



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121313** (13) **C2**
(51) МПК (2020.01)
B61F 5/00
E01B 11/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2017 01589</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.02.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 12.05.2020</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.08.2018, Бюл.№ 15</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2020, Бюл.№ 9</p>	<p>(72) Винахідник(и): Хаусер Владімір (SK), Герліці Юрай (SK), Лак Томаш (SK), Лоулова Марія (SK), Ноженко Олена Сергіївна (UA), Кравченко Катерина Олександрівна (UA), Просвірова Ольга Вікторівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Хаусер Владімір, ul. Priehradka, 4341/21, 03601, Martin, Slovenská republika (SK), Герліці Юрай, ul. Gaštanova, 3084/29, Žilina, 01007, Slovenská republika (SK), Лак Томаш, ul. Alexandra Rudnaya, 45, Žilina, 01001, Slovenská republika (SK), Лоулова Марія, ul. Platanova, 3229/23, Žilina, Slovenská republika, 03601 (SK), Ноженко Олена Сергіївна, пр. Повітрофлотський, 10/59, м. Київ, 03049 (UA), Кравченко Катерина Олександрівна, вул. В. Липківського, 40, кв. 43, м. Київ, 03035 (UA), Просвірова Ольга Вікторівна, пр. Науки, 63, кв. 29, м. Харків, 61103 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2568819 C2, 20.11.2015 US 2007023538 A1, 27.07.2005 RU 2595200 C1, 19.06.2015 US 3331558 A, 01.12.1965 US 1212366 A, 16.01.1917 US 6170755 B1, 09.01.2001 EP 0943732 A2, 22.09.1999 UA 60211 A, 15.09.2003 UA 77019 C2, 16.10/2006 SU 1796733 A1, 23.02.1993 UA 19273 C1, 25.12.1997</p>
---	---

(54) КОЛІСНА ПАРА ВІЗКА РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ТА КОЛІЯ КРИВОЛІНІЙНОЇ ДІЛЯНКИ

(57) Реферат:

UA 121313 C2

Колісна пара візка рейкового транспортного засобу складається з осі і двох жорстко закріплених коліс, з внутрішнього боку відносно колії поверхня катання обмежена гребенем, ширина колісної пари збільшена на величину додаткової поверхні катання для проїзду кривих ділянок колії, перехід до якої від основної поверхні катання колеса здійснено таким же чином, як перехід до гребеня колісної пари. Радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривих ділянок колії визначається з виразу:

$$p \geq r - 2 \cdot \Delta r - \frac{a \cdot \Delta r}{2 \cdot S}, (1)$$

де p - номінальний радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривої ділянки колії, мм;

r - номінальний радіус круга катання колеса, мм;

Δr - максимальна зміна миттєвих радіусів кочення круга катання колеса в момент вичерпання поперечного зазору колії;

$2 \cdot S$ - відстань між кругами катання коліс, мм;

a - відстань між кругом катання колеса та кругом катання поверхні для проїзду кривої ділянки колії того ж самого колеса, мм;

при цьому для проїзду прямої ділянки колії та кривої з радіусом R_1 , який задовольняє відношенню:

$$R_1 \in \left(\frac{2 \cdot S \cdot r}{\Delta r}; \infty \right), (2)$$

контакт між колесом та рейкою здійснюється через поверхню катання та гребінь колеса, у випадку, коли відношення (2) не забезпечується, контакт між колесом та рейкою здійснюється через поверхню катання ділянки колеса для проїзду кривої ділянки колії.

Колія на криволінійній ділянці містить внутрішню та зовнішню рейки, з такою шириною між ними, аби колісна пара могла рухатися в колії з поперечним зазором. При цьому радіус (R_2) кривої визначається з виразу:

$$R_2 \in \left(R_{\min}; \frac{2 \cdot S \cdot r}{\Delta r} \right), (3)$$

де R_{\min} - мінімальний радіус кривої ділянки колії, який регламентується нормативною документацією, крива ділянка з радіусом (R_2) виконана зі збільшеною на величину α шириною між рейками та збільшеною на величину g -р висотою рейки, причому розширення колії і збільшення висоти рейки повинно бути лише на внутрішній рейці кривої ділянки колії.

Технічний результат: забезпечення кочення колеса у колії зі зменшеним проковзуванням в поздовжньому напрямі, зменшення зношення коліс та рейок, зменшення опору руху та рівня шуму.

