернистого піску, гравію, гальки, щебеня і каміння із слабковивітрювальних порід. Якщо висота насипу над поверхнею болота більше 1,2 м, то крім вказаних ґрунтів можна використовувати малі непилуваті піски, легкі супісі, в яких присутні глинисті частини, але не більше 6%.

При улаштуванні насипу на болотах Iго типу глибиною до 2 м висота насипу повинна бути не менше 0,8 м над поверхнею болота. При влаштуванні виконується повне виторфовування. Зливна призма не влаштовується, поверхню основної площадки роблять горизонтальною – на рівні проектної бровки, яка знаходиться вище відмітки бровки основної площадки по поздовжньому профілю (профільна бровка) на висоту зливної призми  $h_{зд}$ .

Якщо глибина болота 2-4 м, то висота насипу над поверхнею болота повинна бути не менше 1,2 м. Виторфовування в такому випадку виконуються частково з таким розрахунком, що загальна висота насипу з підводною частиною була не менше 3 м, так як насип висотою менше 3 м своєю вагою ущільнити не може.

Глибина виторфовування залежить від висоти насипу над поверхнею болота

Таблиця 1.5. Співвідношення глибини виторфовування та висоти насипу

| Висота насипу над поверхнею болота, м | Глибина ви торфовування, м |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 1,2 – 1,5                             | 2,0                        |
| 1,6 – 2,0                             | 1,5                        |
| 2,1 – 2,5                             | 1,0                        |

При висоті насипу над поверхнею болота більш 3 м виторфовування не проводяться. Насип висипають прямо на поверхню болота, по краях насипу на глибині рослинно-корневого шару, але не менше 1 м, влаштовують поздовжні прорізу, щоб ущільнення торфу відбулося більш рівномірно. Також допускається використовувати і глинисті ґрунти, але в їх основу влаштовують капілярні переривники з дренажного ґрунту.

Торф, який стискується викликає істотне осідання насипу, при товщині шару торфу до 2, осадка досягає 60%, при товщині 2-4 м – 50%.

При улаштуванні насипу на болотах 2го типу глибиною не менше 3 м видаляють весь торф до мінерального дна і насип висипають в цьому котловані. Висота насипу над рівнем болота повинна бути не менше 0,8 м.

На відстані 2м, від підосви укосу з обох сторін насипу відривають прямокутні траншеї шириною 2 м і глибиною не менше 1 м, які називають торфоприймачами. Вони потрібні для забезпечення більш рівномірного осідання насипу за рахунок видавлювання в них торф'яної маси.

На болотах 3го типу при його глибині до 4 м насип висипають на мінеральне дно. Якщо насип має загальну висоту менше 3м торф'яну кірку попередньо вирізують і видаляють перед улаштуванням насипу. При загальній висоті насипу 3 м і більше торф'яна кірка буде достатньо ущільнена вагою насипу, тому її можна не зрізувати. Часину кірки, яку занурюють на дно болота відокремлюють від іншої частини прорізами.

Висота насипу над поверхнею болота повинна бути не менше 0,8 м. У верхній частині насипу до горизонту води  $\pm 0,25$  м укосам надають більшу крутизну (1:2 при мілкому піску, 1:1,5 при крупному і середньозернистому піску, при породах з гальки, гравію, щебеня, каменю). Потім на цьому ж рівні влаштовують горизонтальну берму шириною 1 м при глибині болота до 3 м, шириною 2 м при глибині болота більше 3м. В підводній частині насипу укоси влаштовують більш пологими (1:4 при мілкому піску, 1:2 при крупному і середньозернистому піску, 1:1,5 при породах з гальки, гравію, щебеня і каменю).

Для всіх типів болот: якщо поперечний ухил дна болота 1 типу більше 1/10, а 2 типу – 1-5, то дно попередньо уположують (звичайно вибуховим способом), або замінюють насип естакадою. Для боліт 3 типу поперечний ухил дна повинен бути не більше 1/20.

При улаштуванні насипів на проймах рік враховується періодичне підтоплення їх паводковими водами і пов'язаний з цим вплив фільтрації води на стійкість і міцність насипів.

Для підвищення стійкості високих насипів, а на проймах річок також і для захисту їх від руйнування паводковими водами й льодоходом в необхідних випадках влаштовують бермені присипки, ширина яких визначається розрахунком, але вона повинна бути не менше 2 м.

Для захисту від розмивання укосів насипу і підмиву підосви використовують укріплювальні одежі і облаштування. При широких проймах влаштовують спеціальні регуляційні споруди, щоб попередити розмивання земляного полотна. Короткі поперечні траверси дозволяють запобігти великій течії безпосередньо вздовж пройденого насипу.

При спорудженні земляного полотна в районах рухомих пісків передбачають заходи по захисту залізничної колії від видування піску і піщаних заносів. Для попередження видування піску в мілких пилюватих пісках укріплюють укоси, бровки, обочини, берми, резерв земляного полотна. Укріплюють також і прилеглу до колії землю шириною до 100м з кожної сторони.

Крутизну укосів встановлюють залежно від кута природного укоса піску 1:1,5, 1:1,75, 1:2, 1:1,25 і т.д. в цих випадках планування укосів і профілювання дна

резервів не обов'язкова, резерви не повинні збільшувати піскозаносимість, укладання зайвого ґрунту в кавальєр не рекомендується; витягнутий ґрунт планується шаром до 1 м за межами укосів.

В гірських районах насипи, будуються з каміння слабовивітрюваних порід висотою до 20 м. Верхній шар таких насипів передбачають із щебенистих матеріалів, щоб попередити просипання баласту в порожнини кам'яної відсипки. Цей шар висотою 0,5-1,5 м сприяє підвищенню пружності земляного полотна.

В районах розповсюдження карсту приймають заходи, які гарантують збереження земляного полотна від провалів. Карст представляє собою сукупність явищ, які пов'язані з процесом розчинення гірських порід, якими рухаються підземні води. Залізничні лінії проєктують в обхід карстових ділянок. Якщо траса не може обминути карстові райони, то приймають заходи по недопущенню подальшого розвитку карстових процесів або до значного зменшення інтенсивності їх утворення. В межах зони дії ваги насипу і поїзного навантаження на всю глибину розвитку карстових процесів ґрунт осушують.

В сейсмічних районах виконують індивідуальне проєктування земляного полотна в залежності від розрахунку сейсмічності (7,8,9 балів).

В районах, які підвержені утворенню ярів, з урахуванням конкретних геологічних і кліматичних умов проводять різні заходи по регулюванню поверхневого стоку води, укріпленню всієї приярової ділянки від початку яру, укріплення дна і уположення його крутих бортів, засівання приярової зони травами, висадку кущів і дерев.

Для нормальної роботи земляного полотна в районах, які підвержені утворенню ярів, велике значення мають профілактичні зони.

В районах вічної мерзлоти ґрунти не піддані сезонному розтаванню. Вічномерзлі ґрунти розташовані на глибині не менше подвійної товщини шару, який діє.

Діяльний шар в районах вічної мерзлоти – це шар ґрунту, який підвержен розтаванню та промерзанню.

Якщо на ділянках залягання вічномерзлих ґрунтів зразу за діяльним шаром знаходяться скельні, щебеневі, галечно-гравійні і піщані ґрунти, а також такі глинисті ґрунти, які при розтаванні не втрачають тверду і пластичну консистенцію, то роботи при улаштуванні земляного полотна практично не відрізняються від звичайних.

В районах, де верхня межа мерзлих ґрунтів залягає на глибині менше подвійної товщини діяльного шару, приймають спеціальні заходи для застереження відтавання мерзлих ґрунтів і льоду, або видалення їх із основи насипу і укосів виїмок. В таких районах земляне полотно споруджують переважно насипами, і як виключення виїмками. Якщо основа для улаштування насипів менше 1 м, то ґрунт основи вирізають і замінюють добре дренажними ґрунтами на глибину до надійної основи.

Якщо ґрунт основної площадки виїмки має низьку несучу здатність, то в верхній частині (на товщину від 0,25 до 2 м) цей ґрунт замінюють галечно-гравійним ґрунтом.

## 1.4. Водовідвідні пристрої і споруди

**Загальні відомості.** Стійкість і міцність земляного полотна в значній мірі залежать від наявності та справності водовідвідних споруд і пристроїв. При перевищенні визначеної швидкості течії вода може розмивати земляне полотно. Тому вживають заходів щодо запобігання намокання ґрунтів і розмиву земляного полотна. Ці заходи полягають в тому що перш за все забезпечують надійний стік поверхневих вод і відведення або, у всякому разі, зниження до необхідного рівня ґрунтових вод.

Для перехоплення, збору і відводу поверхневих вод у земляного полотна застосовують різні пристрої і споруди:

- Канави
- Лотки
- Земляні валики
- Спеціальне планування земної поверхні
- Пристрої зливової (дощової) каналізації (зазвичай на території станції)
- Спеціальні гідротехнічні споруди у вигляді перепадів, бистротоків, зборів, а також гасителів енергії при них (водобійні колодязів або стінок)
- Регуляційні дамби

Також земляному полотну надають форму, що забезпечує безперешкодний стік води з нього до водовідводу. Смугу відведення планують так, щоб не виходило застою води.

Боротьба з водою яка проникла в ґрунт значно складніше і дорожче, чим роботи з відведення поверхневої води; тому всіляко треба зменшувати проникнення води в тіло земляного полотна і його основу.

План траси водовідвідних пристроїв визначається положенням земляного полотна і споруд та рельєфом місцевості. Регулювання стоку поверхневих вод, щоб виключити можливість їх застою, полягає в основному в плануванні поверхні, у пристрої мережі водозбірних і водовідвідних каналів або лотків, а також у боротьбі з шкідливою інфільтрацією води в ґрунт.

Канави - найбільш поширені пристрої для регулювання стоку поверхневих вод. Форма їх, як правило, трапецевидна.

Вся площа, з якої вода стікає в дану канаву, називається її басейном.

Мінімально допустимі розміри каналів незалежно від результатів розрахунку приймають наступними: найменша глибина 0,6 м, найменша ширина по дну 0,6 м. На болотах мінімальна ширина по дну 0,8 м.

У звичайних ґрунтах крутизну укосів канави приймають 1:1,5, в дрібнозернистих і мулистих ґрунтах 1:2, в щебеністих і скельних ґрунтах 1:1.

Для економії місця в обмежених умовах - у населених пунктах, на станціях, - а також при слабких малостійких спливаючих ґрунтах замість відкритих каналів застосовують водозбірні і водовідвідні лотки.

Лотком називається канава, що має кріплення, конструкція яких здатна сприймати бічний тиск ґрунту.

Спуск води з нагірної та інших каналів резервів, боліт у кювети виїмок і в шляхові лотки, як правило, забороняється. У виняткових випадках для цього



Водобійні колодязі замість водобійних стінок доцільно призначати в районах, де немає різкого зниження температур, інакше водяна подушка в колодязі може, замерзаючи, викликати деформацію споруди. У цьому відношенні зручніше водобійні стінки, що мають вихідні трубки, закриті влітку пробками. Восени пробки вибивають і вода йде.

На крутих косогорах, в ярах, а також у разі пропуску води через трубу під земляним полотном влаштовують для скидання води шахтні колодязі.

Для пропуску у виїмках через земляне полотно водотоків, наприклад зрошувальних каналів, влаштовують так звані **дюкери**, тобто труби у виїмках.

Водовідвідне планування також виконує роль пристрою для регулювання стоку поверхневих вод. Прикладами такого планування є банкети, берми. Нерідко на зсувних косогорах спеціально планують поверхню землі з метою ліквідації безстічних заглиблень на схилах зсувів.

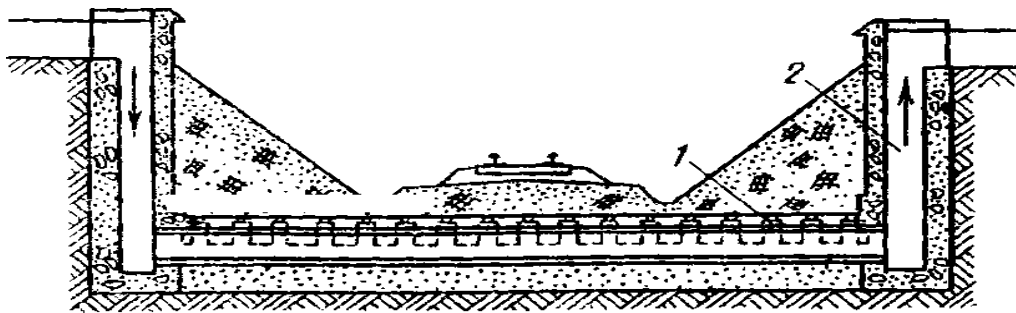


Рис.1.19. Схема дюкера:  
1 - дюкер, 2 - колодязь.

**Пониження рівня ґрунтових вод.** Наявність води в ґрунтах земляного полотна і його основі негативно позначається на забезпечуючих їх стійкість характеристиках ґрунтів. Зокрема, при зволоженні знижується несуча здатність ґрунтів, зменшується опір їх зрушенню. При перезволоженні ґрунтів можуть відбуватися деформації земляного полотна і його зсувів у вигляді осідань, спливів, укосів, випирання.

Для захисту земляного полотна від шкідливого впливу ґрунтових вод застосовують пристрої, які називаються **дренажами**, які служать для пониження рівня або перехоплення підземних вод. Вони відбирають з ґрунту тільки гравітаційну і пов'язану з нею капілярну воду. Спеціальні конструкції дренажів наприклад вентиляційні можуть видаляти і плівкову

Залежно від конкретних умов при проектуванні заходів щодо збору та відведення підземних вод можуть бути використані різні системи і конструкції дренажних пристроїв. Дренажі ділять по ряду ознак, що визначають особливості збору і відводу підземних вод, конструктивні особливості пристрою і роботи дренажів та їх елементів.

За охопленням осушуваного об'єкта і характером роботи дренажі поділяються на:

- Одиночні,
- Групові,
- Дренажну мережу.

Одиночний дренаж є ізольованою спорудою, самостійно забезпечує осушення даного об'єкта. Прикладом одиночного дренажу може бути односторонній дренаж у виїмці.

Груповий дренаж - це ряд окремих дренажів, які служать для осушення одного і того ж об'єкта, але не пов'язаних один з одним в єдину систему. Прикладом групового дренажу є двосторонній дренаж у виїмці. Такий пристрій в порівнянні з одиночним дренажем дозволяє скоротити терміни осушення об'єкта.

Дренажною мережею називають комплекс дренажів, пов'язаних один з одним в єдину систему.

За характером збору і відводу підземних вод, способам спорудження і конструктивним особливостям дренажі поділяються на:

- Горизонтальні,
- Вертикальні,
- Комбіновані.

Горизонтальні дренажі бувають відкриті (у вигляді канав і лотків) і закриті. Закриті дренажі мають найбільше поширення і можуть бути траншейного типу (безтрубні, трубчасті і галереї), а також у вигляді прорізів, штолень. До горизонтальних закритим дренажам відносять також кротові дренажі, що представляють собою свердловини, які буряться в земляному полотні (зазвичай в насипу) з невеликим нахилом до горизонту. Для поліпшення роботи і збільшення терміну служби таких дренажів у свердловини заводять перфоровані труби.

Вертикальні дренажі застосовують у вигляді бурових або шахтних водоспускних колодязів, коли за техніко-економічними міркуваннями доцільно відвести зібрану воду в низлежачі дренючі пласти ґрунту.

Комбіновані дренажі представляють собою різні поєднання горизонтальних і вертикальних дренажів. Вони застосовуються в основному при складних гідрогеологічних умовах земляного полотна і для осушення зсувних схилів.

За принципом осушення ґрунту дренажі поділяються на:

- Гравітаційні,
- Вентиляційні
- Біологічні.

У гравітаційні дренажі, які отримали найбільше поширення, вода надходить з ґрунту за рахунок дії сили тяжіння.

Гравітаційні дренажі можуть бути досконалого і недосконалого типу. Дренаж, дно якого доведено до упору або врізався в нього, називають досконалим. За наявності підтоку води з дна дренаж називають недосконалим. Дренажі досконалого типу мають більший термін служби. Тому у випадках, коли по гідрогеологічним умовам можливо і за техніко-економічними показниками доцільно, слід проектувати дренаж досконалого типу.

Вентиляційні дренажі служать для відбору води з порівняно жирних глин шляхом її випаровування. Вентиляційний дренаж являє собою звичайний гравітаційний дренаж, в якому, крім дренажних труб, укладені перфоровані труби, з'єднані з вентиляційними витяжками. Вентиляційні дренажі мають обмежене застосування. Біологічний дренаж здійснює осушення шляхом транспірації вологи з ґрунту різними травами, чагарниками і деревами. Такі дренажі застосовують для осушення зсувних схилів.

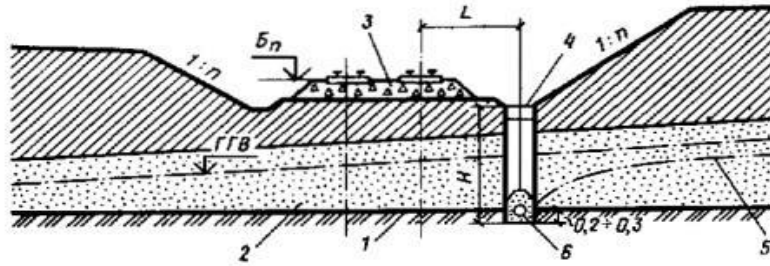


Рис. 1.20. Конструкція досконалого підкюветного одностороннього дренажа  
 1 - водотривкий шар; 2 - водоносний піщаний шар; 3 - баластний шар; 4 - дренаж;  
 6 - трубофільтр; Н - глибина заставляння дренажа; ГГВ - горизонт ґрунтових вод;  
 L – відстань від вісі дренажа до вісі колії.

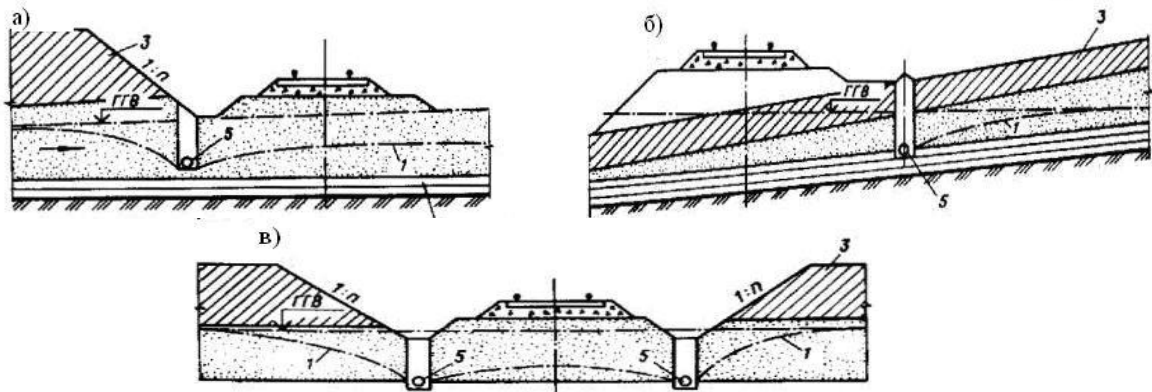


Рис. 1.21. Схеми конструкцій дренажів:  
 а) горизонтальний траншейний недосконалий дренаж б) горизонтальний  
 траншейний досконалий дренаж в) підкюветний досконалий дренаж

### 1.5. Укріплення та захист земляного полотна

Термозахисні улаштування і покриття застосовуються для запобігання промерзання ґрунту (в районах вічномерзлих ґрунтів – від розтавання). При цьому використовують наступні матеріали:

- шлак,
- волокнистий мох,
- тундрова дернина,
- асбестовий баласт та інше.

Такими покриттями зберігають укоси виїмок від спливів, які виходять через перезволоження ґрунтів, при якому вони гублять опір зсуву. Такі покриття зберігають виїмок у перезволожених глинистих або пилюватих ґрунтах від безпосередньої дії проміння сонця, а відповідно, від появи тріщин, по яким поверхнева вода може просочитися всередину ґрунту, від відтавання шару ґрунту, які могли б привести до спливів укосів.

У зв'язку з переходом на електричну тягу можливість використання шлаку стала менше. Ширше використовують інші термоізоляційні матеріали, а також асбестовий баласт, який вкладають шаром товщиною від 0,1 (зверху) до 0,2 м (внизу укосу).

Іноді на укосах термоізоляційні покриття влаштовують не суцільні, а під кутом 45 градусів до бровки полотна, при замерзанні і відтаванні ґрунту в таких укосах межа талого і мерзлого ґрунту виходить хвилястою, що затрудняє місцеве опливання і оповзання ґрунту.

Існують способи, які дозволяють закріпити ґрунти земляного полотна на визначну глибину, зробити їх більш стійкими.

До них відносяться: цементація, силікатизація, хімічне укріплення і термічна обробка.

**Цементація** заключається в нагнітанні під тиском цементного розчину в пори і тріщини ґрунту, де він твердіє, укріплюючи ґрунт. Цементний розчин може проникати в пори і тріщини шириною не менше 0,15 мм, тому цементацію застосовують для закріплення галечних, гравійних, середньо і крупнозернистих пісків. Цементація може бути здійснена також перемішування цементу з ґрунтом, для чого верхній шар ґрунту у відкосах розпушують, додають цемент в кількості 10-12% від розпушеного ґрунту, потім цю суміш перемішують, шар товщиною 15-25 см при необхідності зволожують, а потім ущільнюють.

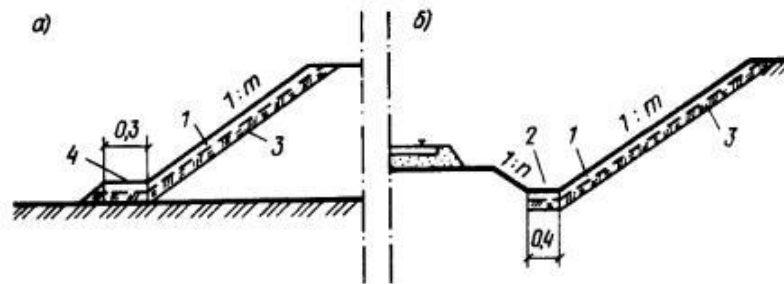


Рис.1.22. Схема укріплення непідтоплюємих відкосів механізованим посівом трав. а - насипи; б - виїмки; 1 - дернова стрічка; 2 - кювет; 3 - рослинний шар товщиною 0,15 м; 4 - закюветна полка.

На будівництві нових залізничних ліній такий спосіб використовують для зміцнення ґрунту основної площадки земляного полотна, а на ділянках, що експлуатуються його використання затрудняється необхідністю знімання і укладання верхньої будови колії, що викликає значні перерви руху поїздів. На ділянках, що експлуатуються для укріплення ґрунтів основної площадки використовують силікатизацію або хімічний спосіб.

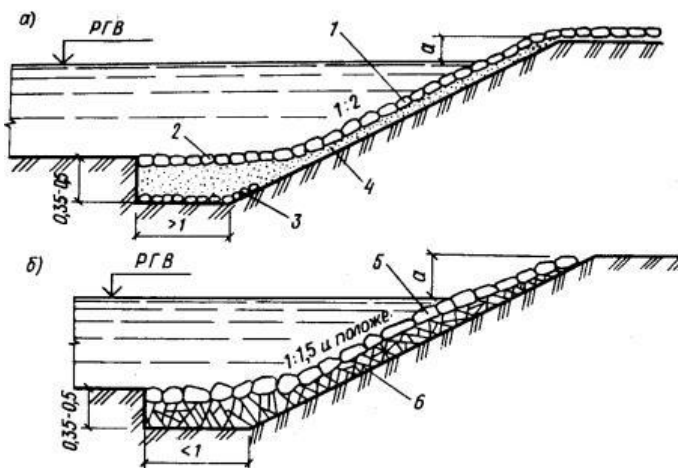


Рис. 1.23. Способи укріплення підтоплюваних відкосів одиночним мощенням:

а, б - каменем різних розмірів в поперечнику; 1 - камінь розміром 0,15 - 0,2 м; 2 - теж саме, 0,18 - 0,2; 3 - теж саме, 0,12 - 0,18; 4 - шар піска або щебеню; 5 - шар каменю розміром 0,25 м; 6 - щебінь або гравій 0,1 - 0,15 м; а - висота набіга хвилі і підпора біля водопропускних споруд; РГВ - розрахунковий горизонт води.

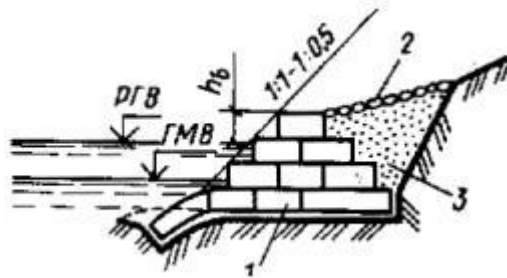


Рис. 1.24. Укріплення відкосів берега плитами.

1 - залізобетонна плита; 2 – кам'яна відмостка; 3 - пісок; РГВ - розрахунковий горизонт води; ГМВ - горизонт межевих вод.

**Силікатизація** – штучне закам'яніння ґрунту – використовують в основному при піщаних ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації 2-80 м/добу. Спочатку в ґрунт нагнітають нагріте рідке скло (розчин кременистого натрію). Через добу коли розчин просочиться в шар ґрунту, нагнітають розчин хлориду кальцію. В результаті хімічної взаємодії цих двох речовин вийде гідрогель кременевої кислоти, який цементує ґрунт. Процес твердіння продовжується 8-12 діб.

Льосові ґрунти можна укріплювати одним рідким ґрунтом. Другим реагентом являються солі, які завжди присутні в ґрунтах (вуглекислий і середньокислий калій, магній та інші).

**Хімічні способи** укріплення ґрунтів полягають і ін'єкції в пори, тріщин, пустоти ґрунтів розчинів, які при твердінні взаємодіють з ґрунтами і роблять їх більш міцними, менш водопроникливими, непучинистими.

Хімічні розчини, які вводять в ґрунт пропитують його в радіусі 0,7-1 м від ін'єктора. Ведуться випробування по збільшенню цього радіусу додатковим до тиску шляхом дії вібрації в процесі нагнітання розчину в ґрунт.

В якості хімікатів використовують: кремнійорганічну рідину ГКР-10, сульфатно-спиртові барди, карбамідну смолу з доданням різних затвердителів. Строк збереження ґрунтом набутих під дією хімікатів властивостей не менше 5-6 років. Ведуться випробування по збільшенню строку.

**Електрохімічний спосіб** укріплення ґрунтів заснований на переміщенні частин води від опущеного в ґрунт позитивного електроду (анода) до катоду при пропуску через ґрунт постійного струму. Якщо катод зробити у вигляді перфорованої труби, яка опущена в ґрунт, то гравітаційна і капілярна вода буде стікати через неї, а ґрунт в зоні анода осушуватись і ставатиме більш стійким. Таким чином добиваються тимчасового зниження вологості ґрунту.

Якщо потрібно закріпити ґрунт, то попередньо в нього вводять хлористий кальцій або рідке скло, а потім пропускають електричний струм. При цьому глинисті ґрунти твердіють і гублять здатність розмокати при зволоженні.

**Термічна обробка** однорідних глинистих ґрунтів заключається в їх обпалюванні при температурі 400-1100°C (найліпший інтервал температур 600-800°C). Не можна укріплювати обпалюванням глину, яка складається з гіпсових і вапняних зерен крупніше 1-2 мм, так як негашене вапно, яке утворюється вбирає воду і збільшується в розмірах, порушує обпалену породу. Сутність способу: в спеціально прориту в глинистих ґрунтах штольню або свердловину вводять

паливо (солярне масло) або пропускають через неї газ і запалюють. Гази від томлива, яке згорає випускають через вбудовані для цього колодязі. Закриттям

одних і відкриттям інших колодязів (а іноді з додавання палива через колодязі) регулюють процес горіння. В результаті теплової дії кругом штольні виходить твердий масив глини, обпаленої до такого стану, при якому вона втрачає пластичність і здібність до намокання і набухання при дії води. При цьому опір ґрунту зсуву збільшується в 10-15 разів. Підданий обпаленню масив здатний утримувати від сповзання маси глини, які лежать вище нього по косогуру, тобто виконує роль підпірної стіни.

Укоси насипів, виїмок, кюветів, берм, кавальєрів, банкетів, дно і укоси водовідвідних, забанкетних, нагірних каналів і резервів захищають від розмивання зимовими та паводковими плинними водами, а також від видування пильних частинок вітрами. Це роблять такими способами:

- засіванням багаторічних трав з попереднім покриттям укосів рослинним шаром;

- покриттям укосів дереном повністю або клітинами, дерен зрізають квадратними шарами, кладуть на укіс і укріплюють дерев'яними шпичками (брусками 2x2x25 см);

- деревно-чагарниковими насадженнями, які протидіють впливу плинної води і хвиль;

- обкладанням камінням, яке стійко протидіє розмиванню, застосовується в місцях, де багато недорогого каміння, проте цей спосіб потребує багато ручної праці;

- накиданням каміння в бетонні і сплетені з лози клітини;

- обкладанням укосів збірними залізобетонними плитами товщиною до 12 см і заливанням стиків бетонним розчином – це дорогий, зате найбільш ефективний і надійний спосіб.

Підвищують стійкість укосів насипів і виїмок на стрімких косогах привантажуючі банкети, підпірні стіни, контрфорси, які споруджують за індивідуальними проектами.

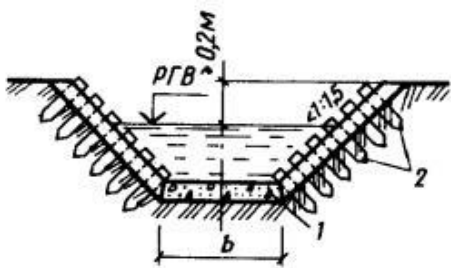


Рис. 1.25. Зміцнення дна каналів щебенем і обдернуванням укосів:

- 1 - щебень з піском шаром завтовшки 0,08 - 0,1 м; 2 - укіс, засіяний насінням дикорослих трав; РГВ - розрахунковий горизонт води

## 1.6. Деформації земляного полотна

Зміни внутрішньої будови, форми й розмірів земляного полотна, стану й властивостей ґрунтів, що знижують експлуатаційні якості залізничної колії є наслідком впливу зовнішніх навантажень, термодинамічних умов, вологості й інших факторів. Дефекти й деформації виникають також через відхилення конструкцій земляного полотна від сучасних норм; недосконалості технологій і

помилки, допущених при будівництві дороги; незадовільний стан верхньої будови колії, недостатню міцність ґрунтів, відсутність або малу працездатність захисних і укріпних споруджень і т.п. Наявність дефектів земляного полотна часто приводить до обмеження швидкостей руху поїздів або, у більше рідких випадках, до його повного припинення до закінчення відновлювальних робіт. Все це впливає на перевізний процес і безпеку руху поїздів.

**Дефекти** є наслідком недоробок під час проектування земляного полотна, його захисних і укріплювальних споруд, порушення технології будівельного процесу й тимчасової експлуатації залізничних ліній, незадовільного поточного утримання й неякісних ремонтів колії.

**Деформації** земляного полотна та його споруд виникають: при недостатній несучій здатності ґрунтів, з яких воно зведене; невідповідності потужності верхньої будови колії навантаженням від рухомого складу, що обертається; недостатньому захисті ґрунтів земляного полотна від несприятливих впливів кліматичних та інженерно-геологічних факторів (зсувів, селів, повеней тощо). Низька якість поточного утримання земляного полотна та його споруд, коли не забезпечується відведення поверхневих і ґрунтових вод, несвоєчасно усуваються дрібні дефекти земляного полотна та його споруд, не ліквідовуються причини зниження несучої здатності ґрунтів, призводять до переростання дрібних дефектів і пошкоджень у небезпечні деформації, що загрожують безпеці руху поїздів.

Під **пошкодженням** розуміють несправність земляного полотна та його споруд, що сталася під час експлуатації під впливом несприятливих природних умов, внаслідок ненормальних, непередбачених характером роботи дій, взаємодії зі сторонніми конструкціями.

Дефекти, деформації та пошкодження земляного полотна та його споруд підлягають усуненню в процесі поточного утримання колії, при планово-запобіжних ремонтах верхньої будови колії, а також при ремонтах і підсиленні земляного полотна за індивідуальними проектами.

Класифікація дефектів, деформацій та пошкоджень земляного полотна:

1. Дефекти та деформації основної площадки земляного полотна.
2. Дефекти та деформації укосів земляного полотна.
3. Дефекти та деформації тіла земляного полотна.
4. Дефекти та деформації основи земляного полотна.
5. Пошкодження земляного полотна в місцях його взаємодії зі сторонніми конструкціями.
6. Пошкодження земляного полотна під впливом несприятливих природних умов.
7. Дефекти земляного полотна, що виникли через будівництво додадкових колій.
8. Конструктивні дефекти земляного полотна ліній, що експлуатуються тривалий час.

Відповідно до прийнятої класифікації дефекти й деформації земляного полотна залежно від місця прояву, причин виникнення й характеру пошкоджень підрозділяються на вісім груп.

І група – основна площадка.

**Баластові корита** - окремо розміщені під шпалами заглиблення в глинистих ґрунтах, які складають основну площадку, заповнені баластовими матеріалами.

Заглиблення можуть бути односторонніми (під однією рейковою ниткою) та двосторонніми (під обома нитками) й досягають глибини 5...30 см.

Пізнавальні ознаки: осідання колії, поштовхи, перекоси, розрідження та виплески баласту, тріщини на поверхні баластового шару.

Причини виникнення: зниження несучої здатності ґрунтів внаслідок їх перезволоження; незадовільний стан баластової призми, водовідвідних споруд земляного полотна; наявність слабких або недостатньо ущільнених ґрунтів основної площадки; наявність пучин і весняних пучинних осідань.

Невідкладні заходи: осушення розрідженої зони баластової призми та земляного полотна; усунення несправностей верхньої будови колії (осідань, поштовхів, перекосів, неправильного положення в плані); відновлення водовідведення по кюветах, лотках, канавах, дренажах.

Експлуатаційні спостереження: визначення ділянки з баластовими коритами; нагляд за станом колії в періоди виникнення осідань, перекосів (весна, осінь, під час злив); визначення достатності вжитих невідкладних заходів; регулярні перевірки стану колії за шаблоном і рівнем, виявлення поштовхів.

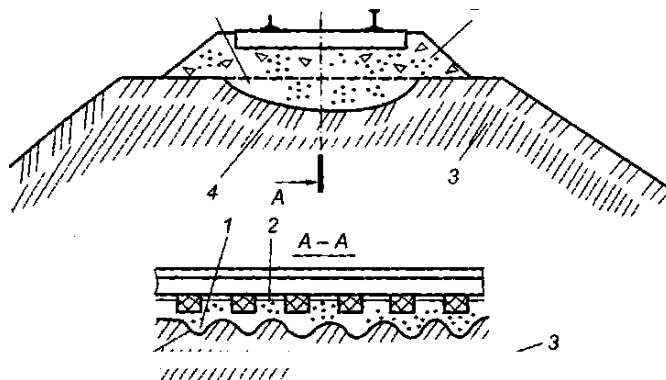


Рис. 1.26. Баластові корита:

- 1 - баластове корито; 2 - баластовий шар;  
3 - глинисті ґрунти; 4 - контакт баластових і глинистих ґрунтів

**Баластове ложе** - загальне (під кількома шпалами) заглиблення в глинистих ґрунтах, які складають основну площадку. Витягнуте вздовж колії баластове ложе іноді має поздовжній ухил і заповнене баластовими матеріалами. Досягає глибини 40...50 см і частіше виникає на насипах та нульових місцях.

Пізнавальні ознаки: осідання колії, поштовхи, перекоси розрідження та виплески баласту, тріщини на укосах і узбіччях; випирання ґрунту на міжколійї, на укосах, у кюветах.

Причини виникнення: зниження несучої здатності ґрунтів внаслідок їх перезволоження при незадовільному стані баластової призми й водовідвідних споруд земляного полотна; надходження води в насип або на нульове місце зі сторони виїмки; наявність слабких або недостатньо ущільнених ґрунтів у зоні основної площадки; недостатня товщина баластового шару; застосування непридатних ґрунтів, неправильне розташування шарів ґрунту в тілі насипу або

залишення слабкого ґрунту під баластовою призмою у виїмках і на нульових місцях; наявність пучин і весняних пучинних осідань.

Невідкладні заходи: відведення води від баластової призми; усунення несправностей верхньої будови колії; осушення ґрунтів основної площадки односторонніми або двосторонніми прорізами зі зрізанням та заміною дренажним ґрунтом глинистих бортів нижче дна ложа. При наявності ґрунтових вод або надходженні води з виїмки по баластовому ложу - каптаж джерел, улаштування прорізів-загорож, відновлення дренажів, лотків, каналів.

Експлуатаційні спостереження: ретельний огляд нестійких ділянок у періоди відтавання ґрунту, злив, паводків; періодичний огляд проти деформаційних і водовідвідних споруд; вимірювання рівня води в дренажних колодязях у періоди дощів, пропускання весняних і зливових вод; визначення кількості води, яка витікає з дренажів, випусків лотків, водовідводів.

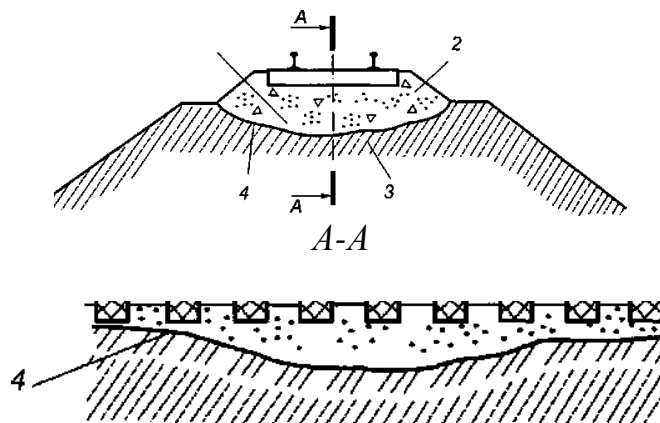


Рис. 1.27. Баластове ложе:

1 - баластове ложе; 2 - баластовий шар; 3 - глинисті ґрунти; 4 - контакт баласту і глинистих ґрунтів

**Баластовий мішок** - ізольоване значне заглиблення в глинистих ґрунтах, які складають основну площадку й тіло земляного полотна, заповнене піщаними, в тому числі баластовими, матеріалами.

Пізнавальні ознаки: часті виникнення осідань колії на одній і тій же короткій ділянці (взимку - пучинне осідання, навесні - виплески й розрідження); тріщини на укосах земляного полотна й на водовідводах; випирання ґрунту на міжколії та на укосах; різна рослинність на ділянці баластового мішка й на прилеглих до нього стійких ділянках.

Причини виникнення: неправильне розташування різнорідних ґрунтів під час спорудження земляного полотна або усунення пошкоджень і руйнувань; порушення вимог проектів при заповненні траншей і котлованів під час прокладання трубопроводів, ліній зв'язку, будівництві водопропускних споруд у тілі земляного полотна; багаторазові виправлення різких коротких осідань колії за допомогою підняття на баласт під час усунення деформацій земляного полотна на слабких основах, що викликані інтенсивним пучінням і весняними пучинними осіданнями.

Невідкладні заходи: негайне усунення несправностей верхньої будови колії (іноді зі створенням чергової бригади); відведення води від місця несправності

колії, усунення застоїв води в канавах і кюветах; забивання тріщин на поверхні укосів, у канавах і кюветах.

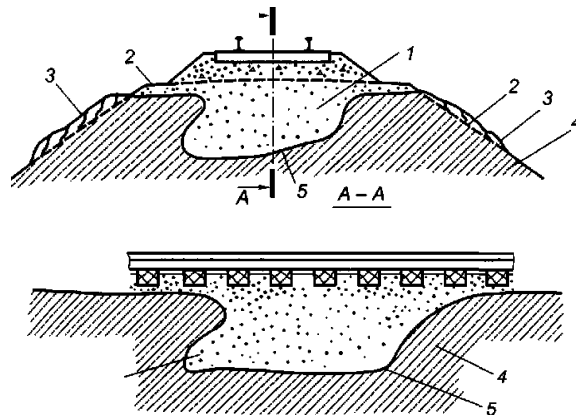


Рис. 1.28. Баластовий мішок:

- 1 - баластовий мішок; 2 - будівельний поперечний профіль;
- 3 - випирання ґрунту внаслідок утворення баластового мішка;
- 4 - глинисті ґрунти; 5 - контакт баласту й глинистих ґрунтів

Експлуатаційні спостереження: визначення меж нестійких ділянок земляного полотна, огляд протидеформаційних і водовідвідних споруд; виявлення характерних несправностей верхньої будови колії та періодичності їх появи.

**Баластові гнізда** - баластові мішки й ложа, які мають один або декілька відростків-кишень, заповнених баластовими матеріалам.

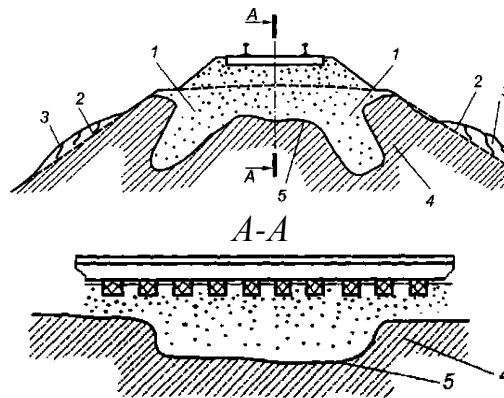


Рис. 1.29. Баластові гнізда:

- 1 - баластові гнізда; 2 - будівельний поперечний профіль; 3 - випирання ґрунту внаслідок утворення баластового гнізда; 4 - глинисті ґрунти; 5 - контакт баласту й глинистих ґрунтів.

Пізнавальні ознаки: осідання колії, поштовхи, перекося, розрідження та виплески баласту, тріщини на поверхні баластового шару, тріщини на укосах і узбіччях, випирання ґрунтів на міжколійї, укосах та кюветах; утворення на укосах патьоків ґрунту, змішаного з піском, випирання укосів насипу.

Причини виникнення: неправильне розташування ґрунтів різної водопроникності під час будівництва залізниці чи другої колії; укладання глинистих ґрунтів поверх піщаних (у тому числі шлейфа); залишення

непереобладнаних каналів, заповнених баластовими матеріалами під час розвитку станцій, розширення міжколій, укладання стрілочних з'їздів; неправильне відновлення земляного полотна після руйнування з використанням непридатних ґрунтів; незадовільне поточне утримання колії протягом тривалого часу на ділянках з пучинами, весняними пучинними осіданнями, сезонними розрідженнями ґрунту.

Невідкладні заходи: усунення розрідження баластового шару, виправлення колії, усунення застоїв води на поверхні основної площадки, і баластових мішків, гніздах; випускання води з місць зовнішніх і внутрішніх застоїв (засипаних шлейфів тощо); підняття колії на баласт або заміна слабких ґрунтів основної площадки; приведення потужності верхньої будови колії до типу, що відповідає умовам експлуатації лінії.

Експлуатаційні спостереження: визначення меж нестійкої ділянки; ретельний огляд стану земляного полотна та його споруд.

**Весняні пучинні осідання** - інтенсивне нарощення місцевих викривлень рейкової колії в поздовжньому й поперечному напрямках внаслідок осідання під поїзним навантаженням ґрунтів земляного полотна, що відтають, на ділянках з пучинними горбами або великим рівномірним пученням (як правило, більше 40...50 мм).

Пізнавальні ознаки - осідання рейкових ниток у період відтавання ґрунтів; часті несправності колії за рівнем і в профілі (поштовхи, перекоси); вичавлювання води, а потім розрідженого ґрунту по гранях шпал, у деяких випадках поява горба випирання розрідженого ґрунту на узбіччях і міжколій; зміщення укосів та пошкодження кюветів.

Причини виникнення: різке зниження несучої здатності ґрунтів, що відтають, на ділянках з інтенсивним нерівномірним і рівномірним пученням; незадовільне відведення ґрунтових і поверхневих вод; нерівномірне відтавання ґрунту вздовж колії й під різними рейковими нитками; інтенсивні атмосферні опади, що підсилюють деформації колії.

Невідкладні заходи: якісне відведення води від баластового шару і з узбіч; регулярне очищення кюветів і каналів від сміття, льоду, снігу з недопущенням застоїв води; усунення несправностей верхньої будови колії за рівнем і в поздовжньому профілі; при інтенсивних розладах колії - обмеження швидкості руху поїздів. Для попередження осідань необхідне повне усунення зимового пучення ґрунтів і підвищення їх несучої здатності за спеціальними проектами.

Експлуатаційні спостереження: визначення місцезнаходження ділянок з весняними пучинними осіданнями; облік кількості й видів робіт, які виконуються під час утримання колії; нагляд за станом земляного полотна та його споруд, особливо в період розтавання снігу, відтавання ґрунту, проходження паводків, випадання атмосферних опадів.

