



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38098 (13) A

(51) 7 B61C15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ДИНАМІЧНИХ ЯКОСТЕЙ ЛОКОМОТИВІВ

(21) 2000053047

(22) 29.05.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Горбунов Микола Іванович, Кашура Олександр Леонідович, Спірягін Валентин Ігорович, Спірягін Максим Ігорович

(73) Східноукраїнський державний університет

(57) Спосіб підвищення тягово-динамічних якостей локомотивів, що полягає в перерозподілі вертика-

льних навантажень по колісних парах, який **відрізняється** тим, що при реалізації локомотивом сили тяги (гальмування) в режимі обмеження за зчепленням вертикальні навантаження на колісних парах перерозподіляють назад пропорційно зміні на них результуючого коефіцієнта використання зчепної ваги, забезпечуючи рівність максимальних сил зчеплення на колісних парах, при інших режимах руху навантаження на колісні пари розподіляють назад пропорційно значенням поперечних сил в контактах коліс з рейками.

Винахід відноситься до галузі залізничного рухомого складу, а саме до способів поліпшення експлуатаційних характеристик тягових транспортних способів.

Відомий спосіб підвищення тягових якостей локомотивів, що полягає в регулюванні крутячого моменту тягових електродвигунів для забезпечення тривкої реалізації сили тяги на всіх колісних парах (заявка Франції №2548616, МПК4 B61C15/12, 1985 р.).

Недоліком даного способу є періодичне перевантаження тягових електродвигунів і, як слідство, інтенсивний їхній нагрів, що знижує надійність роботи. При регулюванні крутячого моменту тягових електродвигунів, згідно з цим способом, не враховуються динамічні якості локомотивів. Крім того, зважаючи на забезпечення необхідної швидкодії, влаштування для реалізації даного способу конструктивно складні.

Найбільш близьким до способу що пропонується (прототипом), є спосіб підвищення тягових якостей шестиосного локомотива (пат. Швейцарії № 624897, МКИЗ B61C5/22, 1981 р.), у якому зменшується перерозподіл ваги локомотива по візках при реалізації сили тяги, і як результат цього нерівномірність розподілу вертикальних навантажень на колісні пари локомотива за рахунок застосування похилих тяг, що зв'язують візки з кузовом. При цьому колісні пари локомотива поділяються на дві групи, кожна з яких навантажується однаково, а тиристорні блоки перерозподілу до тягових електродвигунів потужності, що підводиться, у відповідності до діючих на колісні пари вертикальними навантаженнями.

Недоліком прототипу є недовикористання тя-

гових можливостей локомотива, оскільки перерозподіл навантажень по візках направлений на вирівнювання навантажень по колісних парах без умов зчеплення, індивідуальних для кожної колісної пари екіпажу, зважаючи на різноманітний рівень динамічного (вертикального і горизонтального) впливу на шлях, очистки рейок передніми за ходом руху колісними парами і іншими дестабілізуючих зчеплення чинників. Перерозподіл навантажень по колісних парах візків не передбачений, що виключає можливість компенсації спрацювання діаметрів колісних пар. Отже, не забезпечується рівність коефіцієнтів використання зчепної ваги на колісних парах і це призводить до появи лімітуючої колісної пари, що обмежує тягові можливості локомотива.

Недоліком також є низькі динамічні показники локомотива, оскільки перерозподілення його ваги по візках здійснюється тільки у режимі тяги і націлене на вирівнювання вертикальних навантажень на них, тоді як, наприклад, при русі локомотива в кривих для зменшення динамічного впливу на шлях необхідно розвантажити крайні колісні пари візків за рахунок середніх і що підтримують (при їх наявності).

В основу винаходу поставлено задачу - поліпшення експлуатаційних характеристик локомотивів за рахунок підвищення їхньої максимальної сили тяги (гальмування) і динамічних показників шляхом перерозподілу вертикальних навантажень по колісних парах.

Поставлена задача досягається тим, що при реалізації сили тяги (гальмування) у режимі обмеження по зчепленню вертикальні навантаження по колісних парах перерозподіляються назад пропор-

(19) UA (11) 38098 (13) A

ційно зміні на них коефіцієнта використання зчіпної ваги, забезпечуючи рівність максимальних сил на колісних парах і компенсацію дестабілізації зчеплення під час руху. При інших режимах руху вертикальні навантаження по колісних парах перерозподіляються назад пропорційно горизонтальним поперечним силам в контактах коліс з рейками.

