



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **101768** (13) **C2**
(51) МПК (2013.01)
B60B 21/00
B60B 17/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

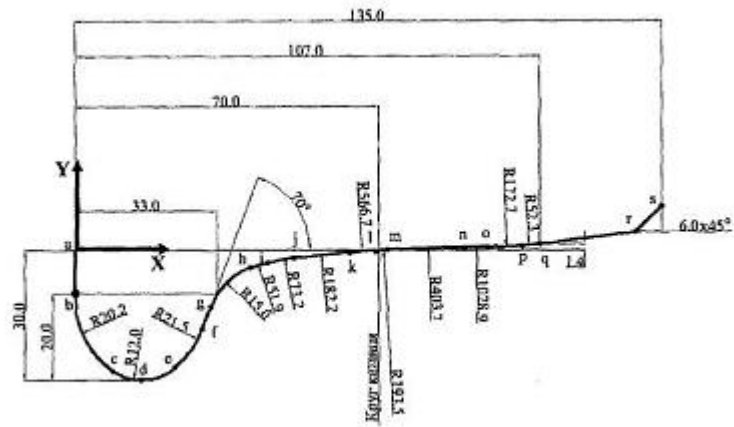
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: a 2012 02496	(72) Винахідник(и): Кочергін Віктор Васильєвич (RU), Максімов Ігорь Ніколаєвич (RU), Грабнер Геральд (AT)
(22) Дата подання заявки: 02.03.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.04.2013	
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: RU2011108018	(73) Власник(и): ОТКРИТОЄ АКЦІОНЕРНОЄ ОБЩЕСТВО "РОСІЙСЬКІЄ ЖЕЛІЗНІЄ ДОРОГІ", ул. Новая Басманная, 2, г. Москва, 170174, Россия (RU), СІМЕНС АКЦІЕНГЕЗЕЛЬШАФТ, Wittelsbacherplatz, 2, 80333 Munchen (DE)
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 02.03.2011	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: RU	(74) Представник: Боровик Петро Антонович, реєстр. №166
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.09.2012, Бюл.№ 17	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: EP 0008538 B1, 09.02.1983 FR 2862254 A1, 20.05.2005 RU 22099 U1, 10.03.2002 RU 22100 U1, 10.03.2002 UA 1182 U, 15.03.2002 WO 9008047 A1, 26.07.1990 RU 26208 U1, 15.04.2002 EP 0760294 A2, 05.03.1997
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2013, Бюл.№ 8	

(54) ПРОФІЛЬ ПОВЕРХНІ ЗАЛІЗНИЧНОГО КОЛЕСА**(57) Реферат:**

Профіль поверхні залізничного колеса включає сполучені між собою профіль поверхні гребеня і поверхні кочення, виконаний у вигляді лінії, що складається з гладко сполучених відрізків прямих і дуг кіл. Профіль виконаний для залізничного колеса шириною 135 мм, що має кут нахилу робочої поверхні гребеня 70°. При цьому профіль внутрішньої поверхні гребеня містить вертикальний відрізок, послідовно сполучений з дугою $R_1 = 20,2$ мм, потім з дугою $R_2 = 12,0$ мм, що утворює вершину гребеня, потім по довжині профілю розташована робоча поверхня гребеня, утворена дугою $R_3 = 21,5$ мм, сполучена з похилим відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі, далі робоча поверхня гребеня пов'язана з поверхнею кочення колеса по викружці радіусом $R_4 = 15$ мм. При цьому поверхня кочення утворена послідовно сполученими дугами з радіусами $R_5 = 51,9$ мм, $R_6 = 73,2$ мм, $R_7 = 182,2$ мм, $R_8 = 566,7$ мм, $R_9 = 193,5$ мм, $R_{10} = 403,7$ мм, $R_{11} = 1028,9$ мм, $R_{12} = 172,7$ мм, $R_{13} = 52,3$ мм, які служать продовженням твірної викружки і пов'язані з прямим відрізком з ухилом 13 % при $107,0 < x < 129,0$, де x - поточна координата, виражена в мм, по осі x , з початком на внутрішній поверхні колеса.

UA 101768 C2



Фиг. 1

Винахід належить до залізничного транспорту і може бути використаний при виготовленні і переточуванні коліс електропоїзда Velaro RUS («Сапсан») або коліс швидкісних електропоїздів аналогічної конструкції при подібних умовах експлуатації залізничного рухомого складу.

З рівня техніки відомий обід залізничного колеса, розкритий у публікації міжнародної заявки WO 90/08047 від 26.07.1990, що містить гребінь і поверхню кочення змінного профілю з ділянкою увігнутої поверхні, утвореної параболоїдом обертання з твірною, описаною співвідношенням: $Y = aX^b$, де $a = 4,8...5,4$, $b = 0,23...0,25$. Ділянка увігнутої поверхні пов'язана з ділянкою опуклої поверхні, утвореною гладкою кривою, яка пов'язана з ділянкою кінчної поверхні, що твірна якої має ухил від 1:5 до 1:20, при цьому лінія сполучення розташована у колі кочення. Дане технічне рішення створює конструкцію колеса, форма поверхні кочення якого забезпечує підвищення стійкості руху за рахунок зменшення кінематичних коливань та інтенсивності ризикання, зменшення зносу поверхні кочення за рахунок зниження контактних напруг у парі колесо-рейка при швидкості руху до 100 км/год. Колесо зазначеної конструкції не забезпечує заданих показників при швидкостях руху до 200 км/год. і вище, оскільки не розраховане для швидкісного електропоїзда.