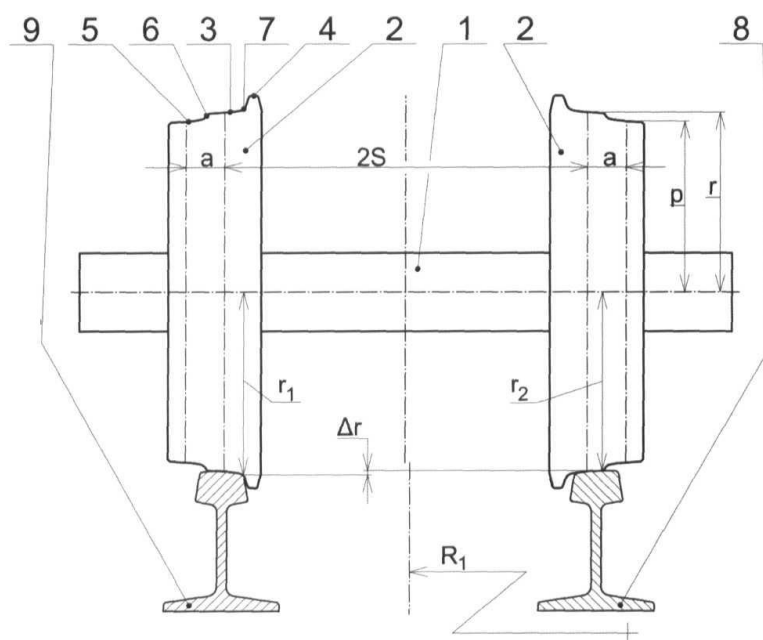


Fig. 1

Винахід належить до рейкового транспорту, зокрема до засобів поліпшення руху колісної пари у кривих ділянках колії, а також зниження зносу колеса і рейки при русі по криволінійних ділянках колії, а, отже, зниження небезпечних ситуацій.

Для можливості плавного переходу рухомого складу з прямої в кругову криву або з кругової кривої одного радіуса в криву іншого радіуса, рухомий склад рухається по перехідній кривій. Плавне зростання відцентрової сили забезпечується плавною зміною радіуса від нескінченності до величини радіуса кривої (Железнодорожный путь / Т.Г. Яковлева, Н.И. Карпущенко, С.И. Клинов, Н.Н. Путря, М.П. Смирнов; Под ред. Т.Г. Яковлевой. М: Транспорт, 1999. - С. 118). Цій умові найбільш задовольняє радіоїдальна спіраль (клотоїда).

При русі по криволінійній ділянці колії між колесом і рейкою створюється поздовжнє і поперечне ковзання, що є причинами зносу. Найбільш небезпечна сила тертя на гребені переднього зовнішнього колеса (по ходу руху).

Задача винаходу - зниження експлуатаційних витрат і витрат по поточному утриманню залізничної колії в кривих.

Відома типова конструкція залізничної колії в кривих (Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь: Учебник для вузов ж.-д. трансп. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1987. - С. 19-57), що складається з перехідної ділянки, кругової кривої постійного радіуса і другої* перехідної ділянки. Перехідні ділянки призначені для плавного переходу з прямої ділянки колії в кругову криву. В межах перехідних ділянок встановлюють плавну зміну радіуса від нескінченності до радіуса кривої, а також в межах перехідних ділянок виконують плавне відведення підвищення зовнішньої рейки, який регламентують нормативною документацією.

Недоліками даної конструкції залізничної колії в кривих є поява зрушень і розпір рейкової колії при проходженні рухомого складу, значний бічний знос рейок і ходових частин рухомого складу, великі експлуатаційні витрати, пов'язані з поточним утриманням колії в кривих.

Відомо візок залізничного транспортного засобу (див. Патент РФ №2168429, B61F 5/00, 5/02, опуб. 10.06.2001 р.), де зниження бічного тиску гребенів коліс на рейки забезпечується автоматичним встановленням осей колісних пар візків при їх русі в кривій. Однак ця конструкція вирішує лише проблему усунення поперечного ковзання коліс по рейці.

Відомо візок залізничного вагона, в якому зниження динамічних навантажень, зменшення опору руху в кривих, зниження зносу гребенів коліс і рейок досягається за рахунок раціонального кута встановлення балансирів і осей колісних пар по радіусу кривої (див. Патент РФ №2274571, B61F 5/02, 5/26, 5/38, опуб. 20.04.2006 р.). Однак ця система досить складна і також вирішує лише проблему усунення поперечного ковзання колеса по рейці.