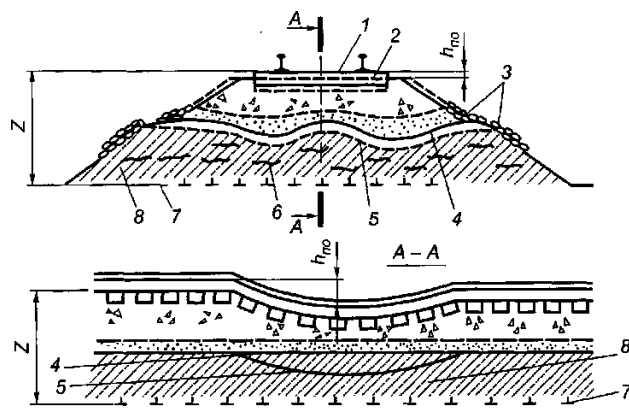


Рис..1.30. Весняні пучинні осідання:

- 1,2- верх шпали відповідно в кінці зими й навесні після відтавання ґрунтів;  
 3 - випирання ґрунту; 4 - основна площадка взимку;  
 5 — основна площадка після осідання; 6 — лінзи льоду 7 - межа промерзання;  
 8 — глинисті ґрунти; Z - глибина промерзання;  $h_{no}$  - глибина пучинного осідання

### 2 група – укоси.

- змиви – поверхневі порушення укосів насипів і виїмок атмосферними водами;
- обвалення крутих укосів виїмок у льосових ґрунтах – поява поздовжніх тріщин на заукосній площадці з утворенням уступів, обвалення великих (до 3-5 м<sup>3</sup>) масивів ґрунту;
- розмиви обкосів контрбанкетів та берм;
- вплив укосів виїмок – зміщення верхнього шару ґрунту товщиною 1-2 м зі збереженням загальної стійкості укосу;
- зсув укосів насипів – зміщення поверхневого шару ґрунту (у тому числі баластового шлейфа) її захватом узбіччя й частини баластової призми без порушень загальної стійкості насипу;
- зсування укосів насипу – відшарування частини насипу із захватом основної площадки найчастіше до кінців шпал або до осі колії та зсув її до підшви укосу, іноді з захватом основи насипу;
- впливи укісних частин насипу над теплотрасами, що їх перетинають – зсув масивів ґрунту на укосах над теплотрасою, що розташовані на переході в тілі насипу;
- зсування сипких відкладень по контуру зі скельними породами – формування бугрів на природній поверхні схилу з утворенням поздовжніх тріщин у ґрунтовій товщині, розташованої вище брівки укосу;
- осипи– переміщення під дією сили ваги щебенистих продуктів вивітрювання гірських порід з поверхні укосів або схилів до їхньої підшви:
- вивали – випадання окремих скельних уламків з укосів виїмок (напіввиїмок) або з поверхні схилів при порівняно стійких скельних масивах;
- обвали – обвалення роздроблених скельових порід з природних схилів, укосів виїмок або напіввиїмок.

### 3 група – тіло земляного полотна

- розповзання насипу – повільне осідання насипу зі зміною первісних контурів основної площадки та укосів;

- осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів, що його складають – помітне зниження поздовжнього профілю колії, особливо поблизу водопропускної труби;
- зсув (сповзання) насипу або його низової частини по похилій основі - зсув рейкової колії в напрямку пересування насипу (униз по косогуру), поява бугрів випирання ґрунтів в основі укосу з низового боку;
- зміщення насипу, розташованого на курумі – порушення стану колії в плані через зміщення насипу в напрямку руху розвалу або куруму вниз по схилу, осідання колії.

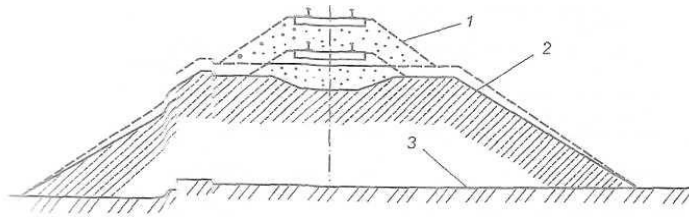


Рис. 1.31. Осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів, що його складають:  
 1 – поперечний профіль насипу до осідання;  
 2 – обрис насипу після його деформації; 3 – основа насипу.

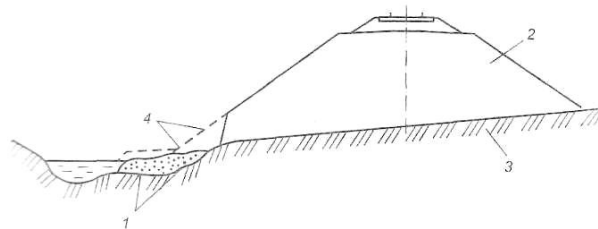


Рис. 1.32. Підмив основи земляного полотна водними потоками:  
 1 – місце підмиву; 2 – насип; 3 – основа насипу; 4 – підмитий укіс

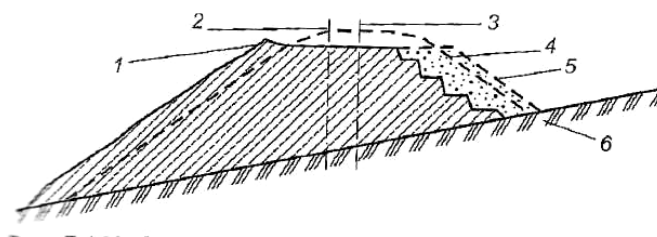


Рис. 1.33. Зсув (сповзання) насипу або його низової частини по похилій основі:  
 1 – поперечний профіль насипу, що змістився; 2 – вісь насипу, що змістився; 3 – будівельне положення осі насипу; 4 – будівельний поперечний профіль насипу; 5 – розширення насипу, необхідне для забезпечення стійкості баластної призми; 6 – похила основа насипу.

4 група – основа земляного полотна.

- руйнування укісних частин земляного полотна – відкладення мілкопісчаних і пілуватих часток поблизу виходів ґрунтових вод на поверхню, концентричні тріщини в укісних частинах земляного полотна, у водовідвідних каналах з укісними опливи нами;

- випирання ґрунтів у виїмці – викривлення кюветів або інших водовідвідних споруджень у плані і профілі, викривлення контурів укосів з відколами великих масивів, виникнення тріщин;
- провали насипів на торф'яних болотах – швидкі (протягом декількох годин) деформації земляного полотна, спочатку у формі повільного осідання, потім з утворенням раптових проривів по основі насипу на відстані 5-15 м від земляного полотна й швидким опусканням частин тіла насипу в прориви покривної товщі болота;
- провали земляного полотна на закарстованих територіях – поява на поверхні провалів, осідань з утворенням тріщин, несправностей верхньої будови колії у формі зависання рейко-шпальної решітки, виникнення осідань, порушення контурів баластної призми, укосів, берм;
- осідання насипу внаслідок випирання ґрунтів основи – осідання й зсуви колії, звужена основна площадка земляного полотна, нерівні узбіччя з поздовжніми косими тріщинами;
- осідання насипу внаслідок ущільнення ґрунтів основи – часті осідання колії, поштовхи, що фіксуються поїзними бригадами, перекоси зміщення колії в плані.

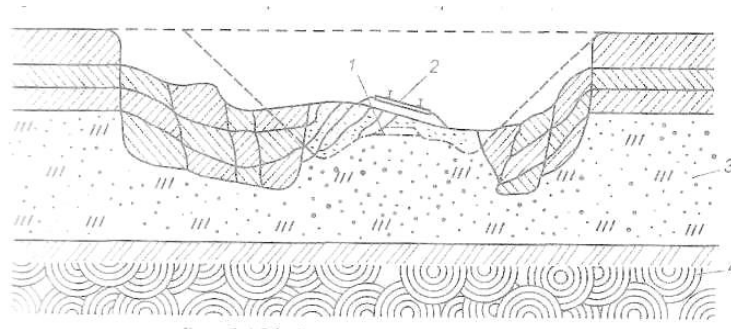


Рис. 1.34. Випирання ґрунтів у виїмці:

- 1 – будівельне положення колії; 2 – положення колії після випирання ґрунтів основної площадки й осідання укосів виїмки; 3 – шар слабого ґрунту; 4 – міцний ґрунт.

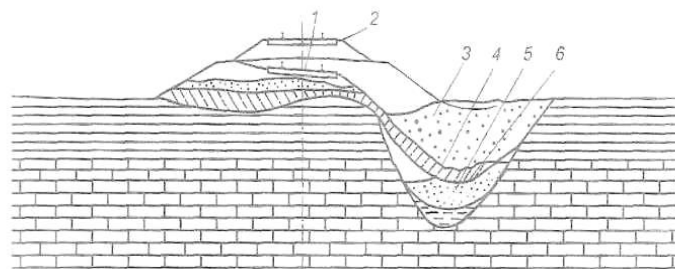


Рис. 1.35. Провали земляного полотна на закарстованих територіях:

- 1, 2 – стан колії відповідно після провалу й відновлення;  
 3 – ґрунти частини насипу, що сповз; 4 – карстова воронка;  
 5, 6 – відповідно карстова порожнина та її покрівля після завалення

## 5 група – пошкодження земляного полотна в місцях його взаємодії зі сторонніми конструкціями

- осідання основної площадки земляного полотна над трубопровідними перетинами – осідання колії на коротких ділянках (довжиною в 5-8 шпал) внаслідок осідання ґрунту земляного полотна, пошкодження кріплень або контурів укосів або дна водовідводів;

- порушення відводу поверхневих вод у пасажирських платформ і вантажно-розвантажувальних площадок – наявність засмічення на поверхні баластної призми, виплески крізь баластний шар, порушення стану колії за рівнем і в профілі;

пошкодження приукісних частин земляного полотна в місцях прокладки кабелів – просідання поверхні узбіч над кабелями, що йдуть уздовж колії, поздовжні тріщини баластної призми, укосах і на узбіччі;

- осідання земляного полотна над шахтними підробками – безперервне прогресуюче викривлення контурів насипів і виїмок внаслідок нерівномірного осідання території в місцях ведення шахтного видобутку корисних копалин;

- тривале осідання насипів на підходах до мостів і водопропускних труб – часте порушення верхньої будови колії у вигляді осідання шпал, рейкових ниток, ослаблення затягування болтів у скріпленнях

## 6 група – пошкодження земляного полотна під впливом несприятливих природних умов

- розмиви підтоплених укосів земляного полотна – обумовлені швидким рухом води на ділянках тимчасового або постійного підтоплення з наявністю у водному потоці повалених дерев, пнів, колод і інших сторонніх предметів;

- розмиви відкритих водовідводів (каналів, кюветів, ін) – місцеві руйнування укосів і дна поздовжніх каналів, кюветів, відвідних русел з утворенням вимоїн, нагромаджень розмитого ґрунту, деталей кріплень дна;

- замулення кюветів та каналів – відкладення мулистих і супіщаних ґрунтів на дні кюветів та канав;

- підмив берега моря (озера, водоймища) поблизу земляного полотна, захисних і укріплювальних споруд ;

- підмив основи земляного полотна водними потоками – розмив берега в основі укосу земляного полотна з відкладанням наносів у закрутах;

- утворення ярів – одиночні (або розгалужені), витягнуті уздовж вимоїни с крутими укосами й інтенсивно розмивним дном;

- завали земляного полотна сніжними лавинами – лавинні завали по поверхні схилу з нагромадженням сніжних масивів при снігопадах і заметілях;

- завали колії селевими потоками – відкладення селевих мас у руслах на підходах до мостів;

- пошкодження земляного полотна при повенях, обумовлені інтенсивним підняттям рівня води у близько розташованих водостоках і водоймах, що приводить до розмивів укосів підтопленого земляного полотна й укріплювальних споруджень, виходу води на колію; захаращення колії й під мостових отворів.

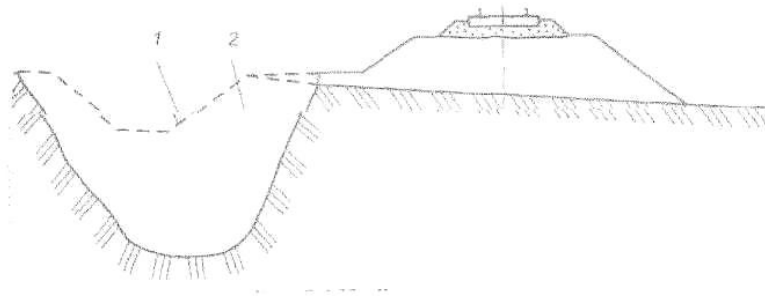


Рис. 1.36. Утворення ярів:

1 – поперечний профіль водовідвідної каналу до розмиву, 2 – яр

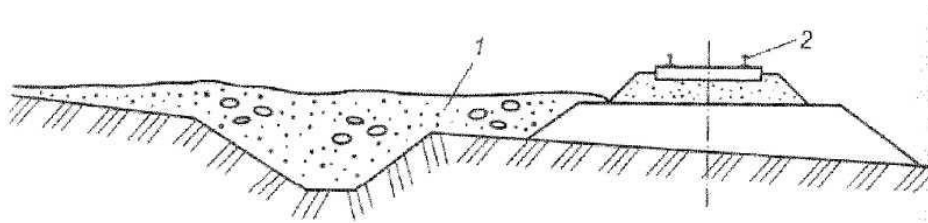


Рис. 1.37. Завали колії селевими відкладеннями:

1 – селеві відкладення, 2 – колія

7 група – дефекти земляного полотна, що виникли через будівництво додаткових колій

- пучіння на одній з колій двоколійної ділянки – підняття рейкових ниток на різні величини;
- осідання насипу додаткової (нової) колії, побудованій на слабкій основі – утворення поздовжнього зниження в основі укосу знов зведеного насипу, нерівність узбіччя земляного полотна й порушення прямолінійності брівки, виникнення поздовжніх тріщин на межі старого й нового насипів;
- перезволоження ґрунту в укосах старого й недавно збудованого насипу внаслідок неорганізованого водовідводу з розширеного міжколійя – застої води у міжколійних заглибленнях, просочування води на укосі новоспорудженого насипу
- деформації земляного полотна другої колії у результаті зволоження ґрунту баластного шлейфа, затисненого при будівництві другої колії – тривале осідання рейкової колії, поздовжні тріщини на міжколії, узбіччях, укосах.

8 група – конструктивні дефекти земляного полотна довгостроково експлуатованих ліній

- недостатня ширина узбіччя – укоси насипу або укіс кювету виїмки стають продовженням укосу баластної призми, непрямолінійних контур брівки земляного полотна;
- баластний шлейф із завищеною крутістю укосу – непрямолінійний контур укосів насипів, повздовжні тріщини на брівках і укосах, що приводять при великій крутості до зсуву шлейфів;
- пошкодження земляного полотна при недостатній довжині водопропускної труби – звуженість узбіччя насипів або їхня повна відсутність, клинчасті

відкладення баластових матеріалів на укосах насипів, поздовжні тріщини на укосах, застої води в основі укосів і їхні розмиви;

- зміщення рівня й положення в плані кюветів – розміщення сучасних кюветів у старих баластних матеріалах

Невідкладними заходами попередження виникнення руйнувань є :

- зменшення надходження поверхневих вод на укис;
- усунення застоїв води у водовідвідних спорудах;
- відновлення кріплень укосів;
- у разі необхідності прибирання снігу з укосів;
- збирання ґрунту, обвалився з видаленням його за межі виїмки;
- штучне обвалення масивів, що загрожують падінням;
- виправлення колії в плані та профілі;
- під час інтенсивних опадів – обмеження швидкості руху, а в разі необхідності – організація чергових бригад;
- планування узбіч;
- осушення баластових лож, мішків, гнізд;
- запобігання надходження води в тіло насипу; присипання берм або контрбанкетів для підсилення укосу.

За станом земляного полотна, його спорудами і улаштуваннями в нестійких місцях, за розвитком деформацій, за неблагоприємними для земляного полотна процесами в зонах, які до них примикають і до смуги відведення в порядку поточного утримання проводяться візуальні нагляди бригадами колії, майстрами по земляному полотну, а також інструментальні – робітниками дистанції колії або колієобстежувальних станцій і інженерно-геологічних баз служби колії.

В складних випадках проводяться стаціонарні спостереження по індивідуальним програмам силами проектних і науково-дослідних організацій. На окремих нестійких ділянках земляного полотна організують спеціальні обстеження, які необхідні для складання проектів ремонту і посилення колії.

**Пучини, їх види і причини виникнення.** Пучини - викривлення положення рейкових ниток у поздовжньому і поперечному напрямках у вигляді пучинних горбів, пучинних впадин) пучинних перепадів, які потребують виправлення колії й виникає внаслідок нерівномірного пучення ґрунтів під час промерзання. При відтаванні ґрунтів можливі весняні пучинні осідання.

Пізнавальні ознаки: деформації, які виникають у період промерзання й відтавання ґрунтів; несправності верхньої будови колії за рівнем і поздовжньому профілі, які викликають неспокійний хід поїзда під т руху по пучинній ділянці; зависання рейок над шпалами поблизу пучи них нерівностей; поздовжні тріщини в сніговому покриву, на поверхні укисної частини баластової призми, біля кінців шпал; при відтаванні ґрунту виникають осідання, перекося, виплески, випирання із пученням узбіч, укосів кюветів і каналів, здавлювання лотків.

Причини виникнення: наявність різнорідних або неоднаково зволжених ґрунтів основної площадки; зволоження глинистих ґрунтів, що складають основну площадку, внаслідок наявності безстічних нерівностей; промерзання глинистих ґрунтів при наявності ґрунтових вод і занедбаному стані водовідводів, неоднакова глибина промерзання земляного полотна; нерівномірне засмічення й зволоження баластового шару.

Невідкладні заходи: посилений нагляд за станом колії в періоди росту пучин взимку і особливо при їх спаді навесні (аж до щоденних глядів); своєчасне усунення відступів від норм утримання верхньої будови колії із застосуванням пучинних підкладок або підрейкових прокладок (виправлення колії виконується після відтавання ґрунту); ретельне утримання водовідвідних споруд (кюветів, канав, лотків, дренажів) із завчасною підготовкою до відведення води в період тривалої відлиги й весняного розтавання снігу; в періоди швидкого осідання пучин при високій температурі повітря й інтенсивних атмосферних опадах можливо обмеження швидкості руху поїздів. Після закінчення осідання пучин необхідне виправлення колії з вилученням пучинних підкладок.

Експлуатаційні спостереження (візуальні та інструментальні): взимку шляховий майстер і бригадир колії за допомогою шаблона визначають висоту підняття головок рейок за період між датами проведення спостережень. Навесні визначають величину осідання колії. Результати спостережень записують до Книги форми ПУ-28. Візуальним спостереженням визначають місцезнаходження пучини (або пучинної ділянки), величини пучинних горбів (або впадин), швидкості зростання й осідання пучинних нерівностей, заміряють товщину пучинних підкладок на кожній шпалі. Підсумки спостережень у зимово-весняний період заносять до Паспорта земляного полотна, що деформується, або нестійкого (ПУ-9) і Відомості обліку пучинних місць на головних коліях (ПУ-10).

По характеру викривлень положення рейкових ниток пучини поділяються на:

- а) прямі – викривлення в одному місці колії по обох нитках;
- б) косі – викривлення по одній нитці трохи здвинуто відносно викривлення на іншій;
- в) односторонні – викривлення тільки по одній рейковій нитці.

В залежності від місцеразположення пучиноутворюючого шару пучини поділяються на:

1. Баластові
2. Ґрунтові.

При баластових пучинах зона пучиноутворення знаходиться в межах баластового шару, а при ґрунтових — у земляному полотні.

Причиною виникнення баластових пучин є скупчення води в баластовому шарі через його забруднення, наявності грязьових поглиблень на контакті щебеневого і піщаного шарів баласту, забруднення піщаної подушки, завищеного узбіччя з забруднених матеріалів, що заважають виходу води з баластового шару.

Баластові пучини виникають у першій половині зими; висота (чи глибина) їх близько 50 мм. На початку весни баластові пучини швидко спадають. Боротьба з баластовими пучинами полягає в очищенні щебеневого і заміні гравійно-піщаного забрудненого баласту, зрізанню узбіч, осушенні баластових корит і лож, підніманню колії на баласт при недостатній його товщині, усуненні нерівностей основної площадки, складеної глинистими ґрунтами, з доданням їй поперечних ухилів.

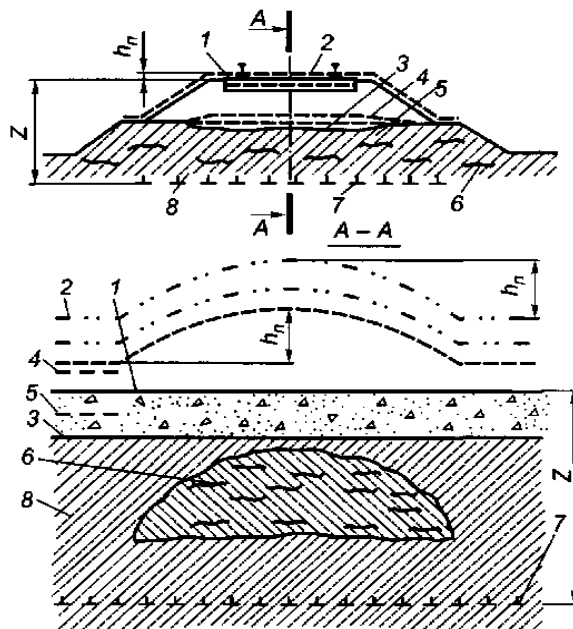


Рис. 1.38. Пучини:

- 1, 2-верх шпали відповідно восени і в кінці зими;
- 3,4- основна площадка відповідно восени і в кінці зими;
- 5 - будівельний обрис основної площадки; 6 - лінзи льоду;
- 7 - межа промерзання; 8 - глинисті ґрунти; 2 - глибина промерзання;  $h_n$  - висота пучинного горба

Ґрунтові пучини розділяють на наступні три види:

I — пучини, що виникають при промерзанні ґрунтів верхньої частини земляного полотна після промерзання баластового шару і зростаючі протягом першої половини зими. Пучини цього виду характерні для ділянок, де ґрунти основної площадки перезволожуються через наявність баластових корит, лож і ін.;

II — пучини, що утворюються при промерзанні ґрунтів усієї замерзаючої зони і зростаючі до кінця зими;

III — пучини, що з'являються при промерзанні ґрунтів нижньої частини замерзаючої зони і зростаючі протягом другої половини зими. Ці пучини характерні для ділянок, де шар старих баластових матеріалів під баластовою призмою має велику товщину

Причиною ґрунтових пучин є замерзання води в пучинистих ґрунтах (глини, суглинки, супеси, пілуваті дрібні піски). У процесі збільшення глибини промерзання вологість таких ґрунтів за рахунок води, що надходить, знизу збільшується в порівнянні з вологістю, що була на початку зими. При цьому впливає і властивість води збільшувати свій обсяг на 9 % при замерзанні. Ґрунтові пучини з'являються переважно у виїмках і нульових місцях, коли баластовий шар вже змерзнув і починає замерзати земляне полотно.

## Контрольні питання до розділу

1. Що таке земляне полотно?
2. Що таке штучні споруди?
3. Типові поперечні профілі земляного полотна.
4. Основні елементи насипу та виїмки.
5. Що називається смугою відводу?
6. Що застосовують для перехоплення, збору і відводу поверхневих вод у земляного полотна?
7. Що називають бистротоками?
8. Що називають дренажом?
9. Як поділяються дренажі?
10. Які дренажі називають досконалими, а які недосконалими?
11. Які матеріали використовують для термозахисих улаштування і покриттів?
12. Перелічити способи, які дозволяють закріпити ґрунти земляного полотна на визначну глибину?
13. Що називається силікалізацією?
14. Яким способом захищають елементи земляного полотна?
15. В наслідок чого виникають дефекти та деформації?
16. Що називають пошкодженням?
17. Що називають баластовими коритами? Перелічіть пізнавальні ознаки. Назвіть причини виникнення?
18. Що називають баластовим ложем? Назвіть пізнавальні ознаки та причини їх виникнення?
19. Що називають баластовим мішком? Назвіть пізнавальні ознаки та причини їх виникнення.
20. Що називають баластовими гніздами? Назвіть пізнавальні ознаки та причини їх виникнення.
21. Що називають весняними пучинним осіданням? Назвіть пізнавальні ознаки, причини виникнення та невідкладні заходи.
22. Назвіть причину виникнення та характер пошкодження укосів земляного полотна.
23. Назвіть причини виникнення та характер пошкодження тіла земляного полотна.
24. Причини виникнення та характер пошкодження основи земляного полотна.
25. Назвіть причини виникнення та характер пошкодження полотна в місцях його взаємодії зі сторонніми конструкціями.
26. Назвіть причини виникнення та характер пошкодження полотна під впливом несприятливих умов.
27. Що називають пучинами? Назвіть пізнавальні ознаки та причини їх виникнення.
28. Які існують види ґрунтових пучин?

### План

- 2.1. Призначення і типи верхньої будови колії.
- 2.2. Рейки.
- 2.3. Підрейкові опори.
- 2.4. Проміжні рейкові скріплення.
- 2.5. Рейкові стики і стикове скріплення.
- 2.6. Угон колії. Закріплення колії від угону. Протиугонні пристрої.
- 2.7. Баластовий шар.
- 2.8. Верхня будова колії на мостах, тунелях і коліє проводах.
- 2.9. Безстикова колія.

#### 2.1. Призначення і типи верхньої будови колії

**Призначення верхньої будови колії.** Верхня частина колії, призначена для направлення руху рухомого складу, передачі навантаження від коліс на земляне полотно або штучні споруди, називається **верхньою будовою колії**.

Ці функції виконуються верхньою будовою не окремо кожним елементом колії, а єдиною конструкцією, у якій під рухомим навантаженням усі елементи працюють одночасно. Потужність верхньої будови колії залежить від вантажообігу, швидкості руху та навантаження на вісь рухомого складу.

Вона складається з таких частин:

- сталевих рейок і стрілочних переводів, які безпосередньо приймають навантаження від коліс, а також направляють їх рух;
- рейкових опор (шпал, брусів), які утримують рейки на постійній відстані одна від одної і передають навантаження від рейок на баластний шар;
- металевих рейкових скріплень, які з'єднують рейки між собою і рейки з рейковими опорами;
- баластного шару із щебеню, гравію або піску.

Рейки, скріплені зі шпалами, складають рейко-шпальну решітку.

В місцях розгалуження та зєднань колії укладають стрілочні переводи, підрейковою основою для яких служать перевідні бруси, в експериментальному порядку укладаються залізобетонні плити.

Для кожного елемента ВБК розроблені відповідні норми та стандарти по конструкції, розмірам та якості металу. Конструкція ВБК повинна бути міцною, стійкою, стабільною, економічною, в будь-яких експлуатаційних умовах забезпечувати безпечний та плавний рух рухомого складу з максимально допустимою швидкістю.

**Типи верхньої будови колії.** Згідно з ДБН В. 2.3-19-2008 потужність верхньої будови головних колій при проектуванні нових залізничних ліній і додаткових головних колій слід установлювати за нормами, наведеними в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Характеристика верхньої будови колії залежно від категорії колії

| Категорія колії   | Характеристика верхньої будови колії  |
|---|---|
| Швидкісна   | Безстикова колія з відрізками довжиною в перегін або блок - ділянку із термозміцнених рейок типу Р65, UIC60 нових, вищої категорії. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал: в прямих та кривих з радіусом 2000 м та більше – 1840 шт/км, в кривих менших радіусів – 2000 шт/км. Баласт щебеневий*. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 40/35** см. Баластна подушка: пісок – товщиною не менше 20 см.   |
| I   | Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал: в прямих та кривих – 1840 шт/км, за винятком для дерев'яних шпал у ланковій колії в кривих R<1200 – 2000 шт/км. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 40/35 см. Баластна подушка: пісок – товщиною не менше 20 см.  |
| II  | Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу та старопритатних типу Р65, UIC60 I групи придатності. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал та баласт такі самі, як і на коліях I категорії.  |
| III   | Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу та старопритатних типу Р65, UIC60 I групи придатності. Скріплення і шпали нові. Епюра шпал така сама, як і на коліях I категорії. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 35/30 см. Баластна подушка: пісок – товщиною не менше 20 см.  |
| IV  | Безстикова колія із рейок типу Р65, UIC60 нових I групи, 1 класу та старопритатних типу Р65 UIC60 I групи придатності. Скріплення і шпали нові або старопритатні в поєднанні з новими. Епюра шпал така сама, як і на коліях I категорії. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 30/25 см. Баластна подушка: пісок – товщиною не менше 20 см.  |
| V   | Безстикова або ланкова колія із рейок типу Р65, UIC60, P50 нових I групи, 1 класу та старопритатних рейок типу Р65, UIC60 або P50 I групи придатності. Скріплення і шпали нові і старопритатні. Епюра шпал така сама, як і на коліях I категорії. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 25/25 см. Баластна подушка: пісок – товщиною не менше 20 см.   |
| VI  | Безстикова або ланкова колія із рейок типу Р65, UIC60, P50 нових I групи, 1 класу та старопритатних рейок типу Р65, UIC60 або P50 I групи придатності. Скріплення і шпали старопритатні і нові. Епюра шпал: в прямих та кривих – 1600 шт/км, за винятком для дерев'яних шпал у ланковій колії в кривих R<1200м - не менше 1840 шт/км. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 25/25 см. Баластна подушка: пісок – товщиною не менше 20 см. |
| VII   | Безстикова або ланкова колія із рейок типу Р65, UIC60, P50 нових I групи, 1 класу та старопритатних рейок типу Р65, UIC60 або P50 I групи придатності. Скріплення і шпали старопритатні. Епюра шпал та баласт такі самі, як і на лініях VI категорії.   |
| Внутрішньо-станційні з'єднувальні та під'їзні колії   | Верхня будова колії така сама, як і на лініях VI та VII категорій залежно від прийнятих швидкостей руху рухомого складу.  |
| <b>Примітка 1.</b> Двошарову баластну призму при використанні щебеневого баласту необхідно проектувати на земляному полотні з глинистих ґрунтів, пісків дрібних і пилюватих, у тому числі при влаштуванні захисного шару у верхній частині земляного полотна. На земляному полотні із скельних ґрунтів, що слабо вивітрюються, великоуламкових ґрунтів і пісків (за винятком дрібних і пилюватих) щебеневий баласт необхідно укласти в один шар без піщаної |   |

баластної подушки. Товщина баластного шару в цьому випадку повинна відповідати вимогам таблиці, але не менше: під залізобетонними шпалами - 35 см; під дерев'яними шпалами - 30 см.

**Примітка 2.** У випадках, коли подушка влаштовується з гравію, товщину шару щебеню слід зменшувати на 5 см без зменшення загальної товщини баластного шару. У межах станційних площадок дозволяється для головних колій використовувати як баластну подушку матеріал, яким баластуються станційні колії – гравій або гравійно-піщану суміш.

**Примітка 3.** Якщо в основі земляного полотна переважають просадні і стисливі ґрунти і його стабілізація ще не досягнута, то як перший етап укладання верхньої будови необхідно використовувати: укладання ланкової колії та гравійно-піщаний чи гравійний баласт. Постановку колії на щебневий баласт і укладку безстикової колії слід передбачати після повної стабілізації земляного полотна.

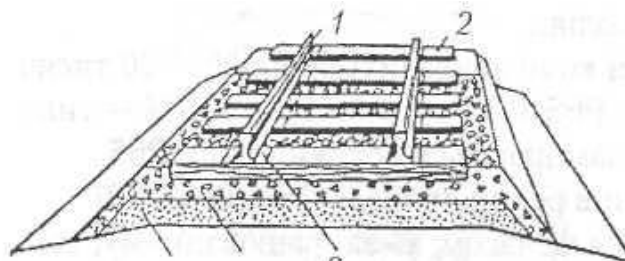
**Примітка 4.** Як правило, при будівництві нових та реконструкції існуючих залізничних ліній, необхідно використовувати залізобетонні шпали. Дерев'яні шпали можуть застосовуватися при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

\*) Баласт щебневий - відповідно до вимог ГОСТ 7392.

\*\*) Чисельник – для залізобетонних шпал, знаменник - для дерев'яних шпал.

На кривих ділянках колії товщину баластної призми необхідно приймати з урахуванням підвищення зовнішньої рейки при збереженні під внутрішньою рейкою баластного шару товщиною, установленою для прямих ділянок відповідно до таблиці 2.1.

Верхня будова колії на одно- і двоколійній лініях зображена на рис. 2.1. та рис. 2.2.



5 4 3

Рис. 2.1. Верхня будова колії на одноколійній лінії:

1 – рейка, 2 – шпала, 3 – підкладка, 4 – щебневий баластний шар, 5 – піщана подушка

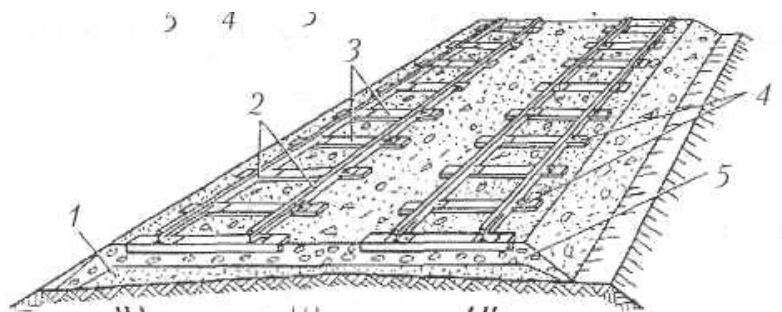


Рис. 2.2. Елементи верхньої будови двоколійної лінії:

1 – піщана подушка, 2 – рейки, 3 – шпали, 4 – рейкове скріплення, 5- баластний шар

## 2.2. Рейки

**Призначення та вимоги до рейок.** Рейки є головним елементом верхньої будови колії. По них безпосередньо рухаються колеса рухомого складу і саме рейки направляють колеса при русі. Звідси головне призначення рейок полягає в тому щоб:

- служити опорою для коліс рухомого складу і направляти їх при русі;
- передавати тиск від коліс на підрейкові опори.

Допоміжне призначення рейок в тому що, вони служать передавачем сигнального струму на ділянках, оснащених автоблокуванням, а на електрифікованих ділянках рейки служать передавачем зворотнього тягового струму.

З урахуванням їх призначення до рейок ставляться найбільш жорсткі вимоги по міцності, надійності і довговічності порівняно з іншими елементами ВБК.

До рейок ставляться такі вимоги:

- рейки повинні бути достатньо міцними і стійкими, щоб забезпечувати безпечний рух поїздів із встановленими максимальними швидкостями.
- рейки повинні бути довговічними при експлуатації, тобто повинні бути достатньо зносостійкими щоб пропускати встановлений нормативний тоннаж коліс рухомого складу.
- рейки повинні мати раціональну масу і потужність поперечного перерізу для забезпечення необхідного і достатнього опору дії поїздних навантажень.
- форма поперечного перерізу рейок повинна бути такою, щоб вона найкращим чином відповідала профілю колісного бандажа, забезпечуючи стійке положення коліс на рейці і стійкість рейки на підрейковій основі.
- рейки повинні бути зручними в експлуатації та простими і недорогими у виготовленні.

**Профіль, тип та довжина рейок.** Форма рейок визначається їхнім призначенням. Рейка призначена для прийняття колісного навантаження і її можна розглядати як довгу балку, що лежить на багатьох опорах і працює на згин. Кращою формою балки, яка працює на згин, є двотавр, тому саме форма двотавра покладена в основу поперечного профілю рейок.

Однак, у зв'язку з тим, що рейка, окрім роботи на згин призначена для тривалої роботи під безпосередньою дією коліс, що по ній рухаються, то вона повинна мати запас металу на знос у зоні безпосереднього контакту з колесами. Тому верхня зона рейки, яка називається *головкою*, є більш масивною у порівнянні з іншими зонами. Але оскільки рейка повинна бути стійкою при дії на неї бокових тисків від гребенів коліс, а також передавати нажче лежачу підрейкову опору по можливості менше розподілене навантаження, вона повинна мати достатньо широку нижню зону, яка називається *підшовою*. Таким чином форма сучасної рейки представляє собою довгу балку з масивною головкою, широкою підшовою і тонкою шийкою. Саме така форма поперечного перерізу рейки застосовується в теперішній час як найбільш раціональна на усіх залізницях світу.

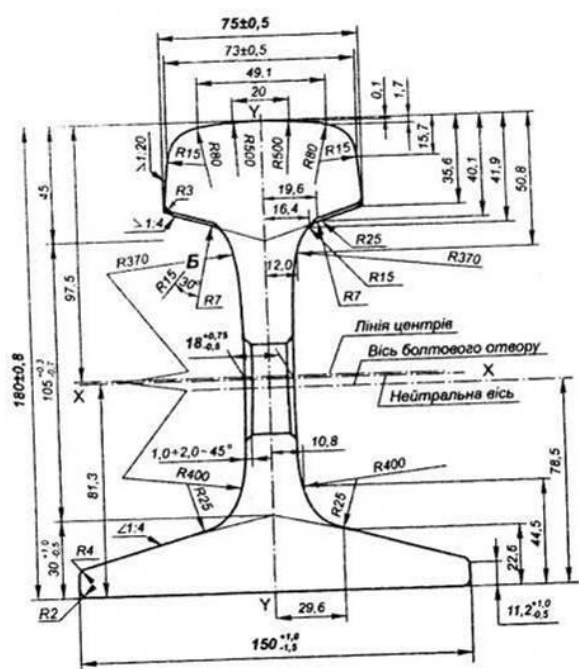
Тип сучасних рейок позначають буквою Р і числом, округлено рівним вагі 1 м рейки. Наприклад, рейка, 1 м якої має вагу 64,72 кг, позначається Р65.

Основними типами рейок, що виготовляються та укладаються в колію залізниць України, є рейки стандарту ДСТУ 4344:2004 типів Р65 та Р50 і рейки типу UIC60. На ділянках із малою інтенсивністю руху, на під'їзних і станційних коліях можуть використовуватись рейки типу Р43 або старопридатні типу Р50. Нові рейки, що укладаються в колію, повинні бути стандартної довжини: нормальні 25 м і вкорочені 24,92 м, 24,84 м. Окрім зазначеної довжини, на замовлення залізниць можуть випускатися рейки половинної довжини: нормальні 12,5 м і вкорочені до них 12,46 м, 12,42 м, 12,38 м. На стрілочних переводах можуть укладатись рейки нестандартної довжини (коротші 25 м або 12,5 м). При укладанні нестандартних рейок вони повинні бути виготовлені обрізанням рейкорізальними верстатами зі свердлінням отворів.

Довжина рейкових плит безстикової колії встановлюється проектом залежно від місцевих умов.

На малодіяльних ділянках залізниць можуть залишатись в колії, до їх заміни, рейки інших типів і довжин.

а)



б)

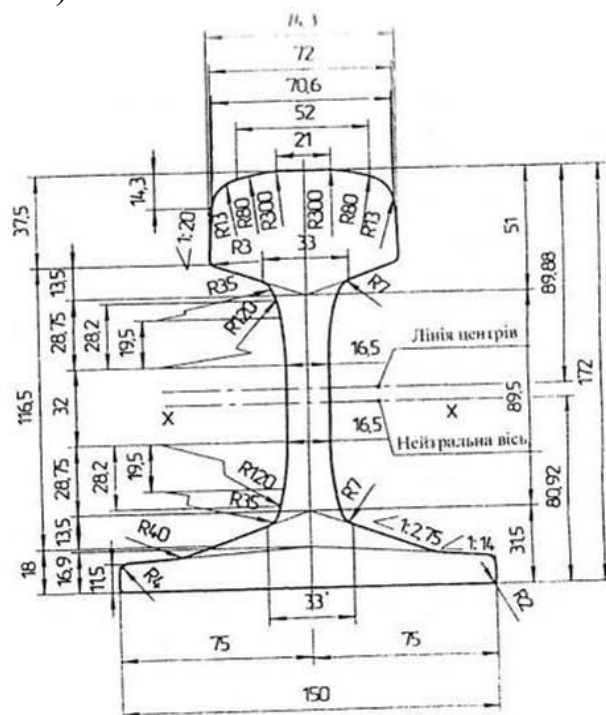
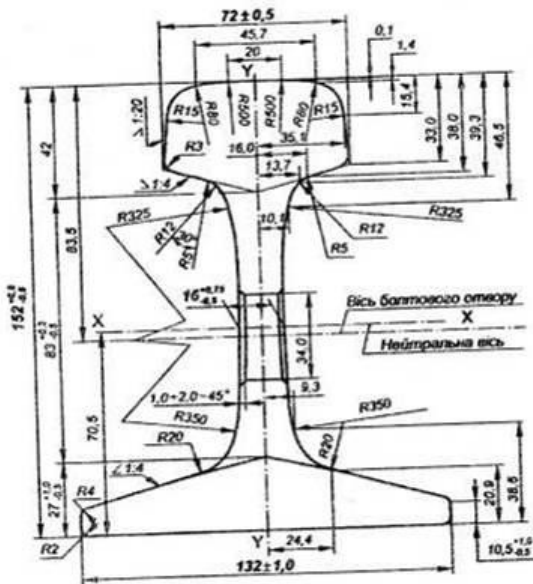


Рис. 2.3. Обрис профілю рейок:  
а) типу Р65 б) типу UIC60

а)



б)

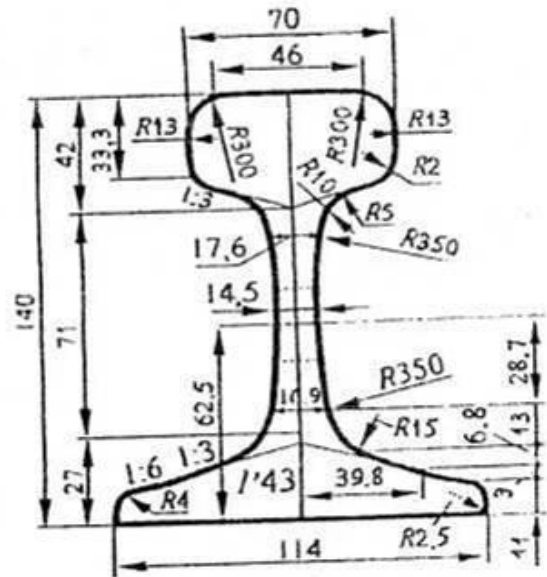


Рис. 2.4. Обрис профілю рейок  
а) типу Р50 б) типу Р43

Стики рейкових ниток повинні розміщуватися за накутником (один проти одного). Запобігання стику однієї нитки відносно стику іншої допускається: на прямих – не більше 8 см; на кривих ділянках 8 см плюс не більше половини встановленого для даної кривої стандартного вкорочення рейки (окрім кривих ділянок радіусом менше 200 м). При перевищенні вказаних допусків необхідно виконувати роботи з відновлення положення рейкових стиків у першочерговому порядку.

**Термін служби рейок.** При нормальних умовах експлуатації довговічність рейок залежить від пропущеному по ним тоннажу бруто. З колії рейки виймаються по двох причинах – однією з причин є знос головки рейки до допустимої межі.

Знос головки є природним наслідком взаємодії колеса і рейки, в процесі якого відбуваються зминання і стирання поверхні кочення по верху головки і по боковій грані.

На прямих ділянках колії зношується переважно лише верх головки рейки, на кривих ділянках одночасно зношується верх і бокова робоча грань головки, при чому на кривих малих радіусів боковий знос головки стає переважним. Оцінку величини зносу рейок прийнято виконувати за приведеним зносом (мм), який вираховується як сума вертикального і половини бокового зносу:

$$h_{\text{прив}} = h_{\text{верт}} + 0,5h_{\text{бок}}$$

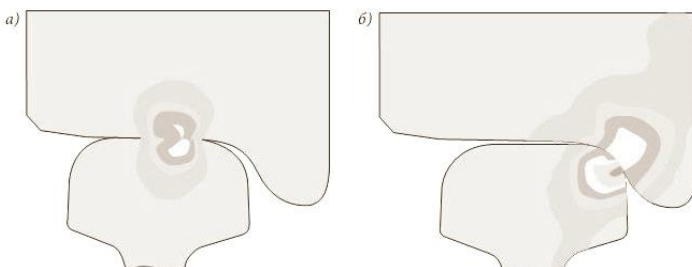


Рис. 2.5.

Зони контактного навантаження в колесі і рейці при їх взаємодії  
а) пряма ділянка б) на зовнішній рейці в кривій

Правилами технічної експлуатації залізниць установлені нормативні значення допустимого зносу, які розрізняються в залежності від типу рейки і встановлених швидкостей руху поїздів. Для українських залізниць встановлені такі нормативи допустимого зносу рейок, що наведені в таблиці 2.2.