Відомий профіль поверхні обода залізничного колеса, описаний в патенті на корисну модель RU 26208 від 20.11.2002, який складається з гладко сполучених відрізків прямих і дуг кіл, причому значення радіусів і положення центрів кіл таких дуг щодо точки нуля на перетині середнього радіуса кола кочення з твірною поверхні кочення вибрані з урахуванням фактичної товщини гребеня в інтервалі від 30 мм для ремонтних коліс і до 34 мм для нових коліс. При товщині гребеня 30 мм координати центрів кіл і радіуси зазначених дуг рівні $x_1 = -56,77$ мм і $y_1 = -14,7$ мм для $R_1 = 13,5$ мм, $x_2 = -25,6$ мм і $y_2 = -20,4$ мм для $R_2 = 17,7$ мм і $x_3 = -23,5$ мм і $y_3 = -20,71$ мм для $R_3 = 19,5$ мм, дуга радіуса R_1 що служить твірною опуклої робочої поверхні гребеня, відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі пов'язана з дугою радіуса R_2 , що служить частиною твірної викружки, дуга радіуса R_2 пов'язана з дугою радіуса R_3 , яка служить продовженням твірної викружки і пов'язана з поверхнею кочення відрізком прямої з ухилом 1:20 ($-25 \text{ мм} \leq x \leq 0 \text{ мм}$), що переходить у відрізок прямої з ухилом 1:40 ($0 \text{ мм} \leq x \leq 40 \text{ мм}$) і далі в відрізок прямої з ухилом 1:7 ($40 \text{ мм} \leq x \leq 54 \text{ мм}$). Аналогічно описані координати при товщині гребеня 34 мм. Гладке сполучення поверхні кочення з робочою поверхнею гребеня знижує ймовірність силового контакту гребенів коліс бічними гранями головок рейок навіть на кривих ділянках колії радіусами кривизни не більше 350 м, що дозволяє зробити знос колеса по поверхні кочення більш рівномірним. Однак даний профіль поверхні обода залізничного колеса розрахований для використання на вантажних поїздах, швидкість руху яких рідко перевищує значення 100 км/год. Колесо зазначеної конструкції не забезпечує високих показників безпеки руху при швидкостях руху до 200 км/год. і вище.

Найбільш близьким аналогом даного винаходу є профіль поверхні залізничного колеса, відомий з EP 0760294 від 05.03.1997, що включає сполучені між собою профіль поверхні гребеня і поверхні кочення, виконаний у вигляді лінії, що складається з гладко сполучених відрізків прямих і дуг кіл, розрахований для використання на швидкісних електропоїздах. Координати точок сполучення дуг окружностей профілю строго фіксуються. Крім того, координати точок, що лежать на лінії профілю робочої поверхні колеса розраховані із заданим інтервалом і зафіксовані в таблиці, яка дозволяє відтворювати параметри поверхні кочення колеса і поверхні гребеня з необхідною точністю, як при виготовленні колеса, так і при його переточуванні.

Однак даний профіль розрахований для колеса з нахилом гребеня 65° і призначений для умов експлуатації європейських залізниць. Погодні умови, що включають експлуатацію швидкісного електропоїзда в Росії в зимовий час, диктують необхідність зниження питомого тиску колеса на рейку для запобігання утворення вищербин на контактних поверхнях рейки і колеса.

Винахід направлено на підвищення довговічності поверхні кочення коліс швидкісного електропоїзда у порівнянні з вихідним профілем поверхні кочення коліс P8 електропоїздів Velaro RUS («Сапсан») зі збереженням показників динаміки електропоїздів, які відповідають технічним вимогам і нормам безпеки.

Технічним результатом винаходу є зниження контактного тиску на поверхню кочення залізничного колеса швидкісного електропоїзда при взаємодії з рейкою Р65 ГОСТ Р 51685 і зменшення можливості утворення вищербин на поверхні кочення коліс, особливо при експлуатації рухомого складу в зимовий час.

Винахід ілюструється фігурами 1-29 і таблицею.

Поставлена задача вирішується таким чином.

Заявлений профіль поверхні залізничного колеса включає в себе сполучені між собою профіль поверхні гребеня і поверхні кочення і виконаний у вигляді лінії, що складається з гладко сполучених відрізків прямих і дуг кіл. Профіль (див. фіг. 1) згідно з заявленим винаходом виконаний для залізничного колеса шириною 135 мм, що має кут нахилу робочої поверхні гребеня 70° . При цьому профіль внутрішньої поверхні гребеня містить вертикальний відрізок, поспідовно сполучений з дугою $R_1 = 20,2$ мм, потім з дугою $R_2 = 12,0$ мм, що утворює вершину гребеня, потім по довжині профілю розташована робоча поверхня гребеня, утворена дугою $R_3 = 21,5$ мм, сполучена з похилим відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі, далі робоча поверхня гребеня пов'язана з поверхнею кочення колеса по викружці радіусом $R_4 = 15$ мм, причому поверхня кочення утворена поспідовно сполученими дугами з радіусами $R_5 = 51,9$ мм, $R_6 = 73,2$ мм, $R_7 = 182,2$ мм, $R_8 = 566,7$ мм, $R_9 = 193,5$ мм, $R_{10} = 403,7$ мм, $R_{11} = 1028,9$ мм, $R_{12} = 172,7$ мм, $R_{13} = 52,3$ мм, які служать продовженням твірної викружки, при цьому дуга R_{13} поспідовно пов'язана прямим відрізком, розташованим з ухилом до горизонталі 13 % при $107,0 < x < 129,0$, де x - поточна координата, виражена в мм, по осі x , з початком на внутрішній поверхні колеса.