Перед описом реалізації способу, що пропонується розглянемо докладніше визначальні відмінності умов зчеплення колісних пар екіпажу. Ігнорування їхнього впливу призводить до недовикористання тягових і динамічних якостей локомотивів.

Колісні пари в залежності від розташування знаходяться в неоднакових умовах по зчепленню внаслідок часткової очистки поверхонь катання рейок з передніми за ходом руху колісними парами. В найгірших умовах, знаходиться передня за ходом руху локомотива колісна пара.

Сильний вплив на коефіцієнт зчеплення Ψ_i і-ї колісної пари виявляють діючі на неї бокові зусилля, які викликають додаткове поперечне прослизання коліс по рейках, що знижує коефіцієнт зчеплення. У ц. р. передня колісна пара є, що спрямовує, та вона сприймає найбільші бокові зусилля, і, отже, коефіцієнт зчеплення на ній буде нижче ніж на неспрямовуваних колісних парах. Це особливо актуально при русі в кривих ділянках шляху.

На умови зчеплення впливають також динамічні вагання вертикального навантаження на колісні пари. Як свідчать результати досліджень, найбільший коефіцієнт вертикальної динаміки також спостерігається на передній колісній парі.

Максимальну силу зчеплення і-ї осі локомотива можна уявити у вигляді:

$$F_{i\max} = P_i \cdot \Psi_0 \cdot \Sigma n_i, \quad (1)$$

де P_i - вертикальне навантаження від колісної пари на рейки;

Ψ_0 - коефіцієнт зчеплення, його максимальне потенційно допустиме значення;

Σn_i - результуючий коефіцієнт використання зчіпної ваги.

Складові Σn_i можна умовно поділити на дві групи, визначаючих зміну P_i і Ψ_0 :

$$\Sigma n_i = n_0^i \cdot n_m^i \cdot C_b^i \cdot C_r^i \cdot C_N^i,$$

де n_0^i - коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантажень на колісні пари від розваження, різниці діаметрів та спрацювання коліс;

n_m^i - коефіцієнт, що враховує перерозподіл навантажень при реалізації сили тяги (гальмування);

C_b^i - коефіцієнт, що враховує зниження Ψ_0 від коливань надресорної будівлі;

C_r^i - коефіцієнт, що враховує зниження Ψ_0 від горизонтального ковзання колісних пар;

C_N^i - коефіцієнт, що враховує очистку рейок передніми за ходом руху колісними парами.

Суттєвість способу, що пропонується, ілюструється на прикладі шестиосного локомотива і пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 зображена схема реалізації способу при тязі (гальмуванні) у режимі обмеження по зчепленню, на фіг. 2 - схема реалізації способу при русі в інших режимах.

Локомотив містить кузов 1 з автозчепом 2, зв'язаний з візками 3 і 4 через шкворени 5 та опори 6. Візок спирається на колісні пари 7 (I, II, III, IV, V, VI) через буксові пружини і передає вагу локомотива на рейковий шлях.

Перед реалізацією способу виробляють таку підготовку.

На підставі теоретичних і експериментальних досліджень для даного типу локомотива визначають значення результуючого коефіцієнта використання зчіпної ваги Σn_i горизонтальних поперечних сил у контакті коліс з рейками.

Після цього, знаючи величину вертикального навантаження P_i і сумарне значення Σn_i для кожної колісної пари, розраховують значення їх довантаження ΔP_i необхідні для забезпечення рівності граничних сил зчеплення на всіх колісних парах при реалізації локомотивом сили тяги (гальмування) у режимі обмеження по зчепленню, з умови:

$$F_{i\max} - F_{j\max} \rightarrow 0, \quad i, j = 1 \dots m, \quad i \neq j, \quad \text{або} \\ (P_1 + \Delta P_1) \cdot \Psi_0 \cdot \Sigma n_1 = (P_2 + \Delta P_2) \cdot \Psi_0 \cdot \Sigma n_2 = \dots$$

$$= (P_m + \Delta P_m) \cdot \Psi_0 \cdot \Sigma n_m, \quad (3)$$

де m - кількість колісних пар в локомотиві.