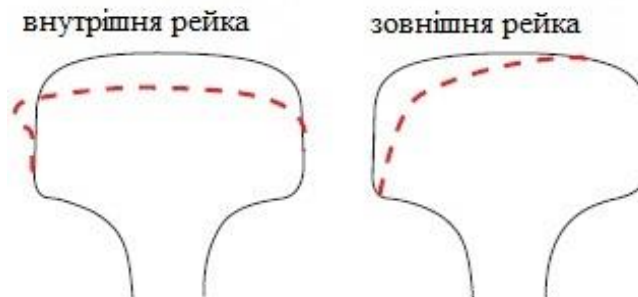


Рис. 2.6. Зони зношення рейок в кривій ділянці колії

Таблиця 2.2. Знос рейок після перевищення якого вони вважаються дефектними

| Вид зносу і найменування колій, на яких експлуатуються рейки   | Типи рейок      |     |       |
|--|-----------------|-----|-------|
|  | P75, P65, UIC60 | P50 | P43   |
| Приведений знос головки: (вертикальний +0,5 бокового):   |                 |     |       |
| - у головних колій зі швидкістю руху пасажирських поїздів 121-140 км/год   | 9               | 7   | -     |
| - у головних колій із вантажонапруженістю понад 10 млн. т км брутто/км на рік і з швидкістю руху 120 км/год і менше  | 12              | 10  | -     |
| - у головних колій із вантажонапруженістю менше 10 млн.т км брутто/км на рік і в приймально-відправних колій на лініях із вантажонапруженістю понад 10 млн.т км брутто/км на рік | 16              | 13  | 9     |
| - у решті приймально-відправних колій  | 20              | 16  | 12    |
| - у всіх інших станційних колій  | -               | 19  | 15    |
| Боковий знос головки:  |                 |     |       |
| - у головних колій зі швидкістями руху пасажирських поїздів 121-140 км/год   | 7               | 6   | -     |
| - у всіх головних і приймально-відправних колій на лініях із вантажонапруженістю понад 10 млн.т км брутто/км на рік  | 15              | 13  | 10    |
| - у решті приймально-відправних колій  | 18              | 16  | 13    |
| - у всіх інших станційних колій  | -               | 18  | 15    |
| Вертикальний знос головки рейки при стикуванні рейок двоголовими накладками незалежно від категорії колії  | 13              | 10  | 10(7) |
| <b>Примітки:</b> 1. Перевищення вказаних величин з будь-якого виду зносу характеризує рейки як дефектні.   |                 |     |       |
| 2. Вертикальний знос лімітується приведеним.   |                 |     |       |
| 3. Дозволяється переукладання рейок із боковим зносом із кривих у прями або із зовнішньої нитки кривих у внутрішню, у тому числі зі зміною робочого канту.                       |                 |     |       |
| 4. У дужках наведена норма зносу для рейок II типу та легше.   |                 |     |       |

Таблиця 2.3. Характеристики рейок вітчизняного виробництва

| Показник  | P75    | P65   | UIC60  | P50    | P43    |
|---|--------|-------|--------|--------|--------|
| Маса на 1 м, кг                                       | 74,414 | 64,72 | 60,34  | 51,67  | 44,65  |
| Маса 1 рейки, кг:<br>довжиною 12,5 м                  | 930,2  | 809   | 754,25 | 645,9  | 557,7  |
| довжиною 25 м   | 1860,4 | 1618  | 1508,5 | 1291,8 | 1116,3 |
| Висота рейки  | 192    | 180   | 172,0  | 152    | 140    |
| Висота головки  | 55,3   | 45    | 51     | 42     | 42     |
| Висота шийки  | 104,4  | 105   | 89,5   | 83     | 71     |
| Висота підошви  | 32,3   | 30    | 31,5   | 27     | 27     |
| Ширина головки (максимальна)                          | 75     | 75    | 74,3   | 72     | 70     |
| Ширина головки (на розрахунковому рівні)              | 71,8   | 72,8  | 72,0   | 70     | 70     |
| Ширина підошви  | 150    | 150   | 150    | 132    | 114    |
| Мінімальна товщина шийки                              | 20     | 18    | 16,5   | 16     | 14,5   |
| Відстані, мм:   |        |       |        |        |        |
| Від торця до осі першого болтового отвору             | 96     | 96    | 60     | 66     | 56     |
| Від осі першого отвору до осі другого                 | 220    | 220   | 170    | 50     | 110    |
| Від осі другого до осі третього отвору                | 130    | 130   | 170    | 140    | 160    |
| Відстань від низу підошви до осі болтового отвору, мм | 80,4   | 78,5  | 76,25  | 68,5   | 62,5   |

Допустима площа зносу головки рейки типу P50 складає  $585 \text{ мм}^2$ , а типу P65 –  $620 \text{ мм}^2$ . По даним Укрзалізниці параметр зносу для рейок типу P50 в прямих орієнтовано дорівнює  $0,75 \text{ мм}^2$ , в кривих радіусу 600 м –  $1,69 \text{ мм}^2$ ; для рейок типу P65 – відповідно 0,7 та  $1,58 \text{ мм}^2$ .

Рейки однієї партії, виготовлені одним заводом, одночасно вкладені в колію, при одних і тих же умовах руху, однакового плані і профілі колії зношуються з різною інтенсивністю. Менш стійкі рейки стають дефектними по зносу раніше середнього строку служби рейок всієї партії, більш стійкі – пізніше. Це пояснюється неоднаковою якістю рейкової сталі в межах допустимих коливань по хімічному складу, особливості технології виробництва, умовами охолодження рейок, а також впливом неоднорідності шпал, різним станом і утриманням скріплень, баластного шару, земляного полотна, різницею умов роботи рейок навіть на одній і тій же лінії (наприклад гальмівні і не гальмівні ділянки).

Тому в партії одночасно укладених рейок по виходу часу половина з них мала б знос понад допустимого. Імовірно, через знос сполонну заміну рейок необхідно виконувати через менший період, чим середній строк служби рейок, коли одиночний вихід рейок ще невеликий.

Зняті рейки після сортування по типам і групам природності використовуються для повторного укладання в колію. При цьому рейки, які потребують ремонту, попередньо направляють на РЗП (рейкозварювальні підприємства). Старопридатні рейки використовують для поодинокій заміні дефектних рейок того ж типу, для суцільної заміни на лініях з вантажонапруженістю менше 10 млн.т.км брутто/км у рік, станційних і під'їздних колій, для будівництва нових мало діяльних залізничних ліній. Коли рейки приходять в повну непридатність навіть для ремонту, їх відправляють до заводу на переплавку.

Зносостійкість сучасних рейок на зтирання така висока, що тільки на ділянках з затяжними ухилами, де використовують тягу двома локомотивами з безперервним

підсипанням піску для збільшення зчеплення, а також в кривих строк служби рейок визначається їх зносом.

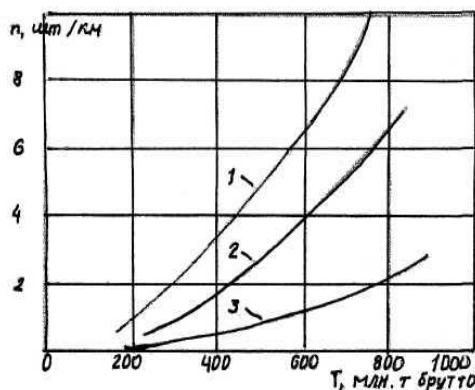


Рис. 2.7. Інтегральні криві наростання одиночного зняття рейок в залежності від пропущеного тоннажу брутто при вантажонапруженості:

1 – близько 50 млн.т.км брутто/км у рік (P50), 2 – близько 80 млн.т.км брутто/км у рік (P65), 3 – 120 млн.т.км брутто/км у рік (P75)

На залізницях України строки служби рейок до першого переукладання, тобто міжремонтні періоди по капітальному ремонту колії, встановлені в тоннажі брутто. Такі строки визначені виходячи з допустимої інтенсивності виходу рейок, який повинен складати міжремонтний період не більше 5 шт., а в рік перед капітальним ремонтом – 6шт.

Для термічно не зміцнених рейок типу P50 в прямих строк служби являється пропуск 350 млн.т.брутто, для P65 – 500 млн.т.брутто, для рейок об'ємно загартованих в маслі строк служби складає 700 млн.т.брутто.

В залежності від радіусу в кривих виникає необхідність між черговими капітальними ремонтами в 1-2 проміжних суцільних замінах рейок. Для рейок типу P75 строки служби ще не встановлені. В якості нормативних напрацювань для них можна прийняти 600-650 млн.т.брутто, термічне зміцнення таких рейок можна збільшити на максимальне їх напрацювання до 900 млн.т.брутто.

В теперішній час встановлені норми періодичності ремонтів колії, в якому міжремонтний пропуск тоннажу встановлений в залежності від типу рейок і їх якості, від рівня вантажонапруженості за рік, в якому рейки працюють. Вітчизняним і зарубіжним досвідом встановлено, що для рейок масою до 75 кг/м строк служби по мірі збільшення маси збільшується в більшій степені, чим збільшується маса. Тому для використовувати більш важкі типи економічно вигідно.

Наприклад, рейки типу P 65 на 26% важчі рейок типу P50, а пропускають до заміни на 43% більше тоннажу брутто. Тобто потреба в рейковій сталі для колії, де використовують важкі типи рейок менша ніж при використанні легких рейок. Якщо питомі витрати металу на нові рейки на 1 млн.т.брутто перевезень при рейках типу P50 він зменшується до 71%, а при рейках типу P65, P75 – до 58%. Із збільшенням маси однієї рейки на 1 кг витрати на інші колійні матеріали зменшуються приблизно на 1,5%, а витрати праці на поточне утримання колії знижуються на 1,8-2,4%.

Такі цифри забезпечуються тим, що більш важкі рейки розподіляють тиск колеса на більшу відстань колії, тобто на більше число шпал, внаслідок чого остаточні деформації в шпалах під рейками і в баласті накопичуються менш інтенсивно.

Через менше прогинання важких рейок зменшується опір руху, внаслідок чого знижуються витрати на електроенергію або палива на тягу потягів і витрати на ремонт рухомого складу.

**Хімічний склад та маркування рейок.** Рейки виготовляються методом прокатки із виплавки сталі. Виплавка рейкової сталі здійснюється в мартенівських печах або в кисневих конвекторах чи електропечах.

В Україні рейки випускаються заводом «Азовсталь»(маркування рейок «А») і Дніпродзержинським металургійним комбінатом(маркування «Д»). У Росії рейки випускаються Кузнецьким металургійним комбінатом («К») і Нижньотагільським металургійним комбінатом(«Т»).

Рейки виготовляються зі спокійної мартенівської сталі марок М74, М74Ф, М74Т, М76, М76Ф, М76Т, з киснево-конверторної сталі марок К74, К74Ф, К74Т, К76, К76Ф, К76Т і з електросталі Е74, Е74Ф, Е74Т, Е76, Е76Ф, Е76Т.

Цифри в позначці марки вказують умовно середню масову частку вуглецю в сотих долях відсотку.

Літери М, К і Е, що стоять перед цифрами, вказують спосіб виплавлення сталі: М – мартенівська, К – киснево-конверторна і Е – електросталь. Літери Ф і Т, що стоять після цифр, означають, що сталь містить добавки ванадію (Ф) і титану (Т) (Приклад позначення сталі: М76Ф – мартенівська сталь з середньою масовою часткою вуглецю 0,76% і добавками ванадію).

За механічними властивостями, хімічним складом, мікро- і макроструктурою рейкова сталь повинна відповідати вимогам стандарту, за яким виготовлялись рейки.

Рейки поставляються термозагартованими (т/з) і не загартованими (н/з). Термічна обробка може бути виконана різними способами:

а) поверхневим загартуванням головки рейки по всій довжині водоповітряною сумішшю та після нагрівання струмами високої частоти;

б) об'ємним загартуванням в маслі по всій довжині та всьому периметру;

Рейки вищої, I і II категорій виготовляються тільки в термозагартованому вигляді, з твердістю на поверхні кочення НВ 374-401 для рейок вищої категорії якості, НВ 341-388 для рейок I категорії, НВ 311-388 для рейок II категорії і з коливанням твердості по довжині рейки в межах  $\pm$ НВ 30 для вищої категорії якості і  $\pm$ НВ 40 для рейок I і II категорій. Рейки III категорії виготовляють у нетермозагартованому стані.

Твердість термозагартованих рейок у головці на глибині 5 мм від поверхні кочення по осі не повинна бути менше НВ 311 для рейок I і II категорій і менше НВ 341 для рейок вищої категорії якості. Рейки III категорії розподіляють на першу та другу групи залежно від чистоти сталі. Всі незагартовані рейки III категорії, крім призначених до зварювання, відповідно до вимог ДСТУ 4344:2004 повинні мати поверхнєве загартування головки на кінцях довжиною 50-80 мм.

Рейки II категорії та III категорії другої групи забороняється укладати у колії залізниць України.

Якість рейок, їх сортність, технологія виготовлення, дата виготовлення (місяць і рік) позначаються заводським маркуванням. Прийняте для вітчизняних рейок маркування та приклади його застосування наведені на рис. 2.8. і 2.9.

Рейки, що поставляються, як і інші матеріали верхньої будови колії, повинні бути сертифіковані.

Таблиця 2.4. Хімічний склад рейкової сталі

| Група рейки | Тип рейки   | Марка сталі                   | Масова доля, % |           |           |                    |                    |
|-------------|-------------|-------------------------------|----------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|
|             |             |                               | Вуглець        | Марганець | Кремній   | Фосфор             | Сера               |
| I           | P75,<br>P65 | M76B<br>M76T<br>M76BT<br>M76Ц | 0,71-0,82      | 0,25-0,45 | 0,18-0,40 | Не більше<br>0,035 | Не більше<br>0,045 |
|             | P50         | M74T<br>M74Ц                  | 0,69-0,80      |           |           |                    |                    |
| II          | P75,<br>P65 | M76                           | 0,71-0,82      | 0,75-1,05 | 0,18-0,40 | Не більше<br>0,035 | Не більше<br>0,045 |
|             | P50         | M74                           | 0,69-0,80      |           |           |                    |                    |

Таблиця 2.5. Механічні властивості рейкової сталі

| Тип рейок | Марка сталі | Тимчасовий опір на розрив, кПа | Відносне подовження, % |
|-----------|-------------|--------------------------------|------------------------|
| P75, P65  | M76         | Не менше 9000                  | Не менше 4,0           |
| P50       | M74         | 8600                           | 5,0                    |

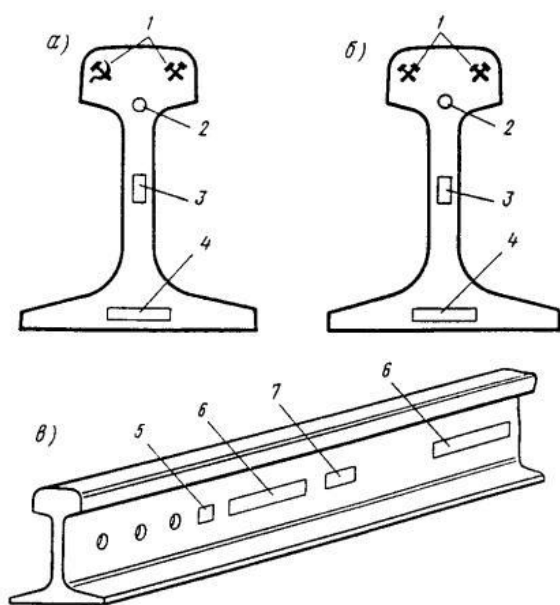


Рис. 2.8. Основне маркування рейок:

а – рейки першого сорту; б – рейки другого сорту; в – місця нанесення маркування на рейці;

1 – інспекторські клейма; 2 - клеймо ОТК заводу (може бути у вигляді квадрата, трикутника або букви "К"); 3 – місце нанесення номеру рейки по розміщенню його у зливку (1 і 2 – головні рейки, X - донні середні рейки позначень не мають);

4 – місце нанесення номера плавки сталі (номер плавки для рейок 1 групи починається з букви П); 5 – місце нанесення порядкового номеру рейк від головної частини зливка;

6 - місце викачаною (опуклою) маркування по довжині рейки, яке повторюється приблизно через 2,5 м і що означає: завод-виробник, місяць і рік проката, тип рейки.

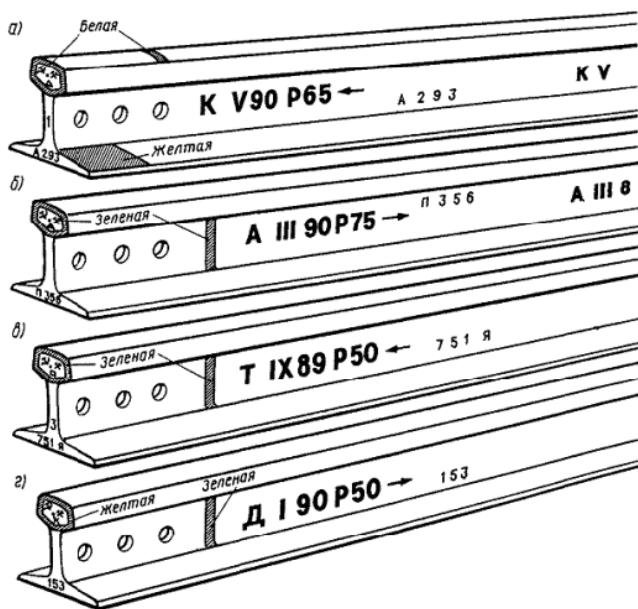


Рис. 2.9. Приклад повного заводського маркування нових рейок першого сорту:

а – рейка виготовлена Кузнецьким (К) металургійним комбінатом в травні (V) 1990р. (90) типу Р65, плавка А293, з звичайної стандартної вуглецевої сталі, з закалкою кінців (біла смуга фарбою на головці), по вмісту вуглецю «твердий» (жовте забарвлення підшви на кінці), стрілкою позначений головний кінець; б – рейка виготовлена заводом «Азовсталь» (А) в березні 1990р. (III 90) типу Р75, плавка П356, загартована по всій довжині (зелена смуга на шийці і зелена окантовка торця); в – рейка виготовлена Нижньотагільським (Т) металургійним комбінатом у вересні 1989р. (IX 89) типу Р50, плавка 751Я, загартована по всій довжині, по якості загартування – першого класу (зелена окантовка на торці); г – рейка виготовлена заводом ім. Дзержинського (Д) в січні 1990р. (I 90) типу Р50, плавка 153, загартована по всій довжині, по якості загартування – другого класу (жовта окантовка на торці)

### 2.3. Підрейкові опори

**Призначення опор і вимоги до них.** Основне призначення рейкових опор полягає в тому, щоб служити опорою для рейок і пристроїв їх закріплення, сприймати тиски від рейок і передавати їх на баластний шар, забезпечувати постійність ширини колії і забезпечувати стійке положення рейко-шпальної решітки у вертикальній і горизонтальній площинах.

До рейкових опор належать шпали, перевідні і мостові бруси, блочні залізобетонні рейкові основи.

Найбільш розповсюдженим типом підрейкової основи на більшості залізниць світу загального призначення є шпали. Вони бувають:

- дерев'яні,
- металеві (на Україні не виготовляються),
- залізобетонні.

**Дерев'яні шпали** є основним типом підрейкової основи з часів будівництва перших залізниць, і до нинішнього часу. На залізницях України до 1993 року кількість дерев'яних шпал в колії складала біля 50%. Однак, у зв'язку з широким впровадженням залізобетонних шпал до 2010 року в головних коліях залишилось лише 19,5% дерев'яних шпал, а в коліях усіх категорій лише 30%.

Дерев'яні шпали виготовляються трьох видів (А – обрізні, Б – необрізні, В – напівобрізні) і трьох типорозмірів ( I, II, III) та використовуються для укладання в колію залежно від категорії колії. Шпали I типу вкладають у головні колії, II типу – в головні при вантажонапруженості до 15 млн. Т км брутто/км на рік, у

станційні та під'їзні колії. Шпали III типу вкладають у під'їзні та інші станційні колії.

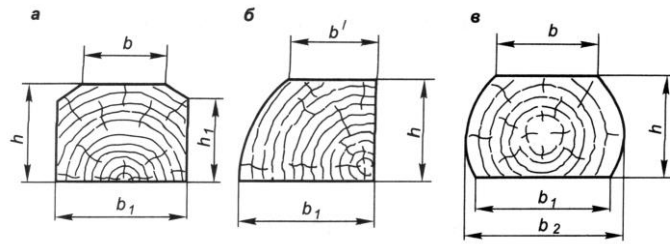


Рис. 2.11. Поперечні перерізи дерев'яних шпал:  
а – обрізні, б – напівобрізні, в – необрізні

Найкращою формою дерев'яних шпал є прямокутна обрізна.

Довжина дерев'яних шпал всіх типів складає 2750 мм. За замовленням Головного управління колійного господарства для особливо вантажонапружених ділянок постачають шпали довжиною 2800 мм, а для ділянок, де вкладається суміщена колія – довжиною 3000 мм.

Таблиця 2.6. Поперечні розміри шпал

| Тип і вид шпал   | Товщина, $h$ | Ширина за розмірами |      |       | Висота пропилених бокових сторін, $h_1$ |
|------------------|--------------|---------------------|------|-------|---|
|                  |              | $b$                 | $b'$ | $b_1$ |   |
| Обрізні: ІА      | 180          | 180                 | -    | 250   | 150                                     |
| ІА               | 160          | 150                 | -    | 230   | 130                                     |
| ІІА              | 150          | 140                 | -    | 230   | 105                                     |
| Напівобрізні: ІБ | 180          | -                   | 210  | 250   | -                                       |
| ІБ               | 160          | -                   | 195  | 230   | -                                       |
| ІІБ              | 150          | -                   | 190  | 230   | -                                       |
| Необрізні: ІВ    | 180          | 180                 | -    | 250   | -                                       |
| ІВ               | 160          | 150                 | -    | 230   | -                                       |
| ІІВ              | 150          | 140                 | -    | 230   | -                                       |

**Примітка:**

1. На замовлення споживача для особливо вантажонапружених ділянок можуть поставлятися шпали довжиною 2800 мм, а для ділянок, де укладають сумісну колію – 3000 мм.
2. Найбільша ширина необрізних шпал ( $b_2$ ) не повинна перевищувати 280 мм.
3. Шпали товщиною 155 мм і менше необхідно відносити до III типу.
4. Допускається наявність шпал I типу з шириною нижньої постелі 230 мм і шпал II та III типів – 250 мм у кількості не більше 10% від загального обсягу партії.
5. Ширину постелей шпал слід вимірювати в найвужчому місці відрізка довжиною 400 мм, початок якого знаходиться на відстані 425 мм від торця шпала.

Шпали виготовляють із м'яких та твердих порід деревини. Основними породами лісу для шпал є сосна, модрина, дуб і бук. Крім того, застосовують кедр, ялину, березу та інші породи. На вітчизняних дорогах переважно застосовуються шпали із м'яких порід деревини.

Основними технологічними операціями після розпилення колод і обрізання шпал під розмір є сушка шпал до вологості 18-20% і подальше просочування антисептичними розчинами, що попереджає гниття. Відомо, що деревина із вологістю менше 23% або вище 80% не гние. Тому шпали ретельно висушують

перед просочуванням. На українських залізницях і залізницях країн СНД заборонена укладка в колію непросочених шпал.

**Строки служби дерев'яних шпал.** Строк служби шпал при інших рівних умовах залежить від навантажень колісних пар на рейки, швикостей руху поїздів і особливо вантажонапруженості ліній, а також від кліматичних умов. Виняткове значення має якість поточного утримання колії, обережне ставлення до шпал, постійний догляд за ними і своєчасний їх ремонт. На вітчизняних дорогах нині строк служби дерев'яних шпал у середньому складає 15 років, що значною мірою пояснюється високою вантажанопруженістю наших доріг і застосування шпал із м'якої деревини.

Шпали виходять з ладу переважно від гниття деревини, механічного зносу верхньої постелі під підкладкою, розтріскування деревини.

**Залізобетонні шпали.** Перші спроби застосування залізобетонних шпал на вітчизняних залізницях відносяться до початку 1900-х років, однак через невдалу конструкцію вони не продемонстрували хорошої роботи в колії і невдовзі були зняті. Широке розповсюдження залізобетонні шпали набули лише після 2-ої Світової війни і з цього часу їх почали укладати на коліях практично всіх європейських залізниць.

Залізобетонні шпали мають наступні переваги: вони зберігають деревину; не гниють; витримують більші стискуючі напруження, ніж дерев'яні; більше опираються переміщенням; мають більший строк служби порівняно з дерев'яними.

До недоліків залізобетонних шпал слід віднести: більшу жорсткість порівняно з дерев'яними і пов'язане з цим обов'язкове застосування пружних прокладок; необхідність в електроізоляції рейок від шпал через електропровідність останніх; підвищена крихкість залізобетонних шпал вимагає дотримання обережності при перевезеннях та підбивці; велика маса шпал створює незручності у роботі з ними.

Залізобетонні шпали виготовляються для роздільних, нероздільних та безпідкладочних скріплень.

На залізницях України застосовуються шпали таких типів : Ш 1-1, Ш 1-2, Ш 2-1, Ш 2-2, Ш-6, Ш-7, СБ 3-0, СБ 3-1, СБ 3-2, Ш2С-1.

Таблиця 2.7. Типи залізобетонних шпал

| Умовне позначення типу | Тип скріплення | Відстань між осями отворів для закладних болтів, дюбелів або між внутрішніми поверхнями анкерів, мм | Маса шпали, кг |
|------------------------|----------------|---|----------------|
| Ш 1-1                  | роздільне      | 310   | 265            |
| Ш 1-2                  | роздільне      | 310   | 265            |
| Ш 2-1                  | нероздільне    | 236   | 265            |
| Ш 2-2                  | комбіноване    | 244   | 265            |
| Ш-6                    | роздільне      | 310   | 265            |
| Ш-7                    | нероздільне    | 214   | 264            |
| СБ 3-0                 | безпідкладочне | 173   | 280            |
| СБ 3-1                 | безпідкладочне | 173   | 288            |
| СБ 3-2                 | безпідкладочне | 155   | 288            |
| Ш2С-1                  | безпідкладочне | 173   | 365            |

По конструкції шпала являє собою брус трапецеїдального перерізу довжиною 2700 мм, перемінного по довжині із збільшеною висотою в підрейкових зонах і зменшеною висотою в середній частині шпали і в торцевих зонах. (рис. 2.12.).

Підрейкові площадки в залізобетонних шпалах вітчизняного виробництва виконані з підуклонкою 1/20 усередину колії, що забезпечує необхідну підуклонку рейок при укладанні їх на шпали як варіанті без підкладок, так й у варіанті з підкладками (підкладки для залізобетонних шпал не мають підуклонки).

Не допускається застосування залізобетонних шпал на ділянках із пучинами, на ділянках, де відбуваються деформації земляного полотна, а також у ланковій колії на головних коліях I-IV категорій. На решті колій залізобетонні шпали можуть укладатися в ланкову колію. На приймально-відправних коліях дозволяється укладати залізобетонні шпали як в безстиковій, так і в ланковій колії.

Залізобетонні шпали випускаються попередньо напруженими. Вони армовані сталевим попередньо натягнутим дротом періодичного профілю діаметром 3 мм.

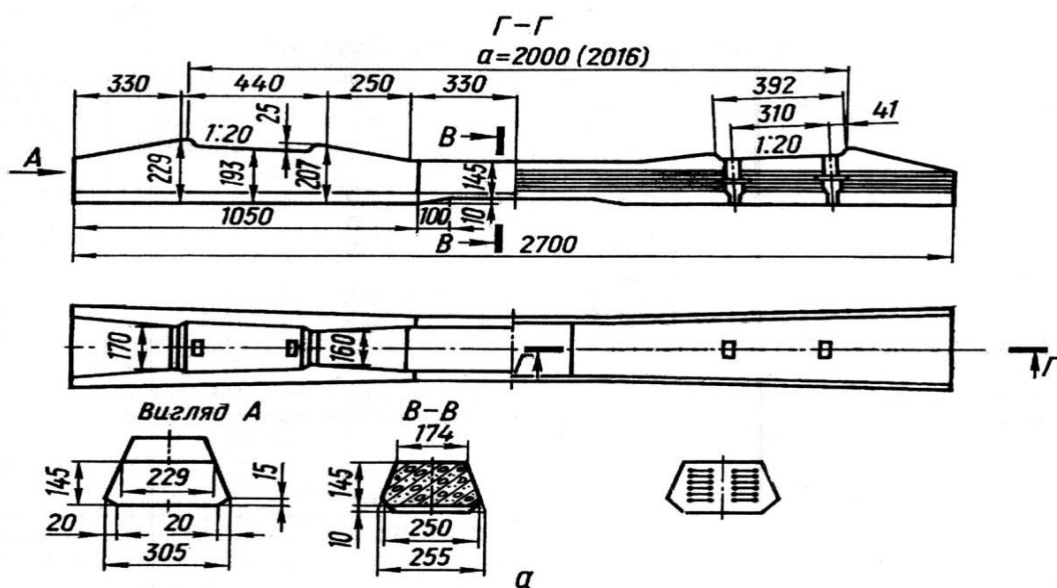


Рис. 2.12. Попередньо напружені залізобетонні шпали типу Ш 1-1

Усі залізобетонні шпали повинні мати на поверхні знаки маркування.

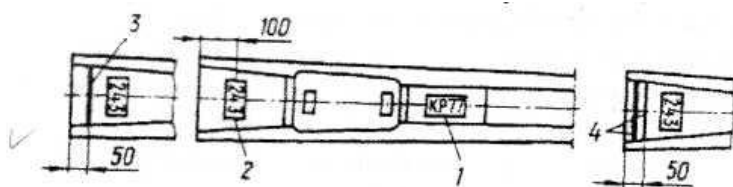


Рис. 2.13. Маркування шпал:  
1 – товарний знак підприємства виробника та рік виготовлення;  
2 – номер партії; 3 – знак шпали 2-го сорту; 4 – знак некондиційної шпали.

Залізобетонні шпали не повинні мати дефектів, які забороняють їх використання в колії. Шпали виготовляються 1-го та 2-го сортів (залежно від тріщиностійкості, розмірів відхилень геометричних параметрів від проектних, якості бетонних поверхонь і дефектів, що допускаються). Вкладання шпал 2-го сорту в головні та приймально-відправні колії забороняється.

**Строк служби** залізобетонних шпал у колії (при рівних умовах) складає 40-50 років, що перевищує строк служби дерев'яних шпал утричі. Строк служби залежить від фактичних експлуатаційних умов ділянки (вантажонапруженості, навантажень, які обертаються, забрудненості).

Для запобігання появи і розвитку тріщин у шпалах застосовують покриття їх поверхні щільною, водонепроникною полімерною плівкою, яка до того ж є морозостійкою і пластичною.

**Епюра шпал.** Чим вище вантажонапруженість і осьові навантаження, тим менша відстань потрібна між шпалами, тобто більшу кількість шпал необхідно укласти на 1 км колії.

Порядок розміщення шпал (кількість шпал) за довжиною рейкової ланки або на 1 км колії називається **епюрою шпал**.

Епюра укладання залізобетонних шпал у головних коліях приймається залежно від експлуатаційних умов згідно з чинним „Положенням про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України”. На залізничних коліях України, залежно від наявних експлуатаційних умов, категорії колії, типу шпал та залежно від плану лінії (пряма чи крива) застосовуються такі епюри укладання шпал : 1440, 1600, 1840 і 2000 шт/км. Кількість шпал на 25-метрову рейкову ланку для 1400, 1600, 1840 і 2000 шт/км відповідно складає 36, 40, 46 і 50 шт/ланку. В теперішній час застосовують переважно дві останні епюри, але на малодіяльних коліях, станційних коліях місцями ще збереглася епюра 1440 шт/км.

Відстань між осями шпал на безстиківій колії повинна бути однаковою на всій протяжності пліті: при епюрі 1840 шт/км -  $54\div 55$  см, при епюрі 1600 шт/км -  $62\div 63$  см, при дослідній епюрі укладання шпал 1680 шт/км -  $59\div 60$  см. Допустимі відхилення між осями окремих залізобетонних шпал від епюрного положення не повинні перевищувати 4 см.

На ланковій колії залізобетонні шпали розміщуються так, як і дерев'яні. Перехід від колії з дерев'яними шпалами на залізобетонні влаштовується не в стику, а в середній частині рейкової ланки.

## 2.4. Проміжні рейкові скріплення

Проміжні скріплення застосовуються 3х видів: нероздільні, роздільні та змішані. При цьому скріплення можуть бути підкладочними та без підкладочними.

У **нероздільному** скріпленні рейка і підкладка прикріплюється до шпали одними і тими ж прикріплювачами.

У **роздільному** скріпленні підкладка прикріплюється до опори самостійно, а рейка самостійно прикріплюється до підкладки іншими прикріплювачами..

У скріпленні **змішаного типу** частина прикріплювачів з'єднує нероздільно рейку і підкладку з опорою, а частина служить для самостійного прикріплення підкладки до опори.

При дерев'яних шпалах найбільш розповсюджене костильне скріплення змішаного типу ДО, що застосовується для рейок Р43 і важче. Нероздільне костильне скріплення, у якого відсутні обшивні костилі, дозволяється

застосовувати на ділянках, що експлуатуються, де раніше були укладені рейки більш легких типів, ніж Р43.

Для скріплення типу ДО рейки на прямих ділянках колії при швидкостях руху до 100 км/год, і на кривих радіусом понад 1200 м пришиваються на кожному кінці шпали чотирма костиллями, із яких два основних прикріплюють до шпали рейку а два додаткових прикріплюють до шпали підкладку.

На ділянках зі швидкостями руху 101-120 км/год, а також на мостах, у тунелях, на кривих ділянках колії радіусом 1200 м і менше та на всіх стикових шпалах рейки прикріплюються на кожному кінці шпали п'ятьма костиллями, із яких три основних і два додаткових.

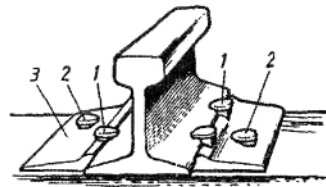


Рис. 2.14. Змішане скріплення ДО:  
1 –костиль основний; 2 – костиль обшивний; 3 – підкладка

На проміжних шпалах усі костилі розташовуються в бік рейки „носиком”. На стикових шпалах при рейках типу Р50 і легших із двоголовими накладками основні костилі розташовуються у бік рейок „потилицею”, а додаткові - у бік рейки „носиком”.

На кривих ділянках колії радіусом 650 м і менше в плановому порядку вкладають подовжені підкладки, при цьому на кривих радіусом 400 м і менше – під обома рейковими нитками, а на кривих радіусом від 400 м до 650 м - тільки під зовнішньою рейковою ниткою.

Для зменшення інтенсивності зносу шпал при скріпленні ДО під підкладку вкладаються прокладки із гуми, гомбеліту або іншого матеріалу. Ці прокладки мають товщину від 6 до 10 мм і отвори діаметром 25 мм, розміщені так само, як і в підкладці.

Роздільні скріплення застосовують при дерев'яних шпалах з усіма типами рейок і залізобетонних шпал з рейками типу Р50 та важче. При цьому виді скріплення рейка прикріплюється до підкладки на кожному кінці шпали двома жорсткими або пружними клемами і клемними болтами.

У роздільних скріпленнях підкладка прикріплюється до дерев'яної шпали чотирма шурупами, до залізобетонної – двома закладними болтами або шурупами. Під гайки закладних і клемних болтів і під шурупи ставлять двовиткові пружинні шайби. Під подошву рейки, а також між шпалою та підкладкою вкладаються амортизуючі та ізолюючі прокладки, розміри та матеріал яких повинен відповідати затвердженим технічним умовам.

В кривих ділянках колії застосовується також роздільне скріплення типу КППД-2.

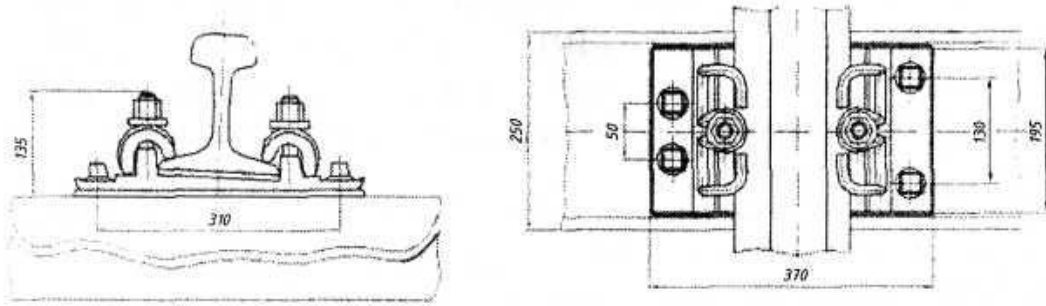


Рис. 2.15. Скріплення типу КППД-2

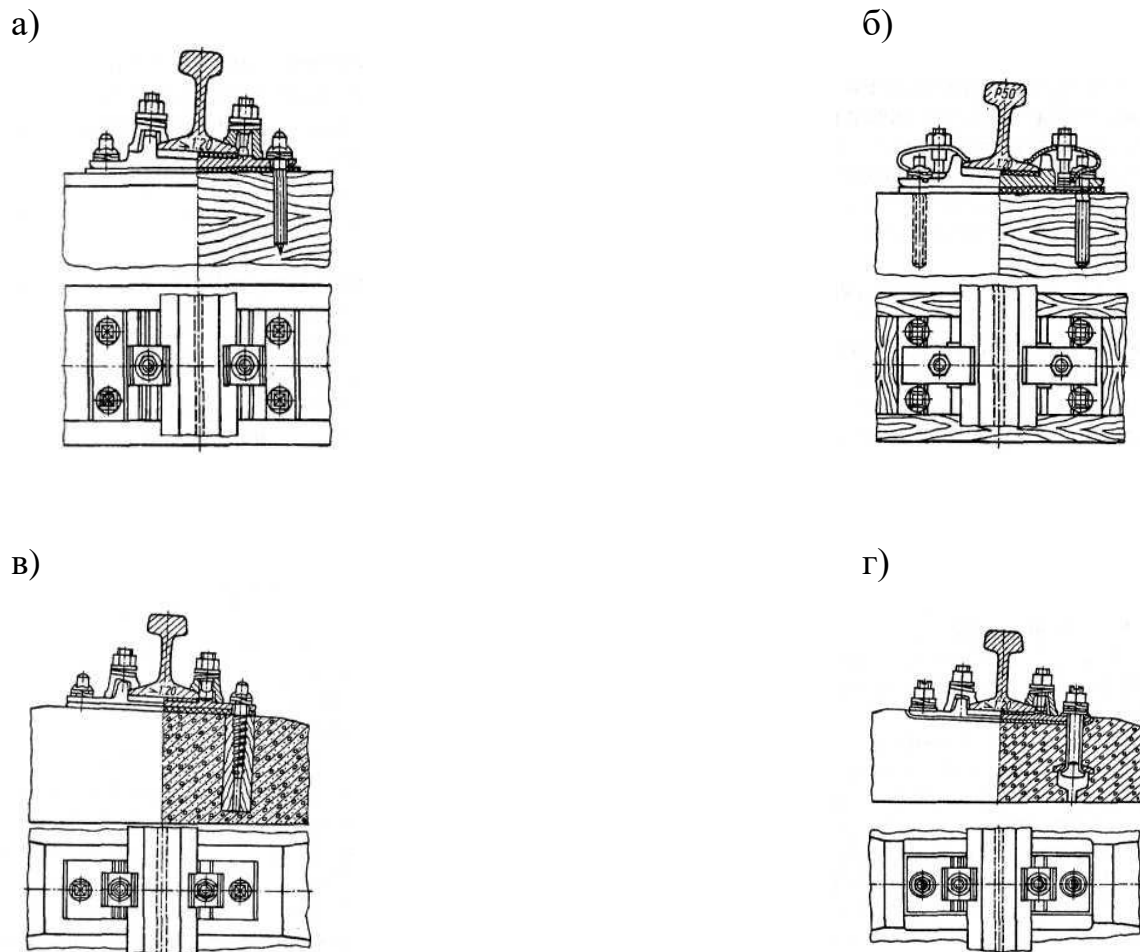


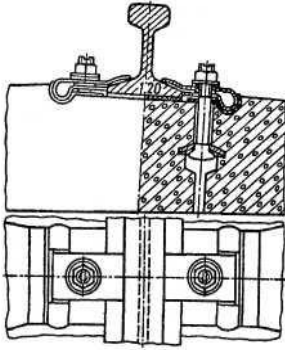
Рис. 2.16. Роздільне скріплення:  
а) типу Д2; б) типу Д4; в) типу К2; г) типу КБ.

При нероздільних скріпленнях типу ЖБ і ЖБР рейки прикріплюються до шпал пружними клемами та закладними болтами з гайками. У цих скріпленнях під подошву рейки і під клеми вкладають пружні прокладки, які одночасно є ізолюючими. На закладні болти одягають ізолюючі втулки, плоскі шайби та гайки, які загвинчують доти, поки верхня „гілка” клеми не доторкнеться до подошви рейки в двох місцях: на кінці клеми і біля кромки подошви. Болти

затягують спочатку назовні колії, після цього всередині з зусиллям, що відповідає моменту затягування 150-180 Н·м.

При скріпленні ЖБР дозволяють регулювати положення рейки за висотою до 20 мм. При цьому до висоти 10 мм не виконується укладання регулювальних прокладок під подошву рейки, а при більшій товщині в скріпленні ЖБР – укладанням під рейку та клеми спеціальних прокладок, які, завдяки спеціальним вирізам, можна встановлювати, не знімаючи закладних болтів

а)



б)

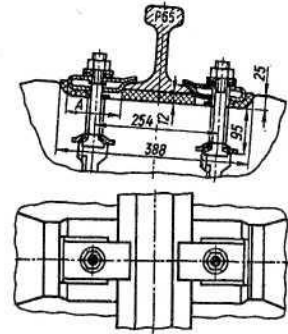
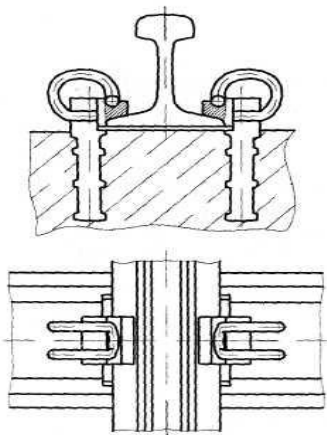


Рис. 2.17. Нероздільне скріплення:

а) типу ЖБ; б) без підкладочне пружинне скріплення типу ЖБР

На залізницях України експлуатуються нероздільні без підкладочні без болтові скріплення польського виробництва СБ-3 і їх модифікації вітчизняного виробництва – скріплення типу КПП-1 та скріплення КПП-5. У цих скріпленнях рейки типу Р50, Р65 та UIC60 прикріплюються до шпал типу СБ-3 пружними клемами, які в свою чергу прикріплюються до забетонуваних в шпалу анкерів.

а)



б)

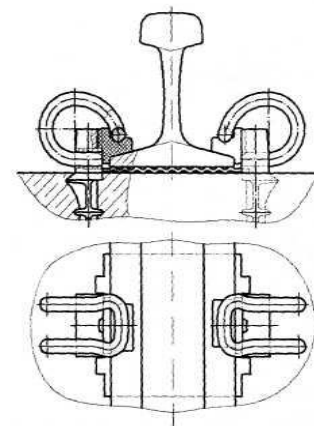


Рис. 2.18. Нероздільне без болтове скріплення:

а) типу КПП-1; б) типу КПП- 5

Також існують скріплення типу КПП-7 та КПП-12.

Проміжні пружні скріплення типу КПП-7 укладаються у безстиківій колії на залізобетонних шпалах з рейками типу Р65. Скріплення типу КПП-7 складається з

двох пружних клем, прокладки, шайб, двох вкладишів ізолюючих і чотирьох колійних шурупів. Кожна пружина клема забезпечує притиснення рейок до основи з зусиллям не менше 12,5 кН.

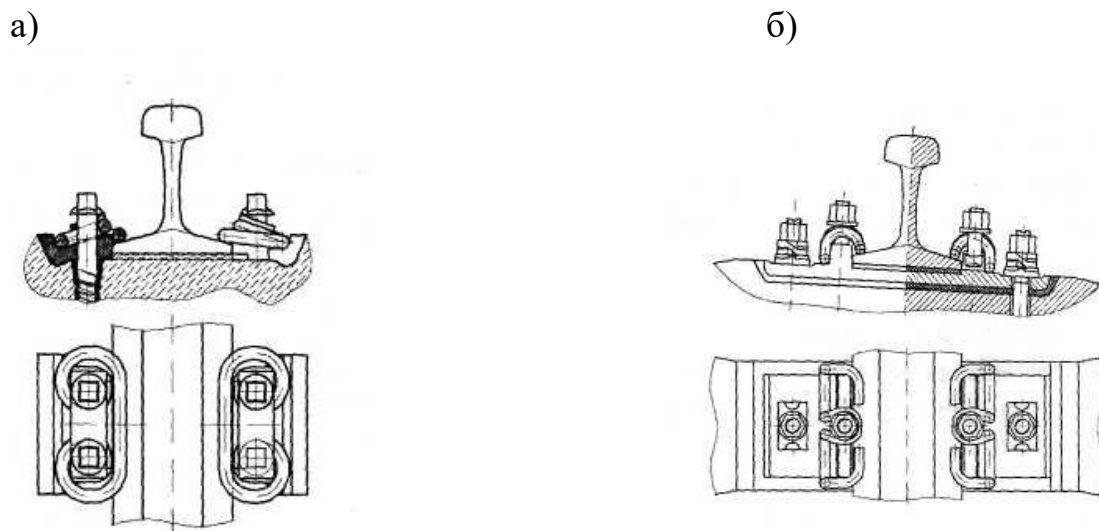


Рис. 2.19. Скріплення типу:  
а) КПП-7; б) КПП-12

Для скріплення КПП-7 для залізобетонних шпал з полімерними дюбелями використовуються шурупи ШК-7. Шурупи ШК-2 застосовуються тільки для дерев'яних шпал при скріпленні КППД-2, закручувати їх в дюбелі залізобетонних шпал та брусів не дозволяється.

Проміжні пружні скріплення КПП-12, які є альтернативою скріпленню КБ, укладаються у безстиковій колії на залізобетонних шпалах з рейками типу Р65. При скріпленні КПП-12 рейка прикріплюється до підкладки на кожному кінці шпали двома пружними клемами КП-12 і клемними болтами. Підкладка типу КБ прикріплюється до залізобетонної шпали двома закладними болтами. Під гайки закладних болтів ставляться двовиткові пружні шайби, під гайки клемних болтів – плоска шайба. Під подошву рейки, а також між шпалою і підкладкою, вкладаються амортизуючі та ізолюючі прокладки.

