



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 1182

(13) U

(51) 6 B60B21/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРОФІЛЬ ОБОДА ЗАЛІЗНИЧНОГО КОЛЕСА

1

2

(21) 2001064278

(22) 20 08 2001

(24) 15 03 2002

(46) 15 03 2002, Бюл. № 3, 2002 р.

(72) Ушкалов Віктор Федорович, Мокрій Тетяна Федорівна, Мащенко Ірина Олександрівна

(73) Ушкалов Віктор Федорович, Малишева Ірина Юрійовна, Шевцов Іван Євгенович, Лашко Анастолій Дмитрович, Мельничук Василь Олексійович, Приходько Володимир Іванович, Воронович Віктор Петрович, Плутін Іван Іванович

(57) Профіль обода залізничного колеса, поверхня котіння і робоча поверхня гребеня якого гладко сполучені, який відрізняється тим, що він має твірну, яка складається зі спряжених відрізків прямих і дуг кіл радіусів $R_1=13,5$ мм, $R_2=17,7$ мм, $R_3=38$ мм, при цьому

а) положення центрів кіл цих дуг щодо точки O , розташованої на пересіченні середнього радіуса кола котіння з твірною поверхні котіння, і порядок сполучення частин твірної профілю обрані в залежності від фактичної товщини Δ_I гребеня, що знаходиться в інтервалі від 30 до 34 мм і охоплює як ремонтні ($\Delta=31$ мм), так і нові ($\Delta=34$ мм) профілі коліс, у такий спосіб

при товщині гребеня $\Delta_{\text{тип}}=30$ мм

- координати центрів кіл зазначених дуг дорівнюють

 $x_1=-56,77$ мм і $y_1=-14,7$ мм для R_1 , $x_2=-25,6$ мм і $y_2=-20,4$ мм для R_2 , $x_3=-17,1$ мм і $y_3=-38,9$ мм для R_3 ,- дуга радіуса R_1 спряжена відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі з дугою радіуса R_2 , що є частиною твірної викружки,- дуга радіуса R_2 спряжена з дугою радіуса R_3 , що є продовженням твірної викружки,- дуга радіуса R_3 спряжена з відрізком прямої з ухилом 1 20 ($-18,6$ мм $\leq x < 0$ мм), який переходить у відрізок прямої з ухилом 1 40 (0 мм $\leq x < 40$ мм) і далі у відрізок прямої з ухилом 1 7 (40 мм $\leq x \leq 54$ мм),при товщині гребеня $\Delta_{\text{max}}=34$ мм

- координати центрів кіл зазначених дуг дорівнюють

 $x_1=-52,77$ мм і $y_1=-14,5$ мм для R_1 , $x_2=-21,6$ мм і $y_2=-20,2$ мм для R_2 , $x_3=-13,1$ мм і $y_3=-38,7$ мм для R_3 ,- дуга радіуса R_1 спряжена відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі з дугою радіуса R_2 , що є частиною твірної викружки,- дуга радіуса R_2 спряжена з дугою радіуса R_3 , що є продовженням твірної викружки,- дуга радіуса R_3 спряжена з відрізком прямої з ухилом 1 20 ($-13,1$ мм $\leq x < 40$ мм), що переходить у відрізок прямої з ухилом 1 7 (40 мм $\leq x \leq 54$ мм),б) координати x , y (у мм) граничних точок граничних твірних профілю дорівнюютьзліва $[-54,5, -28]$, справа $[54, 4]$ і $[54, 3]$,в) при фактичній товщині гребеня 30 мм $\leq \Delta_I \leq 34$ мм необхідні значення координат знаходять інтерполяцією в проміжку між зазначеними граничними значеннями координат, а необхідні профілі обода будуть розташовані між крайніми профілями

Корисна модель відноситься до конструкції коліс рухомого складу залізничного транспорту, а конкретніше - до форм профілю ободів таких коліс

Тут і далі терміном "обід" позначена частина колеса, що обмежена поверхнею котіння, гладко сполученою з нею робочою поверхнею гребеня (або, що те ж саме, реборди) та поверхнею вер-

шини і неробочою поверхнею гребеня

Загальновідомо, що вагонні колеса є виробами масового виробництва і що від досконалості форми контактних, тобто взаємодіючих з рейками, поверхонь їх обода істотно залежить знос як самих коліс, так і головок рейок