Лінія, що утворює профіль гребеня і поверхню кочення колеса, проходить по точках: $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r$ з наступними координатами, вираженими в мм, (з початком координат на внутрішній поверхні колеса):

$x_1 = 0$ і $y_1 = 0$ для точки «а»,
 $x_2 = 0$ і $y_2 = -10,94$ для точки «b»,
 $x_3 = 8,99$ і $y_3 = -27,96$ для точки «с»,
 $x_4 = 15,66$ і $y_4 = -30,0$ для точки «d»,
 $x_5 = 23,52$ і $y_5 = -27,06$ для точки «e»,
 $x_6 = 29,65$ і $y_6 = -18,15$ для точки «f»,
 $x_7 = 31,5$ і $y_7 = -13,07$ для точки «g»,
 $x_8 = 40,75$ і $y_8 = -3,93$ для точки «h»,
 $x_9 = 44,54$ і $y_9 = -2,80$ для точки «i»,
 $x_{10} = 50,55$ і $y_{10} = -1,73$ для точки «j»,
 $x_{11} = 63,57$ і $y_{11} = -0,45$ для точки «k»,
 $x_{12} = 69,36$ і $y_{12} = -0,05$ для точки «l»,
 $x_{13} = 71,91$ і $y_{13} = 0,11$ для точки «m»,
 $x_{14} = 89,70$ і $y_{14} = 0,71$ для точки «n»,
 $x_{15} = 94,99$ і $y_{15} = 0,77$ для точки «o»,
 $x_{16} = 102,98$ і $y_{16} = 1,02$ для точки «p»,
 $x_{17} = 107,0$ і $y_{17} = 1,40$ для точки «q»,
 $x_{18} = 129,0$ і $y_{18} = 4,20$ для точки «r».

Для зазначених вище значень координат ось абсцис проходить по горизонталі через точку перетину кола кочення і поверхні кочення колеса.

При цьому нульова точка системи координат розташована на перетині осі абсцис з вертикальним ділянкою на внутрішній неробочій поверхні гребеня колеса.

Як видно з фіг. 1, відрізки прямих і дуг кіл, що утворюють профіль колеса, сполучені між собою у поспідовно розташованих точках: $b, c, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r$.

На зовнішній стороні залізничного колеса (польова грань колеса) виконана фаска $6,0 \times 45^\circ$, контур якої, відповідний відрізку rs на фіг. 1, обмежує профіль поверхні кочення.

Положення точок на лінії профілю поверхні обода залізничного колеса обчислюється із заданою точністю за допомогою ЕОМ. Результати обчислень заносяться у таблицю, використання якої дозволяє з розрахунковою точністю визначити поточні координати x_i, y_i , де i - порядковий номер шуканої точки у таблиці координат профілю поверхні залізничного колеса 200-М-70 з початком координат на колі кочення.

Розроблений профіль має умовне позначення 200-М-70. Координати розробленого профілю поверхні колеса 200-М-70 наведені у таблиці (з початком координат на колі кочення).

Властивості залізничного колеса 200-М-70, що визначаються параметрами профілю його робочої поверхні, що взаємодіє з рейкою, тобто геометрією контакту в системі колесо/рейка, показані на фіг. 2-29 для різних граничних умов експлуатації рухомого складу, що визначаються шириною колії та підуклінкою рейок.

Ходові якості нового профілю залізничного колеса 200-М-70 оцінювалися за значенням еквівалентної конусності, різниці радіусів кочення коліс, кута плями контакту, а також за формою і параметрами плями контакту колеса з рейкою Р65.

На фігурі 2 показана еквівалентна конусність залізничного колеса 200-М-70, що характеризує стійкість руху залізничного екіпажу по рейковій колії. При розрахунковій швидкості

руху електропоїзда до 250 км/год відповідно до європейських нормативів UIC 518-2003 еквівалентна конусність не повинна перевищувати величину 0,3 для амплітуди лінеаризації 3,0 мм. З діаграми на фіг. 2 видно, що для заявленого профілю залізничного колеса 200-M-70 значення еквівалентної конусності при переміщенні 3 мм склало 0,22 при наступних вихідних параметрах:

- Радіус кола кочення для лівого і для правого колеса - 460,0 мм;
- Відстань між колами кочення коліс складає 1580,0 мм;
- Підуклінка лівої і правої рейки - 1/20;
- Ширина колії - 1520 мм.

На фігурі 3 показана різниця радіусів кочення коліс. Діаграма показує зміну радіуса колеса при поперечному зміщенні колеса щодо рейки при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/20 при ширині колії 1520 мм.

На фігурі 4 по осі ординат показаний тангенс кута нахилу плями контакту колеса з рейкою при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/20 при ширині колії 1520 мм. По осі абсцис показано поперечний зсув (мм). Дана діаграма показує зміну тангенса кута нахилу плями контакту при зміщенні колісної пари поперек колії. Пунктирні лінії відповідають залежності тангенса кута нахилу плями контакту з рейкою лівого і правого колеса, а суцільною лінією показано їх сумарне значення.

На фігурі 5 показана діаграма, що ілюструє форму і параметри плями контакту колеса з рейкою, розраховані за Герцем для різних точок контакту запропонованого профілю робочої поверхні (лівого і правого) колеса 200-M-70 у відповідних їм точках контакту, розташованих на профілі поверхні лівої і правої рейки Р 65. Обчислення виконувалися при наступних вихідних умовах (тут і далі зазначених на діаграмі):

Навантаження на колесо: $Q = 80,0 \text{ кН}$ (кілоньютон, (кН));

Крок зміщення колеса відносно рейки: $\Delta u_y = 0,10 \text{ мм}$;

Точність положення точок контактування: $\Delta r_{\text{pkt}} = 0,30 \text{ мм}$.

Діаграма дозволяє візуально оцінити розподіл контактних тисків по довжині профілю колеса, тобто: чим більше пляма контакту, тим менше величина контактного тиску в даній точці.

Діаграми, наведені на фігурах 6-9, показують умови контакту запропонованого профілю поверхні колеса 200-M-70 і рейки Р65 при ширині колії 1515 мм і при підуклінці рейок 1/20.