## 2.5. Рейкові стики і стикове скріплення

**Призначення стика.** Колія може бути ланковою (стиковою) і безстиковою. Ланкова колія складається із ланок (суцільних рейок) стандартної довжини: 25 м і 12,5 м. Безстикова колія являє собою пліті довжиною до 800 м (короткі) і більше 800 м (довгі). Раніше основною конструкцією колії була ланкова, нині пріоритет переходить до безстикової.

Місце сполучення і скріплення рейок між собою називається **рейковим стиком**. Звичайне стикове з'єднання складається із двох металевих стикових накладок, шести або чотирьох болтів з гайками і пружинними шайбами.

Рейки, які з'єднуються, повинні мати на кінцях по 2 або 3 отвори. Накладки в стиках рейок типу Р50 і важче застосовуються тільки уніфіковані двоголові як

дво- так і шестиотвірні, рейки типу Р43 можуть з'єднуватись крім двоголових, ще фартушними накладками.

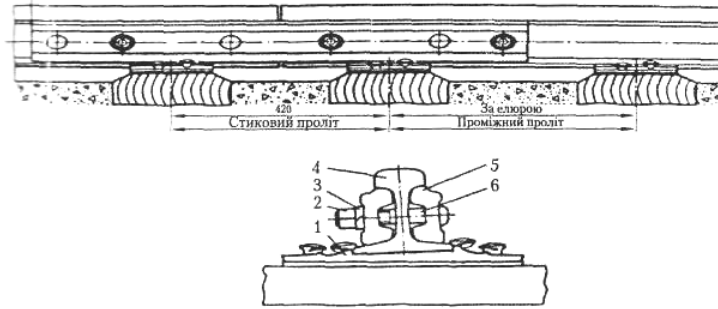


Рис. 2.20. Конструкція рейкового стику:

1 - підкладка; 2 - гайка; 3 - пружинна одновиткова шайба; 4 - рейка;  
5 - двоголова накладка; 6 - стиковий болт

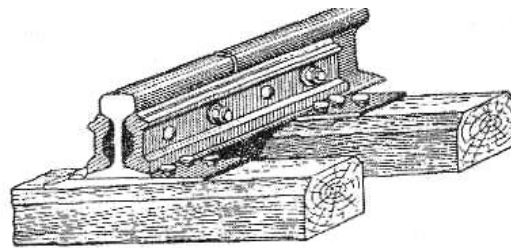


Рис. 2.21. Двогорова уніфікована накладка на рейковому стикі з чотири болтовим скріпленням

**Основні види стиків.** За розташуванням рейкових опор в стикі, відносно кінців рейки, розрізняють наступні види стиків: стик на опорі, у прольоті між опорами («на весу»), стик на здвоєних шпалах (рис.2.22).

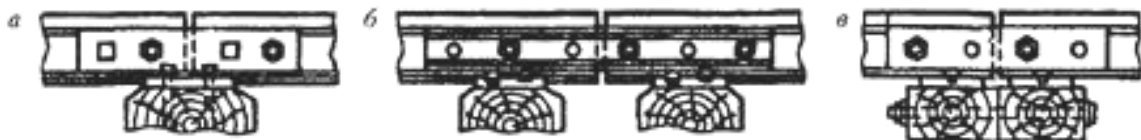


Рис. 2.22. Види стиків:

а) стик на опорі; б) у прольоті між опорами («на весу»); в) на здвоєних шпалах

Оцінюючи стики за розташуванням їх на опорах, слід відмітити що стик у прольоті між опорами під колісним навантаженням більш пружний, ніж стик на здвоєних шпалах, однак у його накладках реалізуються більш високі напруження. Згин рейкових кінців і накладок від впливу колісного навантаження при підвішених стиках більший, аніж при стиках на опорі і тому, при послабленні затягування накладок болтами в «підвішених» стиках, проявляється вертикальна сходінка між кінцем, який віддає, однієї рейки і приймаючим кінцем іншої рейки. Для зниження згинаючого моменту стикові прольоти (відстані між осями стикових шпал) роблять меншими, ніж відстані між осями проміжних шпал.



горизонтальному згину і, підкріплюючи головку та підшву рейки, дозволяє знизити напруження концентрації на контурі під головкою рейки і в зоні переходу підшви в шийку.

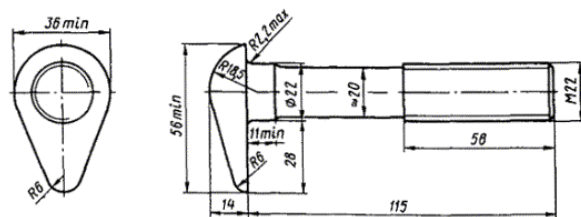


Рис. 2.24. Стиковий болт із гусячою голівкою

Для нормальної роботи й збільшення терміну служби накладок стики повинні утримуватися справними. При виявленні тріщин у накладках необхідно організувати негайну їх заміну. На період до заміни при виявленні тріщин в одній накладці обмежується швидкість до 25 км/год, в двох накладках до 15 км/год.

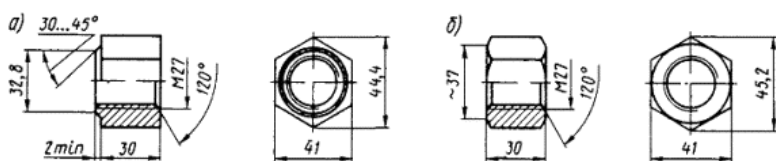


Рис. 2.25. Гайка для колійного болта

Кожен стиковий болт повинен мати пружинну шайбу, болти необхідно вчасно підкріплювати, забезпечуючи щільне притискування накладок до рейок. Підкріплювання болтів повинно виконуватись також після кожного виправлення стиків.

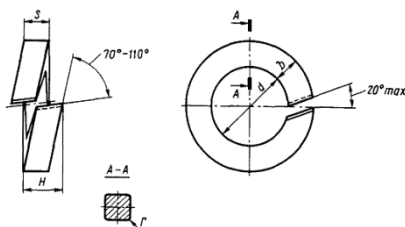


Рис. 2.26. Шайба одновиткова пружинна для стикових болтів

При наявності просвіту під головкою рейки, що не ліквідується затягуванням стикових болтів, накладки повинні бути змінені менш зношеними, відремонтованими або новими. При заміні однієї накладки новою обов'язково змінювати і парну з нею. Після зміни рейки чи накладок необхідно повторно затягувати болти: в день зміни, через 1-2 дні і через 4-5 днів, підтягування починають із двох середніх болтів.

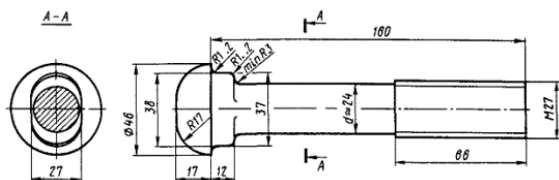


Рис. 2.27. Колійний болт із круглою голівкою

Для нормальної роботи та збільшення терміну служби болтів і шайб необхідно отвори накладок встановлювати точно проти отворів у рейках так. Щоб болти вільно проходили через них, гайки стикових болтів затягувати зусиллям, що відповідає моменту затягування при рейках типу Р65 та UIC60 – 560-600 Н·м, Р50 – 450-480 Н·м, Р43 – 360-380 Н·м; при загвинчуванні гайок ручними ключами їх довжина повинна бути: при рейках типу Р65 та UIC60 – 1,0 м, Р50- 0,75 м. Не рідше одного разу на рік (навесні) болти треба змащувати по всій довжині різьби

зі зняттям їх зі стику. При відсутності одного стикового болта на кінці рейки при чотириотворних накладках або двох – при шестиотворних швидкість руху поїздів обмежується до 25 км/год. При відсутності всіх болтів на кінці рейки – рух поїздів припиняється.

**Особливості улаштування колії на лініях з автоблокуванням і електротягою.** Рейкові нитки використовують як токопровідні кола для сигнального і тягового струмів, тому на границях рейкових кіл необхідно влаштовувати ізолюючі стики, а в межах кола – забезпечувати достатню токопровідність стиків.

На лініях, обладнаних автоблокуванням, світлофори ділять колію на окремі блок-ділянки довжиною від 1000 до 2000 м. Кожна блок-ділянка електрично ізолюється від сусідніх блок-ділянок.

На початку блок-ділянки до рейок підведено постійний або змінний струм, а в кінці ділянки підключено колійне реле. Рейки знаходяться під напругою. Коли на блок-ділянку вступає колісна пара вагона або візка, то обидві рейкові нитки з'єднуються. Внаслідок цього якорь колійного реле замикає контакти системи автоматичного переключення світлофорів; на світлофорі вмикається червоний вогонь. При переході поїзда на наступну блок-ділянку спрацьовує колійне реле і вмикається жовтий вогонь. При переході поїзда на третю блок-ділянку реле перемикає світлофор на зелений вогонь.

На ділянках з дуже інтенсивним рухом поїздів застосовується чотирьохзначна система сигналізації (зелений, зелений і жовтий, жовтий і червоний).

На електрифікованих лініях застосовується автоблокування тільки на змінному струмі, так як постійний струм впливає на роботу колійних реле.

Між рейками в стику залишається зазор, який дозволяє рейкам змінювати довжину при зміні температури, тому болтові отвори в рейках роблять дещо більшими, ніж діаметр болта. Нормальні стикові зазори беруться рівними від 0 до 21 мм, залежно від температури рейок. Зазори заміряються обов'язково при весняному і осінньому оглядах. При наявності трьох і більше злитих або максимально розтягнутих зазорів підряд на колії з рейками довжиною 12,5 м або двох і більше зазорів при рейках 25 м – повинне призначатися регулювання зазорів.

**Струмопровідні стики** влаштовують підряд на всій ділянці між двома ізолюючими стиками. Електричний струм проходить через рейкову нитку і із звичайними стиками, але внаслідок наявності плівки оксидів, яка покриває поверхню металевих елементів стику, і деякої нещільності стикового з'єднання, особливо в стиках рейок легких типів, опір електричного струму в стиках значно більше, ніж протягом рейки. Для поліпшення проходження сигнального струму через стики на ділянках з автоблокуванням, диспетчерською сигналізацією без електричної тяги встановлюються штепсельні рейкові з'єднувачі із дроту діаметром 5 мм або короткі із сталевого тросу діаметром 6 мм і довжиною 200 мм, які прикріплюються до неробочої грані головки рейки.

На електрифікованих лініях для проходження зворотного тягового струму застосовують приварні або фартушні з'єднувачі з мідного тросу перетином не менше 70 мм<sup>2</sup> при постійному і не менше 50 мм<sup>2</sup> – при змінному струмі.

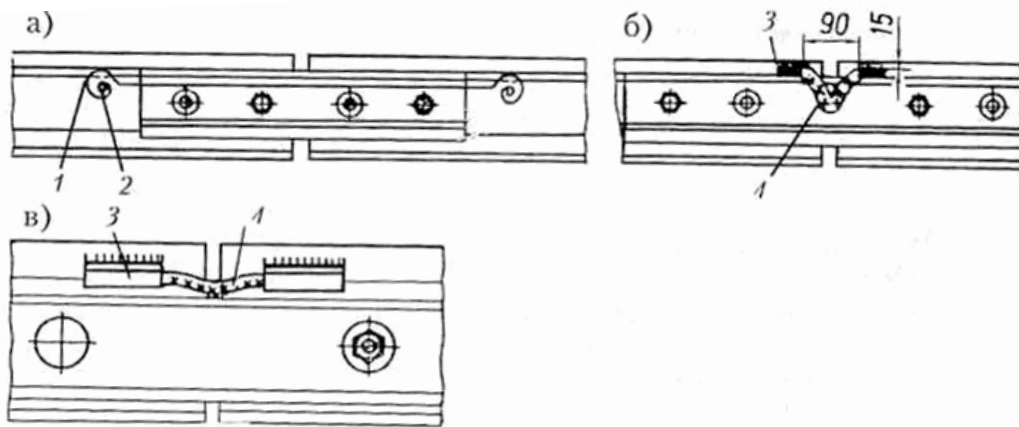


Рис. 2.28. Рейкові з'єднувачі:

а – штепсельний, б – приварний сталевий, в – приварний мідний, 1 – дріт, 2 – штепсель, 3 – манжета, 4 – трос

До установки з'єднувачів допускається використання графітової мазі, котра наноситься шаром 2-3 мм на контактні поверхні накладок. Стикові з'єднувачі виготовляють вигнутими, така їх форма забезпечую можливість зміни величини стикових зазорів в допустимих межах.

**Ізолюючі стики** влаштовують таким чином, щоб електричний струм не міг пройти від однієї з рейки до іншої. Ці стики можуть бути *збірними* чи *клеєболтовими*. В збірних використовуються облягаючі металеві накладки і подовжені стикові болти або двоголові накладки з поліаміду чи інших подібних матеріалів з типовими стиковими болтами.

В ізолюючих стиках рейкові зазори повинні бути в межах 5 – 8 мм.

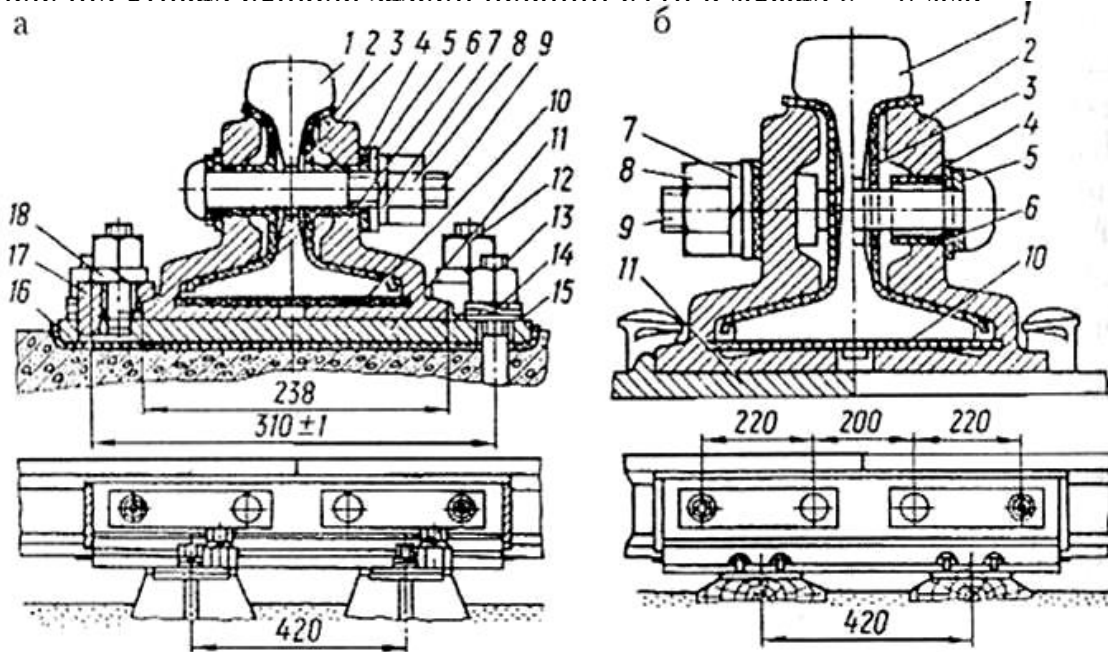


Рис. 2.29. Ізоляційний стик з облягаючими металевими накладками:

а – при залізобетонних шпалах та скріпленні КБ; б – при дерев'яних шпалах і костильному скріпленні; 1 – рейка; 2 – накладка; 3 – прокладка бокова; 4 – поліетиленова планка під болти; 5 – планка металева; 6 – втулка; 7 – шайба пружинна; 8 – гайка; 9 – болт стиковий; 10 – ізоляційна прокладка під рейку;

11 – підкладка; 12 – болт клемний; 13 – болт закладний; 14 – шайба пружинна; 15 – шайба плоска; 16 – прокладка під підкладку; 17 – клема лита; 18 – шайба.

В клеєболтових стиках використовуються типові шестиотворні двоголові накладки, простругані по верхнім і нижнім граням, і спеціальні накладки, що повністю заповнюють пазуху рейок. Накладки стягуються болтами звичайної чи підвищеної міцності за допомогою гайок пружинними колійними шайбами.

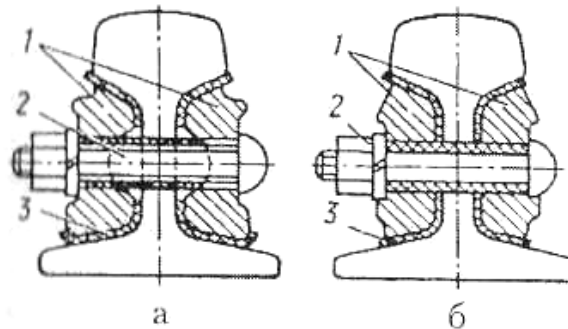


Рис. 2.30. Клеєболтовий ізоляційний стик:

а – з типовими про стругальними накладками; б – з повно профільними накладками;

1 – накладка; 2 – болт; 3 – ізоляція із склотканини; просоченої епоксидним клеєм.

Поверхні рейок і накладок, що підлягають склеюванню, перед нанесенням клею обробляються до металевому блиску дробоструменевим способом і знежирюються. Накладки і болти ізолюють від рейок шарами склотканини, просоченої епоксидним клеєм. Прикріплювачі рейок (костилі, клеми) на стикових шпалах повинні бути ізолювані від накладки.

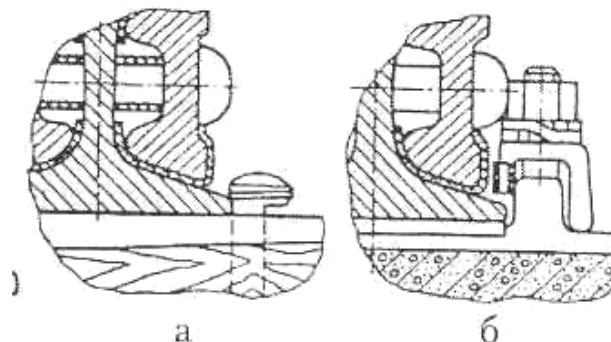


Рис. 2.31. Кріплення стику до основи:

а – при костильному скріпленні;

б – при роздільному скріпленні.

Високоміцні клеєболтові ізолюючі стики 1КІВ–65 і 2КІВ–65 призначені для ізоляції електричних рейкових ланцюгів у безстиковій колії без влаштування зрівнювальних прольотів. Стики виготовляються з шестиотвірними рейковими накладками спеціального профілю та високоміцних болтів і інших скріплюючих деталей. В стиках 1КІВ–65 використовуються накладки 1СР65 і 1СР65П, а в стиках 2КІВ–65 накладки 2СР65 і 2СР65П. Для установлення в безстикових

стрілочних переходах застосовуються високоміцні клеєболтові ізолюючі стики 2КІВС–65.

Ізолюючі стики не рідше одного разу в рік підлягають детальному огляду з їх повним розбиранням для виявлення ушкоджень полімеркомпонитних накладок. При розбиранні стика необхідно очистити рейки від окалини, іржі, стружки та обновити фарбування кінців рейок. При потребі замінити торцеву ізолюючу прокладку.

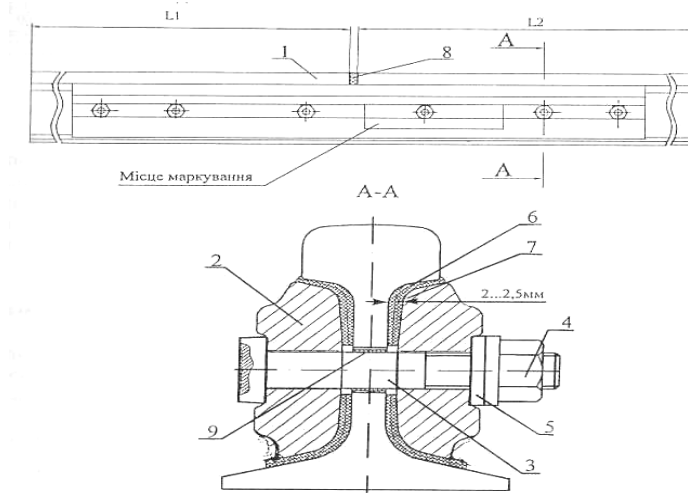


Рис. 2.32. Високоміцний клеєболтовий ізоляційний стик типу 2КІВ-65:  
1 – рейка; 2 – накладка 2СР65; 3 – високоміцний болт; 4 – гайка; 5 – шайба; 6 – клейка паста; 7 – металева обичайка; 8 – ізоляційна прокладка; 9 – ізоляційна втулка;  $L_1$  і  $L_2$  – довжини зрівнювальних плітей.

**Перехідні стики та рейки.** Для з'єднання рейок різних типів застосовують перехідні накладки або перехідні рейки. Перехідними накладками з'єднуються рейки різних типів (наприклад Р75 і Р65) або рейки одного типу, що мають різницю у вертикальному зносі

Виготовляють перехідні накладки із накладної штаби для більш важкого типу рейки і відвантажують попарно зв'язаними (1 ліва і 1 права накладки).

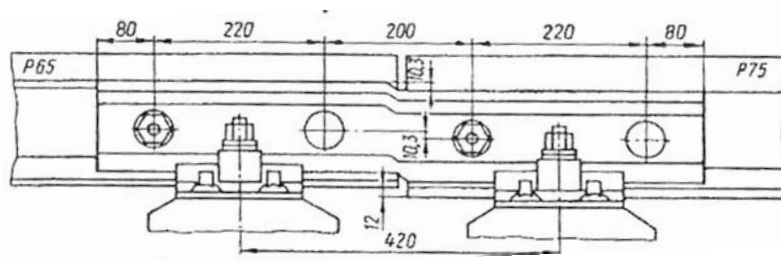


Рис. 2.33. Перехідний стик рейок типів Р75 і Р65

Перехідні рейки є більш ефективним засобом з'єднання рейок різних типів. У них до більш важкої рейки приварюється спеціальна перехідна вставка, що має різнотипні закінчення. Зазначена вставка виготовляється з більш важкої рейки методом випресування. Довжина більш важкої рейки разом з випресованою

частиною повинна бути не менш 1600 мм, а довжина випресованої частини після зварювання – не менше 800 мм.

## 2.6. Угон колії. Закріплення колії від уgonу. Протиугонні пристрої

*Угоном колії* називають подовжнє переміщення рейок відносно шпал або рейок разом зі шпалами відносно баластового шару під впливом повздовжніх сил, які утворюються рухомим складом, що рухається. Причинами уgonу є сили тертя коліс, подовження і укорочення рейок під дією температури, удари коліс об рейки в стиках та інше. Особливо великий угін колії на спусках і в тих місцях, де систематично відбувається гальмування потягів.

Угон надзвичайно шкідливий, оскільки викликає серйозні порушення нормальної роботи залізничної колії, найголовнішими з яких є:

1. Утворення в стиках одного кінця ділянки колії нульових зазорів, а в інших – гранично розтягнутих. На тій довжині колії, де зазори відсутні, в літній період при високій температурі в рейках з'являються більші повздовжні стискуючі зусилля, які можуть призвести до порушення стійкості рейко-шпальної решітки. У зоні гранично розтягнутих зазорів у зимовий період при низькій температурі в рейках з'являються значні розтягуючі зусилля, внаслідок чого може бути зрізання болтів і роз'єднання стиків.

2. При уgonі, рейки разом зі шпалами зсуваються з ущільнених постелей на менш щільний баласт, що призводить до просадок колії, порушуються відстані між шпалами, виникають додаткові силові впливи на проміжні і стикові скріплення.

3. Ослаблення клем проміжних скріплень при безстиковій колії призводить до повздовжнього зсуву окремих ділянок довгої зварної пліти, при цьому попереду цієї ділянки утворюється зона високого стискування рейок, що при температурному нагріванні може викликати викид колії, а позаду утворюється розтягнута зона, де в зимовий період можливий розрив колії.

Для повного попередження уgonу колії необхідно, щоб конструкція ВБК здійснювала достатній опір повздовжньому переміщенню рейок відносно шпал і шпал до баласту. Застосування щільного і стійкого до переміщень баласту замість піщаного і гравійного, значно збільшує опір рейко-шпальної решітки уgonу колії.

Угон же рейок відносно шпал може відбуватися в тому випадку, коли скріплення не забезпечують достатнього опору повздовжньому переміщенню рейок. Конструкції вітчизняних роздільних скріплень із жорстичних клем типу КБ і Д-2 забезпечують достатньо щільне притискання рейки до опор, і вони практично не допускають проковзування рейки на опорах, і таким чином, забезпечують достатній опір для попередження уgonу колії.

У той же час, наприклад, типові костильні скріплення марки ДО змішаного типу не забезпечують хоча б мінімального достатнього опору рейкової нитки проковзуванню опорами і не запобігають уgonу колії.

Костильні скріплення змішаного типу (ДО), а також деякі інші конструкції скріплень, які не забезпечують достатньої сили притискання рейки до опор і, тим самим, не запобігають уgonу рейки відносно опор, вимагають обов'язкової установки

спеціальних додакових пристроїв, що запобігають угону колії, які називаються **протиугонами**.

**Конструкція протиугонних пристроїв.** Протиугонні пристрої встановлюються у тих випадках, коли конструкція проміжних скріплень не забезпечує надійного закріплення рейок від повздовжніх переміщень відносно шпал.

На залізничних коліях застосовуються пружинні і самозаклинні протиугони. Пружинні протиугони виготовляються з пружинної сталі для рейок Р43 і важче. Вони являють собою скоби і встановлюються на підшву рейки так, щоб скоба протиугона надягалась на підшву рейки із середини колії, а зуб кожного протиугона закріплювався за інший край рейки і розташовувався б назовні колії (рис.2.35).

При цьому нижня частина протиугона, що виступає нижче підшви рейки, впирається у бокову грань шпали, і таким чином, передає повздовжні зусилля від рейки на шпалу.

Самозаклинні протиугони складаються із двох частин: скоби і клина. Їх виготовляють для всіх типів рейок колійні дистанційні майстерні із відходів рейкового металу окремо для лівої і правої ниток. Самозаклинні протиугони встановлюються, як правило, клинами в середину колії.

Щоб попередити перекіс шпал, протиугони встановлюють попарно до однієї шпали.

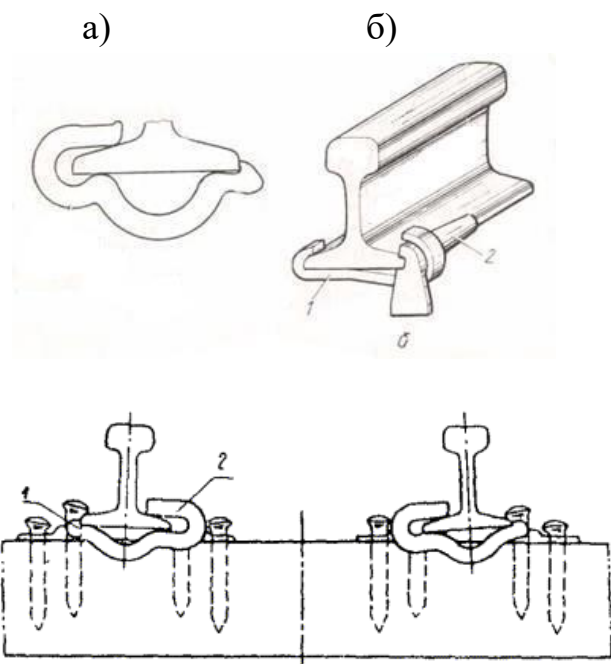


Рис. 2.34. Протиугони:  
а) пружинний; б) самозаклинний;  
1 - скоба; 2 – клин

Рис. 2.35. Розміщення протиугоннів  
на рейках:  
1 – зуб протиугона (назовні колії);  
2 – скоба (в середині колії)

**Закріплення колії від угону.** Для попередження повздовжніх переміщень рейок, порушення розмірів нормальних рейкових зазорів, а також інших наслідків угону, колія повинна бути закріплена пружинними або самозаклинними протиугонами. На одноколійних ділянках колія від угону закріплюється, як правило, пружинними протиугонами. Порядок розміщення пружинних і самозаклинних протиугонів наведений на рис. 2.36.

На одноколійних ділянках із явно вираженим одностороннім вантажним рухом колія від уgonу закріплюється в один бік подібно до двоколійних ліній. Гальмівні спуски невантажного напрямку закріплюються в обидва боки.

Закріплення від уgonу станційних колій виконується наступним чином:

а) колії одностороннього приймання поїздів, гірочні, підгірочні і сортувальні на щебеновому баласті з рейками довжиною 25 м закріплюються 18 парами пружинних або самозаклинних протиугонів за схемою 5, а на піщаному баласті – 20 парами протиугонів за схемою 4 (див. рис.2.36);

б) колії двостороннього приймання поїздів закріплюються в обох напрямках: на кожній ланці довжиною 25 м встановлюється 28 пар (по 14 у кожний бік) протиугонів за схемою 7.

Інші станційні колії закріплюються від уgonу пружинними або самозаклинними протиугонами за схемами, що встановлюються начальником дистанції колії залжно від місцевих умов.

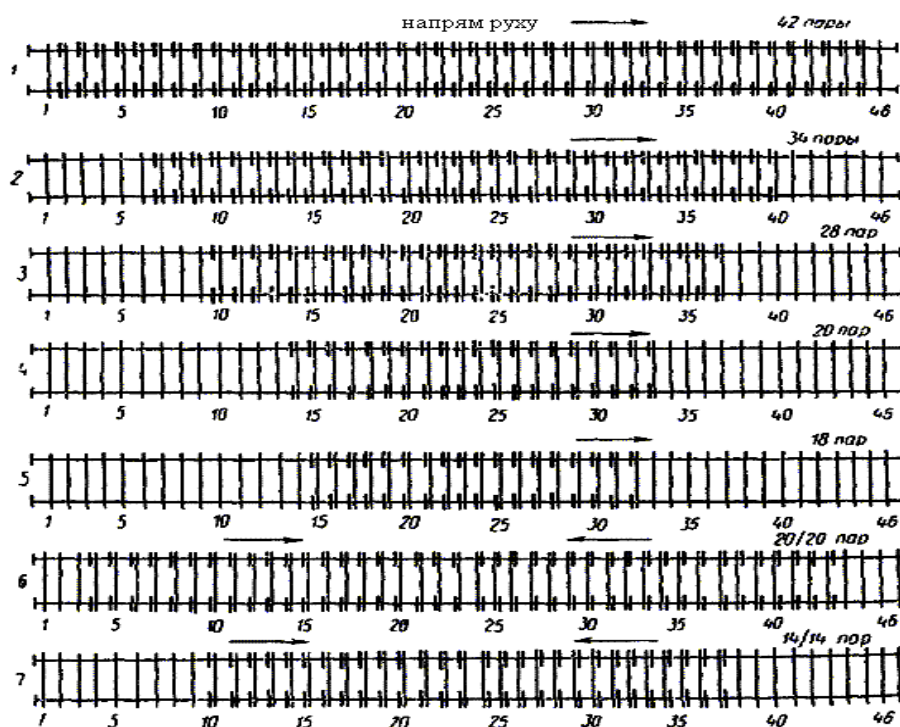


Рис. 2.36. Типові схеми закріплення колії від уgonу пружинними і самозаклинними протиугонами при рейках довжиною 25 м (стрілками показано напрямок руху поїздів)

## 2.7. Баластовий шар

**Призначення і робота баластного шару, вимоги до нього.** Призначення баластового шару полягає в тому щоб:

1. Забезпечувати стійкість рейко-шпальної решітки під впливом вертикальних, поперечних, горизонтальних і повздовжніх горизонтальних сил. При цьому не повинні виникати недопустимо більші пружні деформації у вертикальній, боковій і повздовжній горизонтальних площинах, а остаточні деформації повинні бути мінімальними;

2. Сприймати концентровані тиски від шпал, розподіляти їх на можливо більші площадки і передавати ці тиски на основну площадку земляного полотна найбільш рівномірно;

3. Пружно переробляти імпульсні динамічні й ударно-динамічні навантаження, що діють від рейок на шпали і від шпал на баласт;

4. Дренувати атмосферні води, не допускати їх накопичення на верхній будові колії та відводити їх від колії.

Вимоги які ставляться до баластового шару:

1. Баластовий шар повинен мати достатню несучу здатність у будь-якій метеорологічній обстановці не допускати появу виплесків і розріджень, охороняти основну площадку від зволоження;

2. Матеріал для баластового шару повинен бути міцним і стійким під навантаженням, не дрібнитися і не кришитись при ущільненні;

3. Повинен бути атмосферостійким (в тому числі морозостійким), тобто зберігати свої властивості при будь-якій метеорологічній обстановці;

4. Не повинен розмиватись водою;

5. Повинен мати діелектричні властивості;

6. Повинен бути довговічним;

7. Витрати на улаштування, утримання і ремонти колії в частині, яка залежить від баластового шару, повинні бути мінімальними.

Від хорошого стану і справної роботи баластового шару значною мірою залежить справна робота колії в цілому, строки служби елементів ВБК, стан основної площадки земляного полотна та витрати на утримання і ремонт колії.

**Матеріали для баластового шару.** Матеріалами для баластового шару служать: щебінь, гравій, пісок, шлаки (відходи азбестової промисловості). На Україні для магістральних залізниць не дозволяється використовувати азбестовий бааст і шлаки. Шлаки можна використовувати лише на промислових залізницях.

Матеріалом для баластового шару на залізницях України служать: щебінь, гравій сортований, кар'єрний гравій, черепашник, пісок. На ділянках із швидкостями руху поїздів понад 100 км/год повинен застосовуватися тільки щебеневий баласт.

Всі матеріали повинні задовольняти вимогам відповідних державних стандартів і технічних умов на баластні матеріали для залізничної колії.

**Щебеневий баласт** є найкращим матеріалом для баластового шару – він, найбільшою мірою відповідає умовам, що ставляться до баластового шару. Щебінь виготовляється із вивержених і осадових твердих порід каменю: граніту, кварциту, діабазу, діориту, базальту, вапняку та ін.

Щебінь виготовляється на щебневих заводах подрібненням в каменедробильних машинах. Відповідно до діючого стандарту ГОСТ 7392-85 передбачений випуск щебеню двох основних фракцій (табл.2.7.): із розмірами зерен від 25 до 60 мм і від 25 до 50 мм. Крім того, стандартом передбачений випуск щебеню фракцій 5-25 мм із мілкою подрібненого матеріалу вивержених та інших осадових порід. Цей мілкий щебінь дозволяється застосовувати для баластування станційних колій (за винятком приймально-відправних), малодіяльних головних колій при вантажонапруженості до 10 млн.т.км/км на рік, а також для будівельних робіт тощо.

Таблиця 2.8. Нормативи зернового складу колійного щебеню

| Фракції щебеню |             | Допускається наявність зерен   |                             |                              |                             |                                     |
|----------------|-------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| назва          | Розмір зрен | Більше верхньої межі крупності |                             | Менше нижньої межі крупності |                             |                                     |
|                |             | За розміром, мм                | За масою, % від маси щебеню | За розміром, мм              | За масою, % від маси щебеню |                                     |
|                |             |                                |                             |                              | усього                      | У тому числі розміром менше 0,14 мм |
| Нормальна      | 25-60       | До 70                          | До 5                        | Менше 25                     | До 5                        | До 1,5                              |
|                | 25-50       | До 60                          | До 10                       | Менше 25                     | До 5                        | До 1,5                              |
| Мілка          | 5-25        | До 40                          | До 10                       | Менше 5                      | До 5                        | До 2                                |

Розмір щебінок повинен бути по можливості рівномірним. Недопустима наявність окремих крупних щебінок, бо ж шпала може опиратися лише на них, а це призведе до її нестійкого положення; а в залізобетонних шпалах через це можуть виникнути тріщини. Щебінки повинні бути багатограними з рівними поверхнями, які не крихкі і не колються. Форма щебінок повинна наближатись до форми кубиків.

Другим по якості після щебеневого являється баласт із сортованого гравію. Гравій являє собою продукт руйнування твердих невивітруваних порід. Зерна його мають округлу форму і тому менш стійкі, ніж частки щебеню.

Гравій в якості баласту застосовується кар'єрний (природний) і сортований (щебенегравійний баласт). Він повинен бути із міцних гірських порід. Вміст в ньому слабких вапняків, глинистих або вапнякових піщаників, вивітруваних гранітів і т.п. не повинен перевищувати 15% від загальної маси гравію.

*Кар'єрний гравій* (ГОСТ 7394-55) повинен мати: часток розміром від 3 до 60 мм не менше половини загальної маси (по вазі), піщаних часток – не менше 20% і не більше 50%, вони повинні містити не менше 50% кварцових зерен; часток розміром менше 0,1 мм – не більше 6%, в тому числі глинистих – не більше 1% по вазі.

Унаслідок того, що частки гравію мають круглу форму, домішки піску в кар'єрному гравію необхідні для збільшення тертя між частками гравію і загальної його стійкості. Однак наявність піщаних часток зменшує дренажні властивості гравію і сприяє зберіганню вологи в баласті.

Тому більш досконалим матеріалом для баласту є *сортувальний гравій*, який складається із часток розміром від 5 до 40 мм і отримується шляхом відсівання часток розмірами менше або більше вказаних. При цьому часток розміром менше 5 мм і більше 40 мм у ньому не повинно бути понад 5% від загальної його ваги. Сортувальний гравій мало за своїми властивостями поступається щебеневому баласту. Міцність його повинна бути не менше У50.

**Піщаний баласт** сьогодні не укладається в колії знову, хоча ще де-не-де зберігся на діючих коліях. При малій вантажнонапруженості, менше 5 млн.т.км/км на рік, допускається застосування піщано-гравійного баласту при спеціальному обґрунтуванні. Піщаний баласт за своїми якостями гірший за інші: він більш рухомий; при ньому потребується більші витрати праці для утримання колії; при забрудненні він проростає травою; при сильних зливах вимивається.

Не допускається використання піщаного і піщано-гравійного баласту на ділянках, де швидкості руху перевищують 80 км/год, бо ж при проході поїздів із більшими швидкостями піщаний баласт видувається, забивається у вигляді пилу мілких часток у різні часини рухомого складу, між колійними скріпленнями, між підкладкою і шпалою; він всюди посилює знос, створює складні умови для роботи елементів верхньої будови колії і ходових частин рухомого складу.

**Типові поперечні профілі баластової призми.** Баластовий шар укладається на земляне полотно у вигляді протягнутої баластової призми. Параметрами, які характеризують конструкцію є: товщина баластового шару під шпалою, ширина плеча ( від торця до відкосу), крутизна відкосів призми, кількість колій, для яких баластова призма призначена, а також кількість шарів різнорідного баласту ( якщо призма не одношарова). Залежно від роду баласту та експлуатаційних умов застосовується 1-шарова, 2-шарова або 3-шарова баластова призма. При спорудженні земляного полотна із звичайних ґрунтів, при щебеновому баласті влаштовується двошарова баластова призма. При цьому спочатку на земляне полотно укладається шар піщаної подушки, як правило товщиною 20 см, а на піщану подушку укладається саме щебеновий баласт. Піщана подушка влаштовується з метою, по-перше, щоб унеможливити взаємопроникність щебеню в земляне полотно і ґрунту в щебінь, по-друге – для економії щебенового баласту. Потужність баластового шару визначається його товщиною. Товщину баластного шару завжди вимірюють під шпалою у підрейковому перерізі під тією рейкою де вона мінімальна. При чому для залізобетонних шпал товщину баластового шару приймають на 5 см більшою, ніж для дерев'яних. Баластна призма повинна утримуватися відповідно до типових поперечних профілів. Поперечні профілі баластової призми головних колій на перегонах для прямих і кривих ділянок колії наведені на рис. 2.37. Товщина баластового шару і розміри баластової призми на головних коліях на перегонах, станціях встановлюється за нормами табл. 2.9.

У кінцевому підсумку товщина баластового шару повинна бути такою, щоб забезпечити рівномірне і допустиме розподілення тисків на основну площадку земляного полотна.

Поверхня баластової призми ретельно планується. Між подошвою рейки і поверхнею баласту залишають просвіт для запобігання витоку електроструму на лініях з автоблокуванням і електротягою. Поверхню баластового шару влаштовують на 3 см нижче верхньої постелі дерев'яних шпал, або в одному рівні з верхньою постіллю середньої частини залізобетонних шпал.

На кривих ділянках колії поверхню баластової призми влаштовують із підуклонкою з урахуванням підвищення зовнішньої рейки, при чому мінімальну товщину баластового шару призначають під внутрішньою рейкою, ця товщина повинна бути такою ж, як і на прямих ділянках колії. Тобто фактично в кривих робиться збільшення товщини баластового шару під зовнішньою рейковою ниткою на величину підвищення цієї нитки. У відповідності з типовими нормативними профілями баластової призми, при двошаровому баласті відкоси щебенового шару повинні повністю закривати відкоси піщаної подушки, відстань перекриття між подошвами відкосів не менше 0,15 см. Крутість укосів баластової призми при всіх видах баласту встановлена 1:1,5; піщаної подушки 1:2.

Таблиця 2.9. Розміри баластної призми на головних, станційних коліях і стрілочних переводах

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

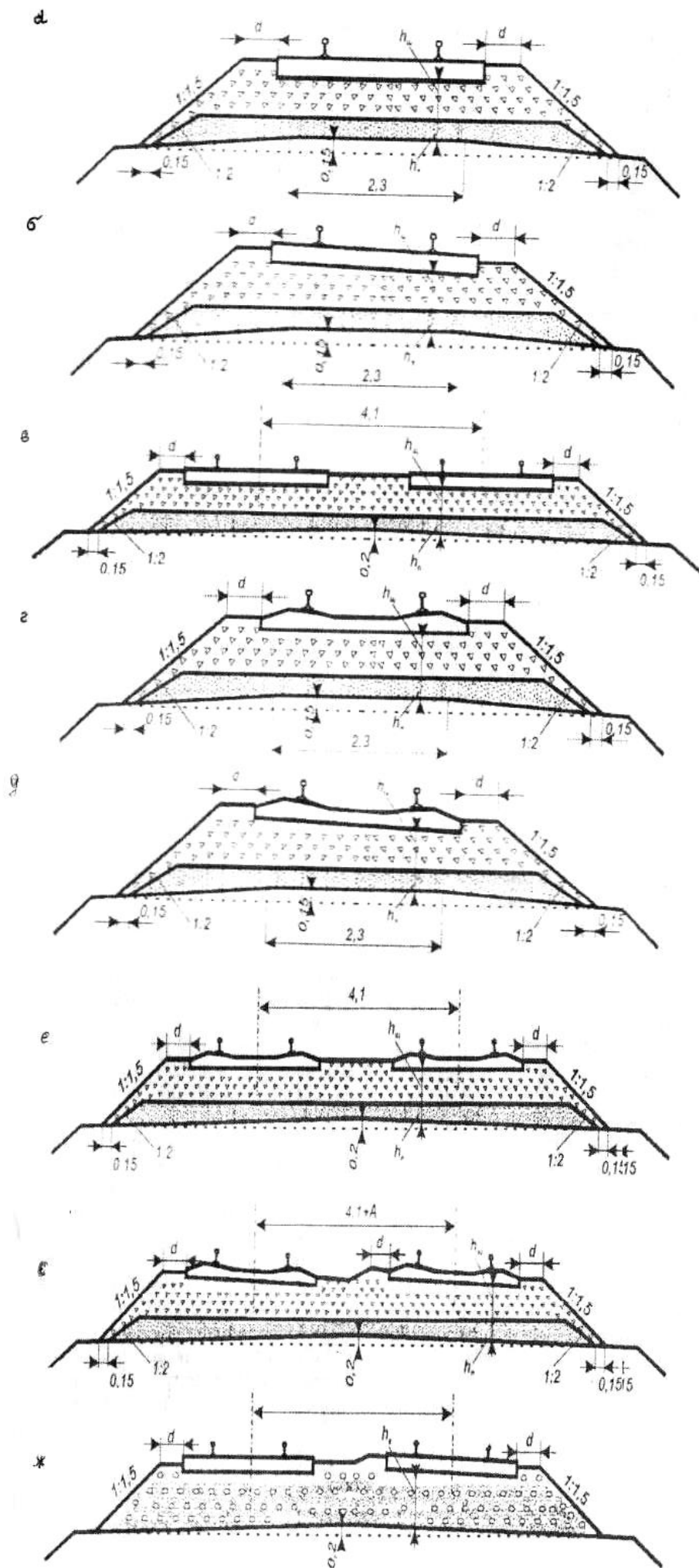
Примітки:

1. При скельних, великоуламкових і піщаних дренуючи ґрунтах піщану подушку можна не влаштувати
2. При укладанні на коліях V-VII категорій ланкової колії ширина плеча баластної призми складає 0,25

Плечі баластової призми  $d$ , які відсипаються за торцями шпал, призначені для забезпечення опору поперечному зсуву і попередження витискання баласту з-під торців шпал.

Збільшення плеча баластової призми підвищує опір шпали зсуву і збільшує опір витисканню баласту з-під торців шпал. Перше особливо важливе для безстикової колії, друге - для залізобетонних шпал, так як під ними найбільший тиск на баласт виникає біля торців, тому доцільно для безстикової колії на залізобетонних шпалах мати уширення плеча баластової призми порівняно із звичайною конструкцією колії.

Ширина баластової призми по верху на прямій одноколійної ділянки визначається довжиною шпали плюс ширина двох плеч. Для двоколійної ділянки ширина баластової призми збільшується на величину міжколійної відстані.