Тому форми профілю цих поверхонь повинні

(13) U
(11) 1182
(19) UA

одночасно забезпечувати якомога менший час контакту гребеня колеса з рейкою, особливо під час руху по кривопієних дільницях колії з малими (< 350 м) радіусами кривизни, і, відповідно, якомога менший знос гребенів коліс і головок рейок та можливість профілювання коліс доступними засобами

Виконання останньої з цих умов не є істотно важким, тому що для обробки будь-яких частин коліс незалежно від заданого профілю нині можна використати добре відомі фахівцям токарські верстати з керуванням від жорстких копів і, особливо, з відповідним числовим програмним керуванням

Однак виконання першої умови спряжене з серйозними труднощами

Дійсно, фахівцям відомо (Голутвіна Т.К. Новый профиль вагонного колеса / Железнодорожный транспорт, 1979, №3, с. 47-49), що під час руху рухомого складу по колії стандартні колеса взаємодіють з рейками в такий спосіб

на прямих дільницях вони контактують переважно по поверхнях котіння колеса і рейки з мінімальним зносом гребенів і бічних граней головок рейок, а

при проходженні кривих кожне колесо, що наближається на рейку, контактує не тільки поверхнею котіння (по поверхні котіння рейки), але й одночасно взаємодіє своїм гребенем з бічною гранню головки рейки

Зрозуміло, що зменшити знос можна зміною форми профілю або одного, або обох тіл зазначеної контактної пари

Однак зміна профілю головок стандартних рейок економічно не вигідна не стільки через необхідність переоснащення рейкопрокатних станів, скільки через гігантські витрати на виготовлення нових рейок і перешивання десятків тисяч кілометрів магістральних і станційних колій

Отже, актуальну для країн СНД проблему зниження зносу коліс і головок рейок потрібно вирішувати насамперед шляхом теоретичної й експериментальної оптимізації профілю ободу коліс

З урахуванням форми рейок типу Р65 і даних про середньомережний знос уже були запропоновані вдосконалені профілі коліс

для локомотивів (Голутвіна Т.К. О профиле бандажей колесных пар тягового подвижного состава / Вестник ВНИИЖТ, 1978, №3, с. 31-35) і

для вагонів (Голутвіна Т.К. Новый профиль вагонного колеса / Железнодорожный транспорт, 1979, №3, с. 47-49)

Однак колеса з такими профілями не знайшли широкого застосування

Більш ефективними виявилися залізничні колеса, для яких твірні профілів ободів задані послідовно ускладнюваними нелінійними рівняннями (SU 1240637 A1, SU 1695601 A1 і SU 1704694 A1). Під час руху екіпажів такі колеса можуть контактувати з рейками кінцевою частиною поверхні котіння, середньою частиною викружки або робочою поверхнею гребеня, а плями контакту на головках рейок розташовуються ближче до бічної поверхні, у той час як верхні частини цих головок практично не працюють

Такі колеса дотепер використовують в СНД у локомотивних візках, де навантаження на кожну вісь стабільно значне

Однак теоретичні розрахунки показали, що застосування коліс з такими профілями ободу у візках вантажних вагонів, для яких характерне перемінне навантаження на вісь, небажане через погіршення динамічних характеристик цих вагонів

Дуже ефективними виявилися розроблені в США і Західній Європі нові профілі ободів для коліс залізничних вагонів (Leary John F. America adopts worn wheel profiles/Railway Gazette, 1990, V 146, №7, pp. 525-527, Tomas Jendel, Prediction of wheel and rail wear - a pilot study, Division of Railway Technology, Department of Vehicle Engineering, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, 1999, 54 p.)

Так, використання нового профілю на залізничних США дозволило знизити знос коліс у порівнянні зі стандартним (для цього регіону) профілем на 25-30% і, крім того, зменшити вплив зносу коліс на критичну швидкість вагонів

Однак американський і західноєвропейський профілі були розроблені з урахуванням істотно відмінних від прийнятих у СНД рейок і рухомого складу

Тому найближчим до запропонованого залишається профіль ободу стандартного залізничного колеса (див. ГОСТ 9036-88 Колеса цельнокатаные. Конструкции и размеры, черт. 2)

Гребінь такого колеса висотою 28 мм має вершину, що обмежена дугами кіл радіуса 45 мм з внутрішньої сторони і радіуса 12,5 мм з зовнішньої. Остання дуга гладко спряжена