Для зазначених умов на фігурі 6 показана еквівалентна конусність колеса. З діаграми на фіг. 6 видно, що для заявленого профілю лівого і правого колеса 200-M-70 значення еквівалентної конусності при переміщенні 3 мм склало 0,27, що характеризує хорошу стійкість руху залізничного екіпажу по рейковій колії.

На фігурі 7 показана різниця радіусів кочення коліс. Діаграма показує зміну радіуса колеса при поперечному зміщенні колеса щодо рейки при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/20 при ширині колії 1515 мм.

На фігурі 8 показаний тангенс кута нахилу плями контакту колеса з рейкою при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/20 при ширині колії 1515 мм. Дана діаграма показує зміну тангенса кута нахилу плями контакту при зміщенні колісної пари поперек колії. Пунктирні лінії відповідають залежності тангенса кута нахилу плями контакту з рейкою лівого і правого колеса, а суцільною лінією показано їх сумарне значення.

На фігурі 9 показана діаграма, що ілюструє форму і параметри плями контакту колеса з рейкою, розраховані за Герцем для різних точок контакту запропонованого профілю обода (лівого і правого) колеса у відповідних їм точках контакту, розташованих на профілі лівого і правого рейки: Р65. Діаграма дозволяє візуально оцінити зниження значень контактних напруг по довжині профілю колеса, оскільки, чим більше пляма контакту, тим менше значення величини контактної напруги в цій точці.

Діаграми, наведені на фігурах 10-13, показують умови контакту запропонованого профілю поверхні колеса 200-M-70 і рейки Р65 при ширині колії 1512 мм і при підуклінці рейок 1/20. Для зазначених умов на фігурі 10 показана еквівалентна конусність колеса.

З діаграми на фіг. 10 видно, що для заявленого профілю лівого і правого колеса 200-M-70 значення еквівалентної конусності при переміщенні 3 мм склало 0,17, що характеризує хорошу стійкість руху залізничного екіпажу по рейковій колії.

На фігурі 11 показана різниця радіусів кочення коліс. Діаграма показує зміну радіуса колеса при поперечному зміщенні колеса щодо рейки при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/20 при ширині колії 1512 мм.

На фігурі 12 показаний тангенс кута нахилу плями контакту колеса з рейкою при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/20 при ширині колії 1512 мм. Діаграма показує зміну тангенса кута нахилу плями контакту при зміщенні колісної пари поперек

колії. Пунктирні лінії відповідають залежності тангенса кута нахилу плями контакту з рейкою лівого і правого колеса, а суцільною лінією показано їх сумарне значення.

На фігурі 13 показана діаграма, що ілюструє форму і параметри плями контакту колеса з рейкою, розраховані за Герцем для різних точок контакту запропонованого профілю обода (лівого і правого) колеса 200-М-70 у відповідних їм точках контакту, розташованим на профілі лівої і правої рейки: Р65. Діаграма дозволяє візуально оцінити зниження значень контактних напруг по довжині профілю колеса, оскільки по всій довжині профілю обода колеса пляма контакту має досить велику площу.

Діаграми, наведені на фігурах 14-17, показують умови контакту запропонованого профілю поверхні колеса 200-М-70 і рейки Р65 при ширині колії 1525 мм і при підуклінці рейок 1/20.

Для зазначених умов на фігурі 14 показана еквівалентна конусність колеса. З діаграми на фіг. 14 видно, що для заявленого профілю лівого і правого колеса 200-М-70 значення еквівалентної конусності при переміщенні 3 мм склало 0,09, що характеризує хорошу стійкість руху залізничного екіпажу по рейковій колії.

На фігурі 15 показана різниця радіусів кочення коліс. Діаграма показує зміну радіуса колеса при поперечному зміщенні колеса щодо рейки при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/20 при ширині колії 1525 мм.

На фігурі 16 показаний тангенс кута нахилу плями контакту колеса з рейкою при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/20 при ширині колії 1525 мм. Діаграма показує зміну тангенса кута нахилу плями контакту при зміщенні колісної пари поперек колії.

На фігурі 17 показана діаграма, що ілюструє форму і параметри плями контакту колеса з рейкою, розраховані за Герцем для різних точок контакту запропонованого профілю обода (лівого і правого) колеса у відповідних їм точках контакту, розташованим на профілі лівого і правого рейки: Р65. Діаграма дозволяє візуально оцінити зниження значень контактних напруг по довжині профілю колеса, оскільки по всій довжині профілю обода колеса пляма контакту має досить велику площу.

Діаграми, наведені на фігурах 18-21, показують умови контакту запропонованого профілю поверхні колеса 200-М-70 і рейки Р65 при ширині колії 1520 мм і при підуклінці рейок 1/60.

Для зазначених умов на фігурі 18 показана еквівалентна конусність колеса. З діаграми на фіг. 18 видно, що для заявленого профілю лівого і правого колеса 200-М-70 значення еквівалентної конусності при переміщенні 3 мм склало 0,10, що характеризує хорошу стійкість руху залізничного екіпажу по рейковій колії.

На фігурі 19 показана різниця радіусів кочення коліс. Діаграма показує зміну радіуса колеса при поперечному зміщенні колеса щодо рейки при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/60 при ширині колії 1520 мм.

На фігурі 20 показаний тангенс кута нахилу плями контакту колеса з рейкою при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/60 при ширині колії 1520 мм. Діаграма показує зміну тангенса кута нахилу плями контакту при зміщенні колісної пари поперек колії.

На фігурі 21 показана діаграма, що ілюструє форму і параметри плями контакту колеса з рейкою, розраховані за Герцем для різних точок контакту запропонованого профілю обода (лівого і правого) колеса у відповідних їм точках контакту, розташованим на профілі лівого і правого рейки: Р65. Діаграма дозволяє візуально оцінити зниження значень контактних напруг по довжині профілю колеса, оскільки по всій довжині профілю обода колеса пляма контакту має досить велику площу.