а, б, в – із щебеню при дерев'яних шпалах (а – на прямій одноколінійній ділянці, б – в кривій; в – на прямій двоколінійній ділянці); г, д, е, є – із щебеню при залізобетонних шпалах (г – на прямій одноколінійній ділянці, д – в кривій, е – на прямій двоколінійній ділянці, є – в кривій); ж – з кар'єрного гравію, черепашнику, піску при дерев'яних шпалах у кривій на двоколінійній ділянці;  $h_{щ}$  – товщина щебеневого шару під шпалою;  $h_{п}$  – товщина шару піщаної подушки;  $d$  – плече баластної призми; А – розширена міжколія в кривій за умовами габариту.

**Поперечні профілі баластної призми на станціях.** На станційних коліях, призначених для безупинного пропуску поїздів, прийому та відправленню пасажирських поїздів, матеріал баластної призми повинен бути таким ж, як на перегоні.

На решті приймально-відправних та інших станціях колії укладають одношарову призму із гравійного, гравійно-піщаного чи піщаного баласту. При обґрунтуванні може ще укладатись дрібний щебінь фракцій 5-25 мм на піщаній подушці.

Міжколія на станційних коліях заповнюють тим самим баластом, яким баластують колії. Проте при підходах до станції понад 5 м, баластний шар суміжних колій виконують роздільно. У цьому випадку при глинистих ґрунтах у земляному полотні необхідно передбачити закритий дренаж для відведення води з між колійного простору. Існуючі міжколія можуть залишатися незаповненими баластом до наступного капітального ремонту або модернізації колії.

У кривих ділянках баластну призму виконують із урахуванням підвищення зовнішньої рейки. При внутрішньої рейкою товщина баластного шару повинна бути такою ж, як на прямих ділянках.

У кривих радіусом менше 600 м баластну призму розширюють із зовнішнього боку на 0,1 м, а при числі колій більш одної, крім того, – на величину між колійних відстаней.

Кількість укосів баластної призми при всіх видах баласту приймається 1:1,5, укосів піщаної подушки – 1:2.

У плановому порядку, під час виконання модернізації колії, капітальних і середніх ремонтів, а також, по можливості, і під час виконання інших видів колійних робіт баластна призма повинна приводитися до типових профілів.

На лініях де перехід на типові поперечні профілі баластної призми ще не здійснений, зберігаються наявні профілі призми. Укоси призми повинні бути при цьому не крутіше 1:1,5 і, як виняток, 1:1,25.

Верхній баластний шар при залізобетонних шпалах повинен бут и на одному рівні з верхньою поверхнею середньої частини шпал.

При дерев'яних шпалах поверхня баластового шару в під рейкової зоні повинна бути нижче подошви рейки на 3 см.

Матеріал і розміри баластної призми під стрілочними переводами встановлюються як під примикаючи ми коліями, а у випадку різної категорійності колії, що прилягають до переводів, по тій колії, що має більш високу категорію.

На сортувальних коліях у межах гірок і горловин сортувальних парків укладають щебінь фракції 5-25 мм або гравійний баласт.

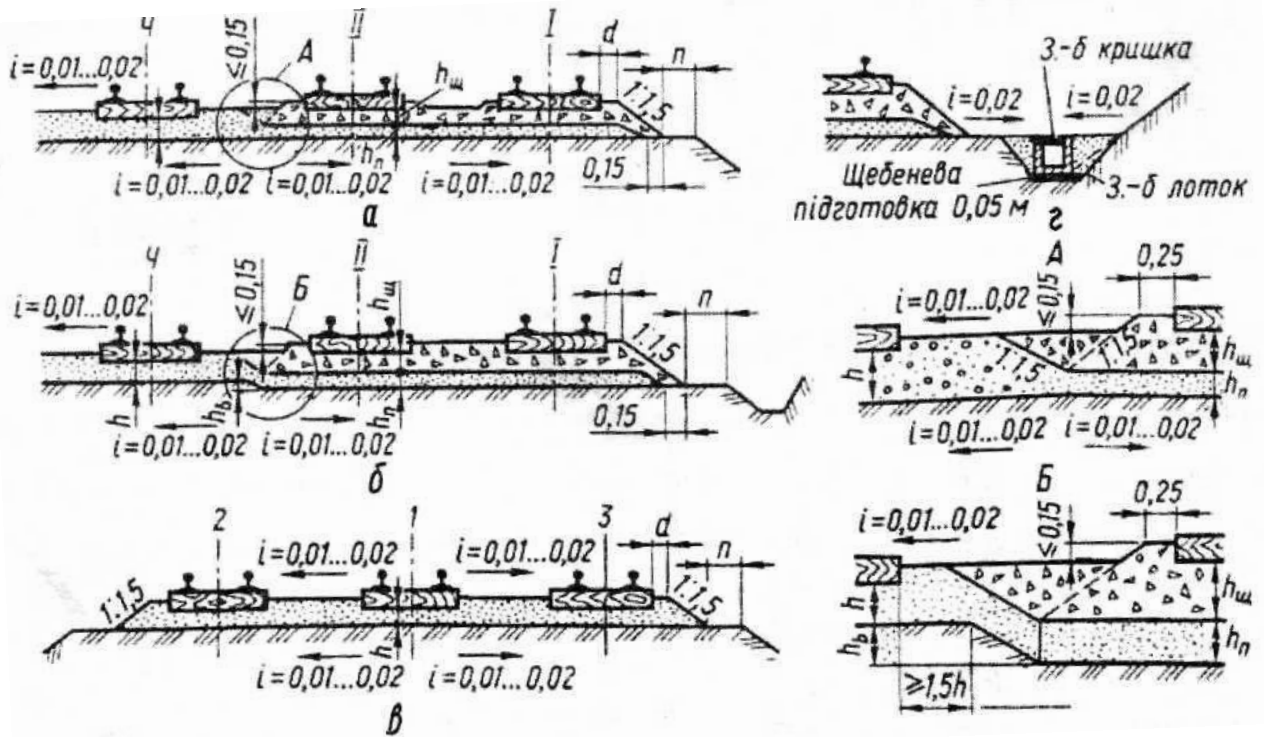


Рис. 2.38. Поперечні профілі баластної призми на станціях при переході на щебеневий баласт колій, розташованих із зовнішньої сторони станційної площадки:

а – при достатній товщині  $h$  наявного гравію, гравійно-піщаного або черепашникового баласту; б – те саме при недостатній товщині  $h$  і необхідності робити врізання піщаної подушки в земляне полотно; в – одношарова баластна призма; г – постановка залізобетонного лотка замість кювету.

На станціях з великою сортувальною роботою (при наявності гірок, напівгірок і витяжних колій спеціального профілю) для зручності та безпечної роботи складальних бригад баластна призма на насувних і витяжних коліях розширюється і має плече з кожного боку не менше 1 м на ділянці від місця розчеплення вагонів до горба гірки (напівгірки) або до точки відриву вагонів від состава. В цих місцях земляне полотно розширюють на відстань, що забезпечує ширину узбіччя не менше 0,45 м.

## 2.8. Верхня будова колії на мостах, тунелях і коліспроводах

Улаштування верхньої будови колії на мостах, передусім, визначається конструкцією мостового полотна, яка в свою чергу залежить від типу мостів і конструкції їх прогонових будов.

На залізобетонних мостах (а також кам'яних або бетонних мостах і шляхопроводах) мостове полотно влаштовується на баласті або безбаластним на залізобетонних шпалах. На металевих і дерев'яних мостах мостове полотно улаштовується на поперечинах (дерев'яних або металевих). Іноді баластове полотно влаштовується і на дерев'яних мостах.

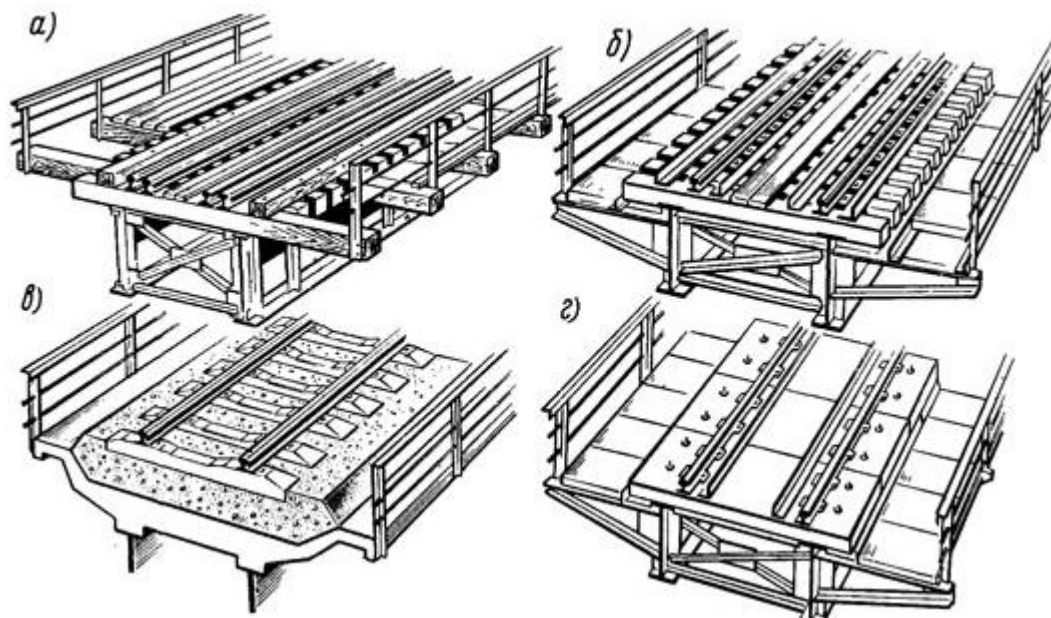


Рис .2.39. Конструкція колії на мостах

а) без баласту на мостових брусах; б) теж саме при тротуарах на металевих кронштейнах- консолях; в) на баласті і шпалах в залізобетонному кориті; г) без баласту на залізобетонних плитах

При улаштуванні мостового полотна на баласті на залізобетонних мостах баласт укладається в баластне корито прогонової споруди, форма і конструкція якого дозволяє стабільно утримувати баластову призму, запобігаючи осипанню баласту, його поперечному видавлюванню з-під шпал і відводячи воду через дренажні отвори. За технічними нормами на мостах дозволяється використовувати лише щебеновий баласт. Шпали можуть використовуватись залізобетонні або дерев'яні. Розміри баластової призми, залежно від призначення мостів і вантажонапруженості ділянки, беруться за нормами таблиці 2.10.

Таблиця 2.10. Характеристика баластної призми на мостах із їздою на баласті

| Вантажонапруженість | Товщина щебенового шару баласту | Ширина плеча призми, см | Крутизна укосів |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Більше 80           | 25/30                           | 45-5                    | 1:1,5           |
| 15-80               | 25/30                           | 35-5                    | 1:1,5           |
| До 15               | 25/30                           | 30-5                    | 1:1,5           |

**Примітка:** у чисельнику зазначена товщина щебенового шару при дерев'яних шпалах, у знаменнику – при залізобетонних.

Ширина баластового корита зверху для одноколієних мостів повинна бути не менше 3,6 м, при двоколієних прогонових спорудах ширину баластового корита збільшують на розмір міжколієної відстані «А». На мостах у кривих, окрім того, збільшується стріла кривої при хорді, яка дорівнює довжині секції. Для зручності зміни шпал борти баластового корита розташовують не менше ніж на 20 см нижче рівня підшви рейок. Товщину баластового шару влаштовують не менше 25 см при дерев'яних і 20 см при залізобетонних шпалах. При цьому товщина не повинна перевищувати 60 см, що потрібно враховувати при підйомах колії на баласті. На

мостах, які розташовані в кривих ділянках колії, підвищення зовнішньої рейки влаштовують за рахунок збільшення товщини баластового шару під зовнішньою ниткою. Ширина плеча баластової призми з боку упорної рейкової нитки в кривих радіусом 600 м та менше збільшується на 10 см.

Колію на підходах до мостів, незалежно від виду баласту, покладеного на даній лінії, укладають на щебневий баласт на довжині з кожного боку не менше: 30 м на підходах до малих мостів (довжиною до 25 м); не менше 100 м на підходах до середніх мостів (довжиною 25-100 м); не менше 200 м на підходах до великих мостів (довжиною більше 100 м). Цим досягається краща стійкість колії і зменшується забруднення пилом конструкцій моста при русі поїзда.

На мостах з охоронними пристроями укладають епюру шпал не менше 2000 шт. на 1 км, а на інших мостах епюра повинна бути такою ж, як і на прилеглих ділянках.

Колія на мостах може бути ланкова з довжиною ланок по 25 м та безстикова, при цьому укладка безстикової колії рекомендується як краща. На мостах з їздою на баласті стики влаштовують так, як і на перегоні, зазори встановлюють у відповідності з температурою та довжиною рейок. Стики слід розташовувати не ближче 2 м від кінців головних ферм, а на арочних мостах не ближче 2 м від деформаційних швів і замка зводу.

Безстикова колія на мостах із їздою на баласті укладається з дотриманням вимог, які відносяться до перегонних ділянок, за винятком того, що зрівнювальні прольоти на мостах не укладаються.

Характерною особливістю в устрої верхньої будови колії на мостах, яка відрізняє її від звичайної колії, є те, що на всіх мостах та шляхопроводах із їздою на баласті при довжині не більше 50 м (для мостів) і не більше 25 м (для шляхопроводів) чи розміщених на кривих радіусом менше 600 м (для мостів) і не менше 1000 м (для шляхопроводів), на всій протяжності мосту або шляхопроводу всередині колії укладають спеціальні охоронні пристрої: контррейки або контркутники, які заважають відхиленню коліс убік при сході їх з колії на мосту. Контррейки не повинні бути більше, ніж на один тип легшими від колійних рейок. Контррейки або контркутники прикріплюють до кожної шпали чи бруса на відстані 200-240 мм від внутрішніх граней головок колійних рейок, кінці їх зводять разом у вигляді човника за мостом, за задньою частиною берегової опори на відстані не менше 10 м і контррейкою у випадку сходу коліс із рейок перед мостом. Стики контркутників не повинні розташовуватись у межах човників і в одному створі з колійними рейками.

Прикріплення рейок до шпал і брусів на мостах здійснюється в основному тими ж самими типами скріплень, що і на прилеглих до моста ділянках колії.

Закріплювати колію від уgonу потрібно ще на підходах до мосту, передача уgonу з підходів на міст не допускається. Протиугони на мостах ставлять, як виняток, лиш в тих випадках, коли при повному закріпленні колії на підходах спостерігається уgon колії в межах самого мосту.

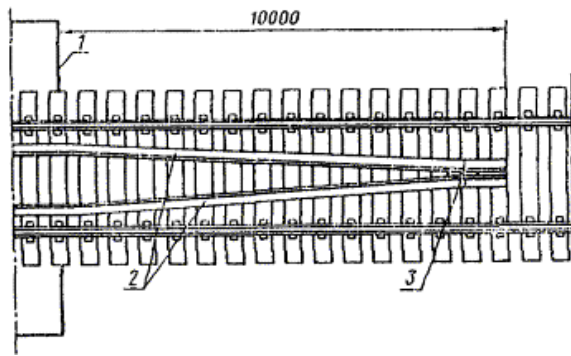


Рис. 2.40. Схема укладання контруктунки «човником» (розміри дані в міліметрах):

а - на дерев'яних шпалах; б - на залізобетонних шпалах; 1 - задня грань устою; 2 - контруголки; 3 – башмак.

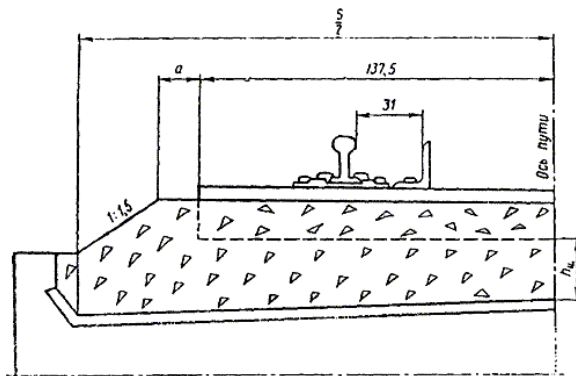


Рис. 2.41. Конструкція верхньої будови колії з охоронними пристосуваннями на мостах з їздою на баласті (шпали дерев'яні, скріплення костильного) (розміри дані в сантиметрах)

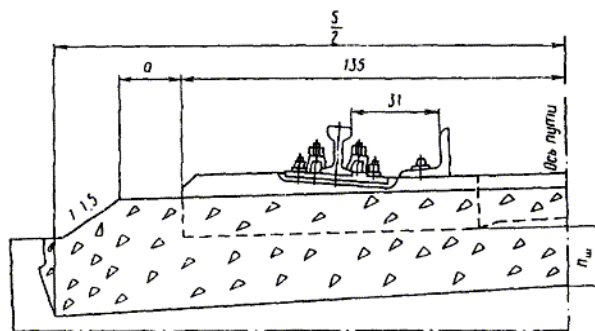


Рис. 2.42. Конструкція верхньої будови колії з охоронними пристосуваннями на мостах з їздою на баласті (шпали залізобетонні, скріплення роздільне) (розміри дані в сантиметрах)

Устрій безбаластового мостового полотна на залізобетонних плитах вважається найбільш прогресивною конструкцією. При цій конструкції залізобетонні плити – це безпосередньо підрейкова основа. Прикріплення рейок до плит здійснюється за допомогою роздільного скріплення типу КБ. Підкладки кріпляться до плит подібно до залізобетонних шпал за допомогою закладних болтів, які розміщуються у закладних отворах. Самі плити прикріплюються безпосередньо

до балок прогонової будови за допомогою високоміцних болтів діаметром 22 мм. У якості охоронних пристроїв використовують контруктники, які кріпляться до плити болтами навпроти кожної рейкової підкладки.

## 2.9. Безстикова колія

**Загальні положення.** Більш прогресивною в порівнянні зі стиковою ланковою колією є, безперечно, конструкція безстикової колії.

Це колія із зварених рейок довжиною 25 м у пліті довжиною не менше 400 м. З дозволу керівника служби колії залізниці можна укласти пліті довжиною 250 м на головних коліях і 150 м – на станційних коліях.

Рейкові пліті для безстикової колії на магістральних лініях слід зварювати з нових рейок першого сорту типу Р65 і UIC60 з рейок довжиною 25 м без болтових отворів. Допускається використання старопридатних рейкових плітей, а також плітей виготовлених з відремонтованих старопридатних рейок.

Як правило, рейкові пліті завдовжки до 800 м виготовляються на рейкозварювальних підприємствах (РЗП). Після укладання цих плітей в залізничну колію дозволяється їх зварювати між собою до довжини 950 м, до довжини блок-ділянки від світлофора до світлофора і навіть цілого перегону від станції до станції, а точніше – від вихідного стрілочного перевалу на одній станції до вхідної стрілки на другій станції.

Протяжність безстикової колії на залізницях світу постійно зростає. На дорогах країн СНГ до 1990 р. вона дорівнювала 55,5 тис. км, що складало 29% усієї протяжності доріг. На залізницях України до 1995 р. протяжність безстикової колії складала 14,5 тис. км, тобто 46,7% від загальної експлуатаційної довжини залізниць України. До 2010 р. протяжність безстикової колії на залізницях України зросла до 21 тис. км, і на теперішній час складає 71% від загальної протяжності головних колій.

У літній період при підвищенні температури довга рейкова пліть при нагріванні подовжується і відбувається це за рахунок переміщення своїх кінцевих ділянок (у середній частині рейкової пліті температурні напруження розтягування і стиснення реалізуються повністю, практично без температурних подовжень або укорочень, унаслідок відсутності свободи цих переміщень). Можливість подовження кінцевих ділянок забезпечується спершу за рахунок скорочення зазорів на стиках зрівнювальних рейок. Після того, як зазори скорочені до нуля, рейки нормальної довжини замінюють на укорочені (12,46; 12,42; 12,38 м), і тим самим, забезпечують подальшу можливість переміщень кінцевих ділянок рейкової пліті.

У зимовий період кінцеві ділянки рейкових плітей скорочують свою довжину і вся картина здійснюється в зворотному порядку. Рейки нормальної довжини 12,5 м називають зрівнювальними рейками, бо ж вони призначені для компенсації змін довжини рейкових плітей. Весь проліт між двома суміжними довгими плітями називається зрівнювальним прольотом, а вся така конструкція колії має назву безстикова колія зі зрівнювальними прольотами або зрівнювальними рейками.

Ця конструкція безстикової колії може працювати як температурно-напружена колія без розрядки температурних напружень, або як температурно-напружена

колія з періодичними (сезонними) розрядками температурних напружень.

Відсутність стиків у рейкових плітях дозволяє:

1. Економити метал на стиковому скріпленні: накладках, болтах, гайках, пружинних шайбах, протиугонах та інших деталях.

2. Зменшити витрати на поточне утримання рейкової колії. При дерев'яних шпалах – на 10 %, а на залізобетонних – на 20 %.

3. Збільшити строки служби елементів верхньої будови колії від 10 до 20 %.

4. Зменшити знос рухомого складу та також витрати на його ремонт. Вважається, що рухомий склад зношується не стільки від кількості пройдених кілометрів, скільки від кількості пройдених стиків.

5. Зменшити основний опір руху поїздів на 10 %, отож отримати економію за рахунок збереження дизельного палива та електроенергії.

6. Зменшити омичний опір у рейковому колі, а також витрати на влаштування та утримання струмопровідних стиків.

7. Поліпшити плавність руху поїздів.

8. Знизити рівень шуму.

9. Застосування в безстиківій колії залізобетонних шпал дозволяє економити деревину.

Недоліки безстиківій колії:

1. Ускладнення виконання робіт щодо укладання верхньої будови колії, її утримання та ремонту.

2. Багатодетальність проміжного рейкового скріплення.

3. Наявність зрівнювальних прольотів.

4. Безстикова колія потребує більш високої кваліфікації у працівників, які її обслуговують.

Конструкції безстиківій колії можуть бути двох різновидів:

1. Температурно-напружена безстикова колія без періодичної розрядки температурних напружень.

2. Температурно-напружена безстикова колія з періодичною розрядкою температурних напружень.

На залізницях України прийнята температурно-напружена безстикова колія без сезонних розрядок температурних напружень.

Головною ознакою в роботі безстиківій колії є те, що добре закріплені рейкові пліті при підвищенні або зниженні їх температури не можуть змінювати свою довжину, через це в них виникають значні поздовжні температурні сили, викликані змінами температур у порівнянні з температурою їх закріплення.

При підвищенні температури рейкових плітей у порівнянні з температурою закріплення, в них виникають поздовжні сили стиснення, які можуть утворити небезпеку до втрати стійкості (викиду) колії. При зниженні температури виникають зусилля розтягу, які можуть викликати перенапруження у подошві рейок, або привести до зрізу болтів, що викликає розрив рейкових стиків.

**Особливості устрою безстиківій колії.**

1. Рейкові пліті для безстиківій колії на магістральних лініях слід зварювати з нових рейок першого гатунку типів Р75, Р65, UIC60, Р50, як правило довжиною 25 м без болтових отворів. Дозволяється використовувати пліті із старопродатних рейок.

2. Скріплення при улаштуванні безстикової колії на залізобетонних шпалах приймаються типу КБ, КПП-5, КПП-7, КПП-12. Стикове скріплення виконується тільки накладками, які мають шість отворів.

3. На ділянках безстикової колії слід укладати залізобетонні шпали.

4. Баласт на ділянках укладання безстикової колії повинен бути, як правило щебеневої фракції 25-60 мм із скельних порід. Ширина плеча баластної призми з боку зовнішньої нитки повинна бути при рейках типу Р75 – 45 см; Р65 – 35 см; Р50 – на прямих ділянках колії та у кривих радіусом 600 м і більше – 25 см, а в кривих радіусом менше 600 м – 35 см. Крутість укосів баластної призми – 1:1,5. Товщина щебеневого шару при залізобетонних шпалах  $h_{щ} = 0,4$  м для ділянок швидкісної, I-II категорії;  $h_{щ} = 0,35$  м – III категорії;  $h_{щ} = 0,30$  м – для IV категорії,  $h_{щ} = 0,25$  м – для V-VII категорій.

5. Безстикова колія при проміжних роздільних скріпленнях на щебеновому баласті може укладатися на прямих ділянках та в кривих радіусом не менше 350м.

6. Не дозволяється укладання безстикової колії на ділянках з деформованим земляним полотном. Перед укладанням безстикової колії земляне полотно повинно бути обстежене, а виявлені хворі місця усунені.

7. При укладанні рейкових плітей в кривих ділянках колії їх кінці слід розташовувати один проти одного. Дозволяється випередження кінців рейкових плітей відносно один одного не більше ніж на 8 см.

**З'єднання рейкових плітей.** Для компенсації зміни довжини кінцевих частин рейкових плітей при коливанні температури, а також для розрядки напружень, між кінцями плітей влаштовуються **зрівнювальні прольоти** (прогони), в яких укладаються зрівнювальні рейки. Їх кількість залежить від сумарної довжини суміжних півплітей безстикової колії та наявності в ній ізолюючих стиків.

Рейки зрівнювальних прольотів приймаються стандартної довжини – 12,5 м. Кількість рейок у зрівнювальному прольоті визначається з умови забезпечення міцності стикових болтів зрівнювальних прольотів і не повина перевищувати 4 пар.

Зрівнювальні рейки з'єднуються між собою та рейковими плітями тільки шестиотворними накладками.

Зрівнювальні пристрої та прольоти влаштовуються як захисна конструкція, яка призначена для запобігання передачі поздовжніх температурних сил, а також інших видів сил, які діють у межах рейкових плітей безстикової колії.

В разі застосування клеєболтових ізолюючих стиків підвищеної міцності зрівнювальні прольоти не влаштовуються, а рейки з цими стиками вварюються електроконтактним зварюванням безпосередньо між плітями, які з'єднуються між собою.

Не допускається розташування стиків в межах переїзного настилу.

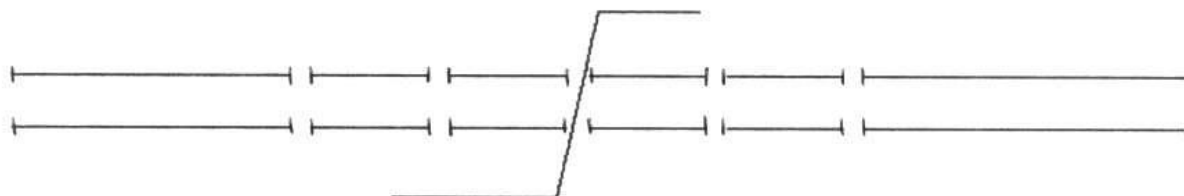
Між рейковими плітьми слід укладати:



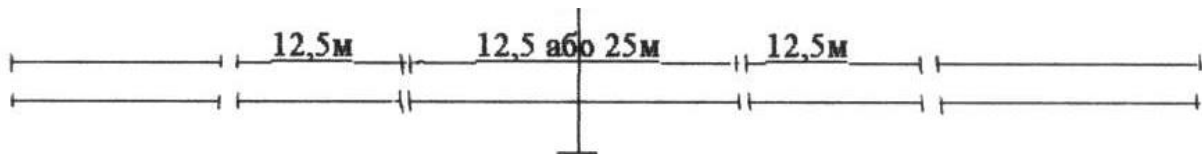
Рис. 2.43. Схеми зрівнювальних прольотів при різній довжині з'єднаних рейкових плітей:

- а) 3 пари зрівнювальних рейок, якщо сумарна довжина суміжних овно проф, прилеглих до зрівнювального прольоту становить більше 600 м;
- б) 2 пари зрівнювальних рейок, якщо сумарна довжина овно проф, прилеглих до зрівнювального прольоту становить 401-600 м;
- в) 1 пару, якщо сумарна довжина суміжних овно проф дорівнює 400 м і менше

При улаштуванні у зрівнювальному прольоті ізолюючих стиків з овно профілі металевими накладками влаштовуються 4 при зрівнювальних рейок, з розташуванням ізолюючих стиків у середині між двома парами зрівнювальних рейок.



При улаштуванні клеєболтових ізолюючих стиків з типовими проструганими накладками укладаються 3 пари зрівнювальних рейок з розташуванням ізолюючих стиків в середніх рейках 12,5 м або 25 м довжини.



При застосуванні високоміцних клеєболтових стиків з овно профільними накладками (спеціального профілю) дозволяється зрівнювальні прольоти не влаштовувати, а вварювати ці стики безпосередньо між плітями, які з'єднуються між собою.

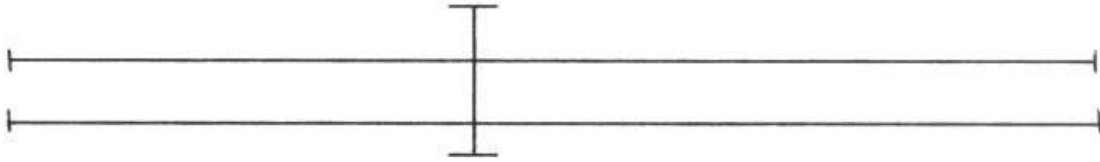


Рис. 2.44. Схеми зрівнювальних прольотів безстикової колії при наявності ізолюючих стиків

**Маркування рейкових плітей.** У проекті укладання безстикової колії кожній парі рейкових плітей надається порядковий номер, під яким вона має значитися в замовленні на зварювання, в «Журналі обліку служби і температурного режиму рейкових плітей» або паспорті-карті та інших звітних і облікових документах. Літерами «П» і «Л» позначають праву та ліву рейкові пліті за рахунком кілометрів.

На початку і в кінці кожної рейкової пліті білою масляною фарбою на внутрішній стороні шийки рейки показується номер РЗП, на якому виготовлені рейкові пліті, їх номер згідно з проектом і номер за зварювальною відомістю, права або ліва пліть, їх довжина в метрах з точністю до другого знаку після коми.

Стики, що зварені в РЗП, відмічають двома вертикальними смугами білою масляною фарбою на шийці рейки з внутрішньої сторони симетрично вісі стику на відстані 10 см від неї.

Після укладання рейкових плітей у колію до раніше нанесеного маркування додають дату укладання та температуру закріплення плітей, а також на кожній пліті позначають її середину.

Маркування, що наноситься на безстикових рейкових плітях, має такий вигляд: РЗП5-26-116Л-780,62-20.06.97 +24 де 5 – номер РЗП; 26 – номер пліті за зварювальною відомістю; 116Л – номер пліті за проектом та її сторонність; 780,62 – довжина пліті, м; 20.06.97 – дата укладання пліті; +24 – температура закріплення пліті.

Для кращого орієнтування під час виконання колійних робіт, крім фактичної температури закріплення, дистанція колії (ПЧ) відмічає і температурний інтервал закріплення і наносить його по кінцях рейкових плітей.

**Укладання безстикової колії.** Безстикова колія влаштовується здебільшого при модернізації, посиленому капітальному ремонті колії згідно з типовою технологією з тимчасовим укладанням інвентарних рейок відповідного типу довжиною, як правило 25 м, які найближчим часом повинні бути замінені рейковими плітями. А в зрівнювальних прольотах – рейками зрівнювальних прольотів.

Заміна інвентарних рейок на рейкові пліті повинна бути проведена найближчим часом після укладання РШР та опоряджування баластної призми до пропуску по

них не більше 1 млн.т бруто вантажу, оскільки тривала експлуатація інвентарних рейок спричиняє інтенсивне розлаштування підрейкової основи в зоні стиків інвентарних рейок на залізобетонних шпалах.

При навантаженні зварних рейкових плітей на спеціальний рухомий склад після зварювання на РЗП для доставки до місця укладання необхідно оберігати пліті від значного згинання, скручування та ударів. Закріплення всіх рейкових плітей на спеціальному рухомому складі після навантаження здійснюється в голові останнього для того, щоб утримати пліті від поздовжнього переміщення при гальмуванні, маневрах на станціях, зміні температури. Щоб пліті, які вільно лежать на рольгангах, не мали можливості піднятися із направляючих роликів, на кожному вагоні поверх плітей укладають по одній спеціальній обмежувальній планці.

Вивантажувати зварні рейкові пліті на місці укладання можна як в середину, колії, так і на кінці шпал. Вивантаження плітей здійснюється способом витягування з-під них рухомого складу з дотриманням габаритних вимог.

Для запобігання ударів кінців рейкових плітей по залізобетонним шпалам при їх вивантаженні із спец складу на колію необхідно підкладати відрізки дерев'яних шпал. При вивантаженні рейкові пліті можна відразу укласти на рейкові підкладки. Кінці вивантажених рейкових плітей слід захищати башмаками від можливого чіпання частин рухомого складу, що звисають, при цьому башмаки не повинні заважати температурному поздовжньому переміщенню рейкових плітей.

Рейкові пліті безстикової колії повинні бути закріплені на підрейковій основі в розрахунковому температурному інтервалі. Температура закріплення пліті приймається як середня між виміряною на початку і в кінці робіт по її закріпленню. Різниця між температурою закріплення на постійний режим правої та лівої рейкових плітей не повинна перевищувати 5С. У всіх випадках фактичні температури закріплення не повинні виходити за межі розрахункового інтервалу закріплення.

Якщо рейкові пліті були закріплені при температурі, що виходить за межі розрахункового інтервалу, то з настанням розрахункових температур має бути проведена розрядка температурних напружень із закріпленням плітей на постійний режим експлуатації.

Температуру рейкових плітей вимірюють спеціальним термометром. Допускається вимірювання температури рейок ртутним або спиртовим термометром.

Для оцінки зміни напруженого стану безстикової колії застосовують «маячні» шпали. За «маяну» шпалу вибирається шпала, розташована навпроти пікетного стовпчика. Її верх біля рейки зафарбовується світлою фарбою. Щоб «маячна» шпала не зміщувалась, вона повинна бути завжди добре підбита, закладні болти затягнуті, типові клеми замінені клемами з підрізаними лапками, а гумові прокладки замінені поліетиленовими або іншими з низьким фрикційними властивостями. При відсутності клем з підрізаними лапками, допускається, в окремих випадках, клеми не встановлювати.

Над «маячними» шпалами знаходяться контрольні перерізи. Ці перерізи позначаються поперечними смугами, які наносяться білою масляною фарбою по

верху підшви рейок із середини колії і кернами в одному створі з боковою гранню підкладки. Зміна напруженого стану безстикової колії визначається за зміною відстаней між цими контрольними перерізами.

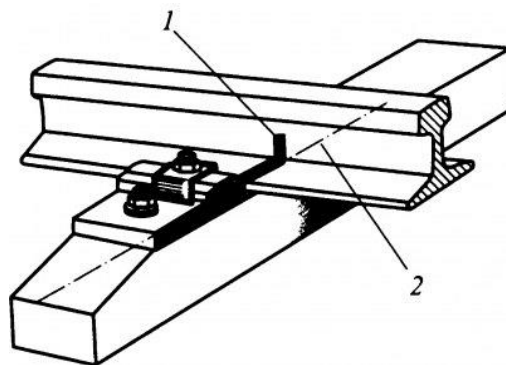


Рис. 2.45 «Маячна» шпала для контролю уgonу колії для скріплення КБ:  
1 – риска; 2 – лінія суміщення риски з кромкою підкладки

**Утримання і ремонт безстикової колії.** Головною особливістю утримання і ремонту безстикової колії є те, що умови виконання більшості колійних робіт залежать від температурно-напруженого стану рейкових плітей, обумовленого різницею між температурою рейок, яку вони мають під час проведення робіт та температурою, при якій пліті були закріплені на підрейковій основі. Тому на ділянках безстикової колії потрібно організувати безперервний контроль температури рейок, який здійснюється безпосередньо на місцях робіт і на спеціальних температурних постах дистанцій колії в місцях, що визначаються геофізичною станцією залізниці (в більшості випадків, це переїзди, що охороняються), а також на стендах метеостанцій залізниць.

Для врахування при плануванні колійних робіт і для прийняття необхідних заходів безпеки в період екстремальних температур рейок керівництву дистанції колії та шляховим майстрам повинні своєчасно надаватися щодобові та довгострокові прогнози температур.

Влітку, при температурах рейок близьких до найвищої в даній місцевості, а взимку при температурах  $-30^{\circ}\text{C}$  і нижче, на весь період дії таких температур повинен бути організований посилений нагляд за станом безстикової колії. Особливо ретельно в пекучі літні дні необхідно стежити за положенням колії в плані. Помітні відхилення колії в плані від правильного її положення, особливо на довжині 8-15 метрів, можуть бути ознакою викиду колії. При виявленні влітку в спекотну погоду різких викривлень колії в плані необхідно терміново огородити місце несправності сигналами зупинки і негайно приступити до її усунення, видавши попередження про обмеження швидкості руху поїздів по місцю проведення робіт до 15 км/год.

Взимку, з настанням низьких температур, особливу увагу слід приділяти перевірці рейок, у першу чергу в зварних стиках і впродовж одного метра по обидві сторони від них і стежити за розриттям стикових зазорів.

При зазорах, близьких до конструктивних, виконати затягування клемних і стикових болтів на кінцях плітей по 50 м, одну пару рейок зрівнювальних прольотів замінити на подовжені та виконати регулювання зазорів.

Одним із небажаних явищ на безстиковій колії є угон плітей, який може порушити розрахунковий температурний режим їх експлуатації і призвести до локального накопичення в рейкових плітях стискуючих або розтягуючих напружень у розмірах, при яких може виникнути небезпека втрати стійкості безстикової колії, або втрати міцності рейок, особливо в конструкції безстикової колії з довгими плітями.

Запобігання угону в безстиковій колії потребує серйозного відношення. Тому відразу після укладання та закріплення рейкових плітей необхідно здійснювати контроль для своєчасного виявлення угону. На наявність угону вказують такі ознаки, як злиті або надмірно розтягнуті зазори в стиках зрівнювальних прольотів, сліди клем на підшві рейок, зміщення підкладок по шпалах, горблення або нещільне прилягання баласту до бічних граней шпал, їх перекис та зміщення контрольних перерізів.

Щоб запобігти угону плітей, слід забезпечити постійний нормативний натяг клемних, закладаних і стикових болтів. Для підвищення стійкості безстикової колії необхідно утримувати баластну призму у встановлених розмірах, не допускаючи обсіпання щебеню по укосах призми, збільшення крутості укосів, зменшення плеча баластної призми і зменшення кількості баласту в шпальних ящиках нижче норми, особливо в місцях примикання до мостів.

## Контрольні питання до розділу

1. Що називається верхньою будовою колії? З яких частин вона складається?
2. Назвіть головне призначення рейок.
3. Які вимоги ставляться до рейок?
4. Що називають підошвою та головкою рейки?
5. Якими способами може бути виконана термічна обробка?
6. Назвіть основне призначення рейкових опор.
7. Назвіть види шпал.
8. Перелічіть види виготовлення дерев`яних шпал. Дати характеристику.
9. Яка довжина дерев`яних шпал?
10. Яка довжина залізобетонних шпал?
11. Який середній строк служби дерев`яних шпал?
12. Назвіть переваги та недоліки залізобетонних шпал.
13. Що називається епюрою шпал? Які епюри існують на залізницях України?
14. Назвіть види проміжного скріплення.
15. Стандартна довжина рейок які виготовляються в Україні?
16. Стандартні укорочення для рейок.
17. Види зносу рейок? Що називається приведеним зносом? Формула визначення приведенного зносу.
18. На яких заводах виготовляють рейки?
19. Що називається стиком?
20. Основні види стиків.
21. Основні елементи стиків.
22. Що називають угоном колії?
23. Які рейки називаються зрівнювальними?
24. Яка кількість зрівнювальних рейок укладається між рейковими плітями?
25. Як маркуються рейкові пліті?
26. Що таке маячна шпала?

### План

- 3.1. Види з'єднань і перехрещень.
- 3.2. Звичайний одиночний стрілочний перевід.
- 3.3. Підрейкова основа.
- 3.4. Норми і допуски утримання стрілочних переводів.
- 3.5. Несправності стрілочних переводів при яких забороняється їх експлуатація.

#### 3.1. Види з'єднань і перехрещень

З'єднання і пересічення рейкових колій служать для переміщення рухомого складу з однієї колії на іншу, переїзду рухомого складу через інші колії, які розташовані в одній площині, або розвертання поїзда чи окремого екіпажу на 180°.

Для переходу рухомого складу з одної колії на іншу служить колійний пристрій, який називається стрілочним переводом. Вони є найбільш розповсюдженими конструкціями серед усіх з'єднань і пересічень колій (їх біля 95%).

Стрілочні переводи бувають трьох основних видів:

- одиночні, які з'єднують дві колії; в свою чергу поділяються на:

а) звичайні (правобічні, лівобічні);

б) симетричні;

в) несиметричні (криволінійні) – однобічні і різнобічні; застосовуються у важких і незручних умовах станції;

- подвійні, які з'єднують три колії, в свою чергу поділяються на :

а) симетричні;

б) несиметричні (однобічні, різнобічні);

- перехресні, які являють собою поєднання правобічного і лівобічного звичайних переводів, укладених назустріч один одному. Ці переводи мають дві стрілки по чотири гостряки, дві гострі і дві тупі хрестовини. Рухомий склад може прямувати ними по шести маршрутах. Переваги: значно скорочують горловину станції і число кривих ділянок. Недолік: складність конструкції і експлуатації.

Найбільш розповсюджені на мережі доріг і частіше усього застосовуються на головних і приймально-відправних коліях звичайні стрілочні переводи, кількість яких сягає 97%. Другими за розповсюдженням є симетричні переводи, кількість яких менше 3%.

*Подвійні стрілочні переводи* виготовляються за індивідуальними проектами, застосовуються дуже рідко, мають складну конструкцію. При цьому подвійні переводи займають менше місця по довжині, ніж два звичайних стрілочних переводи, укладені підряд, які також дають розгалуження однієї колії на три.

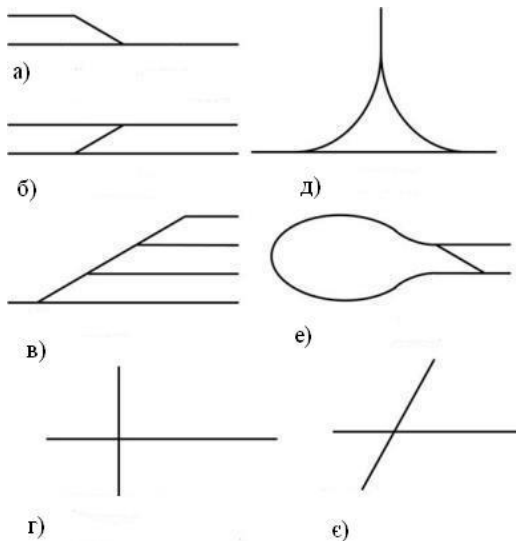


Рис. 3.1. З'єднання і пересічення колій:  
 а) з'єднання двох колій в одну; б) зїзд;  
 в) стрілочна вулиця;  
 г) глухе пересічення під прямим кутом;  
 д) розворотний трикутник;  
 е) розворотне коло (петля);  
 е) глухе пересічення під гострим кутом.

*Глухі пересічення* влаштовують у випадках, коли необхідно переткнути однією колією інші без переходу на них. Вони бувають прямокутні (з перпендикулярним пересіченням) і косокутні (з пересіченням під гострим кутом). Застосовуються, як правило, стандартні під кутом  $90^\circ$  і  $45^\circ$ .

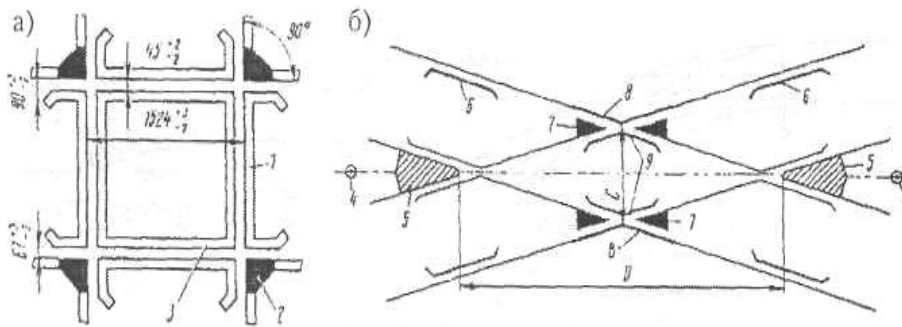


Рис. 3.2. Схеми глухих пересічень:

а – прямокутне; б – косокутне; 1 – контр рейка; 2 – хрестовина;  
 3 – контркутно-замкнута контр рейка; 4 – граничний стовпчик; 5 – сердечник гострої хрестовини; 6 – контр рейка до гострої хрестовини; 7 – сердечник тупої хрестовини; 8 – вусовик тупої хрестовини; 9 – контр рейка до тупої хрестовини; С – мала діагональ ромба; D – велика діагональ ромба

*Стрілочні вулиці* служать для з'єднань колій у парках колій, на станціях та бувають закінчені (за кінцями парків) чи проміжні (всередині парків).

*Зїзди* між коліями служать для з'єднання двох (паралельних чи непаралельних) колій, переводять рухомий склад з однієї колії на іншу. Зїзди бувають нормальні, прямолінійні і скорочені.

*Поворотні пристрої* призначаються для розвороту поїздів чи окремих екіпажів у зворотний бік. Поворотні пристрої виконуються у вигляді поворотних трикутників, поворотних кіл чи петель. Укладання перших двох видів конструкції вимагає, як правило, значних площадок і служать для розвертання поїздів,

поворотні круги укладаються в депо та служать для розвертання окремих екіпажів.

Стрілочні переводи укладають:

- на головних і приймально-відправних пасажирських коліях: звичайні не крутіше марки  $1/_{11}$ , перехресні – не крутіше  $1/_{9}$ , дозволяється при прямуюванні пасажирських поїздів тільки по прямій колії укласти звичайні марки  $1/_{9}$ ;
- на приймально-відправних коліях вантажного руху – звичайні не крутіше  $1/_{9}$ , симетричні -  $1/_{6}$ ;
- на інших коліях – звичайні не крутіше  $1/_{8}$ , симетричні -  $1/_{4,5}$ .