Сучасні тепловози і електровози мають обмеження по зчепленню в діапазонах швидкостей руху 0...20 і 0...40 км/г відповідно до того, як показано у ВНІТІ дослідження режимів роботи тепловозу 2ТЭ116-275, що знаходиться у рядовій експлуатації вантажного руху, реалізуючи силу тяги, близьку до максимальної. Тривалість його роботи при швидкості 0...20 км/г складає близько 20% від загального часу. Для сучасних потужних тепловозів маємо очікувати збільшення тривалості роботи в режимі обмеження потужності по зчепленню. Стосовно маневрових тепловозів час роботи в згаданому режимі буде значно більшим (Кудінов В.С., Долгополов С.М. Режим роботи тепловозів 2ТЭ116. - М.: Транспортне машинобудування, 1979. - с. 13-15. Реферативний збірник НІІНФОРМТЯЖБУД).

Дослідження по визначенню впливу на шлях локомотива при русі на прямих та кривих ділянках шляху, а також за стрілочними перекладами показали, що сили для кожної колісної пари значно відрізняються. Так, численні експерименти проведені, у ВІТМ на моделях шестиосних локомотивів, показали, що в кривих найбільша горизонтальна поперечна сила діє в контактах першої і шостої колісних пар з рейками, а друга і п'ята знаходяться в найкращих умовах. Випробування тепловоза 2ТЭ121 виявили нерівномірність впливу на шлях при проходженні горизонтальних нерівностей шляху. Найбільший вплив на шлях виявляє перша за ходом руху колісна пара.

Тому при русі локомотива в інших режимах (обмеження за дотичною потужністю вибігу і т. д.) змінюють осьові навантаження на кожну колісну пару назад пропорційно значенням горизонтальних поперечних сил в контактах коліс з рейками. При цьому виконується умова:

$$Y_i - Y_j \rightarrow 0, \quad i, j = 1 \dots m, \quad i \neq j,$$

де Y - горизонтальна поперечна сила, діюча від колісної пари на рейкову колію.

Таким чином, при реалізації запропонованого способу, що полягає в перерозподілі навантажень по колісних парах, забезпечується підвищення максимальної сили тяги (гальмування) у режимі обмеження по зчепленню і поліпшення динамічних якостей, при інших режимах руху, т. ч. покращуються експлуатаційні характеристики локомотива.

Розглянемо приклад конкретної реалізації способу, що пропонується для тепловоза 2ТЭ116

при русі у режимі обмеження по зчепленню. Цей тепловоз при серійному виготовленні має такі характеристики (Горбунов М.І. Підвищення тягових якостей тепловозів завдяки удосконаленню пружинних зв'язків візків. - Діє. на пошук, вч. ступеня к.т.н. Ворошиловград, 1987):

$n_0^1=0,99$, $n_0^2=1,01$, $n_0^3=0,99$ - коефіцієнти, що враховують нерівномірності навантажень від колісних пар на рейки від розважки, різності діаметрів і спрацювання колісних пар (математичне очікування);

$n_m^1=0,867$, $n_m^2=0,97$, $n_m^3=1,03$ - коефіцієнти, що враховують перерозподіл навантажень при реалізації сили тяги;

$C_v^1=0,855$, $C_v^2=0,933$, $C_v^3=0,893$ - коефіцієнти, що враховують зниження Ψ_0 від коливань наддресорної будівлі локомотива;

$C_r^1=0,913$, $C_r^2=0,97$, $C_r^3=0,926$ - коефіцієнти, що враховують зниження Ψ_0 від коливань горизонтального навантаження;

$C_N^1=1,0$, $C_N^2=1,02$, $C_N^3=1,04$ - коефіцієнти, що враховують очистку рейки передніми за ходом руху колісними парами.

При цьому результуючі коефіцієнти використання зчіпної ваги для колісних пар першого візка складають:

$$\Sigma n_1=0,67, \Sigma n_2=0,94, \Sigma n_3=0,86.$$

Для другого, за ходом руху, візка розрахунки робляться у припущенні руху її першого:

$$\Sigma n_4=0,86, \Sigma n_5=0,94, \Sigma n_6=0,67.$$

Таким чином, найгірші умови зчеплення у першої колісної пари, а найкращі - у другій.