Діаграми, наведені на фігурах 22-25, показують умови контакту запропонованого профілю поверхні кочення колеса 200-М-70 і рейки Р65 при ширині колії 1520 мм і при підуклінці рейок 1/30.

Для зазначених умов на фігурі 22 показана еквівалентна конусність колеса. З діаграми на фіг. 22 видно, що для заявленого профілю лівого і правого колеса 200-М-70 значення еквівалентної конусності при переміщенні 3 мм склало 0,008, що характеризує хорошу стійкість руху залізничного екіпажу по рейковій колії.

На фігурі 23 показана різниця радіусів кочення коліс. Діаграма показує зміну радіуса колеса при поперечному зміщенні колеса щодо рейки при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/30 при ширині колії 1520 мм.

На фігурі 24 показаний тангенс кута нахилу плями контакту колеса з рейкою при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/30 при ширині колії 1520 мм. Діаграма показує зміну тангенса кута нахилу плями контакту при зміщенні колісної пари поперек колії.

На фігурі 25 показана діаграма, що ілюструє форму і параметри плями контакту колеса з рейкою, розраховані за Герцем для різних точок контакту запропонованого профілю обода (лівого і правого) колеса у відповідних їм точках контакту, розташованим на профілі лівої і правої рейки: Р65. Діаграма дозволяє візуально оцінити зниження значень контактних напруг по довжині профілю колеса, оскільки по всій довжині профілю обода колеса пляма контакту має досить велику площу.

Діаграми, наведені на фігурах 26-29, показують умови контакту запропонованого профілю поверхні кочення колеса 200-М-70 і рейки Р65 при ширині колії 1520 мм і при підуклінці рейок 1/12.

Для зазначених умов на фігурі 26 показана еквівалентна конусність колеса. З діаграми на фіг. 26 видно, що для заявленого профілю лівого і правого колеса 200-М-70 значення еквівалентної конусності при переміщенні 3 мм склало 0,02, що характеризує хорошу стійкість руху залізничного екіпажу по рейковій колії.

На фігурі 27 показана різниця радіусів кочення коліс. Діаграма показує зміну радіуса колеса при поперечному зміщенні колеса щодо рейки при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/12 при ширині колії 1520 мм.

На фігурі 28 показаний тангенс кута нахилу плями контакту колеса з рейкою при зазначених вище вихідних параметрах, що характеризують підуклінку рейок 1/12 при ширині колії 1520 мм. Діаграма показує зміну тангенса кута нахилу плями контакту при зміщенні колісної пари поперек колії.

На фігурі 29 показана діаграма, що ілюструє форму і параметри плями контакту колеса з рейкою, розраховані за Герцем для різних точок контакту запропонованого профілю обода (лівого і правого) колеса у відповідних їм точках контакту, розташованим на профілі лівої і правої рейки: Р65. Діаграма дозволяє візуально оцінити зниження значень контактних напруг по довжині профілю колеса, оскільки по всій довжині профілю обода колеса пляма контакту має досить велику площу.

З діаграм, наведених на фігурах 2-29 випливає, що при взаємодії заявлених незношених профілів поверхні колеса (умовне найменування - 200-М-70) і головки рейки Р65 ГОСТ Р 51685 еквівалентна конусність знаходиться в діапазоні 0,02...0,27 для амплітуди лінеаризації 3 мм у всьому діапазоні допустимої зміни подуклінки рейок (1/12... 1/60) і зміни величини ширини колії від 1512 мм до 1525 мм, що характеризує стійкий рух залізничного екіпажу по рейковій колії.

Смуга накату профілю 200-М-70 значно ширше вихідного, що сприяє зниженню швидкості накопичення втомних пошкоджень.

Зниження контактного тиску на поверхню кочення залізничного колеса швидкісного електропоїзда при взаємодії з рейкою Р65 ГОСТ Р 51685 складає 20 %, що сприяє зниженню ймовірності утворення вищербин на поверхні кочення коліс, особливо при експлуатації рухомого складу в зимовий час.

Наведені приклади підтверджують, що використання заявленого профілю залізничного колеса 200-М-70 створює необхідні умови для підвищення довговічності поверхні кочення коліс швидкісного електропоїзда зі збереженням показників динаміки електропоїздів, які відповідають технічним вимогам і нормам безпеки.

Таблиця

Координати точок сполучення у мм

Точка	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
X	0	0	8,99	15,66	23,52	29,65	31,5	40,75	44,54	50,55
Y	0	-10,94	-27,96	-30,00	-27,06	-18,15	-13,07	-3,93	-2,80	-1,73

Точка	k	l	m	n	o	p	q	r	s
X	63,57	69,36	71,91	89,70	94,99	102,98	107,00	129,00	135,00
Y	-0,45	-0,05	0,11	0,71	0,77	1,02	1,40	4,20	10,20

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Профіль поверхні залізничного колеса, що включає пов'язані між собою профіль поверхні гребеня і поверхні катання, виконаний у вигляді лінії, що складається з гладко сполучених відрізків прямих і дуг кіл, який **відрізняється** тим, що виконаний для залізничного колеса

шириною 135 мм, що має кут нахилу робочої поверхні гребеня 70° , при цьому профіль внутрішньої поверхні гребеня містить вертикальний відрізок, послідовно сполучений з дугою $R_1 = 20,2$ мм, потім з дугою $R_2 = 12,0$ мм, що утворює вершину гребеня, потім по довжині профілю розташована робоча поверхня гребеня, утворена дугою $R_3 = 21,5$ мм, сполучена з похилим відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі, далі робоча поверхня гребеня пов'язана з поверхнею катання колеса по викружці радіусом $R_4 = 15$ мм, причому поверхня катання утворена послідовно сполученими дугами з радіусами $R_5 = 51,9$ мм, $R_6 = 73,2$ мм, $R_7 = 182,2$ мм, $R_8 = 566,7$ мм, $R_9 = 193,5$ мм, $R_{10} = 403,7$ мм, $R_{11} = 1028,9$ мм, $R_{12} = 172,7$ мм, $R_{13} = 52,3$ мм, які служать продовженням твірної викружки, при цьому дуга R_{13} послідовно пов'язана з прямим відрізком, розташованим з ухилом 13 % по відношенню до горизонталі при $107,0 < x < 129,0$, де x - поточна координата, виражена в мм, по осі x , з початком на внутрішній поверхні колеса.