з прямим похилім під кутом 60° щодо горизонталі відрізком твірної робочої поверхні гребеня, що гладко сполучений з твірною поверхнею котіння. Ця твірна складається з трьох частин: дуги кола радіуса 15 мм (викружки), першого відрізка прямої з ухилом 1:20, що сполучений з зазначеною дугою, і другого відрізка прямої з ухилом 1:7, що є продовженням першого відрізка на відстані 100 мм від внутрішньої стінки гребеня

Колесами з таким профілем ободу обладнана більшість візків існуючого в СНД парку вантажних і пасажирських вагонів. Викружка такого ободу практично не бере участь у контактній взаємодії колеса і головки рейки. Зате з бічною гранню головки рейки постійно контактує (і інтенсивно зношується) робоча поверхня гребеня колеса. Тертя між ними особливо велике при проходженні кривих дільниць колії малого (< 350 м) радіуса. Це призводить до значного і, звичайно, нерівномірного зносу контактних поверхонь коліс і головок рейок, до підрізу і гострокінцевого накату гребенів та до підвищеної динамічної дії коліс на колію

Крім того, по мірі зносу коліс зі стандартними профілями знижується критична швидкість руху екіпажів. У деяких випадках (у першу чергу для порожніх вантажних вагонів на візках ЦНИИ-ХЗ) вона стає нижче допустимої експлуатаційної швидкості 70 км/г. При швидкостях вище критичної різко погіршуються динамічні якості вагонів. Це знижує безпеку їх руху, негативно впливає на знос деяких, зокрема п'ятникових, вузлів вагонів і на якість перевезення чутливих до вібрацій вантажів

та змушує знижувати середню швидкість руху потягів

В основу корисної моделі покладена задача удосконалення форми створити такий профіль ободу залізничного колеса, що істотно знижував би імовірність гребеневого контакту навіть на кривих дільницях колії з малими (< 350 м) радіусами кривизни, забезпечуючи зниження інтенсивності зносу гребенів коліс і бічних граней головок рейок та підвищення рівномірності зносу контактних поверхонь коліс і рейок

Поставлена задача вирішена тим, що профіль ободу залізничного колеса, що включає гладко сполучену з робочою поверхнею гребеня поверхню котіння, *відповідно до винахідницького задуму*, має твірну, яка складається зі спряжених відрізків

прямих і дуг кіл радіусів $R_1=13,5$ мм, $R_2=17,7$ мм, $R_3=38$ мм, при цьому

а) положення центрів кіл цих дуг щодо точки O , розташованої на пересіченні середнього радіуса кола котіння з твірною поверхні котіння, і порядок сполучення частин твірної профілю обрані в залежності від фактичної товщини Δ , гребеня, що знаходиться в інтервалі від 30 до 34 мм і охоплює як ремонтні ($\Delta=31$ мм), так і нові ($\Delta=34$ мм) профілі коліс, у такий спосіб

при товщині гребеня $\Delta_{\text{греб}}=30$ мм
координати центрів кіл зазначених дуг дорівнюють

$x_1=-56,77$ мм і $y_1=-14,7$ мм для R_1

$x_2=-25,6$ мм і $y_2=-20,4$ мм для R_2 ,

$x_3=-17,1$ мм і $y_3=-38,9$ мм для R_3 ,

дуга радіуса R_1 спряжена відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі з дугою радіуса R_2 , що є частиною твірної викружки,

дуга радіуса R_2 спряжена з дугою радіуса R_3 , що є продовженням твірної викружки,

дуга радіуса R_3 спряжена з відрізком прямої з ухилом 1 20 ($-18,6$ мм $\leq x, < 0$ мм), який переходить у відрізок прямої з ухилом 1 40 (0 мм $< x < 40$ мм) і далі у відрізок прямої з ухилом 1 7 (40 мм $\leq x < 54$ мм),

при товщині гребеня $\Delta_{\text{греб}}=34$ мм
координати центрів кіл зазначених дуг дорівнюють

$x_1=-52,77$ мм і $y_1=-14,5$ мм для R_1 ,

$x_2=-21,6$ мм і $y_2=-20,2$ мм для R_2 ,

$x_3=-13,1$ мм і $y_3=-38,7$ мм для R_3

дуга радіуса R_1 спряжена відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі з дугою радіуса R_2 , що є частиною твірної викружки,

дуга радіуса R_2 спряжена з дугою радіуса R_3 , що є продовженням твірної викружки,