Локомотив 2ТЭ116 в серійному виконанні без застосування способу, що пропонується, реалізує максимальну силу тяги, обмежену зчепленням лімітуючої першої колісної пари, рівну

$$F_{\max}=m \cdot P_1 \cdot \Psi_0 \cdot \Sigma n_1.$$

Прийнявши $\Psi_0=0,33$, отримаємо

$$F_{\max}=6 \cdot 230 \cdot 0,33 \cdot 0,67=305 \text{ кН}.$$

Якщо реалізувати запропонований спосіб в конструкції базового локомотива, т. щ. виконати умову $F_{1\max}=F_{2\max}=F_{3\max}$, для чого, згідно з розрахунками, при реалізації сили тяги (гальмування) довантажити першу колісну пару на 22 кН і розвантажити другу і третю відповідно на 19 кН і 3 кН, то для всього локомотива отримаємо:

$$F_{\max}=6 \cdot (230+22) \cdot 0,33 \cdot 0,73=364 \text{ кН}.$$

Збільшення максимальної сили тяги (гальмування) при цьому складе в порівнянні з базовим тепловозом

$$\Delta F_{\max}=364-305=59 \text{ кН}.$$

Або близько 16%.

Перерозподіл навантажень від колісних пар на рейки в запропонованому способі виробляється за коефіцієнтами, певним статистичним засобом, за результатами теоретичних і експериментальних досліджень.

Визначення коефіцієнтів, що складають використання зчіпної ваги і горизонтальних поперечних сил в контактах коліс з рейками, являє більшу складність. Однак для будь-якого екіпажу в результаті ряду теоретичних і експериментальних досліджень можна визначити величини коефіцієнтів, що входять до вираження (2), і, отже, результуючими коефіцієнтами використання зчіпної ваги Σn_i для кожної колісної пари, а також горизонтальні поперечні сили в контактах коліс з рейками. У відповідності до їх значень здійснюють перерозподіл вертикальних навантажень по колісних парах, що покращує експлуатаційні характеристики локомотивів.

В загальному випадку значення у вираженні (2) коефіцієнтів, що входять до горизонтальних поперечних сил, є випадковими величинами. Однак, вони мають відмінні від нуля математичні очікування, що і приймаються в якості значень означених величин для конкретного типу локомотивів. Дисперсія значень цих коефіцієнтів для різноманітних локомотивів одного і того ж типу повинна бути достатньо малою, при дотриманні технічної дисципліни і певному рівні культури виробництва і експлуатації локомотивів.

Таким чином, реалізація способу, що пропонується, дозволить покращити експлуатаційні характеристики локомотива, у порівнянні з прототипом, за рахунок більш повного врахування умов зчеплення і динамічного впливу на шлях кожної колісної пари і відповідного перерозподілу на них вертикального навантаження на різноманітних режимах руху.