2. Профіль за п. 1, який **відрізняється** тим, що лінія, що утворює профіль гребеня і поверхню катання колеса, проходить по точках: $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r$ з наступними координатами, вираженими в мм (з початком координат на внутрішній поверхні колеса):

$x_1 = 0$ і $y_1 = 0$ для точки "a",
 $x_2 = 0$ і $y_2 = -10,94$ для точки "b",
 $x_3 = 8,99$ і $y_3 = -27,96$ для точки "c",
 $x_4 = 15,66$ і $y_4 = -30,0$ для точки "d",
 $x_5 = 23,52$ і $y_5 = -27,06$ для точки "e",
 $x_6 = 29,65$ і $y_6 = -18,15$ для точки "f",
 $x_7 = 31,5$ і $y_7 = -13,07$ для точки "g",
 $x_8 = 40,75$ і $y_8 = -3,93$ для точки "h",
 $x_9 = 44,54$ і $y_9 = -2,80$ для точки "i",
 $x_{10} = 50,55$ і $y_{10} = -1,73$ для точки "j",
 $x_{11} = 63,57$ і $y_{11} = -0,45$ для точки "k",
 $x_{12} = 69,36$ і $y_{12} = -0,05$ для точки "l",
 $x_{13} = 71,91$ і $y_{13} = 0,11$ для точки "m",
 $x_{14} = 89,70$ і $y_{14} = 0,71$ для точки "n",
 $x_{15} = 94,99$ і $y_{15} = 0,77$ для точки "o",
 $x_{16} = 102,98$ і $y_{16} = 1,02$ для точки "p",
 $x_{17} = 107,0$ і $y_{17} = 1,40$ для точки "q",
 $x_{18} = 129,0$ і $y_{18} = 4,20$ для точки "r".

3. Профіль за п. 2, який **відрізняється** тим, що відрізки прямих і дуг кіл, що утворюють профіль колеса, пов'язані між собою у послідовно розташованих точках: $b, c, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r$.

4. Профіль за п. 1, який **відрізняється** тим, що на зовнішній стороні залізничного колеса виконана фаска, контур якої обмежує профіль поверхні катання.

5. Профіль за п. 1, який **відрізняється** тим, що положення точок на лінії профілю визначається координатами x_i, y_i , де i - порядковий номер шуканої точки по таблиці координат профілю поверхні колеса 200-M-70 з початком координат на колі катання.

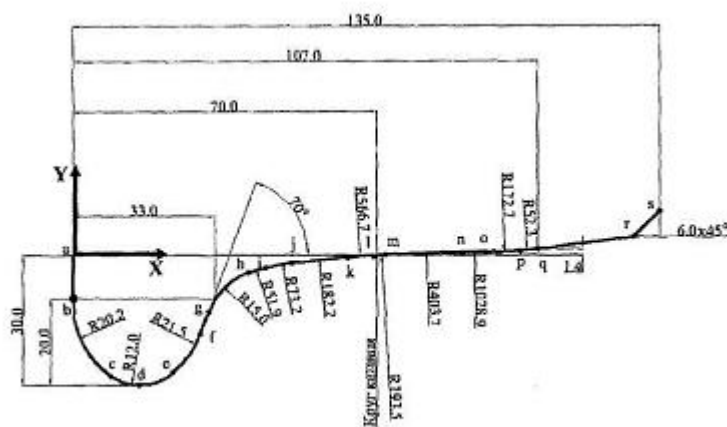
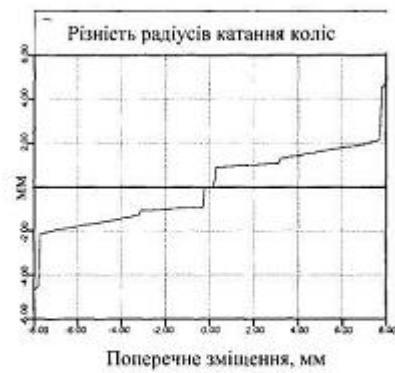


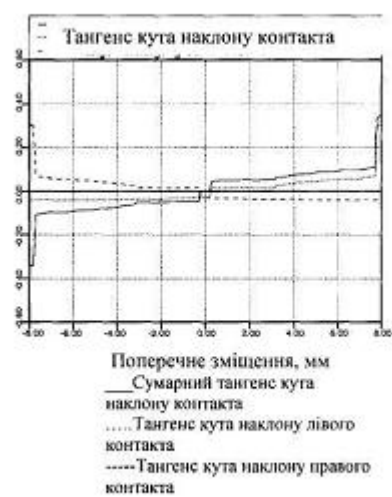
Fig. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