Як прототип прийнята колісна пара візка рейкового транспортного засобу, що складається з осі і двох жорстко закріплених на ній коліс, з внутрішнього боку відносно колії поверхня катання обмежена гребенем. Колія на криволінійній ділянці для проходження зазначеної колісної пари візка рейкового транспортного засобу містить внутрішню (відносно центра кривої) та зовнішню (відносно центра кривої) рейки, з такою шириною між ними, аби колісна пара могла рухатися в колії з поперечним зазором. (Див. Общий курс железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. Транспорта / В.Н. Соколов, В.Ф. Жуковский, С.В. Котенкова, А.С. Наумов; Под редакцией В.Н. Соколова. - М.: УМК МПС России, 2002. - 296 с.).

Однак цих заходів недостатньо і небезпека виникнення аварійних ситуацій зберігається. При русі на криволінійних ділянках колії малого радіуса внаслідок різниці відстаней, яка проходить внутрішнім і зовнішнім колесами, вони обов'язково рухаються з ковзанням. З цієї причини на одному з коліс утворюється сила тертя зчеплення, яка створює момент сили відносно шкворня візка та викликає нормальну силу тиску гребеня переднього по напрямку руху зовнішнього колеса на бічну поверхню рейки. Сила тертя, що виникає при цьому на гребені колеса, може стати причиною накопчування колеса на рейку, що збільшує ймовірність аварійної ситуації. Сила тертя, що виникає на гребені зовнішнього колеса і рейки, викликає прискорений знос гребеня колеса і рейки. Крім того, сила тертя на гребені зовнішнього колеса і рейки гальмує рух колісної пари і збільшує енерговитрати. Крім того, виникнення ковзання при проїзді кривої ділянки колії призводить до підвищення опору руху, до зношення профілю колеса та рейки, виникненню шуму та до погіршення комфорту їзди при проїзді кривих малого радіуса.

Задача винаходу є поліпшення колісної пари рейкового транспортного засобу таким чином, аби забезпечувалося при проходженні кривої малого радіуса лише "чисте" кочення коліс без проковзування, що приведе до зниження опору руху, зменшення зношення профілю коліс та рейок, зниження шуму та поліпшення комфорту при проїзді кривих ділянок малого радіуса, за рахунок того, що поверхня катання колеса оснащена додатковою поверхнею катання для проїзду кривих ділянок колії, перехід до якої від поверхні катання колеса здійснено таким же

чином, як перехід до гребеня колісної пари, причому номінальний радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривих ділянок колії визначається з виразу:

$$p = r - 2 \cdot \Delta r - \frac{a \cdot \Delta r}{2 \cdot S}, \quad (1)$$

де p - номінальний радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривої ділянки колії, мм;

5 r - номінальний радіус круга катання колеса, мм;

Δr - максимальна зміна миттєвих радіусів кочення круга катання колеса в момент вичерпання поперечного зазору колії;

$2 \cdot S$ - відстань між кругами катання коліс, мм;

10 a - відстань між кругом катання колеса та кругом катання поверхні для проїзду кривої ділянки колії того ж самого колеса, мм;

при цьому для проїзду прямої ділянки колії та кривої з радіусом R_1 , який задовольняє відношенню:

$$R_1 \in \left(\frac{2 \cdot S \cdot r}{\Delta r}; \infty \right), \quad (2)$$

15 контакт між колесом та рейкою здійснюється через поверхню катання та гребінь колеса, у випадку, коли відношення (2) не забезпечується, контакт між колесом та рейкою здійснюється через поверхню катання ділянки колеса для проїзду кривої ділянки колії.

При цьому для досягнення технічного результату запропонованої колісною парою рейкового транспортного засобу та забезпечення контактування поверхні катання колеса для проїзду кривої ділянки колії з колією, крива ділянка з радіусом (R_2), яка задовольняє відношенню:

$$R_2 \in \left(R_{\min}; \frac{2 \cdot S \cdot r}{\Delta r} \right), \quad (3)$$

20 де R_{\min} - мінімальний радіус кривої ділянки колії, який регламентується нормативною документацією.

Крива ділянка з радіусом (R_2) виконана зі збільшеною на величину a шириною між рейками та збільшеною на величину g -р висотою рейки, причому розширення колії і збільшення висоти рейки повинно виконуватися лише на внутрішній рейці кривої ділянки колії.