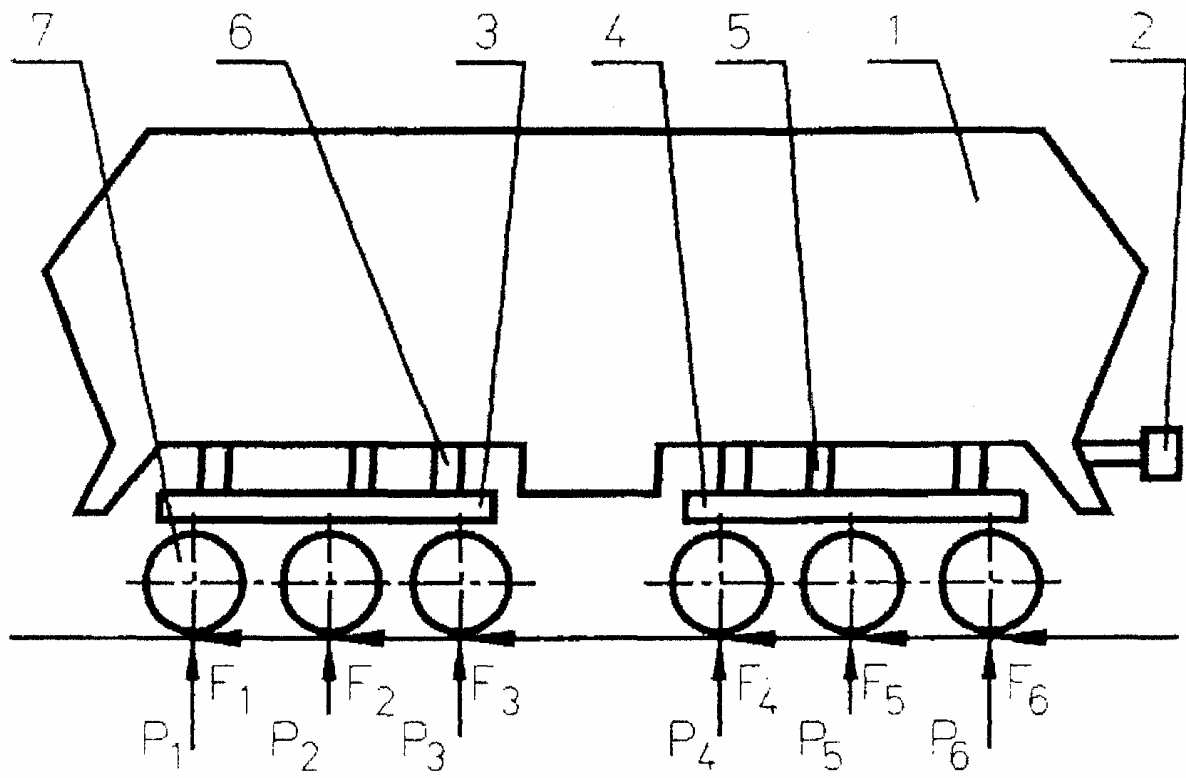


Fig. 1

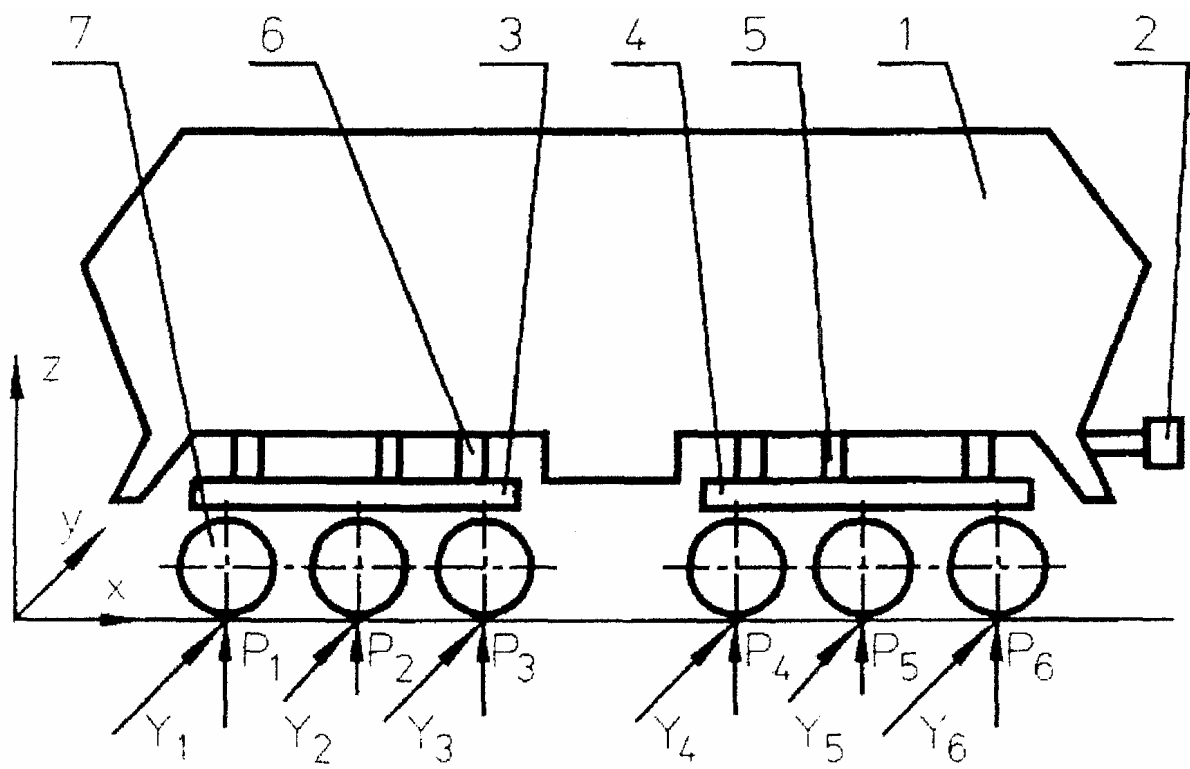


Fig. 2

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