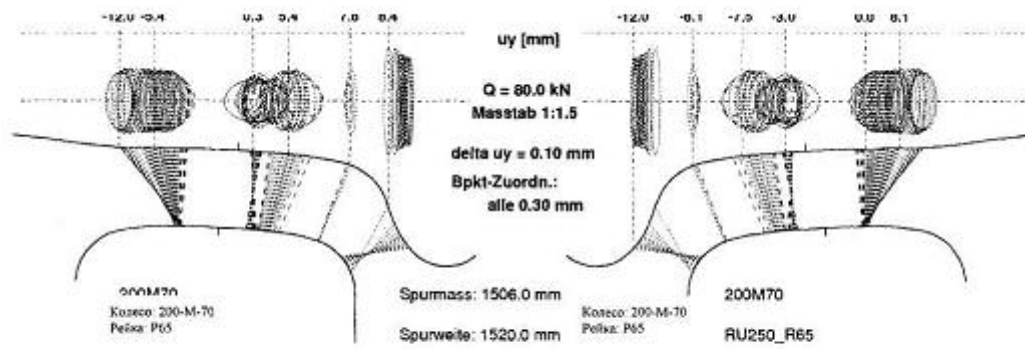


Fig. 5



Fig. 6

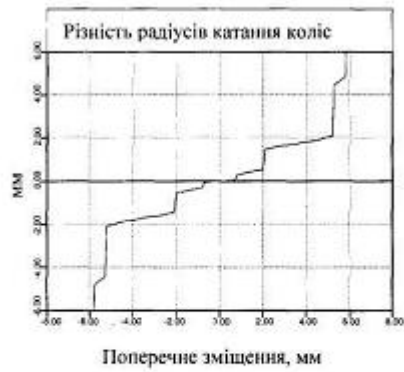


Fig. 7



Fig. 8

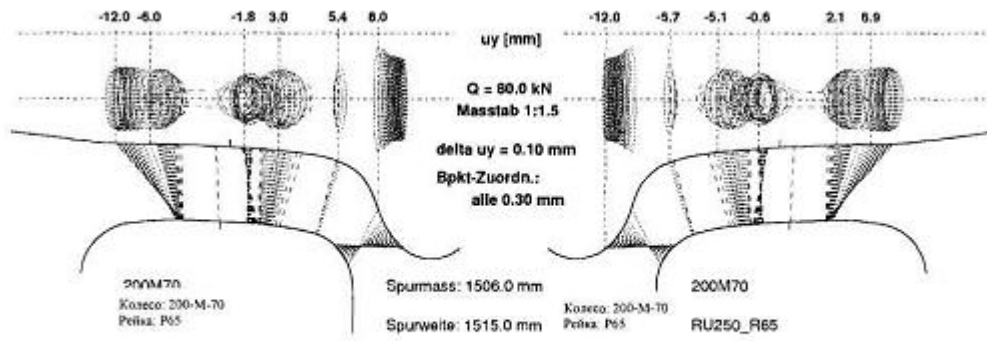
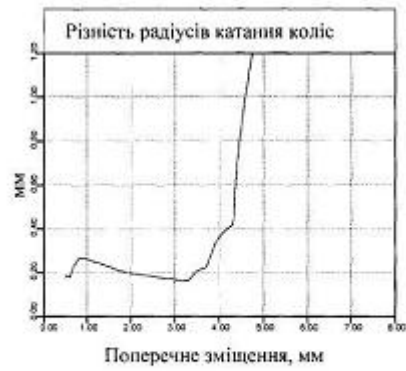