дуга радіуса R_3 спряжена з відрізком прямої з ухилом 1 20 ($-13,1$ мм $\leq x < 40$ мм), що переходить у відрізок прямої з ухилом 1 7 (40 мм $\leq x$

≤ 54 мм),

б) координати x , y (у мм) граничних точок граничних твірних профілю дорівнюють зліва $[-54,5, -28]$, справа $[54, 4]$ і $[54, 3]$,

в) при фактичній товщині гребеня 30 мм $< \Delta, < 34$ мм необхідні значення координат і необхідні профілі ободу знаходяться в проміжку між зазначеними граничними значеннями і крайніми профілями

Усякий конкретний профіль, обраний у зазначених вище межах, забезпечує можливість більш гладкого, ніж у стандартних коліс, сполучення поверхні котіння з робочою поверхнею гребеня як у нових, так і у ремонтних коліс. Тому при взаємодії між ободами залізничних коліс із такими профілями і рейками істотно знижується імовірність силового контакту гребенів коліс із бічними гранями головок рейок навіть на кривих дільницях колії з малими (< 350 м) радіусами кривизни, що запобігає інтенсивному зносу гребенів (і коліс у цілому)

Далі суть корисної моделі пояснюється докладним описом форми профілю ободів й особливостей виготовлення і роботи коліс із такими ободами з посиланнями на додані креслення, де зображені на фіг 1 - загальний вид колісної пари з позначенням місця розташування окремих частин профілю обода колеса, на фіг 2 - інтервал зміни твірної форми профілю в залежності від товщини гребеня і підхилу рейок, на яких передбачається використання коліс

Обід залізничного колеса (див. фіг 1) обмежений

внутрішньою стінкою 1 гребеня,

неробочою поверхнею 2 гребеня,

вершиною 3 гребеня, що сполучена із зазначеною неробочою поверхнею 2,

робочою поверхнею 4 гребеня, що спряжена з зазначеною вершиною 3,

викружкою 5, що спряжена з зазначеною робочою поверхнею 4, і

кусково-лінійною поверхнею котіння, що спряжена з зазначеною викружкою 5 і складається з лінійних відрізків 6, 7, 8, що відрізняються кутом нахилу твірної

Твірна профілю ободу (див. фіг 2) складається зі спряжених відрізків прямих і дуг кіл радіусів

$R_1=13,5$ мм, $R_2=17,7$ мм, $R_3=38$ мм

Положення центрів кіл цих дуг щодо точки O , розташованої на пересіченні середнього радіуса кола котіння з твірною поверхні котіння, і порядок сполучення частин твірної профілю обрані в зале-

жності від фактичної товщини Δ гребеня, що знаходиться в інтервалі від 30 до 34 мм і охоплює як ремонтні ($\Delta=31$ мм), так і нові ($\Delta=34$ мм) профілі коліс, у такий спосіб

а) при фактичній товщині гребеня $\Delta_{\text{греб}}=30$ мм по-перше, координати центрів кіл зазначених дуг дорівнюють

$x_1=-56,77$ мм і $y_1=-14,7$ мм для R_1 ,

$x_2=-25,6$ мм і $y_2=-20,4$ мм для R_2 ,

$x_3=-17,1$ мм і $y_3=-38,9$ мм для R_3 ,

по-друге, дуга радіуса R_1 , спряжена відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі з дугою радіуса R_2 , що є частиною твірної викружки,

по-третє, дуга радіуса R_2 спряжена з дугою радіуса R_3 , що є продовженням твірної викружки,

по-четверте, дуга радіуса R_3 спряжена з відрізком прямої з ухилом 1 20 ($-18,6 \text{ мм} \leq x < 0 \text{ мм}$), що переходить у відрізок прямої з ухилом 1 40 ($0 \text{ мм} < x < 40 \text{ мм}$) і далі у відрізок прямої з ухилом 1 7 ($40 \text{ мм} \leq x \leq 54 \text{ мм}$),

б) при фактичній товщині гребеня

$\Delta_{\text{max}} = 34 \text{ мм}$

по-перше, координати центрів кіл зазначених дуг дорівнюють

$x_1 = -52,77 \text{ мм}$ і $y_1 = -14,5 \text{ мм}$ для R_1

$x_2 = -21,6 \text{ мм}$ і $y_2 = -20,2 \text{ мм}$ для R_2 ,

$x_3 = -13,1 \text{ мм}$ і $y_3 = -38,7 \text{ мм}$ для R_3 ,

по-друге, дуга радіуса R_1 спряжена відрізком прямої з кутом нахилу 70° до горизонталі з дугою радіуса R_2 , що є частиною твірної викружки,