Крім того, існують дві групи переводів для високошвидкісних ліній:

- спеціальні типу Р65 марки  $1/_{11}$  з підухилом рейок 1 : 20, допускають швидкість 160 км/год по прямій колії;
- спеціальні марок  $1/_{18}$  і  $1/_{22}$ , допускають швидкість відповідно 80 і 120 км/год при русі на бокову лінію; в таких переводах, як правило, застосовуються хрестовини з рухомим сердечником.

### 3.2. Звичайний одиночний стрілочний перевід

*Головні елементи звичайного одиночного стрілочного переводу.* Стрілочний перевід принципово складається із таких основних частини:

- **власне стрілки**, призначеної для направлення рухомого складу, яка складається із двох рамних рейок, двох гостряків, перевідного механізму з металевими тягами;
- **хрестовини з контррейками**, що забезпечують проходження коліс рухомого складу в місці перетину рейкових ниток двох колій; основна частина хрестовини – це сердечник з двома вусовиками;
- **з'єднувальних колійних ниток** – відрізків колії від задніх стиків рамних рейок до кінця стрілочного переводу (зовнішні нитки) і від корневих стиків до хрестовини (внутрішні нитки);
- **перевідних брусів**, що об'єднують всі металеві частини переводу в єдину конструкцію; товщина брусів 160 – 180 мм, ширина знизу 230 – 260 мм, ширина зверху 175 – 222 мм, довжина від 3 до 5,5 м; бруси нумеруються і розміщуються згідно з кресленням (епюрою переводу); набір брусів певної ширини і довжини називають комплектом; замість брусів можуть застосовуватись залізобетонні плити.

*Рамні рейки* виготовляють із звичайних колійних рейок, від яких вони відрізняються довжиною, наявністю додаткових отворів для упорних скоб, болтів, упорів, корневих пристроїв і підстрожкою в районі вістряка для укриття вістряка під рамну рейку. Розрізняють передній і задній вильоти рамної рейки, які являють відстані від стиків рамної рейки відповідно до вістряка і його кореня. Рамна рейка, яка направляє рух коліс прямим напрямком називається прямою рамною рейкою, рамна рейка, якою колеса направляються на бокову колію, називається криволінійною рамною рейкою.

Для забезпечення постійної ширини колії між рамними рейками влаштовуються поперечні(зв'язні) полоси. Кількість полос залежить від типу та марки стрілочного переводу.

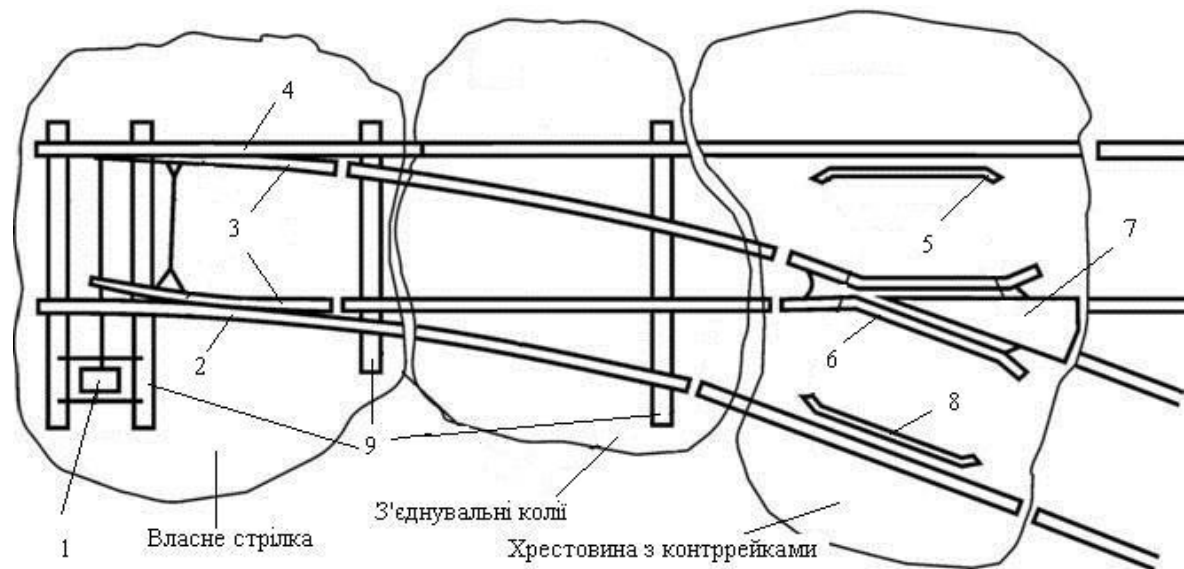


Рис. 3.3. Схема звичайного стрілочного переводу:  
 1 – перевідний механізм, 2,4 – рамні рейки, 3 – гостряки,  
 5,8 – контррейки, 6 – вусовик, 7 – сердечник, 9 – перевідні бруси.

Перша поперечна полоса розміщується на першому флюгарочному брусі, наступні – в кінці ділянки бокової строжки вістряка, де знаходиться зона найбільших ударів гребеня колеса в криволінійний вістряк. Остання полоса встановлюється перед корнем вістряка або за корнем вістряка. В конструкції полос передбачена можливість влаштування електричної ізоляції між рейковими нитками стрілки.

**Вістряки** виготовляють із рейок спеціального прокату – вістрякових рейок приблизно того ж хімічного складу й тієї ж якості, що і звичайні рейки. Вістряки мають обстружену частину, яка прилягає до рамної рейки задньою частиною, що випресувана під профіль звичайної рейки для з'єднання з прилеглою вістряковою зоною. Один із стрілочних гостряків – прямий, другий – кривий. **Передній кінець гостряка називають вістряком, задній – коренем.** В кореневій частині він з'єднується із колійною рейкою внутрішніх з'єднувальних ниток. Для надійного стикування з прилягаючими рейками вістряки роблять із випресуваної під профіль звичайної рейки корневою частиною.

Гостряки з'єднуються між собою стрілочними тягами, кількість яких залежить від довжини гостряків. Довжина стрілочних тяг може бути постійною або регулюватись стягуючими муфтами (на переводах, призначених для швидкісного руху поїздів).

Стрілочні тяги бувають також перевідні і з'єднувальні. Перевідні призначені для переведення гостряків із одного положення в інше, з'єднувальні - для забезпечення стійкого-положення гостряків під поїздом. При електричній централізації стрілок електричні приводи не тільки переводять гостряки, а також закріплюють їх в певному положенні, стрілочні тяги в цих переводах ізолюються від рейкових ниток полімерними прокладками.

Рамні рейки і вістряки укладаються на спеціальні підкладки - стрілочні башмаки, при цьому рамні рейки прикріплюються до них нерухомо, за допомогою

упорок, клем і болтів, а вістряки рухаються при їх переводі по стрілочним подушкам.

Відстань між внутрішньою гранню головки рамної рейки і відведеним гостряком проти першої перевідної тяги називається **кроком гостряка**, він повинен бути не меншим 152 мм.

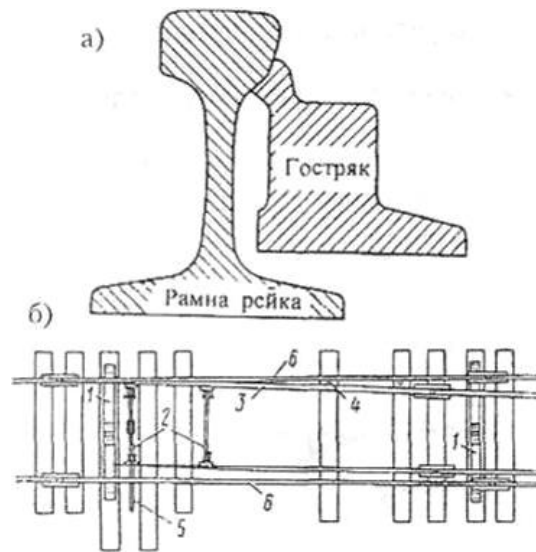


Рис. 3.4. Будова стрілки:

а – схема прилягання гостряків; б – схема стрілки;

1 – зв'язувальна шина; 2 – стрілочні тяги; 3 – гостряк; 4 – упорний болт;  
5 – перевідна тяга; 6 – рамна рейка

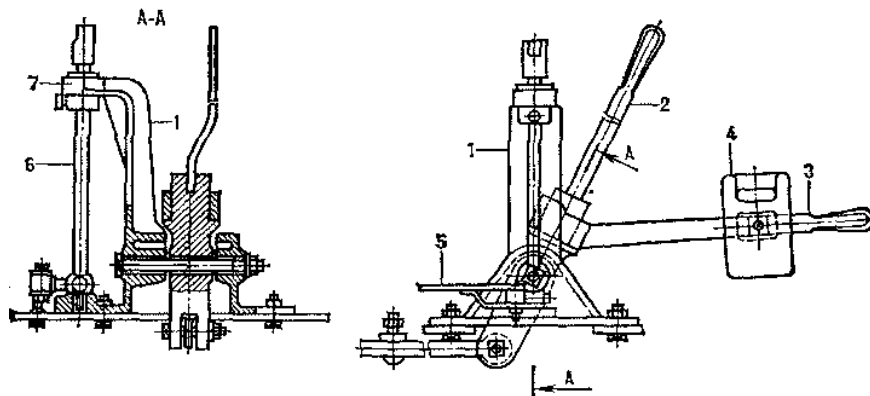


Рис. 3.5. Ручний перевідний механізм

1 – колона стойка, 2 – перевідний ричаг, 3 – балансирний важіль, 4 – балансир (противага), 5 – ліхтарна тяга, 6 – ліхтарна стойка.

**Кореневий пристрій** служить для закріплення вістряка в корені. Він повинен: забезпечувати при переводі вістряків з одного положення в інше вільне їх обертання; запобігати повздовжньому переміщенню вістряка до рейки з'єднувальної частини; зберігати незмінність розташування кореня вістряка відносно рамної рейки; бути міцним і стійким, надійним, простим; недорогим, зручним в експлуатації.

Кореневі пристрої застосовуються: шкворневі, вкладишно-накладочні і пристрої у вигляді звичайного стику при застосуванні гнучких вістряків.

Шкворневе скріплення багатодетальне, малопотужне і в сучасних конструкціях переводів не застосовується. Його можна зустріти в стрілках старого виробництва Р38 і Р43.

Вкладишно-накладочне кореневе кріплення більш міцне, надійне і достатньо просте в експлуатації, тому воно отримало найбільше розповсюдження в сучасних переводах. Цей вид кореневого скріплення головним чином використовується при звичайних швидкостях руху.

Кращою конструкцією кореневого скріплення є звичайний накладочний стик при гнучких вістряках. При цьому корінь вістряка жорстко закріплюється, як правило на лафеті, а переміщення вістряків у той чи інший напрямок здійснюється за рахунок їх згину в гнучкій частині, в зоні, яка прилягає до кореня. Гнучкі вістряки широко застосовуються в стрілочних переводах для швидкісного руху.

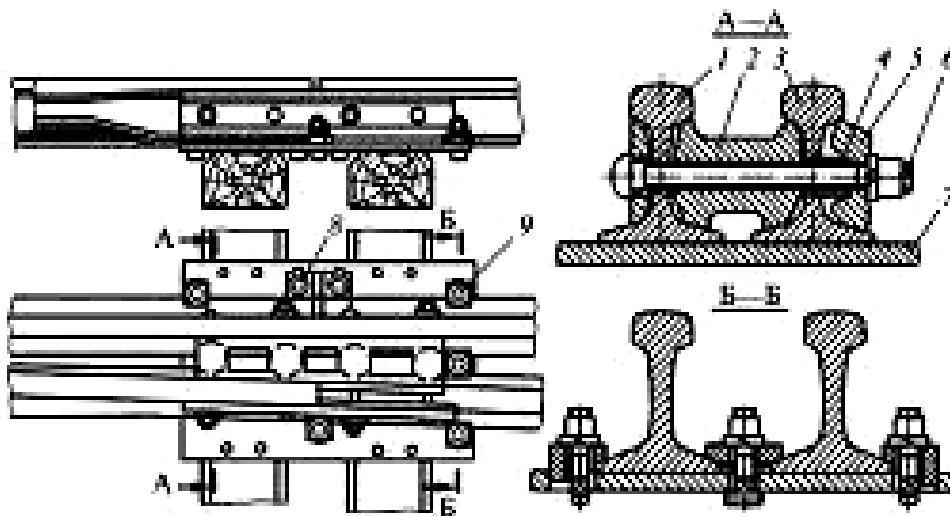


Рис. 3.6. Кореневий пристрій вкладишно-накладочного типу:  
1- рамна рейка; 2 – вкладиш; 3 – вістряк; 4 – розпірна втулка; 5 – чотириридна накладка;  
6 – стиковий болт; 7- місток; 8 – упорка; 9 – клема.

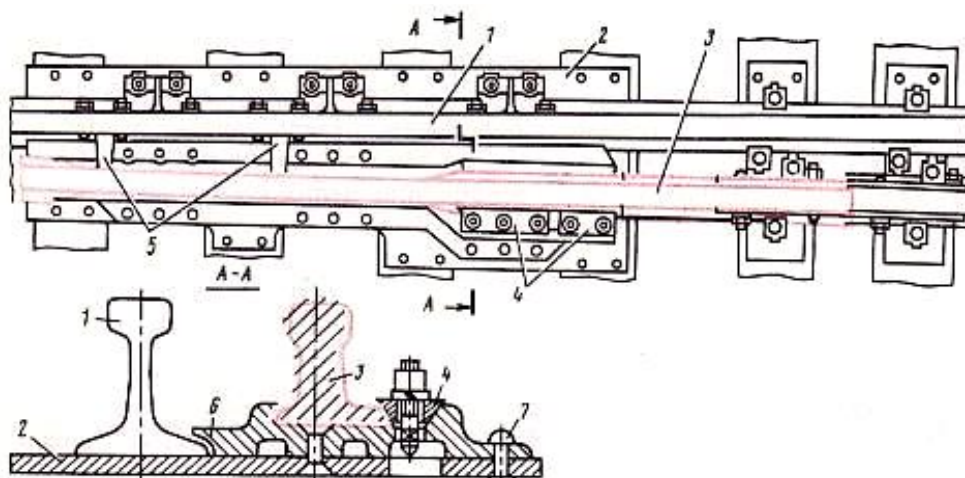


Рис. 3.7. Конструкція кореневого кріплення з гнучкими вістряками:  
1 – рамна рейка; 2 – кореневий лафет; 3 – вістряк; 4 – зажимна планка; 5 – упорні накладки; 6 – кореневий місток; 7 – заклепка.



**Хрестовини** для стрілочних переводів слід розрізняти: звичайні з нерухомими елементами і з рухомими елементами (рухомі осердя або вусовики).

Перші являються загальноприйнятими простими у виготовленні та експлуатації конструкціями, які широко використовуються на усіх шляхах світу при звичайних умовах експлуатації, виключаючи швидкісний рух.

Другі – забезпечують неперервну поверхню кочення при приляганні рухомого елемента до нерухомого, створюючи тим самим найкращі умови перекочування коліс з усовика на осердя (або в іншому напрямку). Ці хрестовини більш складні у виготовленні та експлуатації, але вони не замінні для швидкісного руху, де вони головним чином і використовуються.

Хрестовини з нерухомими елементами діляться на: збірнорейкові, збірні з литим осердям та суцільнолиті. Збірнорейкові хрестовини на наших залізницях застосовувалися в старих конструкціях стрілочних переводів. Вони виготовляються із звичайних рейок.

На залізницях СНД і України найбільше розповсюдження отримали збірні хрестовини з литим осердям у вигляді цільного відливання.

Збірна хрестовина з литим осердям представляє собою конструкцію зібрану із декількох елементів: насамперед це осердя і два вусовики, що виготовляються із рейкового профілю. Ці елементи з'єднуються між собою за допомогою болтів та вкладишів. Для запобігання розладу збірної конструкції під впливом ударно-динамічних навантажень від коліс рухомого складу, вся конструкція укладеться на єдиний лафет.

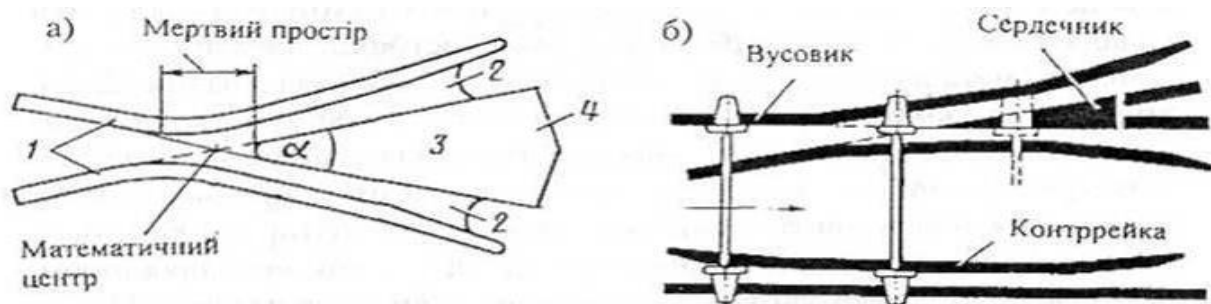


Рис. 3.11. Будова хрестовини з контррейками:

а – схема хрестовини: 1- вусовик; 2 – жолоби; 3 – сердечник; 4 – хвіст хрестовини;  
б – схема проходження колісної пари вагона в хрестовині.

Відстані між боковими гранями вусовиків та сердечником хрестовини представляють собою жолоба для проходу колісних пар рухомого складу.

Найбільш вузький простір між робочими гранями вусовиків називають **горлом хрестовини**, а відстань від горла до вістря сердечника – **“мертвим” простором**; (шкідливим простором).

Точка перетину осей колій, що з'єднуються, називається **центром переводу**.

Точка перетину бокових граней сердечника хрестовини називається **математичним центром**. Кут між лініями перетину цих граней називається кутом хрестовини. Вістря хрестовини практично не співпадає з математичним центром, тому що бокові грані сердечника закруглюються раніше точки їх перетину. Відношення ширини сердечника до його довжини називається **маркою**

**хрестовини.** Тобто марка хрестовин є тангенсом кута хрестовини і завжди записується простим дробом (наприклад  $1/9, 1/11$  ).

Тип стрілочного перевалу характеризується типом рейок (Р75, Р65, Р50, Р43) и маркою сердечника хрестовини ( $1/22, 1/18, 1/11, 1/9, 1/6, 1/4,5$ ). Цей перелік марок виконаний послідовно від пологих до крутих.

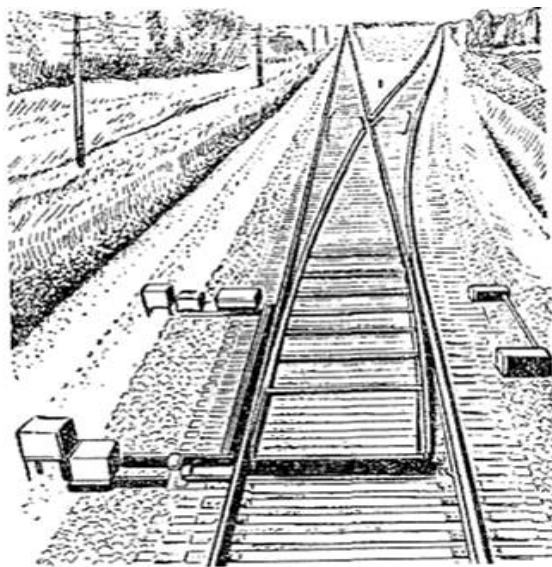


Рис. 3.12. Стрілочний перевід типу Р65 марки  $1/22$

Останнім часом випускаються стрілочні переводи типу Р65 і марок  $1/22, 1/18, 1/11$  з хрестовинами, в яких сердечник рухомий. В таких хрестовинах відсутній “мертвий простір”, тому що за допомогою спеціального привода сердечник притискається до одного з вусовиків і поверхня кочення для коліс рухомого складу стає безперервною. Це дозволяє уникнути ударних впливів на хрестовину і рухомий склад.

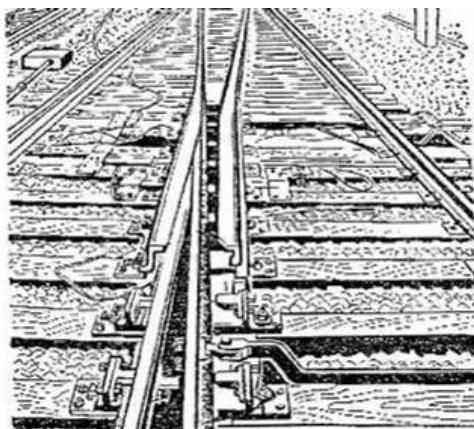


Рис. 3.13. Хрестовина з рухомим сердечником

**Граничні стовпчики** встановлюються посередині між коліями в тому місці, де відстань між осями колій, що сходяться, складає 4100 мм. На існуючих станційних коліях, на яких не обертається рухомий склад побудований згідно з габаритом Т, дозволяється зберігати відстань 3810 мм. На перевантажувальних коліях із звуженим міжколійям граничні стовпчики встановлюються в тому місці,

де ширина міжколія досягає 3600 мм. На кривих ділянках колії ці відстані мають бути збільшені у відповідності з нормами, встановленими Інструкцією із застосування габаритів наближення споруд.

**З'єднувальні колії** між стрілкою і хрестовиною, інакше називають перевідними коліями, являють собою звичайні рейки відповідної розрахункової довжини, яка вказується на епюрі стрілочного переводу. Ці рейки укладаються на підрейкові опори і прикріплюються скріпленнями. Найкращим типом скріплення являються пружні скріплення роздільного типу. Вони забезпечують достатню міцність і одночасно необхідну пружність конструкції.

Положення перевідної кривої визначають і перевіряють по **ординатам**, тобто по відстані від робочої грані головки рейки внутрішньої нитки прямої колії до робочої грані головки рейки зовнішньої рейки перевідної кривої. Ординати визначають для точок початку перевідної кривої в корні вістряка, потім через кожні 2 м і для кінця перевідної кривої (на початку прямої вставки перед хрестовиною).

### 3.3. Підрейкова основа

**Дерев'яні бруси** повинні бути просоченими і, як правило, з укріпленими проти розтріскування їх кінців. Укріплення від розтріскування виконується обв'язуванням кінців брусів дротом, штабовою сталлю, установкою дерев'яних і металевих гвинтів, металевих болтів.

Укладання дерев'яних брусів в колію без заздалегідь просвердлених в них костильних або шурупних отворів і антисептування цих отворів забороняється.

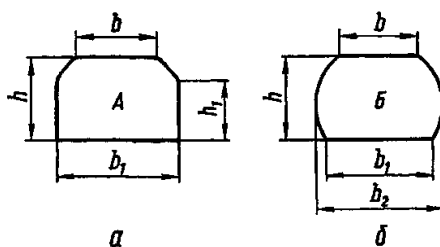


Рис. 3.14. Дерев'яні бруси: а) обрізні; б) необрізні.

Перевідні бруси поділяються на типи за формою поперечного перетину аналогічно шпалам (див. табл.3.1)

Таблиця 3.1 Поперечні розміри перевідних брусів, мм

| Вид і тип брусів | Товщин а h | Ширина зовнішньої постелі, b |            |                | Ширина внутрішньої постелі, b1 | Ширина по непропиленим бокам, b2 | Висота пропиленого боку, h1 |
|------------------|------------|------------------------------|------------|----------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|                  |            | Розширен а (у)               | Широка (ш) | Нормальн а (н) |                                |                                  |                             |
| Обрізні (А) I    | 180        | 220                          | ---        | ---            | 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                              | ---                         |

Бруси I типу укладають в головні колії; II типу — в малодіючі головні, приймально-відправні і всі інші станційні колії; типів IIIА і IIIБ — у під'їзні колії промислових підприємств.

Бруси постачають комплектами. Кількість брусів залежить від призначення колії, типу рейок, марки стрілочного переводу чи глухого перетину і приймається за затвердженими епюрами.

Дозволяється укладати в колію перевідні бруси, виготовлені із клеєної деревини. Клеєні бруси повинні відповідати вимогам Державного стандарту, мати багат шаровий прямокутний перетин з прямовисним розміщенням шарів складових елементів і довжину від 3,0 до 5,5 м із градацією через 0,25, (див. рис. 3.2)

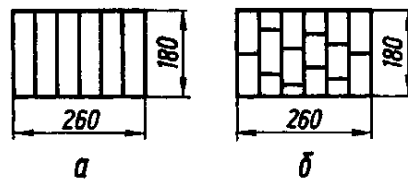


Рис. 3.15. Поперечні перерізи дерев'яних клеєних брусів:

- а — I тип для головних колій;
- б — II тип для станційних колій.

Залежно від конструкції клеєні перевідні бруси укладають в колію: I типу — для головних колій; II типу — для станційних колій. Бруси I типу по товщині складаються із одного елемента. В брусах II типу зовнішні шари мають бути склеєні не більше, ніж із трьох елементів.

Клеєні бруси так само, як і суцільні, повинні бути просочені олійними антисептиками.

Крім нових брусів, у ряді випадків дозволяється використовувати старопридатні дерев'яні бруси.

Старопридатні бруси перед укладанням в колію повинні бути відремонтовані і не мати дефектів, що забороняють їх використання.

Технічні вимоги до старопридатних брусів та порядок їх використання в колії визначаються «Інструкцією по утриманню і ремонту дерев'яних шпал і брусів».

Розкладку перевідних брусів ведуть перпендикулярно до вісі прямого напрямку стрілочного переводу до центра стрілочного переводу, а далі починають їх поступово розвертати до положення, перпендикулярного до бісектриси кута хрестовини.

Розкладку починають з розміщення брусів під усіма стилями стрілочного переводу з відстанями між осями. Для розміщення перевідного механізму укладаються два флюгарочних бруси 4,5 м з відстанню між їхніми осями 625 мм. На стрілочних переводах із гнучкими гостряками укладається і друга пара флюгарочних брусів для розміщення додаткового перевідного механізму.

При розкладці брусів під хрестовиною необхідно дотримуватись наступних умов:

у випадку хрестовин збірних і з литим сердечником передній стик приймається «у всячому положенні», хвостовий - на здвоєних брусах або на окремому брусі,

що менш бажано, при суцільнолитій, обидва стики розташовують на здвоєних чи на окремих брусах;

під хрестовиною бруси укладаються звичайно перпендикулярно бісектрисі кута хрестовини перпендикулярно осі прямої колії;

перетин сердечника шириною 20 мм, де хрестовина випробує повний тиск від колеса, повинне бути розташоване в площині, що проходить через вісь бруса;

прольоти брусів під хрестовиною повинні бути по можливості однаковими, кратними 5 чи 10 мм і по величині рівними (0,9 – 0,95).

Після розміщення стикових, флюгарочних брусів і під хрестовиною розміщують інші бруси з відстанню між їх осями  $a_6 = (0,9 - 1,0) \cdot a_{\text{пер}}$ , де  $a_{\text{пер}}$  – відстань між вісями шпал, що примикає до стрілочного перевodu колії:

$a_{\text{пер}} - 500$  мм – при епюрі 2000 шт/км;

$a_{\text{пер}} - 540$  мм – при епюрі 1840 шт/км;

$a_{\text{пер}} - 630$  мм – при епюрі 1600 шт/км;

Величину  $a_6$  бажано приймати кратної 5 мм.

У зоні від переднього стику рамних рейок до початку гостряків необхідно укладати або шпали бруси довжиною 2,75 м.

В міру збільшення відстані між крайніми рейковими нитками стрілочного перевodu укладають бруси більшої довжини від 2,75 м і до 5,5 м із кроком 0,25 м.

При переході від одного розміру до другого необхідно враховувати, що виліт бруса назовні від робочої грані рейкової нитки повинні бути не менш 615 мм. Для стрілочних переводів марок 1/6, 1/8 допускається зменшення цього вильоту до 488 мм.

Перехід від перевідних брусів до укладання шпал за хвостом хрестовини здійснюється в тому місці по довжині колії, що розгалужуються, де довжина останнього перевідного бруса буде дорівнювати чи буде трохи більше довжини двох шпал.

**Залізобетонні перевідні бруси** виготовляються згідно з ТУ-УВ.2.6-00034045-001-95 для звичайних стрілочних переводів типу Р65 марок 1/11 і 1/9. Передбачається виготовлення залізобетонних брусів для подвійних перехресних і симетричних стрілочних переводів типу Р65 марок 1/6 і 1/9.

Залізобетонні бруси для звичайних переводів типу Р65 марки 1/11 і 1/9 призначені як для правого, так і для лівого напрямку стрілочних переводів, які укладаються в головні, приймально-відправні і інші колії магістральних залізниць шириною колії 1520 мм.

Виготовлені залізобетонні бруси типу БС-48 запроектовані під розміщення металевих частин стрілочних переводів, виготовлених за проектами 1740 (Р65 1/11) і 2215 (Р65 1/9) або модернізованих аналогів цих проектів. Металеві частини цих стрілочних переводів взаємозамінювані з переводами на дерев'яних брусах з тою лише різницею, що застосовуються прикріплювачі для залізобетонних брусів, і хрестовини укладаються не на лафети, а на спеціальні підкладки.

Конструкція брусів повністю забезпечує належне розміщення металевих частин стрілочного перевodu і передбачає використання роздільного скріплення типу КБ. Конструкція прикріплення підкладок до брусів аналогічна залізобетонним шпалам, з допомогою закладних болтів і шайб.

Залізобетонні бруси (див. рис 3.16) виготовляють трапецієвидного перетину, 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.

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

Бруси не мають нахилу підрейкової площадки, за винятком брусів перевідних 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.

Перевідні бруси зі змінним нахилом укладаються в межах перевідної ланки, прилеглої до стрілочного блоку, і за захрестовинними блоками по прямій і боковій 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.

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 (полосу).

Установка перевідного механізму допускається як справа, так і зліва, для чого в брусах 1, 2, 3 з обох кінців є додаткові отвори для кріплення перевідного механізму.

Всі залізобетонні бруси повинні відповідати Технічним умовам на виготовлення в частині конструктивних розмірів, міцності, витривалості, тріщиностійкості і морозостійкості.

Кожен брус повинен мати знаки маркування, які нанесені на похилій верхній поверхні біля кінців бруса (див. рис. 3.17): на одному кінці номер бруса і марка переводу, а на іншому - товарний знак заводу-виготовлювача і рік випуску (дві останні цифри). Прийняте маркування відповідає порядковій нумерації брусів при розміщенні їх під стрілочним переводом, починаючи від стрілки по напрямку до хрестовини. Основні бруси з № 1 по № 28 виготовляються однаковими за розмірами для стрілочних переводів Р65 1/9 і Р65 1/11, оскільки вони повністю уніфіковані і взаємозамінювані. Маркування цих брусів позначається одним порядковим номером бруса без нанесення марки переводу, наприклад: 1, 2, 3,... тощо.

Основні бруси з № 29 до № 75 для переводу марки 1/9 маркуються дробом: в чисельнику - порядковий номер бруса, в знаменнику — марка переводу, наприклад: 29/9; 30/9; 31/9;... тощо.

Основні бруси з № 29 по № 81 для переводу марки 1/11 маркуються аналогічно дробом лише з іншим знаменником, наприклад: 29/611; 30/611; 31/611...тощо.

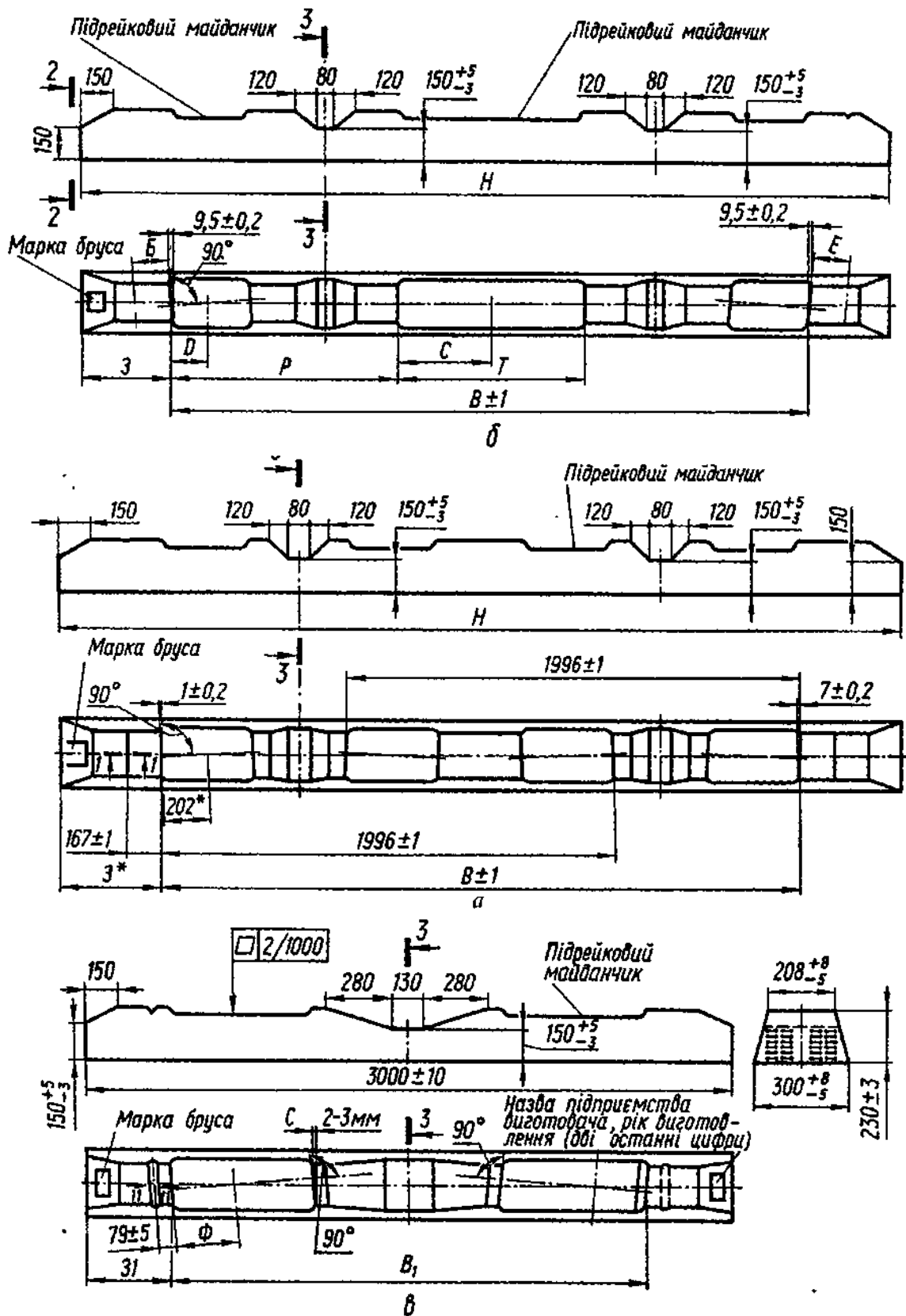


Рис. 3.16. Попередньо напружені залізобетонні бруси для стрілочних переводів марок 1/11 і 1/9 типу Р65: а) в зоні стрілки; б) в зоні хрестовини; в) в зоні з'єднувальних колій

**Примітка:** Розміри *B, B1 Д, З, З1, З\**, *С, Н, Р, Т* приймаються з проектної документації на залізобетонні бруси для відповідних марок стрілочних переводів в залежності від номера бруса.

Один брус, що укладається на початку стрілочного переводу (після перевідної ділянки) перед основними, маркується цифрою 0.

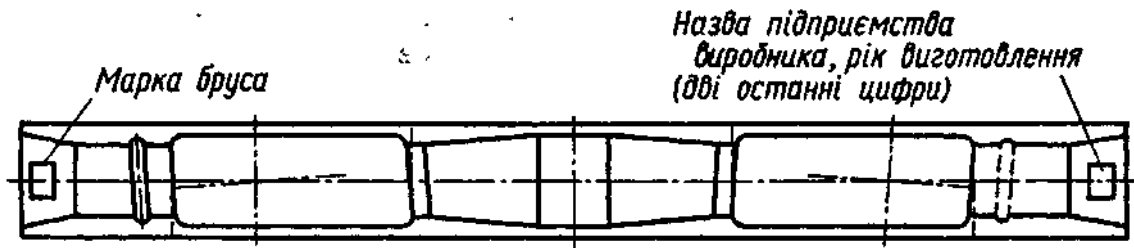


Рис. 3.17. Маркування брусів.

Стрілочні переводы типу Р65 марок 1/11 пр. Дн200, Дн440 на залізобетонних брусах повинні збиратися на базі колійної машинної станції (КМС) або дистанції колії і доставлятися до місця укладання окремими блоками.

Складання стрілочних переводів необхідно виконувати на спеціальних стендах баз КМС або дистанції колії, де є відповідне кранове обладнання для розкладання брусів, металевих частин і навантаження зібраних блоків на рухомий склад. Для складання можуть бути використані стенди, на яких складаються стрілочні переводы з дерев'яними брусами.

Обов'язковим елементом у конструкції таких стендів повинна бути наявність третьої рейкової нитки, яка виключала б можливість зламу довгих брусів від власної ваги або від ваги металевих частин, що укладаються на них. В ряді випадків, складання може бути виконане біля місця укладання переводу за наявності відповідної площадки і можливостей механізації складальних робіт, після чого виконується поблочне укладання за допомогою кранів.

Розкладання перевідних залізобетонних брусів здійснюється відповідно до ешпори точно за порядком номерів, причому номери на кінцях брусів повинні бути всі з одного боку: якщо перевід правий, то з боку прямої рейкової нитки, якщо лівий - з боку рейкової нитки бокового напрямку.

По узгодженню з Головним управлінням колійного господарства, постачання залізобетонних брусів довжиною більше 5 м не буде проводитися заводами виробниками залізобетонних шпал. Замість брусів довжиною 5,25 і 5,5 м будуть постачатись бруси довжиною 5 м згідно кількості по ешпорі.

Бруси з маркуванням «П» довжиною 2,55 м мають асиметричний вид (відстані від вісі колії до кінців брусів складають 1350 мм і 1200 мм), тому при збиранні вони повинні укладатися коротким плечем в середину стрілочного переводу. За рахунок цього вилучені з ешпори укладання бруси довжиною 5,25 і 5,5 м

Вирівнювання кінців брусів виконується по спеціальних рисках (канавки в бетоні брусів глибиною 5 мм і шириною 10 мм).

Один і той же комплект брусів використовується як для ліво-, так і для правостороннього стрілочного переводу.

Бруси мають порядкову нумерацію від 01 до 81 при марці 1/11 і від 01 до 75 при марці 1/9. Безпосередньо перед вістряками і останнім захрестовинним брусом укладаються плоскі шпали з маркуванням «П» (з нульовим підхилом). Крім залізобетонних брусів, для переходу до підхилу 1/20 перед стрілкою і за хрестовиною по прямому і боковому напрямках укладаються плоскі і перехідні шпали. Маркування на перехідних шпалах «02», «04» і «06» відповідає підхилу 1/80, 1/40 і 1/27.

### 3.4. Норми і допуски утримання стрілочних переводів

Норми утримання стрілочних переводів типу Р65, Р50 марки 1/6, 1/9, 1/11, 1/18 колії 1520 мм по ширині колії надані в табл.3.1, а допустимі відхилення — в табл.3.2, 3.3. Місця контрольних вимірів шаблоном показані на схемі (рис.3.11). При боковому зносі рейок допускається утримувати ширину колії від переднього стика рамних рейок і до кінця перевідної кривої стрілочних переводів більшою на допустиму величину бокового зносу. Проте в усіх перерізах з урахуванням можливого бокового зносу ширина колії не може бути більше 1548 мм.

Допуски у ширині колії на хрестовині подані за умови, що будуть витримані відстані між робочими гранями контррейки і сердечника на головних та приймально-відправних коліях не менше 1472 мм (розмір Е) і між робочими гранями контррейки і вусовика не більше 1435 мм (розмір Р). Вказані відстані Е і Р безпосередньо контролюються шаблоном або обчислюються по ширині колії і величині жолобів, виміряних у хрестовині та контррейці проти перерізу сердечника шириною 40 мм.

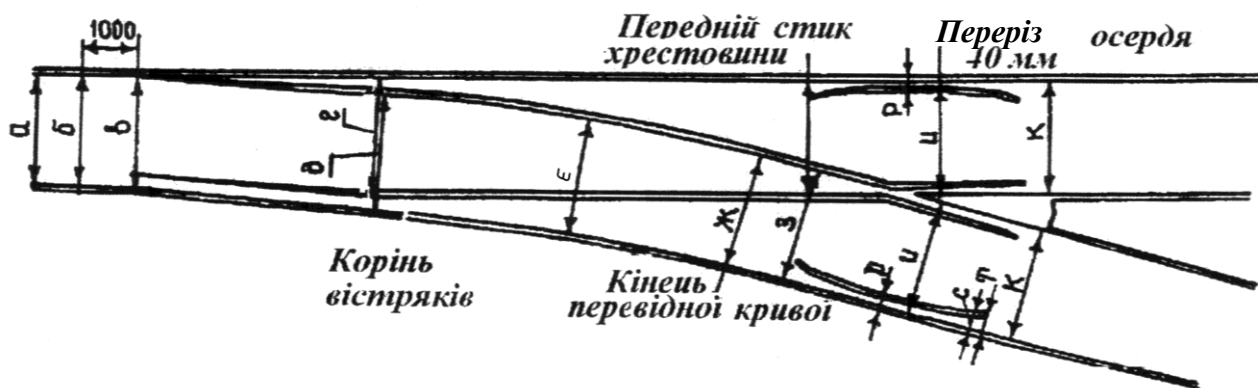


Рис. 3.18. Місця контрольних вимірів ширини колії на звичайних стрілочних переводах.

#### Місця контрольних вимірів стрілочних переводів по ширині колії та рівню:

- а) стик рамної рейки;
- б, в) біля вістря вістряків (1000 мм від вістря);
- г, д) корінь вістряків (по прямому, по боковому);
- е) середина перевідної кривої;
- з) передній стик хрестовини;
- и) хрестовина (гарантійні відстані);
- к) задній стик хрестовини.

**Гарантійні відстані.** Відстань між робочою гранню осердя хрестовини та робочою гранню головки контррейки не менше 1472 мм, відстань між робочими гранями головки контррейки та вусовика не більше 1435 мм.

Дозволені збільшені допуски по ширині колії в зоні стрілки можуть бути реалізовані при умові забезпечення вільного проходу гребеня колеса без натискування неробочою частиною гребеня на неробочу грань відведеного гостряка у зоні мінімального жолоба між гостряком і рамною рейкою, а також в корені гостряка. Для виключення натискування коліс розмір мінімального жолоба між відведеним гостряком і рамною рейкою не повинен бути менше 62 мм. При цьому відстань від неробочої грані відведеного гостряка до робочої грані притисненого гостряка в місці найменшого жолоба і в корені гостряка не повинна бути більше 1458 мм.

Зазори в стиках рамних рейок і хрестовин можуть бути не більше 10 мм. Зазори в стиках кореня гостряків та хрестовин з поворотним сердечником при кореневому кріпленні вкладишево-накладкового типу повинні бути 5 мм з допусками  $\pm 2$  мм. У передньому та задньому стиках хрестовини і в корені гнучких гостряків зазорів не повинно бути.

Відхилення рейкових ниток за рівнем (без перекосів) допускається не більше 6 мм на головних коліях, а на приймально-відправних і інших коліях - не більше 10 мм.

При перевищенні встановлених допусків за рівнем порядок експлуатації стрілочних переводів і швидкість руху на них встановлюється окремими вказівками ЦП Укрзалізниці. Крутість відводів за рівнем на стрілочних переводах на головних коліях повинна бути не більш 0,001, а при швидкості менше 50 км/год, а також на приймально-відправних та інших коліях - не більше 0,003.

При перевищенні встановлених допусків за рівнем порядок експлуатації стрілочних переводів і швидкість руху на них встановлюється окремими вказівками ЦП Укрзалізниці. Крутість відводів за рівнем на стрілочних переводах на головних коліях повинна бути не більш 0,001, а при швидкості менше 50 км/год, а також на приймально-відправних та інших коліях - не більше 0,003.