25 Зазначений технічний результат досягається тим, що у колісній парі візка рейкового транспортного засобу, що складається з осі і двох жорстко закріплених коліс, з внутрішнього боку відносно колії поверхня катання обмежена гребенем, відповідно до винаходу, ширина колісної пари збільшена на величину додаткової поверхні катання для проїзду кривих ділянок колії, перехід до якої від основної поверхні катання колеса здійснено таким же чином як перехід до гребеня колісної пари, причому радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривих ділянок колії визначається з виразу:

$$p = r - 2 \cdot \Delta r - \frac{a \cdot \Delta r}{2 \cdot S}, \quad (1)$$

де p - номінальний радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривої ділянки колії, мм;

r - номінальний радіус круга катання колеса, мм;

35 Δr - максимальна зміна миттєвих радіусів кочення круга катання колеса в момент вичерпання поперечного зазору колії;

$2 \cdot S$ - відстань між кругами катання коліс, мм;

a - відстань між кругом катання колеса та кругом катання поверхні для проїзду кривої ділянки колії того ж самого колеса, мм;

40 при цьому для проїзду прямої ділянки колії та кривої з радіусом R_1 , який задовольняє відношенню:

$$R_1 \in \left(\frac{2 \cdot S \cdot r}{\Delta r}; \infty \right), \quad (2)$$

контакт між колесом та рейкою здійснюється через поверхню катання та гребінь колеса, у випадку, коли відношення (2) не забезпечується, контакт між колесом та рейкою здійснюється через поверхню катання ділянки колеса для проїзду кривої ділянки колії.

45 Зазначений технічний результат досягається тим, що у колії на криволінійній ділянці, що містить внутрішню (відносно центра кривої) та зовнішню (відносно центра кривої) рейки, з такою

шириною між ними, аби колісна пара могла рухатися в колії з поперечним зазором, відповідно до винаходу, для радіуса (R_2) кривої:

$$R_2 \in \left(R_{\min}; \frac{2 \cdot S \cdot r}{\Delta r} \right), \quad (3)$$

де R_{\min} - мінімальний радіус кривої ділянки колії, який регламентується нормативною документацією, крива ділянка з радіусом (R_2) виконана зі збільшеною на величину a шириною між рейками та збільшеною на величину r -р висотою рейки, причому розширення колії і збільшення висоти рейки повинно бути лише на внутрішній рейці кривої ділянки колії.

Запропонований винахід у порівнянні з прототипом має наступні переваги:

забезпечення кочення колеса у колії зі зменшеним проковзуванням в поздовжньому напрямі за рахунок зниження поздовжніх сил, що виникають між колесом та рейкою при проходженні кривої ділянки колії з радіусом відповідно до виразу (3), оснащення колеса поверхнею катання для проходження кривих ділянок колії та зміни ширини колії у кривих з радіусом відповідно до виразу (3), що дозволяє зменшити зношення коліс та рейок, зменшити опір руху та підвищити енергетичну ефективність рейкового транспорту, знизити шум, який виникає від колісних пар при проїзді кривих ділянок колії;

зниження поперечних сил, що виникають між колесом та рейкою при проходженні кривої ділянки колії за рахунок постачання колеса поверхнею катання для проходження кривих ділянок колії та зміни ширини колії у кривих з радіусом відповідно до виразу (3).

Суть і принцип дії винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 зображено колісну пару у прямій ділянці колії або у кривій з радіусом, що задовольняє виразу (2), на фіг. 2 - колісна пара у кривій ділянці колії з радіусом, що задовольняє виразу (3), на фіг. 3 - зображено вигляд зверху кривої ділянки колії з радіусом, що задовольняє виразу (3) та на фіг. 4 - зображено рейку, що забезпечує розширення ділянки колії для переходу на криву з радіусом, що задовольняє виразу (3).