по-третє, дуга радіуса R_2 спряжена з дугою радіуса R_3 , що є продовженням твірної викружки,

по-четверте, дуга радіуса R_3 спряжена з відрізком прямої з ухилом 1 20 ($-13,1 \text{ мм} \leq x < 40 \text{ мм}$), який переходить у відрізок прямої з ухилом 1 7 ($40 \text{ мм} \leq x \leq 54 \text{ мм}$),

в) координати x , y (у мм) граничних точок твірних профілю дорівнюють

зліва $[-54,5, -28]$, справа $[54, 4]$ і $[54, 3]$

Якщо ж фактична товщина гребеня знаходиться

в інтервалі $30 \text{ мм} \leq \Delta_{\text{min}} \leq 34 \text{ мм}$, то необхідні значення координат знаходять інтерполяцією в проміжку між зазначеними граничними значеннями координат, а необхідні профілі ободу будуть розташовані між крайніми профілями

Сукупний профіль робочої поверхні формують програмним обточуванням нових або ремонтних коліс

До початку такої обробки з застосуванням відповідних інструментів вимірюють фактичну товщину гребеня. Слід зазначити, що замість таких інструментів може бути використаний і звичайний універсальний шаблон, який створений для стандартного профілю ободу колеса і широко застосовується на заводах та залізницях. Однак при використанні таких шаблонів до результатів виміру слід приплюсовувати 1 мм.

Далі з урахуванням конкретної товщини гребеня визначають конкретні координати x , y центрів

кіл з зазначеними радіусами R_1 , R_2 , R_3 конкретні характеристики відрізків прямих 1, нарешті, настроївши відповідним чином верстат, обточують обід колеса під необхідний профіль.

Особливості експлуатації залізничних коліс з описаними профілями полягають у такому. Під час руху вагона колесо взаємодіє з рейкою в залежності від плану і профілю коліс переважно частинами 6, 7 поверхні котіння, а в кривих малого радіуса або на коліс незадовільного стану може взаємодіяти також викружкою 5, робочою поверхнею гребеня 4 і ділянкою 8 поверхні котіння.

При взаємному горизонтальному зміщенні колеса і рейки переміщення плями контакту по профілю ободу з конічної частини поверхні котіння на робочу поверхню гребеня відбувається через викружку 5, тоді як у прототипі такий перехід відбувається стрибкоподібно, минаючи викружку 5.

Плавна зміна різниці поточних радіусів коліс однієї і тієї ж колісної пари створює сприятливіші умови для вписування вагонів у криволінійні дільниці колії. Це дозволяє знизити знос гребенів коліс при русі по колії, що має прямолінійні і криволінійні дільниці, у тому числі малого ($< 350 \text{ м}$) радіуса, а знос по поверхні котіння зробити більш рівномірним. Особливо помітно цей ефект виявляється при використанні коліс із запропонованими профілями на рейках з підхилом від 1/40 до 1/20.

Додатково слід зазначити, що збільшення кута нахилу твірної робочої поверхні гребеня колеса дозволяє зменшити імовірність сходження коліс з рейок і тим самим підвищити безпеку руху.

Колеса з запропонованими профілями ободу можуть бути використані у вітчизняному рухомому складі, у тому числі з ходовими частинами типу трьохелементного візка ЦНІИ-ХЗ. При цьому поряд зі зменшенням зносу коліс досягається виконання нормативних вимог до динамічних якостей вагонів, зменшення впливу зносу коліс на зниження критичної швидкості і зниження рівня ударних складових при взаємодії екіпажу і колії.

Результати випробувань коліс із запропонованими профілями у маршрутних вантажних потягах на залізницях України зі складними умовами експлуатації свідчать про те, що після пробігу 70 тис. км знос гребенів коліс, які мають профіль ободу з твірною із запропонованого інтервалу, виявився приблизно в 1,5 рази нижче зносу гребенів стандартних коліс.

Запропоновані профілі можуть бути використані при виготовленні нових суцільнокатаних і збірних коліс, а також при ремонті, зокрема при переточуванні, колісних пар для візків переважно вантажних вагонів, платформ і цистерн.