Таблиця 3.2. Норми ширини колії в стрілочних переводах, мм.

| Тип стрілочного переводу                             | Марка хрестовини | В стиках рамних рейок | Біля вістря гостряка | В корені гостряків |                          | В середині перевідної кривої | В хрестовині, в кінці перевідної кривої |
|--|------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|---|
|  |                  |                       |                      | на бокову колію    | на пряму (основну) колію |                              |   |
| 1  | 2                | 3                     | 4                    | 5                  | 6                        | 7                            | 8                                       |
| Звичайні стрілочні переводи                          |                  |                       |                      |                    |                          |                              |   |
| Р65 (пр Дн 060)                                      | 1/18             | 1520                  | 1524                 | 1520               | 1520                     | 1520                         | 1520                                    |
| Р65 (пр Дн 300, Дн 400, 65111Ж – 01, Дн 200, Дн 040) | 1/11             | 1520                  | 1524                 | 1530               | 1520                     | 1530                         | 1520                                    |
| Р65 (65111Ж – 01)                                    | 1/9              | 1520                  | 1524                 | 1530               | 1520                     | 1530                         | 1520                                    |
| Р65 (пр 1127)  | 1/9              | 1520                  | 1524                 | 1530               | 1520                     | 1535                         | 1520 пр 1524 бок                        |

|  |                |      |                |      |      |      |                     |
|--|----------------|------|----------------|------|------|------|---------------------|
| Р50 (пр 1128)  | 1/9            | 1520 | 1528           | 1530 | 1520 | 1535 | 1520 пр<br>1524 бок |
| Р65 (пр<br>1740,2433,2193,<br>Дн 290, Дн 330,<br>Дн 345, Дн 355) | 1/11           | 1520 | 1524           | 1520 | 1521 | 1520 | 1520                |
| Р50 (пр 2497)  | 1/11           | 1520 | 1528           | 1520 | 1521 | 1520 | 1520                |
| Р65 (пр 2215,<br>2434, 1160)                                     | 1/9            | 1520 | 1524           | 1520 | 1521 | 1524 | 1520                |
| Р50 (пр 2498)  | 1/9            | 1520 | 1528           | 1520 | 1521 | 1524 | 1520                |
| Р65 (пр 2889,<br>криволінійний<br>радіуса 600 м)                 | 1/11           | 1523 | 1527           | 1535 | 1520 | 1535 | 1520                |
| Перехресні стрілочні переводи                                    |                |      |                |      |      |      |                     |
| Р65 Р50 (пр<br>65111Ж – 01,<br>1580, 1669,<br>1623)              | 1/9            | 1520 | 1535           | 1535 | 1520 | 1535 | 1520                |
| Симетричні стрілочні переводи                                    |                |      |                |      |      |      |                     |
| Р65, Р50 для<br>гірочних<br>колій (пр<br>1581, 2628,<br>2307)    | 1/6            | 1522 | 1532           | 1524 | --   | 1524 | 1520                |
| Р65 (пр 2307<br>– для<br>приймально<br>відправних<br>колій)      | 1/6            | 1522 | 1532           | 1524 | --   | 1524 | 1520                |
| Р50 (пр 2063,<br>2064)   | 1//11 і<br>1/9 | 1520 | 1528           | 1520 | --   | 1520 | 1520                |
| Р65 для<br>гірочних<br>колій (пр<br>У1123)                       | 1/6            | 1528 | 1536           | 1536 | --   | 1536 | 1524                |
| Р65 для п. в.<br>колій (пр<br>У1123)                             | 1/6            | 1520 | 1536           | 1536 | ---  | 1536 | 1524                |
| Несиметричні переводи односторонньої кривизни                    |                |      |                |      |      |      |                     |
| Р65<br>(R <sub>бок</sub> =180м)<br>(Р50)                         | 1/11           | 1520 | 1524<br>(1528) | 1520 | 1521 | 1532 | 1520                |
| Р65<br>(R <sub>бок</sub> =200м)<br>(Р50)                         | 1/11           | 1520 | 1524<br>(1528) | 1520 | 1521 | 1530 | 1520                |
| Р65<br>(R <sub>бок</sub> =225м)<br>(Р50)                         | 1/11           | 1520 | 1524<br>(1528) | 1520 | 1521 | 1526 | 1520                |
| Р65<br>(R <sub>бок</sub> =250м)<br>(Р50)                         | 1/11           | 1520 | 1524<br>(1528) | 1520 | 1521 | 1524 | 1520                |

**Примітки:**

1. *Норми ширини колії подані для типових конструкцій переводів, що випускаються.*
2. *При впровадженні нових конструкцій переводів норми ширини колії встановлюються за затвердженими проектами.*

*Таблиця 3.3. Допуски утримання по ширині колії звичайних стрілочних переводів колії*

| Місце виміру   | Категорія колії | Допустимі відхилення від нормативної ширини колії, мм |                 |
|--|-----------------|---|-----------------|
|  |                 | в бік збільшення                                      | в бік зменшення |
| 1  | 2               | 3   | 4               |
| Передній стик рамної рейки, вістря гостряка, корінь прямого гостряка | головні         | +6  | -3              |
|  | пр. - відправні | +6  | -4              |
|  | інші            | +10   | -4              |
| Корінь гостряка бічної колії   | головні         | +6  | -3              |
|  | пр. - відправні | +6  | -3              |
|  | інші            | +10   | -3              |
| Середина перевідної кривої   | головні         | +10   | -3              |
|  | пр. - відправні | +10   | -3              |
|  | інші            | +12   | -3              |
| З'єднувальні колії прямого напрямку                                  | головні         | +6  | -3              |
|  | пр. - відправні | +6  | -4              |
|  | інші            | +10   | -4              |
| Хрестовина   | головні         | +4  | -4              |
|  | пр. - відправні | +4  | -4              |
|  | інші            | +6  | -4              |

*Таблиця 3.4. Допуски утримання ширини колії симетричних і перехресних стрілочних переводів колії 1520 мм*

| Категорія колії            | Місце вимірів         |                      |                          |                 |                              |            |       |
|----------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|------------|-------|
|                            | в стиках рамних рейок | біля вістря гостряка | в корені гостряків       |                 | в середині перевідної кривої | Хрестовини |       |
|                            |                       |                      | на пряму (основну) колію | на бокову колію |                              | гостра     | Тупа  |
| 1                          | 2                     | 3                    | 4                        | 5               | 6                            | 7          | 8     |
| <b>Симетричні переводи</b> |                       |                      |                          |                 |                              |            |       |
| головні                    | +6 -3                 | +6 -3                | ---                      | +6 -3           | +10 -3                       | +4 -3      | ---   |
| пр. - відправні            | +6 -3                 | +6 -3                | ---                      | +8 -3           | +10 -3                       | +4 -3      | ---   |
| Інші                       | +10 -3                | +10 -3               | ---                      | +10 -3          | +10 -3                       | +4 -3      | ---   |
| <b>Перехресні переводи</b> |                       |                      |                          |                 |                              |            |       |
| головні                    | +6 -3                 | +6 -3                | +4 -3                    | +4 -3           | +4 -3                        | +4 -4      | +4 -4 |
| пр. - відправні            | +6 -4                 | +6 -3                | +6 -4                    | +5 -3           | +5 -3                        | +4 -4      | +4 -4 |
| Інші                       | +10 -4                | +10 -3               | +10 -4                   | +8 -3           | +8 -3                        | +6 -4      | +6 -4 |

### Примітки:

1. Крутизна відводу розширення колії повинна складати для головних і приймально-відправних колій не більше 0,001, для інших колій - не більше 0,003.
2. При перевищенні встановлених допусків щодо ширини колії порядок експлуатації стрілочних переводів і швидкості руху по них встановлюються за окремими вказівками ЦП Укрзалізниці.
3. При утриманні ширини колії на стрілочних переводах в межах встановлених допусків допустима швидкість руху встановлюється згідно з ПТЕ і чинними нормами без додаткових обмежень.

Таблиця 3.5. Норми ширини жолобів і допуски їх утримання

| Місце вимірювання ширини жолобів   | Норма ширини жолоба, мм | Допустимі відхилення від нормативної ширини жолобів, мм |                 |
|--|-------------------------|---|-----------------|
|  |                         | в бік збільшення  | в бік зменшення |
| 1  | 2                       | 3   | 4               |
| Горло гострої хрестовини:<br>жорсткої (с)  | 64                      | +6  | -2              |
| зрухомим осердям (с)<br>Дн 060   | 139                     | +6  | -2              |
| Дн 300, Дн 400   | 137                     | +6  | -2              |
| В прямій частині контррейки гострої хрестовини (р)   | 44                      | +3  | -2              |
| В прямій частині вусовика від перерізу сердечника 20 мм до перерізу 50 мм гострої хрестовини (р) | 46                      | +3  | -2              |
| теж саме тупої хрестовини (р)  | 45                      | +3  | -2              |
| На вході у відведену частину контррейки і вусовика гострої і тупої хрестовин (с)                 | 64                      | +5  | -2              |
| На вході в розтруб контррейки і вусовика гострої і тупої хрестовин (т) і те ж саме вусовика      | 86                      | +6  | -2              |

Розміри жолобів у корені гостряків не контролюються (забезпечуються контролем ординат і колії).

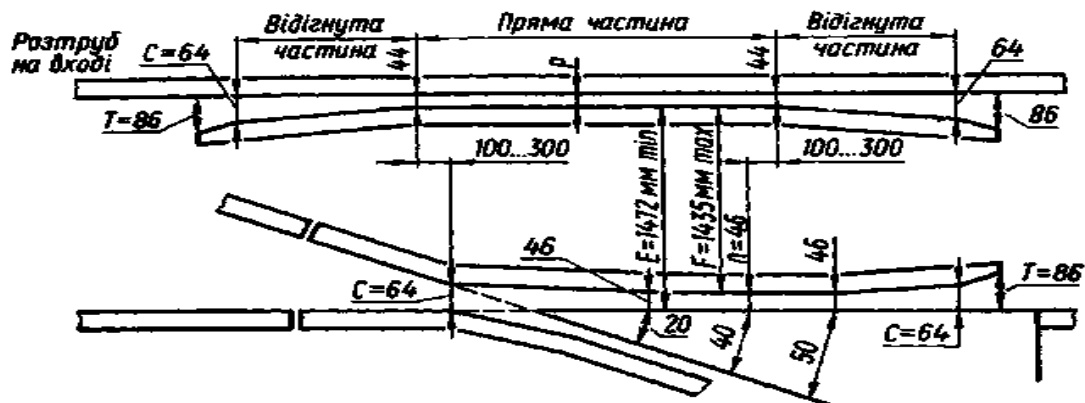


Рис. 3.19. Місця контрольних вимірів ширини жолобів на гострій хрестовині і біля контррейки та контрольних відстаней між робочими гранями контррейки і вусовика  $P$  та контррейки і сердечника  $E$ .

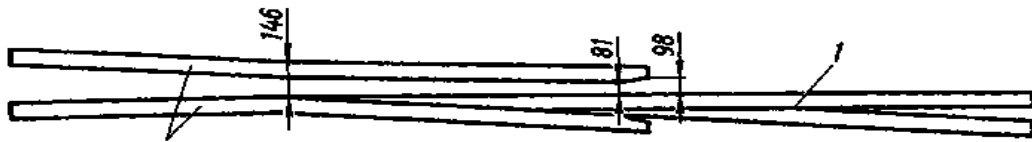


Рис. 3.20. Місця контрольних вимірів ширини жолобів на хрестовині з рухомих сердечником: 1 — рухомий сердечник; 2 — усовики.

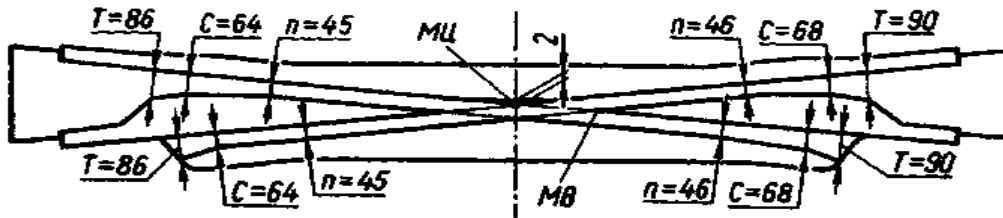


Рис. 3.21. Місця контрольних вимірів ширини жолобів на тупій хрестовині: МЦ і МВ — математичний центр і вістря; зліва — колія 1520 мм, справа — колія 1524 мм (вимірювання провадяться у місцях видимих переломів робочої грані).

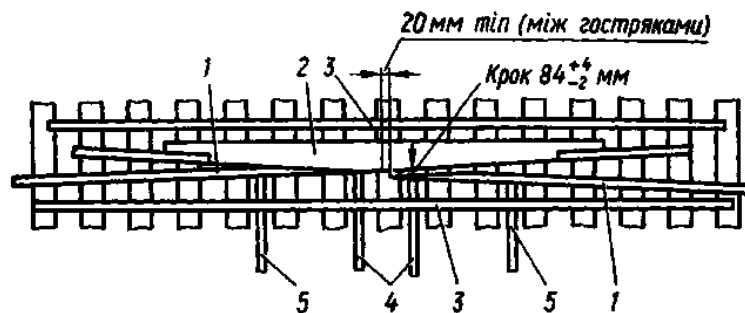


Рис. 3.22. Схема тупої хрестовини з рухомих сердечником:  
1 — рухомий сердечник; 2 — нерухомий литий сердечник; 3 — рейки перевідних кривих;  
4 — апаратні тяги від приводів; 5 — з'єднувальні тяги.

У таблиці 3.6. наведені величини кроку вістряка на стрілках, а також кроку рухомих осердь хрестовин, і допустимі відхилення від них для типових конструкцій переводів, що випускаються. Крок вістряків і рухомих осердь вимірюється проти першої тяги між боковою робочою гранню головки рамної рейки або вусовика і неробочою гранню вістряка чи рухомого осердя.

Таблиця 3.6. Норми та допуски кроку вістряків і рухомих осердь хрестовин

| Конструкція  | Норми кроку, мм | Допустимі відхилення, мм |
|--|-----------------|--------------------------|
| Вістряки звичайних, симетричних і перехресних стрілочних переводів | 152             | +8<br>-2                 |
| Рухомі осердя гострих хрестовин                                    | 140             | +4<br>-2                 |
| Рухомі осердя тупих хрестовин перехресного переводу                | 84              | +4<br>-2                 |

З урахуванням того, що в експлуатації є електроприводи з мінімальним кроком 150 мм, а також наявність допустимих люфтів у місцях сполучення робочих тяг із шибером, дозволяється мати мінімальний крок вістряка на таких стрілках 147 мм.

Для регулювання зазору між вістряком і рамною рейкою під сережкою робочої тяги, а також між рухомим осердям і вусовиком хрестовини з безперервною поверхнею кочення між упорними накладками та стояками подушки допускається встановлювати металеві прокладки (рис.3.24) товщиною 1 або 2, або 3 мм, при цьому сумарна товщина ізолюючої та металевих регулюючих прокладок повинна бути не більше 7 мм.

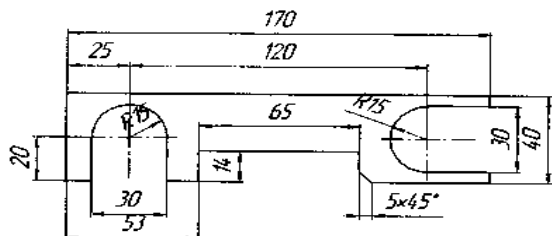


Рис. 3.23. Регулююча металева прокладка

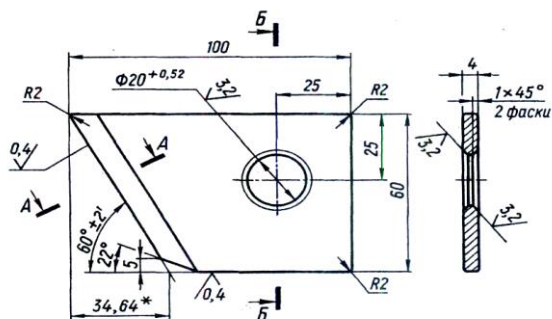


Рис. 3.24. Спеціальний шаблон для контролю відносного положення гострияка і рамної рейки.

Прилягання вістряка до рамної рейки та рухомого осердя до вусовиків повинне бути щільним. Можливий просвіт між цими елементами, вимірний проти першої перевідної тяги вістряка або рухомого осердя тупої хрестовини і проти вістря рухомого осердя гострої хрестовини, повинен бути менше 4 мм. Перевіряють прилягання вістряка або осердя шаблоном зазорником товщиною 4 мм. При вставленому шаблоні 4 мм не допускається контроль замикання вістряка або осердя хрестовини електроприводом.

У випадку, коли виявлено неукриття вістряка під рамну рейку, слід припиняти рух поїздів у протишерстному напрямку, а укриття вістряка під рамну рейку контролювати візуально. У випадку, коли на початку робочої грані вістряка є видимий слід від гребеня колеса, то існує небезпека вкочування гребеня колеса між вістряком і рамною рейкою. У цьому випадку слід встановити причину появи таких слідів і при неможливості їх негайного усунення стрілочний перевід необхідно закривати для руху у протишерстному напрямку.

Контроль за взаємним положенням вістряка та рамної рейки здійснюється спеціальним шаблоном (рис.3.24), як показано на рис 3.25.

Виміри проводяться в двох контрольних точках: біля вістря вістряка для всіх типів і марок та на відстані 350 мм від нього для стрілок марки 1/18; 200 мм - для звичайних і симетричних переводів марок 1/11 і 1/9; 120 мм - для симетричних переводів марки 1/6 і перехресних переводів марки 1/9.

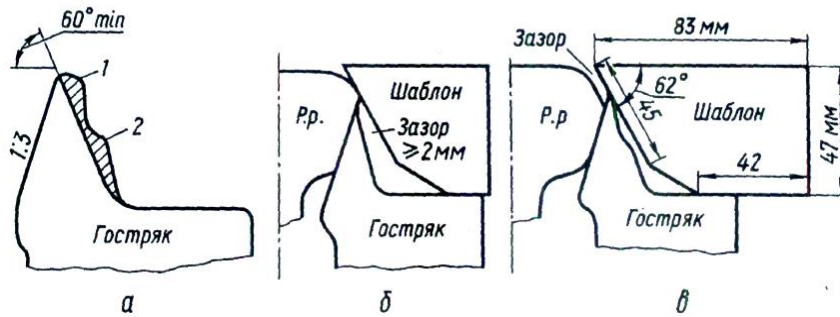


Рис. 3.25. Схеми шліфовки головки гостряка від вістря до перерізу 5 мм і перевірка правильності прилягання гостряка: 1 — викришування головки; 2 — виступ на боковій поверхні; б — допустиме прилягання; в — є небезпека набігання гребеня на вістряк.

### 3.5. Несправності стрілочних переводів при яких забороняється їх експлуатація

Забороняється експлуатувати стрілочні переводи та глухі пересічення, в яких допущена хоч одна з таких несправностей:

#### 1. Роз'єднання стрілочних вістряків і рухомих осердь хрестовин із тягами (рис.3.26).

Результатом роз'єднання вістряків може бути положення, коли обидва вістряки будуть або притиснуті до рамних рейок, або будуть відведені (не повністю переведені). У першому випадку колеса рухомого складу будуть розпирати і розкантовувати рейкові нитки, в другому здійсниться їх провалювання в середину колії. І перший і другий випадки призводять до зламу переводу з важкими наслідками для рухомого складу, тобто це пряма загроза безпеці руху поїздів.

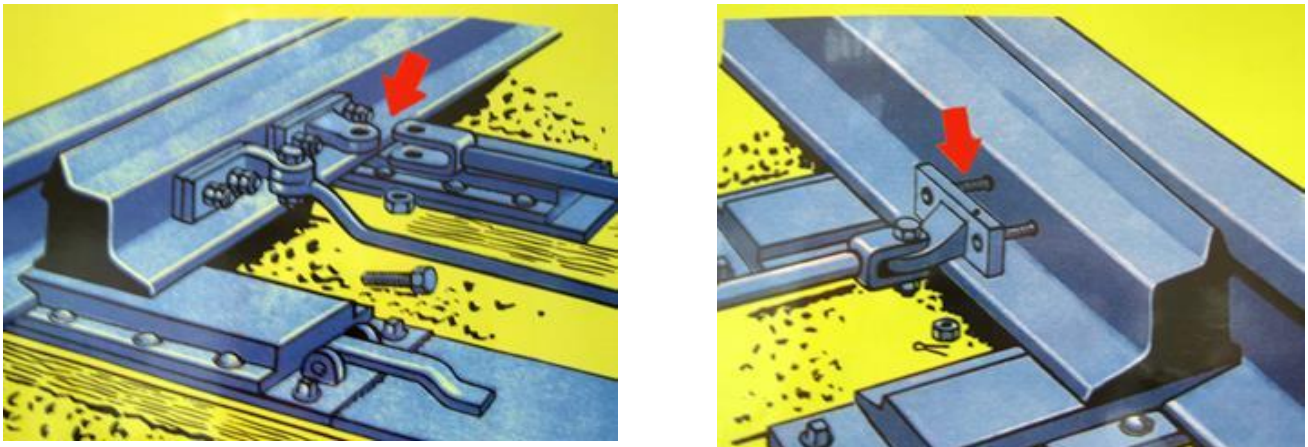


Рис. 3.26. Роз'єднання стрілочних вістряків.

Несправність виявляється візуально або вистукуванням контрольним молоточком кріплення першої міжвістрякової з'єднувальної тяги з сергами вістряків, а також серг із вістряками. При цьому звертається увага на наявність закруток у з'єднаннях болтів, на те, чи не ослабленні болти кріплення серг до вістряків, чи немає слідів катання гребеня на сергах.

**2. Відставання вістряка від рамної рейки, рухомого осердя хрестовини від вусовика на 4 мм й більше, виміряне проти першої тяги вістряка та рухомого осердя тупої хрестовини або біля рухомого осердя гострої хрестовини – на відстані 150 мм від початку осердя (при замкненому положенні стрілки або хрестовини з рухомим осердям).**

Ця несправність може бути при неправильному регулюванні довжини перевідних, стрілочних і контрольних тяг; внаслідок угону вістряків і рамних рейок; розширення напливу металу на головках рамних рейок; наявності довгих упорних болтів або снігу чи сторонніх предметів між вістряком і рамною рейкою; при неправильному встановленні кріплень у з'єднаннях стрілочних серг із тягами, або серг із вістряками, чи тяг між собою; від збільшення ширини колії біля вістряків понад норми; ослаблення болтів кріплення гарнітури та електроприводу; ослаблення клемних болтів; завищення проти норм люфту осей робочої та з'єднувальних тяг і шарнірних зєднань; від нерівномірного прилягання вістряка до рамної рейки.

При протишерстному русі таке неприлягання може визвати удар колеса вістря вістряка або рухомого осердя, що в свою чергу, приведе до сходу рухомого складу з рейок або зламу вістряка. Особливо небезпечним у цьому випадку є рух коліс із «підрізаним» гребенем, коли внутрішня його грань практично майже вертикальна. Такі колеса можуть врізати вістряк, що не прилягає до рамної рейки. Крім цього порушується проектне укриття заструженої частини вістряка при наїзді коліс на його задню частину, що негайно створює загрозу ударів гребенів наступних по ходу коліс у вістря вістряка.

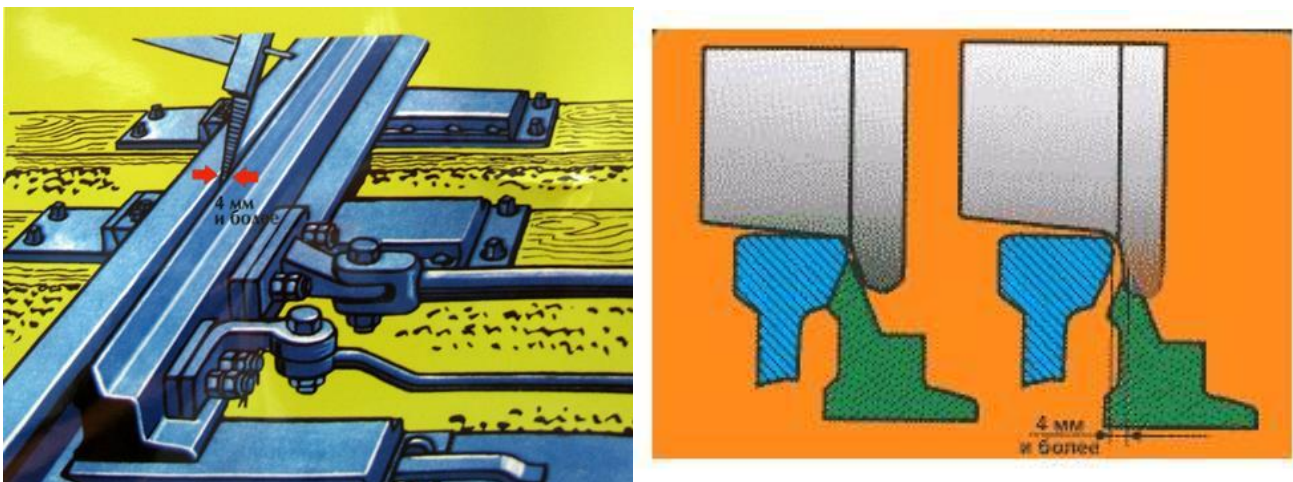


Рис. 3.27. Відставання вістряка від рамної рейки

- 3. Вищерблення вістряка або рухомого осердя,** при якому створюється небезпечне набігання гребеня, і в усіх випадках вищерблення:
- на головних коліях – довжиною 200 мм і більше при глибині 5 мм і більше;
  - на приймально-відправних коліях – довжиною 300 мм і більше при глибині 8 мм і більше;
  - на інших станційних коліях – довжиною 400 мм і більше при глибині 10 мм і більше;

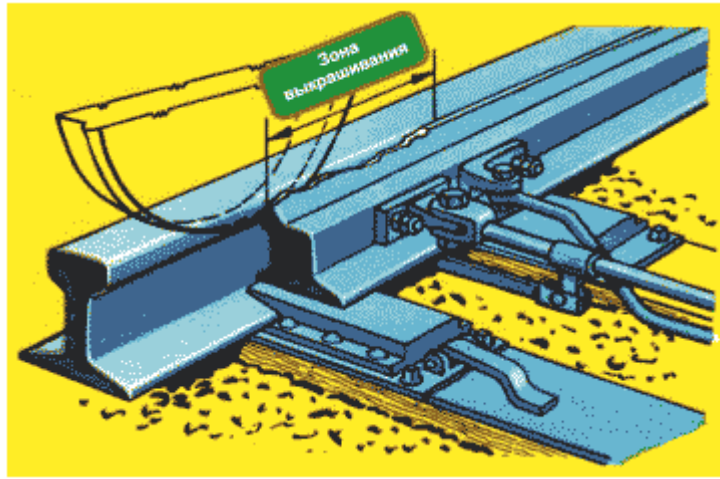


Рис. 3.28. Вищерблення вістряка

**4. Пониження вістряка проти рамної рейки та рухомого осердя проти вузовика на 2 мм і більше, виміряне у перерізі, де ширина головки вістряка або рухомого осердя зверху 50 мм і більше.**

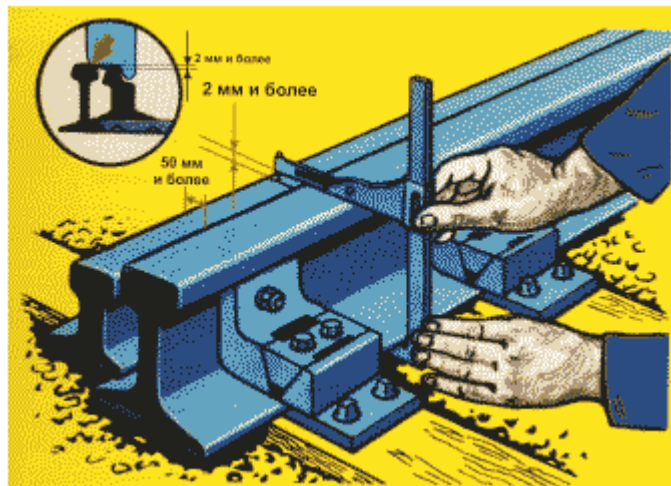


Рис. 3.29. Пониження вістряка проти рамної рейки

Таке пониження при пошерстному русі коліс рухомого складу із значним прокатом бандажа створює загрозу того, що колесо, яке йде вістряком, не зможе піднятися на рамну рейку, а відвжме її і при подальшому русі зійде з рейок. небезпека розпору збільшується при зносі рамної рейки із зменшенням бокової викружки головки при незнятому накаті, який надає боковій поверхні головки вид вертикальної грані. Зона можливого розпору рамної рейки при пониженні положення поверхні кочення вістряка розміщується на ділянці між прерізами, де відстань між робочими гранями вістряка та рамної рейки складає  $140 - 25 = 115$  мм і перерізом, де ширина головки вістряка складає 50 мм. (140 мм – ширина локомотивного бандажа, 25 мм – мінімальна товщина гребеня).

**5. Відстань між робочою гранню осердя хрестовини та робочою гранню головки контррейки менше 1472 мм, відстань між робочими гранями головки контррейки й вусовика більше 1435 мм.**

Відстань  $E$  відповідно до вимог ПТЕ повинна бути не менше 1472 мм для того, щоб виключити можливі удари гребенів коліс у вістря осердя при мінімальному зміщенні колісної пари в сторону осердя, коли протилежне колесо притиснуто зворотною стороною до контррейки.

Відстань  $F$  повинна бути не більше 1435 мм для того, щоб виключити заклинювання колісних пар між контррейкою та вусовиком. Мінімальна величина насадки колісної пари  $T_{\min}=1437$  мм. Можлива пружна зміна насадки вагонних коліс за рахунок вигину осі навантаженої колісної пари складає  $\Delta=3$  мм. Тоді, щоб не виникало заклинювання колісних пар повинно бути:

$$F=T_{\min}-\Delta+\mu=1437-3+1=1435 \text{ мм,}$$

де  $\mu=1$  мм – збільшення розміру  $T$  для вагонних коліс в розрахунковій площині вимірювання жолобів (враховується з однієї сторони, тобто зі сторони вусовика).

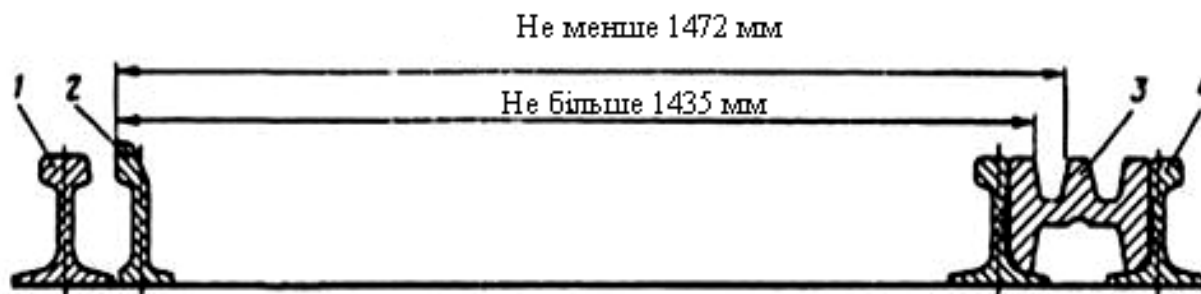


Рис. 3.30. Контрольні розміри у хрестовинному вузлі:  
1 – рейка; 2 – контррейка; 3 – осердя хрестовини; 4 - вусовик

**6. Розрив контррейкового болта в одnobолтовому або двох у двоболтовому вкладиші.**

Особлива увага до контррейкових болтів пов'язана з тим, що контррейка направляє рух коліс по шкідливому простору хрестовини. Контррейковий вузол – один із найбільш напружених вузлів у складі стрілочного перевалу. Його деталі працюють в умовах великих ударно-динамічних навантажень і високого рівня вібрації. При розриві одного болта, ослабленні іншого, навантаження буде перерозподілятися на сусідні. Це може викликати вихід із ладу й інших болтів або віджим контррейки на величину, що забезпечує набігання колеса на осердя.

Із правильним положенням контррейки пов'язане і дотримання в хрестовині розмірів не менше 1472 мм і не більше 1435 мм.

Розрив болтів і їх розгвинчення із подальшим зміщенням контррейки автоматично зменшує розмір 1472 мм, внаслідок чого виникає небезпека удару у вістря осердя, а також можливе вповзання колеса на осердя або попадання в жолоб іншого напрямлення. Порушення розміру 1435 мм призводить до перевантаження контррейки, розриву болтів або до розпресування колісної пари, що, в свою чергу, призводить до важких наслідків.

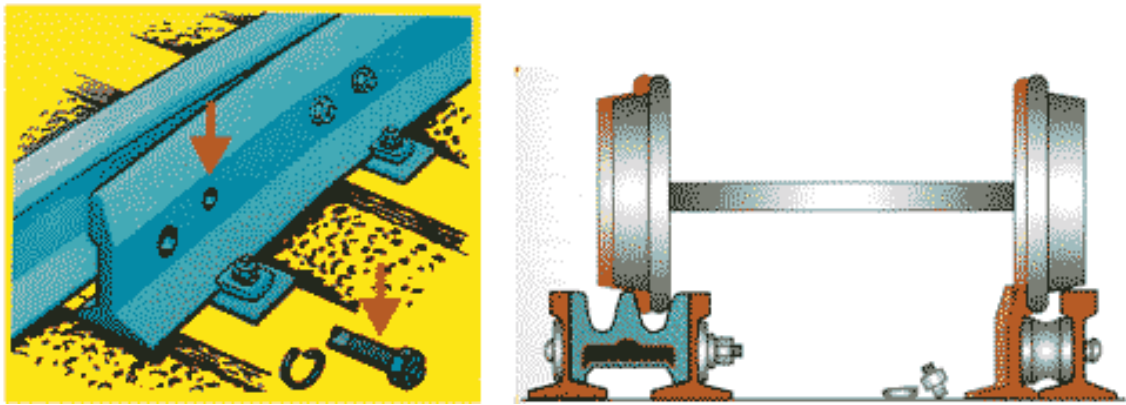


Рис. 3.31. Розрив контррейкового болта

**7. Злам вістряка або рамної рейки.**

**8. Злам хрестовини (осердя, вусовика або контррейки);**

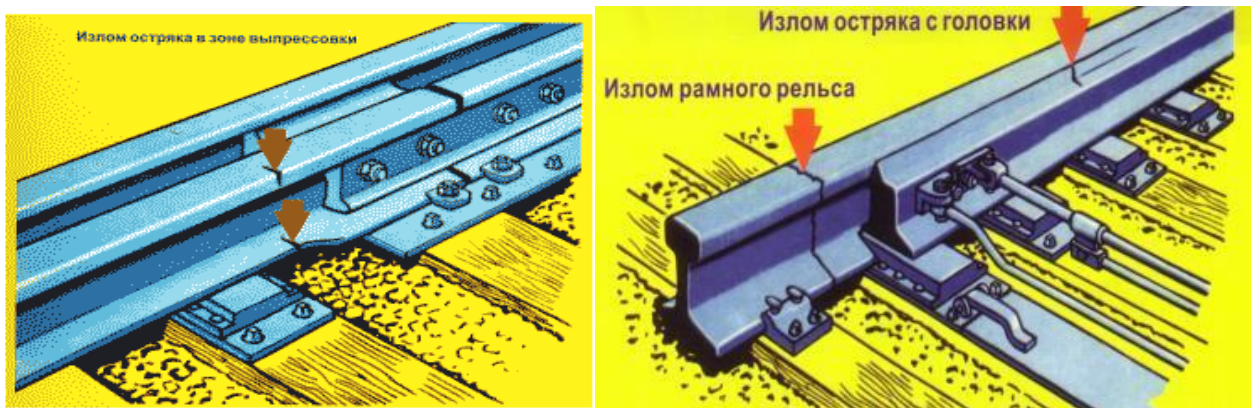


Рис. 3.32. Злам вістряка або рамної рейки

**9. При конструкції контррейки з незалежним від рейки кріпленням контррейкового кутника до упорки, відрив або злам стійки упорки або упорних підкосів, злам контррейкової підкладки, відрив або відсутність двох і більше болтів кріплення контррейки;**

**10. Відсутність закладки на нецентралізованих стрілками або незабезпечення закладкою щільного прилягання вістряка до рамної рейки проти першої тяги так, що відстань між вістряком і рамною рейкою становить 4 мм і більше.**

При виявленні під час комісійних оглядів несправностей колій, їх усунення проводиться у строки, що встановлені «Практичними рекомендаціями з проведення комісійних оглядів колій, стрілочних переводів, пристроїв СЦБ і зв'язку, контактної мережі на станціях залізниць України».

Основні геометричні розміри поодинокого звичайного стрілочного переводу показані на рис.3.33.

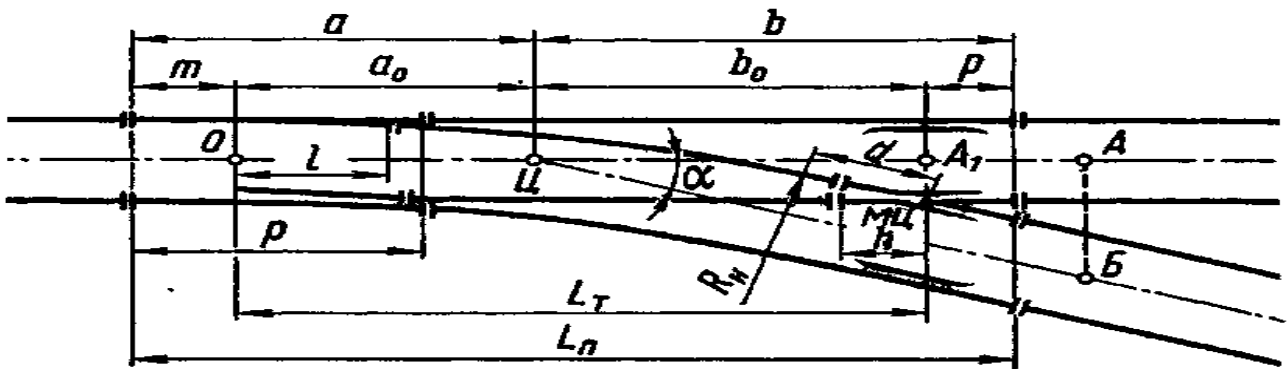


Рисунок 3.33. Геометричні розміри поодинокого звичайного стрілочного переводу

До основних геометричних розмірів поодинокого звичайного стрілочного переводу відносяться:

$L_n$  – повна або практична довжина переводу – відстань від передніх стиків рамних рейок до задніх стиків хрестовини, виміряне по прямому напрямленню;

$L_T$  – теоретична довжина переводу – відстань від початку гостряків до математичного центру хрестовини;

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

$b$  – осьовий розмір – від центра переводу до задніх стиків хрестовини;

$a_0$  – осьовий розмір – відстань від вістря гостряків до центра переводу

$b_0$  – осьовий розмір – відстань від центра переводу до математичного центру хрестовини;

$m$  – передній виліт рамної рейки – відстань від передніх стиків рамних рейок до вістря гостряків;

$p$  – хвостова частина хрестовини – відстань від математичного центру хрестовини до стиків у хвості хрестовини;

$h$  – передня частина хрестовини – відстань від математичного центру хрестовини до передніх стиків хрестовини;

$d$  – пряма вставка – відстань від математичного центру хрестовини до кінця перевідної кривої;

$l$  – довжина гостряка;

$PP$  – довжина рамної рейки;

$R_n$  – радіус перевідної кривої – починається від кореня гостряків і закінчується початком прямої вставки;

$\text{Ц}$  – центр стрілочного переводу – умовна точка пересічення вісей прямої та бокової колій;

$\text{МЦ}$  – математичний центр хрестовини – умовна точка пересічення робочих граней сердечника хрестовини;

$\alpha$  – кут повороту бокової колії – дорівнює марці або тангенсу кута  $\alpha$  хрестовини, визначеним як відношення ширини хвоста сердечника хрестовини в його корені до його довжини;

$A - B$  – місце встановлення граничного стовбчика - відстань між вісями прямої та бокової колій, яка дорівнює 4100мм.

## Контрольні питання до розділу

1. Що називається стрілочним переводом?
2. Види стрілочних переводів.
3. Основні елементи стрілочного переводу.
4. Що називається кроком вістряка?
5. Для чого служить кореневий пристрій?
6. Призначення контррейок.
7. Що називається мертвим простором, математичним центром?
8. Що називається маркою хрестовини? Які є марки хрестовин?
9. Де встановлюють граничні стовпчики?
10. Довжина перевідних брусів.
11. Місця контрольних вимірів на стрілочному переводі.
12. Несправності стрілочних переводів при яких забороняється їх експлуатація.
13. Гарантійні відстані.
14. Основні геометричні розміри стрілочного переводу.

## **РОЗДІЛ 4. ПЕРЕЇЗДИ, КОЛІЙНІ ЗНАКИ ТА КОЛІЙНІ ЗАГОРРОДЖЕННЯ**

### **План**

4.1 Переїзди.

4.2. Колійні загородження і знаки.

### **4.2.Переїзди**

Переїзди служать для перетину залізничних колій в одному рівні з автомобільними шляхами та пропуску через них автомобільного і вантажного транспорту, худоби та проходу пішоходів.

Переїзди утримуються і обслуговуються працівниками дистанції колії. Вони завжди повинні бути справними, мати гарну видимість.

Машиніст поїзда повинен бачити переїзд за 1000 м, а водій автотранспорту з відстані 50 м від ближньої рейки повинен бачити поїзд, що наближається з будь-якого боку переїзду – за 500 м при швидкості поїзда більше 120 км/год, 400 м – при швидкості 81-120 км/год, 250 м – при швидкості 41-80 км/год, 150 м – до 40 км/год.

Переїзди поділяються на 4 категорії в залежності від числа залізничних колій, що перетинаються автошляхами, міськими вулицями, трамвайними і тролейбусними лініями, автобусними маршрутами організованих пасажирських перевезень, від характеру і інтенсивності транспортних пересічень.

Переїзди також поділяються на регульовані і нерегульовані. До регульованих відносяться переїзди, на яких рух автотранспорту регулюється пристроями переїзної сигналізації чи черговими працівниками.

Регульовані в свою чергу поділяються на переїзди, що обслуговуються черговим працівником (I, II, III, категорій, деякі IV – в межах станції) і переїзди, що не обслуговуються черговим (решта IV категорії). Переїзди з черговим, як правило, обладнуються шлагбаумами.

Для безперешкодного і безпечного руху поїздів і автомобілів переїзди повинні мати:

- типовий залізобетонний або дерев'яний настил, в якому поздовж колійних рейок укладають контррейки і влаштовують жолоби глибиною не менше 45 мм для проходу гребенів коліс, при цьому верх настилу із зовнішнього боку колії повинен відповідати рівню головок рейок (РГР), з внутрішнього боку – вище РГР до 3 см, щоб гусениці трактора не замкнули електричний рейковий ланцюг; ширина настилу повинна бути рівною ширині проїжджої частини автодороги і не менше 6 м; останнім часом почали застосовувати настили із литих гумових плит;

- пішохідні доріжки (на переїздах з інтенсивним пішохідним рухом більше ніж 100 чол/год, а в межах населених пунктів незалежно від його інтенсивності) у вигляді настилу із дерева, залізобетону чи гумових плит;

- асфальтовані або бетонні під'їзди, які огорожуються стовпчиками на відстані не менше 16 м від крайніх рейок, а між шлагбаумами і коліями–перилами, які встановлюються від крайньої рейки не ближче 2,5 м; стовпчики встановлюються через кожні 1,5 м, а стійки перил або загорож – через 2,5 м; перила і загорожі повинні бути, як правило, залізобетонними і мати висоту 1,2 м;

- шлагбауми – поворотні бруси, які піднімаються або опускаються над правою проїжджою частиною автошляху; шлагбауми бувають: а) автоматичні з автоматичним оповіщенням звуковими і світловими сигналами про наближення поїзда, б) напівавтоматичним (закриття виконується автоматично, відкриття – натискуванням кнопки), в) електрошлагбауми (закриття і відкриття – натисканням кнопки); г) з ручним приводом; шлагбауми встановлюються на відстані не ближче 6 м від крайньої рейки; бруси шлагбаумів можуть мати довжину 4-8 м, на них повинні бути встановлені світловідбивачі;

- габаритні ворота на електрифікованих лініях висотою проїзду не вище 4,5 м для безпечного пропуску навантажених автомобілів під контактним проводом;

- попереджувальні знаки “Бережись поїзда” на узбіччі автошляху з правого боку при в’їзді на відстані 20 м від крайньої рейки;

- сигнальні знаки “С” збоку підходу поїзда на відстані 500-1500 м, а на перегонах, де рухаються поїзди із швидкостями понад 120 км/год, – на відстані 800-1500 м від переїздів; перед переїздами, що не охороняються, з незадовільними умовами видимості, крім того, повинні встановлюватись додаткові сигнальні знаки “С” на відстані 250 м від переїзду (при швидкостях понад 120 км/год – 400 м).

- електричне освітлення освітленістю 1-5 лк в залежності від категорії переїзду.

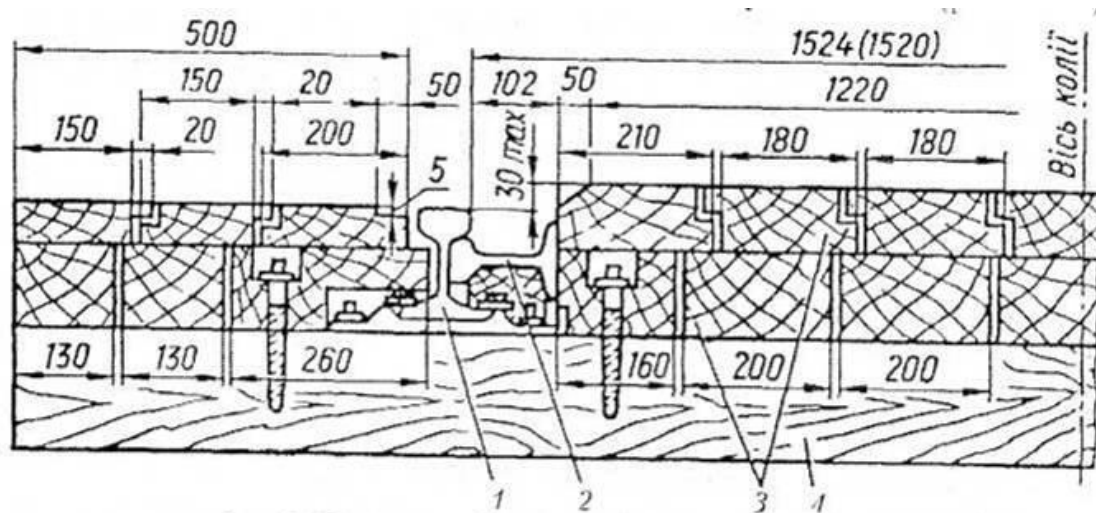


Рис. 4.1. Деталь дерев'яного настилу переїзду: 1 – колійна рейка, 2 – контррейка, 3 – дерев'яний настил, 4 – дерев'яна шпала (розміри в мм)

Переїзди, що охороняються, повинні мати прямий елефоний зв'язок (або радіозв'язок) з найближчою станцією чи постом. Радіотелефонний зв'язок повинен доповнюватись зовнішнім дзвінком (ревуном).