Колісна пара візка рейкового транспортного засобу складається з осі 1 і двох жорстко закріплених на ній коліс 2, та має поверхню катання коліс 3, з внутрішнього боку відносно колії обмежена гребенем 4, а з зовнішнього боку відносно колії оснащена поверхнею катання для проїзду кривих ділянок колії 5, перехід 6 до якої поверхні катання колеса 3 здійснено таким же чином, як перехід 7 до гребеня 4, причому радіус r круга катання поверхні колеса для проїзду кривих ділянок колії 5 визначається з виразу:

$$r = r - 2 \cdot \Delta r - \frac{a \cdot \Delta r}{2 \cdot S}, \quad (1)$$

де r - номінальний радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривої ділянки колії, мм;

r - номінальний радіус круга катання колеса, мм;

Δr - максимальна зміна миттєвих радіусів кочення круга катання колеса в момент вичерпання поперечного зазору колії;

$2 \cdot S$ - відстань між кругами катання коліс, мм;

a - відстань між кругом катання колеса та кругом катання поверхні для проїзду кривої ділянки колії того ж самого колеса, мм;

Колія на криволінійній ділянці містить внутрішню (відносно центра кривої) 8 та зовнішню (відносно центра кривої) 9 рейки. Для радіуса кривої, що задовольняє виразу (3) ширина між рейками збільшена на величину a , а висота рейки збільшена на величину r -р. Розширення колії відбувається на внутрішній 8 рейці.

Колісна пара візка рейкового транспортного засобу відповідно до винаходу функціонує наступним чином.

При русі колісної пари в прямій ділянці колії та кривій з радіусом R_1 , відповідно до співвідношення (виразу) (2), контакт між колесами 2 та внутрішньою 8 та зовнішньою 9 рейками здійснюється через поверхню катання коліс 3 та гребінь 4 (фіг. 1). У випадку, коли співвідношення (2) не забезпечується, контакт між колесом 2 та зовнішньою 9 рейкою здійснюється через поверхню катання коліс 3 та гребінь 4, а контакт між колесом 2 та внутрішньою 8 рейкою здійснюється через поверхню колеса для проїзду кривих ділянок колії 5 (фіг. 2). Перехід між поверхнею колеса для проїзду кривих ділянок колії 5 та поверхнею катання коліс 3 здійснено за рахунок переходу 6, а перехід між поверхнею катання коліс 3 та гребенем 4 - за рахунок переходу 7.

Колія на криволінійній ділянці, з радіусом кривої відповідно до співвідношення (3) виконана зі збільшеною на величину a шириною між рейками 8 та 9 та збільшеною на величину r -р

висотою внутрішньої рейки. Розширення колії і підвищення висоти відбувається на внутрішній 8 рейці (фіг. 3 та 4). В момент зміни ширини колії профіль колеса проходить по рейці у відповідності із фігурою 4 (переріз А-А, В-В, С-С, D-D, E-E).

Оцінка ефективності використання запропонованої конструкції проведена за допомогою імітаційного моделювання для трамвая з наступними параметрами:

Маса вагона трамвая - 22750 кг;

База шкворня - 6.4 м;

База візка - 1.9 м (візки з радіальною установкою колісних пар);

Номинальний радіус круга катання колеса $r=340$ мм;

при експлуатації трамвая на колії з параметрами:

Номинальна ширина колії - 1000 мм;

Мінімальний радіус кривої ділянки колії, який регламентується нормативною документацією $R_{\min}=18$ м.

Параметри взаємодії колісної пари з колією:

Профіль колеса досягає величини $\Delta r=5,5$ мм;

Відстань між кругами катання коліс $2 \cdot S=1061,9$ мм;

Відстань між кругом катання колеса та кругом катання поверхні для проїзду кривої ділянки колії того ж самого колеса, відповідно заданого профілю колеса приймаємо $\alpha=50$ мм;

Умови руху трамвая в колії:

Швидкість руху 10 км/год. на криволінійній ділянці колії з двома S-подібними кривими з радіусом $R=25$ м. Довжина кругової кривої 30 м. Довжина перехідних кривих, які примикають до кругових кривих була прийнята 10 м. Довжина прямих ділянок колії, які примикають до перехідних кривих була прийнята 10 м.

Відповідно співвідношення (1) номінальний радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривої ділянки колії (по додатковій поверхні колеса дорівнює:

$$p = 340 - 2 \cdot 5.5 - \frac{50 \cdot 5.5}{1061.9} = 328.74 \text{ мм}$$

Для проїзду прямої ділянки колії та кривої з радіусом (R_1), який задовольняє відношенню:

$$R_1 \in \left(\frac{1061.9 \cdot 340}{5.5}; \infty \right), \quad (2)$$

$$R_1 \in (65.64; \infty)$$

контакт між колесом та рейкою здійснюється по основній поверхні катання та гребеню колеса.