Fig. 9



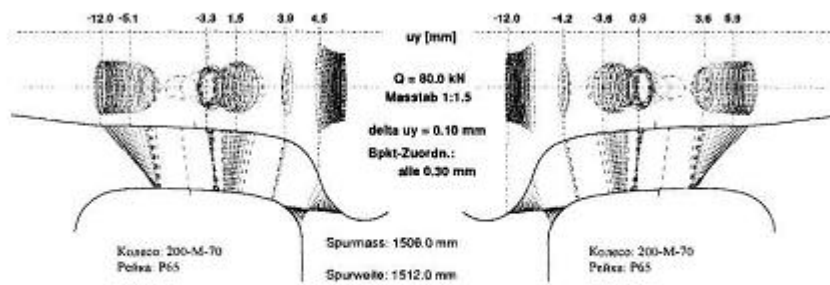
Fig. 10



Фіг. 11



Фіг. 12



Фіг. 13

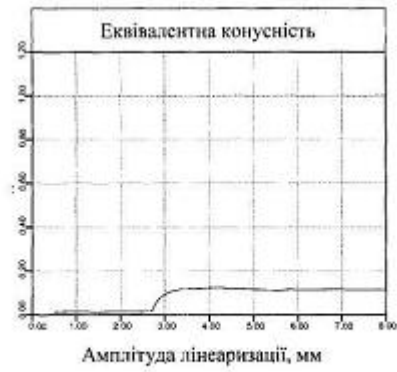


Fig. 14

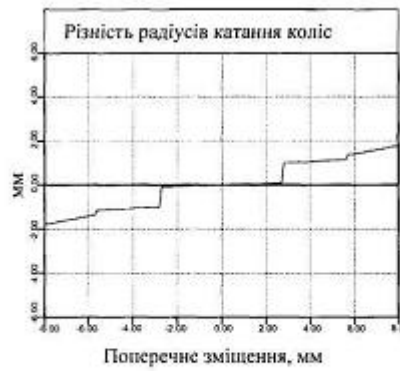


Fig. 15

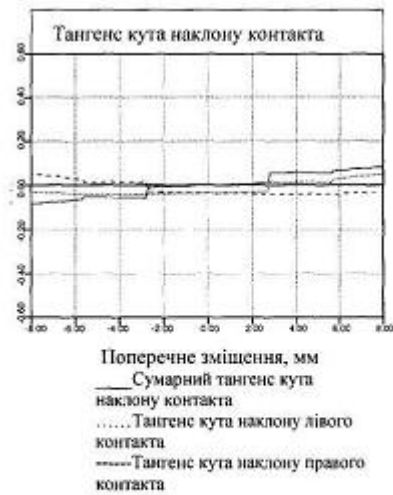


Fig. 16

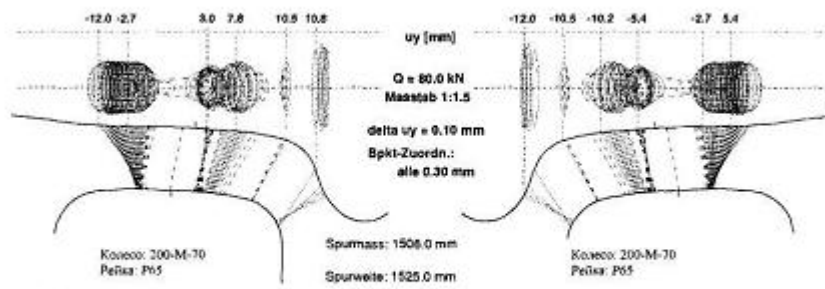


Fig. 17

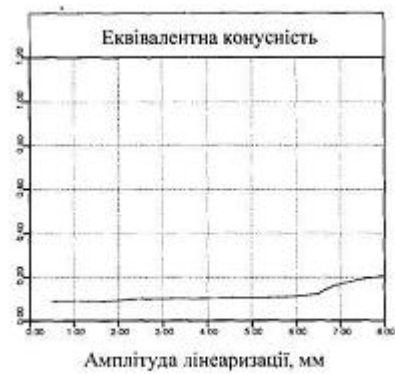


Fig. 18



Fig. 19

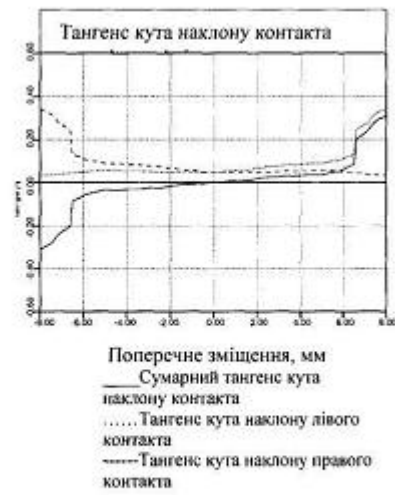


Fig. 20

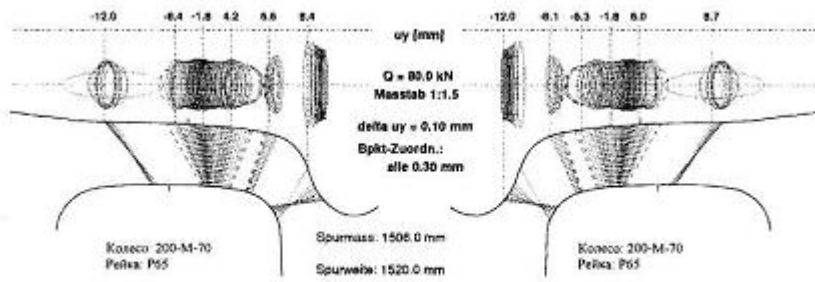


Fig. 21



Fig. 22



Fig. 23



Fig. 24

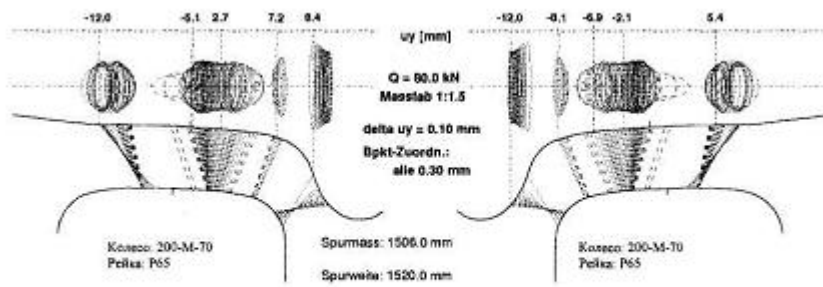


Fig. 25



Fig. 26

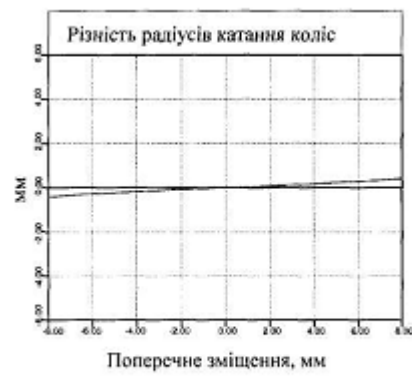


Fig. 27

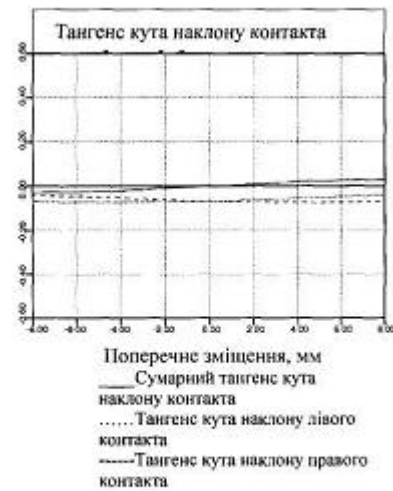


Fig. 28

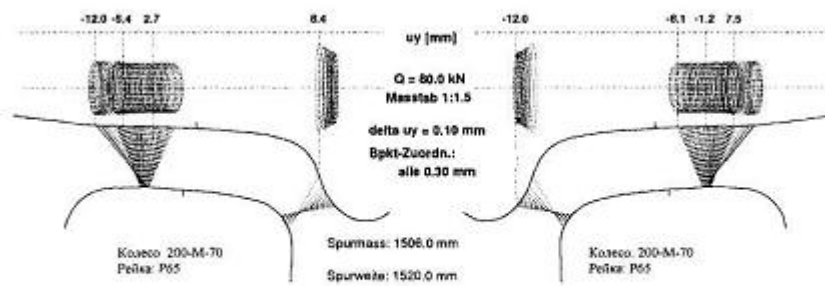


Fig. 29

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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