Переїзди, розміщені на під'їзних і станційних коліях з маневровим характером руху, як правило, повинні обладнуватись світлофорною сигналізацією.

На переїздах, що обслуговуються черговим працівником, для поїздів і маневруючих локомотивів влаштовується загороджувальна сигналізація. Загороджувальні світлофори встановлюються від переїздів на відстані не більше 800 м і не менше 15 м за умови видимості переїзду з місця їх установа.

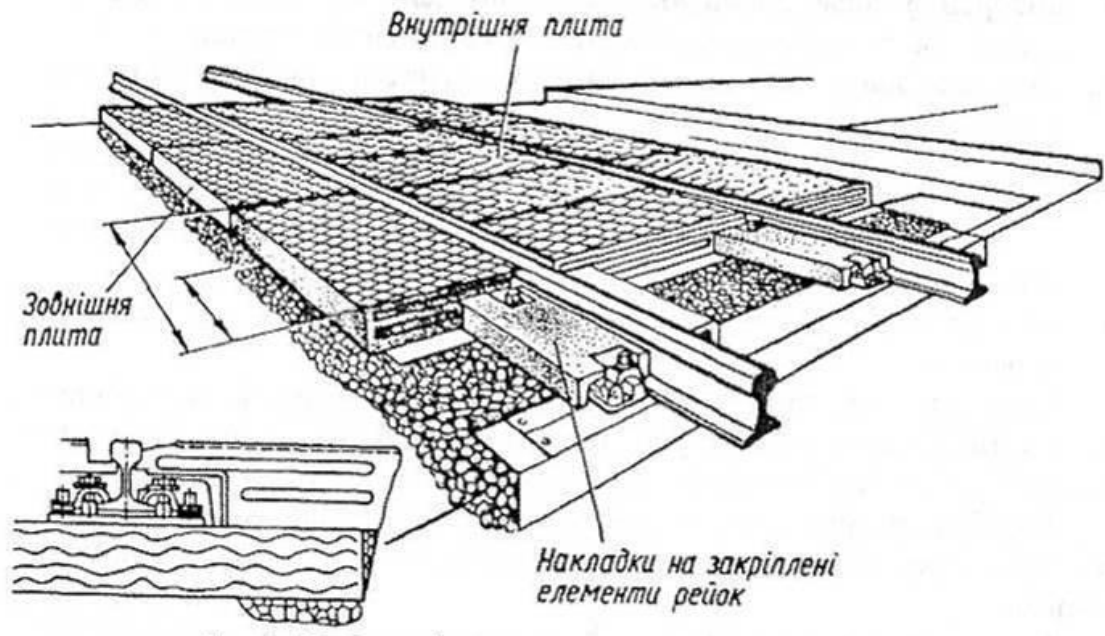


Рис. 4.2. Переїзд з настилом із литих гумових плит

### 4.3. Колійні загородження і знаки

До пристроїв колійного загородження відносяться:

- колійні упори для загородження руху в тупиках, це конструкції із брусів, шпал, старих рейок, залізобетонних плит, заповнених піском або щебенем у вигляді призми, над якою зверху ставиться брус із сигнальними світловідбивачами;
- поворотні бруси для загородження руху на під'їзні колії, з сигнальним ліхтарем, який вночі в закритому положенні машиністу сигналізує червоним світлом, у відкритому;
- скидальні башмаки, гостряки і стрілки, які не допускають виходу рухомого складу на головні колії із під'їзних колій з крутим спуском;
- уловлюючі і запобіжні тупики, які також не допускають виходу рухомого складу із прилеглих ліній і під'їзних колій на колії організованого руху поїздів.

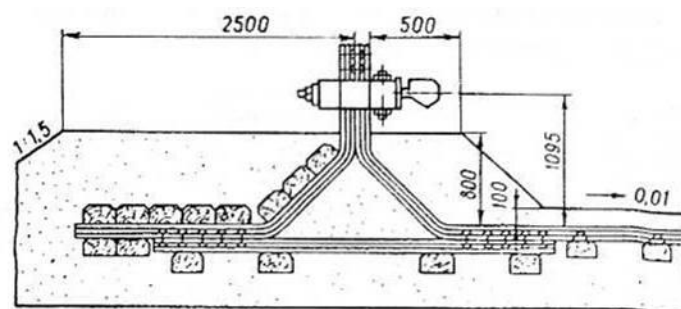


Рис. 4.3. Рейковий колійний упор з головкою автотчепу

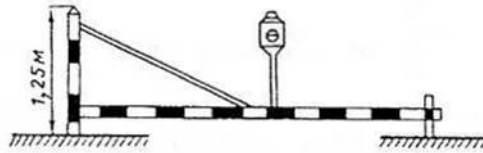


Рис. 4.4. Поворотний брус огородження

Колійні знаки встановлюються біля головних колій праворуч відносно напрямку руху вагонів на відстані від осі колії не ближче 3100 мм (у виїмках – 5700 мм).

До колійних знаків відносяться:

- кілометрові знаки;
- пікетні знаки;
- ухилопоказчики;
- знаки початку і кінця кривих ділянок колії;
- знаки найвищого горизонту води і максимальної хвилі (на укосах земляного полотна в місцях можливого розливання річок).

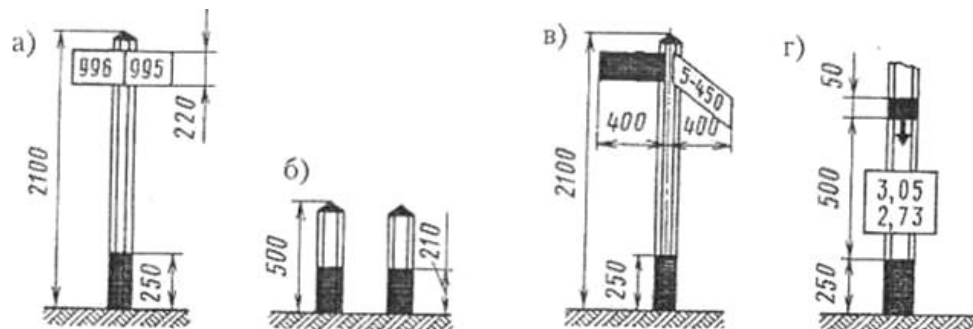


Рис. 4.5. Колійні знаки: а – кілометровий; б – пікетний; в – ухилопоказчик; г – знак найвищого горизонту вод і максимальної висоти хвилі

## Контрольні питання до розділу

1. Для чого служать залізничні переїзди?
2. Категорії переїздів.
3. Види настилів на переїздах.
4. Що відноситься до пристроїв колійного загородження?
5. Де встановлюються колійні знаки?
6. Які знаки відносяться до колійних?

### План

- 5.1. Взаємозв'язок розмірів рейкової колії та колісних пар.
- 5.2. Улаштування рейкової колії на прямих ділянках колії.
- 5.3. Улаштування рейкової колії на кривих ділянках колії.
- 5.4. Габарити.

#### **5.1. Взаємозв'язок розмірів рейкової колії та колісних пар**

Очевидно, що розміри рейкової колії повинні бути конструктивно взаємопов'язані з розмірами колісних пар рухомого складу. Рейкова колія проектується таким чином, щоб забезпечувати безпечний, стійкий і плавний рух по ній колісних екіпажів.

При проектуванні та улаштуванні рейкової колії необхідно знати особливості ходових частин рухомого складу, які обумовлюють розміри та конструктивне оформлення колії.

До таких особливостей відносяться:

1. наявність реборд (гребенів) у бандажів коліс;
2. гуглуха насадка коліс на осі;
3. паралелізм осей екіпажу;
4. конічність бандажів коліс;
5. поперечні розбіги коліс;
6. наявність поворотних візків або осей екіпажів.

**Реборди, або гребені** необхідні для того, щоб колеса не могли зійти з рейокі направлялись у своєму русі рейками.

**Глуха насадка коліс** забезпечує нерухоме закріплення коліс по осі, вона необхідна для того, щоб колеса не сходили з рейок, що може бути у випадку вільного насадження коліс при розробці колісних втулок, коли колесо може зайняти похиле до осі або вертикалі положення.

Для правильного направлення екіпажів у рейковій колії необхідно мати не менше двох осей, які завжди залишаються взаємно паралельними. Забезпечується вказана умова розміщення осей у жорстких рамах візка або всього екіпажу. Відстань між крайніми осями у візку, що залишаються паралельними, називається **жорсткою базою візка**, те ж для вагону – називається жорсткою базою вагону. Відстань між крайніми осями, які можуть бути і не паралельними, називається **повною колісною базою** екіпажу.

**Паралелізм осей**, що з'єднанні жорсткою базою екіпажу, необхідний для того, щоб екіпажі проходили колісну колію безпечно, в іншому випадку, при значному перекісному стані однієї з осей можливий схід з рейок.

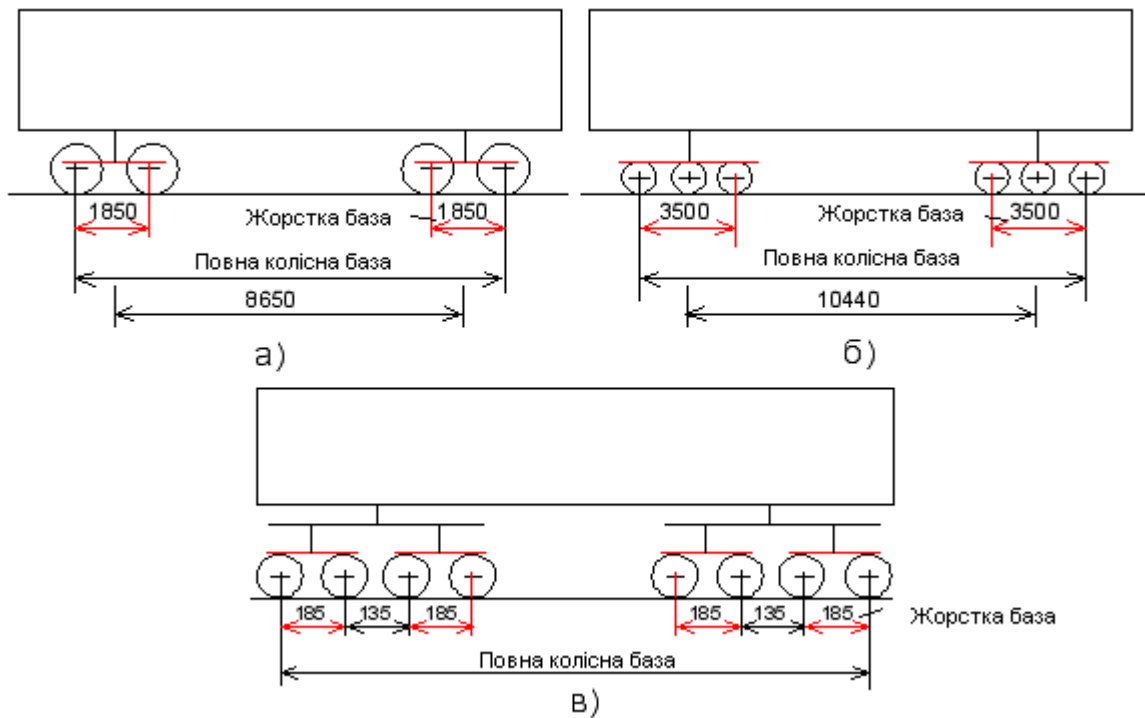


Рис. 5.1. Повна і жорстка колісні бази

**Конічність бандажів коліс** – є наступною особливістю улаштування ходових частин рухомого складу. Конічність бандажів сприяє постійному налаштуванню екіпажу займати при русі в колії симетричне положення з найбільш близьким розташуванням середнього круга кочення колеса й осі симетрії рейки. Завдяки конічності коліс, колісна пара, виведена будь-яким чином із середнього положення, буде знову повертатися в це положення через появу горизонтальної складової тиску колеса на рейку, направлену всередину колії. Чим менше сумарний зазор між гребенями коліс і робочими боковими гранями рейок, тим менше буде вплив візка та екіпажу.

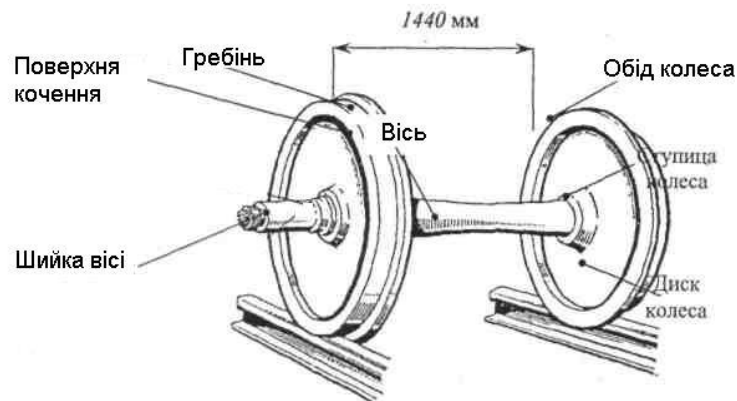


Рис. 5.2. Колісна пара

Іншою особливістю улаштування ходових частин рухомого складу є **поперечний розбіг осей**, який дозволяє колесу здійснювати деяке поперечне зрушення відносно осі за рахунок різниці довжин шийки осі і ширини підшипника. Таке конструктивне

облаштування необхідне для кращого вписування екіпажів у криві без уширення колії.

Ще однією особливістю улаштування ходових частин рухомого складу є **поворотні візки** або **поворотні осі**.

## 5.2. Улаштування рейкової колії на прямих ділянках колії

*Шириною рейкової колії* називається відстань між внутрішніми боковими гранями головок рейок, виміряний на 13 мм нижче поверхні кочення.

Улаштування і геометричні розміри рейкової колії повинні бути такими, щоб забезпечувався безперешкодний і безпечний рух рухомого складу і, при цьому, динамічні сили взаємодії між рухомим складом і колією були мінімальними. Тому розміри колії визначають виходячи із взаємозв'язку її з ходовими частинами рухомого складу, а допуски по утриманню - визначаються з умов безпеки руху поїздів і за техніко-економічними показниками. У зв'язку з цим можуть бути мінімальна, номінальна і максимальна ширина рейкової колії.

Основними величинами, що характеризують рейкову колію є: ширина рейкової колії, підвищення верха головки рейок відносно одна одної, підуклонка рейок.

Правилами технічної експлуатації залізниць, Інструкцією з улаштування та утримання рейкової колії залізниць України для прямих ділянок колії встановлена норма ширини колії 1520 мм, з допусками +8, -4 мм для ліній, при швидкості руху поїздів 50 км/год і менше допускається по розширенню + 10 мм, а по звуженню -4 мм.

На існуючих ділянках допускається ширина колії 1524 мм.

### **Ширина колії більше 1548 мм і менше 1510 мм не допускається.**

Обов'язкова наявність зазорів між гребнями коліс і робочими гранями рейок є першою особливістю улаштування рейкової колії в прямих. Зазори завжди мають місце при русі екіпажів залізничною колією, із зазорами від робочої грані розташовуються в колії або обидва колеса одночасно, або одне, коли друге притиснуто до протилежної рейки.

Зазори необхідні для зменшення опору руху поїздів, зменшення зносу рейок і коліс, унеможливлення заклинення колісних пар при русі колією. Зазори повинні бути оптимальними за умовами вписування візків у прямі і криві ділянки колії. Надлишкові розміри зазорів погіршують умови взаємодії колії і рухомого складу з причини впливу візків при русі, збільшення кутів косоного набігання коліс на рейки і, внаслідок цього, збільшення розладів колії і зносу рейок.

Другою особливістю улаштування рейкової колії на прямих ділянках колії є розташування верху головок обох рейок в одному рівні. Відповідно до п. 3.10 ПТЕ, дозволяється утримувати одну рейкову нитку вище іншої не більше, ніж на 6 мм на всій довжині прямої ділянки колії.

Підвищення на 6 мм однієї з рейкових ниток на одноколійних ділянках устанавлюється залежно від місцевих умов (стану земляного полотна, наявності одностороннього випинання і т. ін.), на двоколійних лініях підвищується, як правило, нитка з боку бровки.

Перелік прямих ділянок, де дозволяється утримання однієї нитки на 6 мм вище за іншу, затверджується начальником дистанції колії, при цьому з вказівкою, на

якому кілометрі, на яких пікетах, яка нитка повинна мати підвищення. При цьому поліпшується плавність руху поїздів, а також зменшується виляння екіпажів.

Третьою особливістю улаштування рейкової колії в прямих є підуклонка рейок (Ця особливість загальна як для прямих ділянок так і для кривих).

У відповідності до ПТЕ, рейки як на прямих, так і на кривих ділянках колії повинні мати нахил вертикальної осі всередину колії відносно вертикалі на  $1/20$ , із допусками  $+1/30$ ,  $-1/30$ .

Такий нахил рейок на дерев'яних шпалах забезпечується укладанням клиновидних підкладок, із похилою підрейковою площиною, а на плитній, монолітній залізобетонній основі та залізобетонних шпалах - із відповідним нахилом поверхні в зоні спирання плоских підкладок або подошви рейок.

Нахил рейок усередину колії забезпечує і нахил поверхні катання головок рейок усередину колії на  $1/20$ , що відповідає конічній поверхні бандажа колеса  $1/20$  і це забезпечує: по-перше, більш центральну передачу навантаження від коліс на рейки і зменшує знос рейок, по-друге, зменшує вплив візків при русі, тобто покращує плавність руху поїздів.

### 5.3. Улаштування рейкової колії на кривих ділянках колії

Улаштування рейкової колії на кривих ділянках має низку особливостей, що відрізняють його від улаштування рейкової колії в прямих. Ці особливості обумовлені, по-перше, специфічними особливостями взаємодії колії і рухомого складу при русі в кривих, і, по-друге, змінами конфігурації колії в кривих порівняно з прямими.

До особливостей улаштування рейкової колії у кривих ділянках відносяться:

1. розширення рейкової колії у кривих порівняно з шириною колії в прямих;
2. улаштування підвищення зовнішньої рейкової нитки над внутрішньою;
3. улаштування перехідних кривих;
4. укладання укорочених рейок на внутрішніх нитках;
5. збільшення міжколійних відстаней між осями колій.

**Розширення рейкової колії** у кривих ділянках малого радіусу здійснюється для полегшення вписування екіпажів, які мають жорстку базу. При установленні ширини колії виходять із таких положень:

а) ширина колії повинна бути оптимальною, щоб забезпечувати найменший опір руху поїздів і знос рейок та коліс;

б) запобігати ушкодженню рейок і коліс, викривленню положення колії у плані, провалу коліс між рейковими нитками. Ширина колії не повинна бути більшою, ніж максимально допустимий розмір;

в) ширина колії не може бути менше мінімально допустимого розміру, щоб не допускати заклинювання ходових частин рухомого складу, між внутрішньою та зовнішньою нитками рейкової колії.

г) відповідно до п. 2.1.1 "Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України" ЦП-0269 ширина колії в кривих ділянках на дерев'яних шпалах повинна бути:

- при радіусах 650 м і більше - 1520 мм;
- при радіусах менше 650 до 450 м - 1530 мм;

- при радіусах менше 450 до 300 м - 1535 мм;
- при радіусах менше 300 - 1540 мм.

На коліях, укладених до 1998 р. (час затвердження Інструкції ЦП/0050), допускається норма ширини колії 1520 мм у кривих ділянках радіусами від 300 до 650 м до виконання ремонтно-колійних робіт із комплексної заміни рейко-шпальної решітки.

Для колії на залізобетонних шпалах норма ширини колії на прямих і кривих при радіусах 300 м і більше установлена однаковою 1520 мм. В кругових кривих при радіусах від 200 м до 450 м дозволяється укладання спеціальних залізобетонних шпал з нормою ширини колії 1535 мм.

На існуючих лініях із раніше укладеною колією з нормативом ширини колії на прямих ділянках 1524 мм допускається утримання колії за такими нормами ширини колії:

- у прямих і кривих при радіусах більше 650 м - 1524 мм;
- у кривих при радіусах менше 650 до 450 м - 1530 мм;
- у кривих при радіусах менше 450 до 350 м - 1535 мм;
- у кривих при радіусах менше 350 м - 1540 мм.

Прямі та криві ділянки колії, що утримуються за шириною колії за нормою 1520 мм і отримали в процесі експлуатації стабільне рівномірне розширення, дозволяється утримувати при швидкостях руху поїздів до 120 км/год за нормами, установленими для колії 1524 мм. Перелік таких прямих і кривих ділянок колії установлює начальник служби колії залізниці.

При наявності бокового зносу головки рейок в кривих величина відхилення за розширенням, яка не потребує усунення, може бути збільшена на величину фактичного зносу внутрішньої грані головки рейки зовнішньої нитки. При цьому ширина колії не повинна перевищувати:

- при радіусах 650 м і більше - 1535 мм;
- при радіусах менше 650 м - 1545 мм.

Плюсовий допуск за шириною колії для кожної такої кривої з урахуванням фактичного бокового зносу установлюється наказом начальника дистанції колії.

Розширення колії при переході з прямої у криву ділянку колії проводиться з улаштуванням плавного відводу, як правило, у межах **перехідної кривої**, а за відсутності перехідної кривої – в межах прямої також з плавним відводом не більше 1 мм на 1 м колії. При цьому, в кінці перехідної кривої, а при її відсутності – на початку кривої – розширення повинно бути повним.

Розширення досягають зміщенням внутрішньої нитки в межах перехідної кривої. Перехід від нормативної ширини колії до збільшеної залежить від радіусу кругової кривої і довжини перехідної кривої.

Відводи відхилень у ширині колії в межах допусків повинні бути плавними і не перевищувати 1 мм на 1 пог. м колії.

На кривих ділянках колії при радіусах кривих  $R \leq 4000$  м – зовнішня рейкова нитка повинна утримуватися вище внутрішньої.

**Підвищення зовнішньої рейки в кривих.** Якщо у кривій ділянці установити рейкові нитки в одному рівні, то відцентрова сила, складаючись з вагою екіпажу, буде створювати рівнодіючу силу, яка відхиляючись до зовнішньої рейкової нитки перевантажує і зношує її.

Ця сила викликає:

1. Посилений знос рейок у зовнішній рейковій нитці;
2. Відбої зовнішньої рейкової нитки, внаслідок чого не забезпечується безпека руху поїздів;
3. Неприємні відчуття у пасажирів внаслідок появи непогашеного відцентрового прискорення.

Для компенсації відцентрових сил, забезпечення кращої стійкості рухомого складу, стійкості вантажів, розташованих на них, і з метою більш рівномірного зносу обох рейкових ниток - на кривих устанолюється підвищення зовнішньої рейки. У відповідності до ПТЕ величина підвищення залежить від швидкості руху поїздів, радіусу кривої і визначається за розрахунком.

Максимальна величина підвищення на наших дорогах прийнята 150 мм. У необхідних випадках на кривих ділянках колії максимальне підвищення зовнішньої рейки може допускатися з дозволу Державної адміністрації залізничного транспорту України й більше 150 мм.

Мета улаштування підвищення зовнішньої нитки:

1. Знизити боковий тиск на рейки зовнішньої рейкової нитки, у зв'язку з чим:
  - забезпечується рівномірний знос рейок обох ниток;
  - зменшуються відбої рейок, запобігаються розладнання колії;
  - забезпечується безпека руху поїздів.
2. Забезпечити комфортабельність їзди пасажирів.

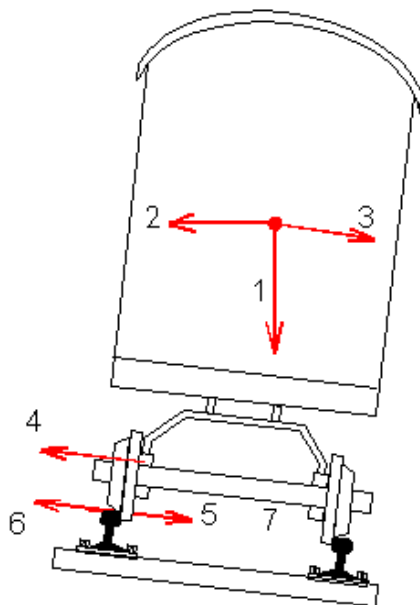


Рис. 5.3. Схема діючих сил в кривій ділянці:  
1 - сила ваги; 2 - центробіжна сила; 3 - складова сила ваги;  
4 - рамні сили, що діють на колісну пару; 5 - бічна дія рейки на колесо і навпаки; 6, 7 - сили тертя між колесом і рейкою.

**Укладання укорочених рейок** внутрішньою ниткою кривої викликано тим, що довжина кругової кривої по внутрішній нитці менша, ніж по зовнішній, а у відповідності з технічними умовами вимагається

робити установку рейкових стиків обох ниток в одному створі навпроти одна одної (по накутнику).

**Уширення міжколійних відстаней** на двоколійних або багатоколійних ділянках необхідне для дотримання габариту наближення споруд, який може бути порушений за рахунок наближення екіпажів, що рухаються кривою сусідніми коліями (див. рис. 5.4).

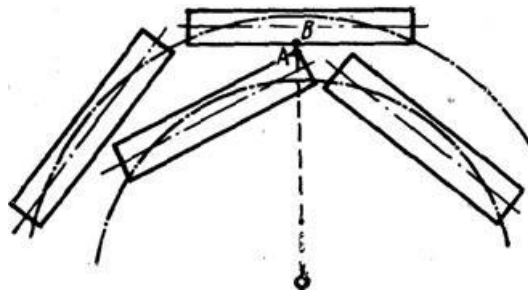


Рис. 5.4. Вписування рухомого складу на двоколійній ділянці

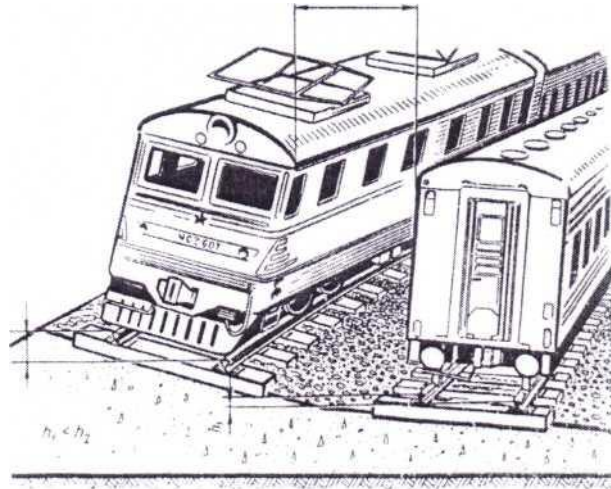


Рисунок 5.5. Положення рухомого складу в кривій на двоколійній ділянці при однакових і різних значеннях підвищення зовнішніх рейок



Рисунок 5.6. Вписування рухомого складу на двоколійній ділянці

## 5.4. Габарити

Уздовж колії в безпосередній близькості від неї розташовані різноманітні споруди і пристрої, які необхідні для роботи залізничного транспорту.

Для безпеки руху поїздів потрібно, щоб локомотиви і вагони, а також вантажі на відкритому рухомому складі могли вільно проходити мимо пристроїв і споруд колії, не чіпляючи їх, а також мимо рухомого складу, що слідує по сусідній колії.

З метою забезпечення безпеки руху поїздів і праці робітників залізничного транспорту усі споруди та улаштування залізничних колій, а також рухомий склад повинні знаходитись у визначених габаритах.

Габарити підрозділяються на:

"С" – габарит наближення споруд;

"Т" – габарит рухомого складу залізничних колій;

"Г.Н" – габарит навантаження вантажів.

*Габаритом наближення споруд "С"* до залізничних колій (див. рис. 5.5) називають граничне поперечне перпендикулярне вісі колії окреслення усередину якого, крім рухомого складу, не може заходити ніяка частина споруд, улаштувань, а також матеріалів, запасних частин і устаткування, які лежать біля колії, за винятком частин і улаштувань, призначених для безпосередньої взаємодії з рухомим складом (гіркові сповільнювачі, контактні дроти і т.д.).

*Габаритом рухомого складу – "Т"* (див. рис. 5.6) називають граничне поперечне, перпендикулярне осі колії окреслення, з якого нічого не виходить назовні, але має розміщатися установлений на прямій горизонтальній колії, як у порожньому, так і в завантаженому стані, рухомий склад.

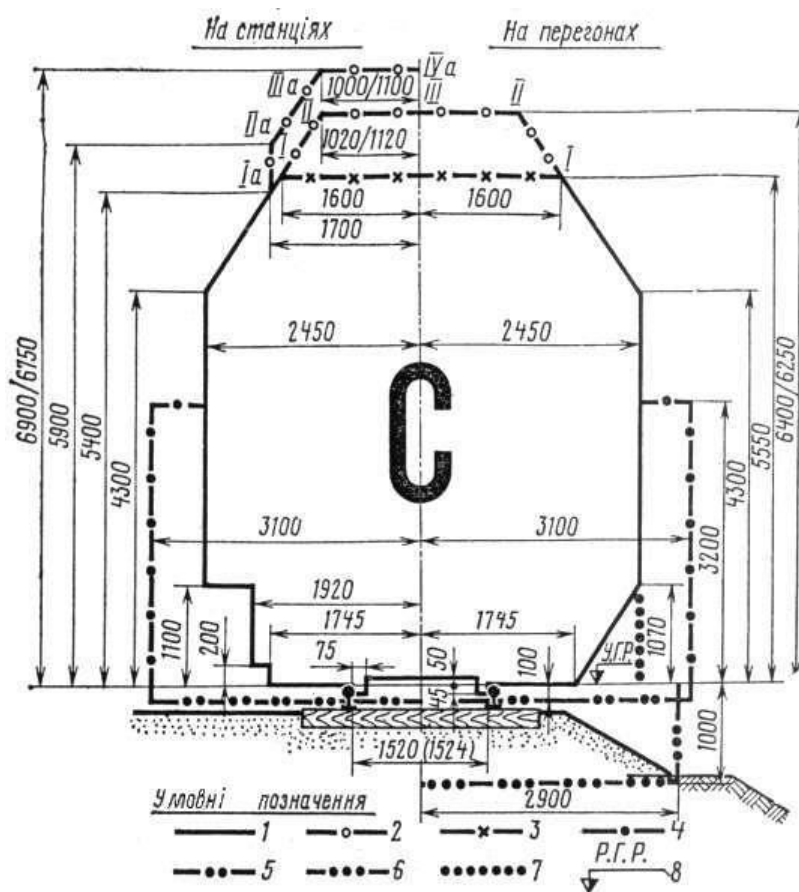


Рис. 5.5. Габарит наближення споруд "С"

*Умовні позначення:*

1 – обриси габариту при усіх видах тяги поїздів; 2 – для усіх споруд і пристроїв на електрифікованих коліях або на коліях, по яких можливе в перспективі введення електровозної тяги; числа дробом дані: в чисельнику – для контактної підвіски з несучим тросом; в знаменнику – для контактної підвіски без несучого тросу; 3 – для споруд та пристроїв на коліях, електрифікація яких виключена навіть при електрифікації даної лінії; 4 – лінія наближення будівель, споруд та пристроїв (крім мостів, тунелів, галерей та платформ), розміщених із зовнішнього боку крайніх колій перегонів і станцій, а також у окремо лежачих колій на

станціях. При цьому в усіх випадках опори, щогли, стовпи й інші споруди та пристрої не повинні обмежувати необхідну дальність видимості світлофорів та semaфорів. В особливо складних умовах ця відстань при відповідному обґрунтуванні може бути за дозволом міністерства або відомства, у відомі якого знаходяться залізничні колії, зменшена: до 2750 мм на перегонах й до 2450 мм – на станціях; до виступаючих частин карликових світлофорів при висоті їх не більше 1100 мм над рівнем головки рейки – 1920 мм; 5 – лінія, вище якої на перегонах й у межах корисної довжини колій на станціях не повинний підніматись жодний пристрій, крім штучних споруд, настилів переїздів, індукторів локомотивної сигналізації, а також стрілочних переводів й розміщених в їх межах пристроїв СЦБ; 6 – лінія наближення фундаментів споруд, фундаментів опор, прокладки тросів, кабелів, трубопроводів та інших пристроїв.

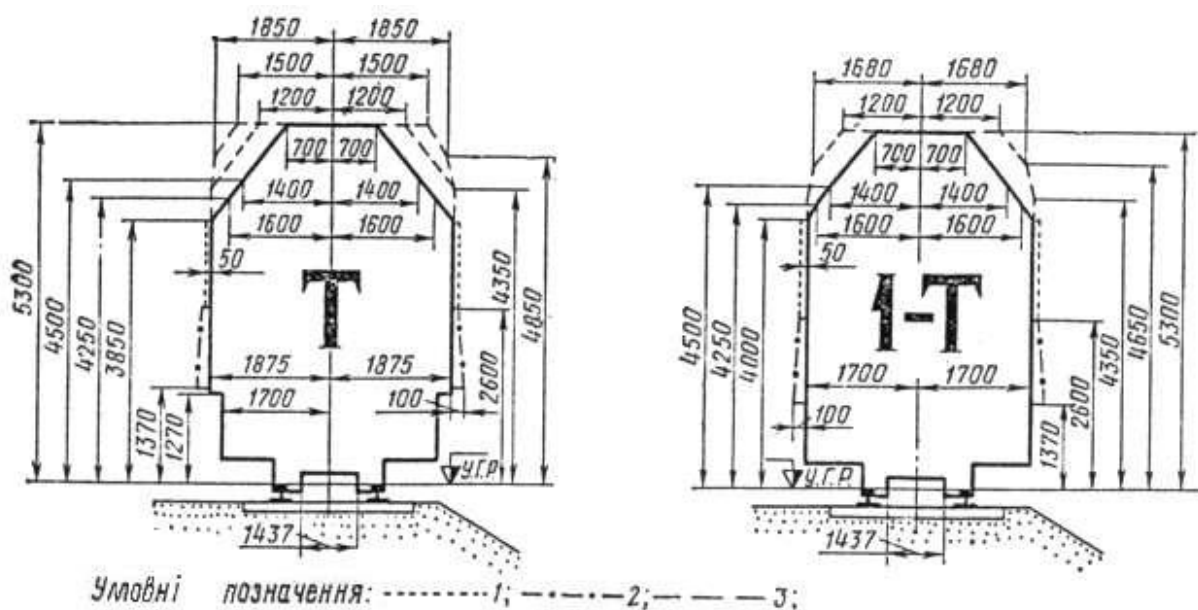


Рис. 5.6. Габарит рухомого складу 1-Т

Умовні позначення (ті ж, що й на рис. 5.5.):

1 – тільки для сигнальних пристроїв; 2 – для виступаючих частин: поручнів (тільки в габариті 1-Т), підлокітників, параванів, козирків для стоку води та ін.; 3 – рухомий склад може проектуватися та будуватися після приведення споруд та пристроїв на лініях, в межах яких намічається його обертання, до основного обрису габариту «С»

Між габаритом наближення споруд і габаритом рухомого складу є простір певної величини. Цей простір необхідний для того, щоб рухомий склад при поперечному зміщенні або нахилі не міг зачепити за якісь частини споруди або пристроїв. Зміщення або нахил рухомого складу може бути викликаний відхиленням в утриманні колії, а також боковими коливаннями рухомого складу на ресорах.

**Габаритом навантаження** (див. рис. 5.7) – називається граничне поперечне перпендикулярне осі колії окреслення, в якому не виходячи назовні, повинен розміщатися установлений на прямій горизонтальній ділянці колії, навантажений на відкритий рухомий склад вантаж (з урахуванням упакування та кріплення).

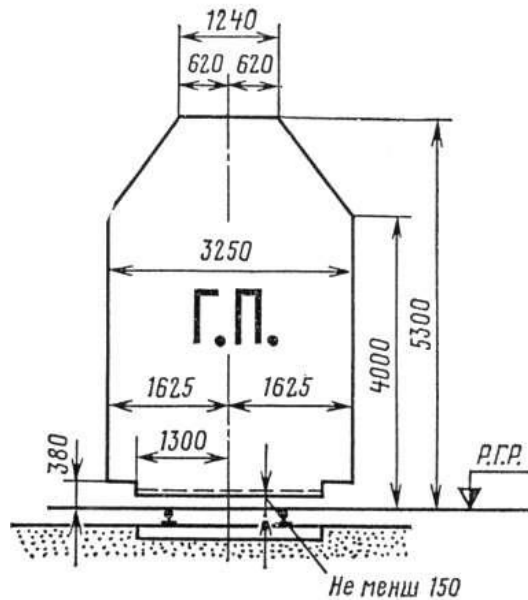


Рис. 5.7. Габарит навантаження

Вантажі, які виходять за габарити навантаження називаються негабаритними. Негабаритність може бути:

- негабаритність бокова;
- негабаритність нижня;
- негабаритність верхня.

До вантажів бокової негабаритності відносяться такі, які виходять за габарит навантаження на висоті між 1230 і 4000 мм від головки рейки.

До вантажів нижньої негабаритності відносяться такі, які перевищують габарит навантаження в межах висоти до 1230 мм від головки рейки.

До вантажів верхньої негабаритності відносяться такі, які виходять за габарит навантаження на висоті від 4000 до 5300 мм над рівнем головки рейки.

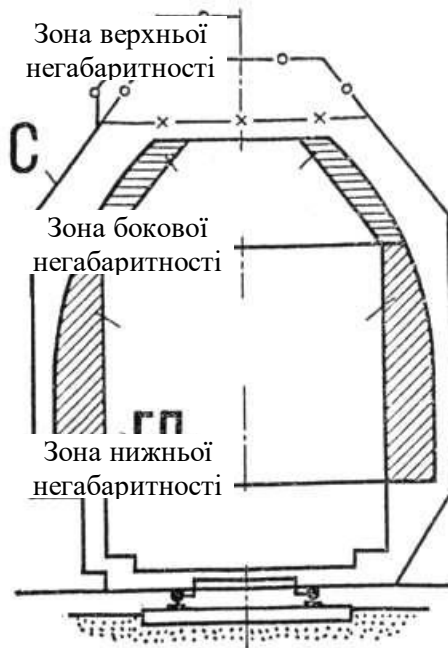


Рис. 5.8. Ступені негабаритності вантажів вантажів

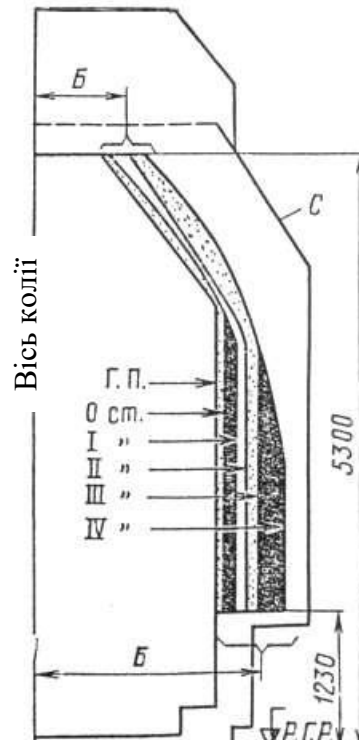


Рис. 5.9. Ступені негабаритних вантажів

Зони негабаритності вантажів верхня, бокова і нижня в залежності від величини виходу за габарит навантаження підрозділяються на ступені.

Бокова негабаритність має 5 ступенів (0, I, II, III, IV).

Верхня негабаритність має 3 ступені (0, II, III).

Нижня негабаритність ступенів не має і допускається у виняткових випадках.

Вантажі, які виходять за межі окреслення негабаритності IV ступеня або III ступеня, на висоті більше 3600 мм, або мають висоту більше 5300 мм відносяться до зверхнегабаритних.

Для перевірки правильності розміщення вантажів у місцях масового навантаження встановлюються габаритні ворота.

*Класи габаритної прохідності.*

Під класом габаритної прохідності розуміють:

1 Мінімальну відстань між осями суміжних колій, яка необхідна для схрещування рухомого складу на перегоні.

2 Перпендикулярне осі колії окреслення, яке обмежує простір, мінімально необхідний для пропуску рухомого складу визначеного габариту, а при необхідності – відповідного ступеня негабаритності.

3 Відстань від осі колії до кінця опори контактної мережі, щогл світлофорів та семафорів, а також окремо стоячих стовпів, які характеризують умови проходу колійних машин.

Вантажі різного ступеня негабаритності пропускають по коліях з різними класами габаритної прохідності згідно табличних даних. Встановлені такі класи габаритної прохідності:

а) 6 основних класів (I, II, III, IV, V, VI) з 3-ма підкласами (V-а, V-б, VI-а), які характеризують габаритність споруд і улаштувань від висоти 1100 до 5450 мм над рівнем головки рейки;

б) 3 додаткових класи (габаритність по відстані між осями головних колій на перегонах).

*Пропускання негабаритних вантажів.*

Негабаритний вантаж IV ступеня негабаритності, а також понад негабаритний – повинні слідувати з габаритною рамою. Вагон з контрольно-габаритною рамою проходить за локомотивом, а вагони з негабаритними вантажами – у середині поїзду, але не ближче ніж за 20 осей від вагона з контрольно-габаритною рамою, і не ближче ніж за 4 осі від хвоста поїзду.

Негабаритні вантажі 0, I, II і верхнього III ступеня негабаритності пропускаються як правило по найкоротшому напрямку. У межах станції їх пропускають по спеціально виділених коліях, осі яких відстоять від сусідніх колій не ближче ніж на 4800 м.

*Розміри габаритів наближення споруд залізничних колій повинні дотримуватись протягом усього періоду експлуатації. В процесі експлуатації можливі різні зміни у положенні колії, як у профілі, так і у плані, а також у положенні споруд та улаштувань. Часто такі зміни викликають порушення габаритів.*

Для виявлення можливих відступів габаритних розмірів систематично повинні перевірятися габарити наближення споруд. Суцільна перевірка габаритних наближень споруд у тунелях виконується щорічно, а у головних коліях – не рідше

одного разу в 5 років. Перевірка здійснюється за допомогою спеціальної дерев'яної габаритної рами, встановленої на рухомий склад.

Габаритна рама за своїми окресленнями відповідає габаритним нормам. Конструкція рами має частини, що відгинаються, які при зіткненні з спорудами вказують на порушення габаритних розмірів. Вільний прохід рами біля споруд і улаштувань означає, що габарит "С" додержується.

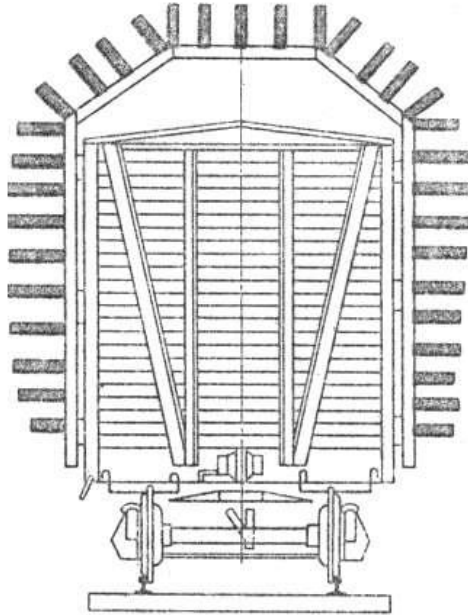


Рис. 5.10. Контрольна габаритна рама, закріплена на вагоні

## Контрольні питання до розділу

1. Що називається жорсткою базою візка?
2. Що називається повною колісною базою візка?
3. Особливості ходових частей рухомого складу.
4. Що називається шириною рейкової колії?
5. Максимальна та мінімальна ширина колії при якій дозволяється її експлуатація?
6. Особливості улаштування рейкової колії на прямих ділянках.
7. Особливості улаштування рейкової колії на кривих ділянках.
8. Габарити. Види негабаритності.

## Список рекомендованої літератури

1. Чернишев М.А., Крейнис З.Л. Железнодорожный путь М.: Транспорт, 1985.
2. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. Київ. Транспорт України, 2012р (ЦП/0269).
3. Даніленко Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомім складом. Підручник для вищих навчальних закладів. Київ, Інпрес, 2010, том 1, 2.
4. Коментарі та роз'яснення щодо застосування Правил технічної експлуатації залізниць України. –Київ.: Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2007.
5. Карпов М.І., Яковлев В.О. Інструктивні вказівки з основних питань улаштування та утримання залізничної колії і забезпечення безпеки руху поїздів (Пам'ятка майстру та бригадиру колії). /ЦП-0161. – Київ, 2007
6. Примірні інструкція з охорони праці для працівників колійного господарства ЦП 0169. – К., Транспорт України, 2007
7. Інструкція з утримання земляного полотна залізниць України, ЦП/0072. – Київ: Транспорт,2001.
8. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України. Київ, 2004р. (ЦП/0113).
9. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України. Київ, 2012р. (ЦП/0266).
10. Інструкція з улаштування та експлуатації залізничних переїздів. Київ – 2007 р. (ЦП/0174).
11. Корнійчук М.П., Липовець Н.В., Шамрай Д.О. Технологія галузі і технічні засоби залізничного транспорту ч.1 – К.: Дельта, 2006.