Інтервал радіусів, при яких взаємодія колеса з рейкою буде виконуватися по додатковій поверхні внутрішнього (відносно радіуса кривої) колеса колісної пари визначається за формулою (3):

$$R_2 \in (18; 65.64; \infty) \quad (3)$$

Перетин С-С фігури 4 завжди знаходиться в місці, де є радіус кривої ділянки колії 65,64 м.

За допомогою імітаційного аналізу виконано два приклади їзди трамвая по колії з вищенаведеними параметрами.

1. Рух трамвая по колії без можливості використання додаткової поверхні катання колеса.

2. Рух трамвая по колії з використання додаткової поверхні катання коліс.

При імітаційному моделюванні оцінювалися:

швидкості ковзання при контакті окремих коліс з рейками та їх розподіл по профілю колеса;

товщина шару матеріалу, зношеного з поверхні кожного колеса, і розподіл зносу по профілю колеса.

Імітаційне моделювання виконано методом інтеграції руху вагона трамвая в часі з кроком 0,01 с.

Використання запропонованої колісної пари візка рейкового транспортного засобу та колії криволінійної ділянки дозволяє:

забезпечення кочення колеса у колії зі зменшеним проковзуванням в поздовжньому напрямі за рахунок зниження поздовжніх сил, що виникають між колесом та рейкою при проходженні кривої ділянки колії з радіусом відповідно до виразу (3), оснащення колеса поверхнею катання для проходження кривих ділянок колії та зміни ширини колії у кривих з радіусом відповідно до виразу (3), що дозволяє зменшити зношення коліс та рейок, зменшити опір руху та підвищити енергетичну ефективність рейкового транспорту, знизити шум, який виникає від колісних пар при проїзді кривих ділянок колії;

зниження поперечних сил, що виникають між колесом та рейкою при проходженні кривої ділянки колії за рахунок оснащення колеса поверхнею катання для проходження кривих ділянок колії та зміни ширини колії у кривих з радіусом відповідно до виразу (3).

5

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Колісна пара візка рейкового транспортного засобу, що складається з осі і двох жорстко закріплених коліс, з внутрішнього боку відносно колії поверхня катання обмежена гребенем, яка **відрізняється** тим, що ширина колісної пари збільшена на величину додаткової поверхні катання для проїзду кривих ділянок колії, перехід до якої від основної поверхні катання колеса здійснено таким же чином, як перехід до гребеня колісної пари, причому радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривих ділянок колії визначається з виразу:

$$p = r - 2 \cdot \Delta r - \frac{a \cdot \Delta r}{2 \cdot S}, (1)$$

де p - номінальний радіус круга катання поверхні колеса для проїзду кривої ділянки колії, мм;

15 r - номінальний радіус круга катання колеса, мм;

Δr - максимальна зміна миттєвих радіусів кочення круга катання колеса в момент вичерпання поперечного зазору колії;

$2 \cdot S$ - відстань між кругами катання коліс, мм;

20 a - відстань між кругом катання колеса та кругом катання поверхні для проїзду кривої ділянки колії того ж самого колеса, мм;

при цьому для проїзду прямої ділянки колії та кривої з радіусом R_1 , який задовольняє відношенню:

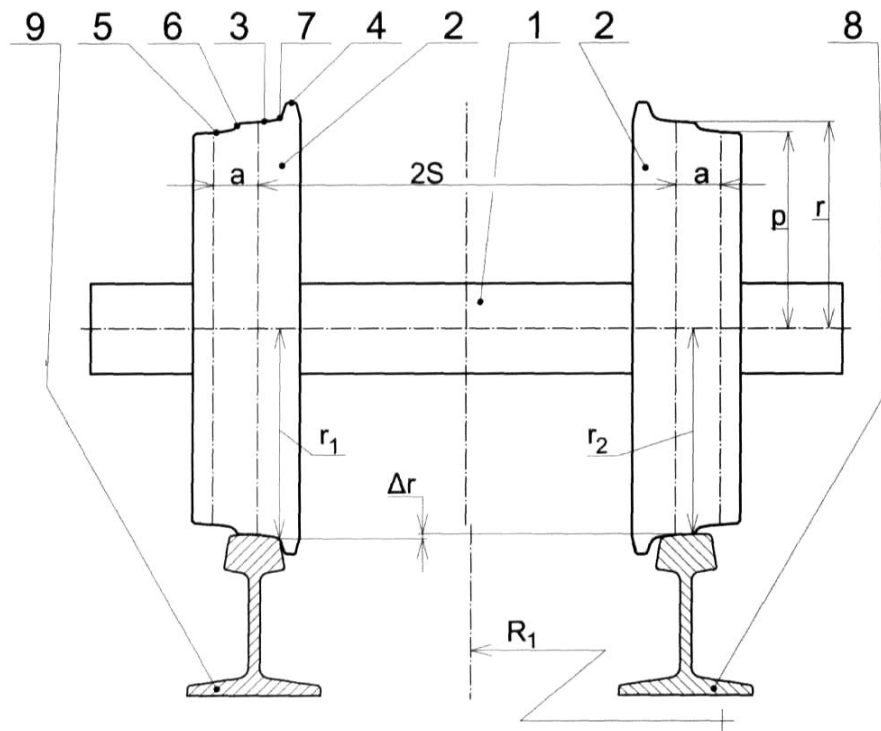
$$R_1 \in \left(\frac{2 \cdot S \cdot r}{\Delta r}; \infty \right), (2)$$

25 контакт між колесом та рейкою здійснюється через поверхню катання та гребінь колеса, у випадку, коли відношення (2) не забезпечується, контакт між колесом та рейкою здійснюється через поверхню катання ділянки колеса для проїзду кривої ділянки колії.

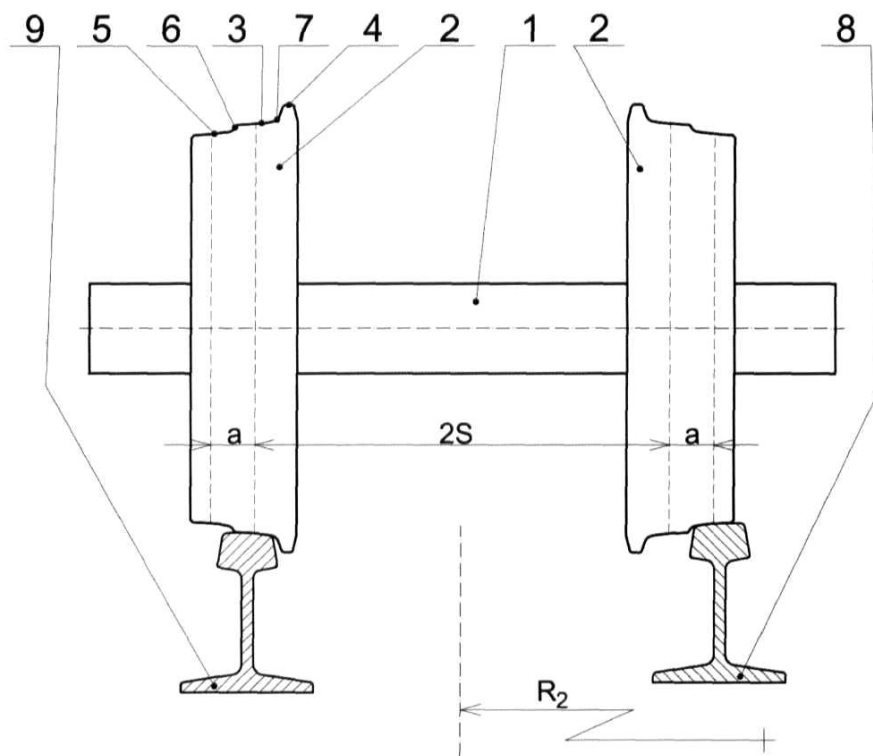
2. Колія на криволінійній ділянці, що містить внутрішню (відносно центра кривої) та зовнішню (відносно центра кривої) рейки, з такою шириною між ними, аби колісна пара могла рухатися в колії з поперечним зазором, яка **відрізняється** тим, що радіус (R_2) кривої визначається з виразу:

$$R_2 \in \left(R_{\min}; \frac{2 \cdot S \cdot r}{\Delta r} \right), (3)$$

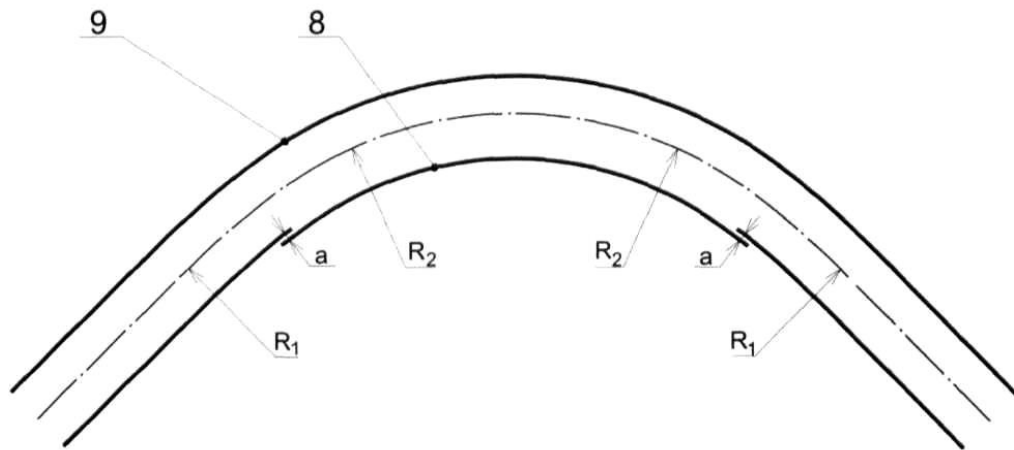
35 де R_{\min} - мінімальний радіус кривої ділянки колії, який регламентується нормативною документацією, крива ділянка з радіусом (R_2) виконана зі збільшеною на величину a шириною між рейками та збільшеною на величину r -р висотою рейки, причому розширення колії і збільшення висоти рейки повинно бути лише на внутрішній рейці кривої ділянки колії.



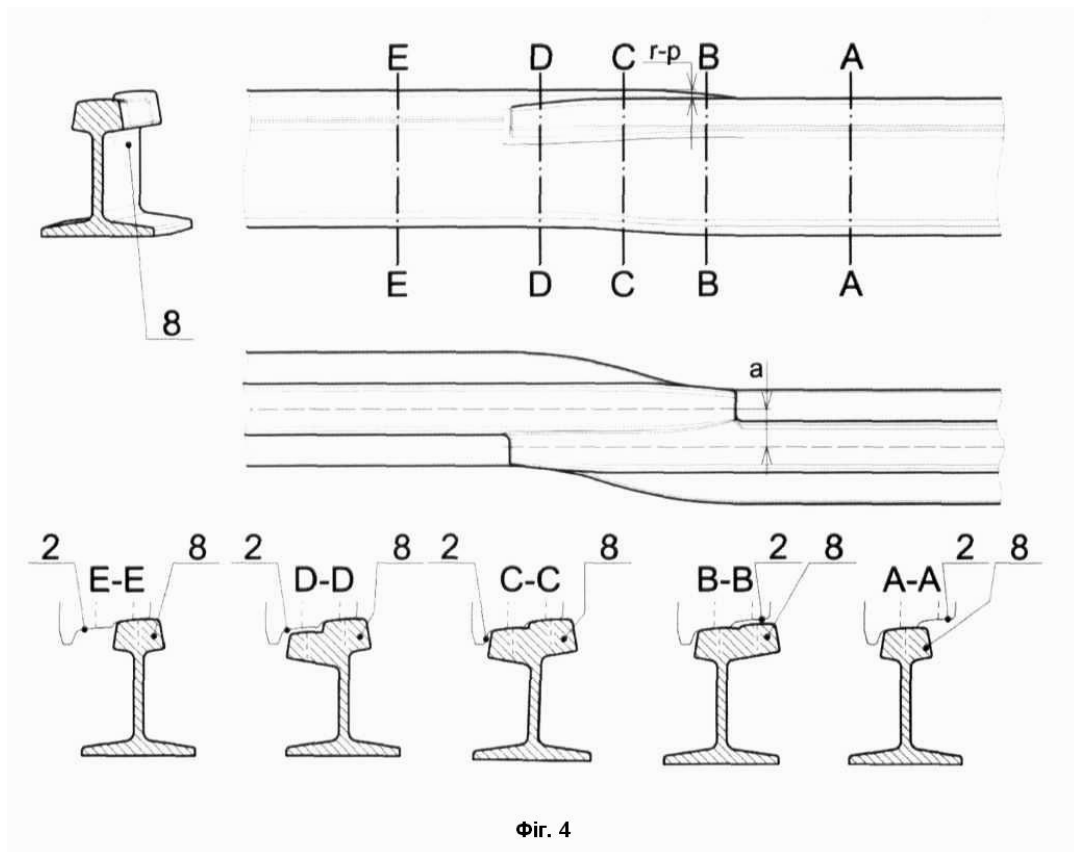
Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601