



УКРАЇНА

(19) UA (11) 96116 (13) C2

(51) МПК

B61F 5/26 (2006.01)

B61F 5/32 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ВАГОННИЙ ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВІЗОК ТА ЙОГО ЕЛЕМЕНТИ

1

(21) а200601243
(22) 08.07.2004
(24) 10.10.2011
(86) РСТ/CA2004/000995, 08.07.2004
(31) CA 2,434,603
(32) 08.07.2003
(33) CA
(31) CA 2,436,327
(32) 31.07.2003
(33) CA
(31) CA 2,454,472
(32) 24.12.2003
(33) CA
(46) 10.10.2011, Бюл.№ 19, 2011 р.
(72) ФОРБЕС ДЖЕЙМС ВІЛФРЕД, СА, ГЕМАТІАН ДЖЕМЕЛ, СА
(73) НЕШНЛ СТИЛ КАР ЛІМІТЕД, СА
(56) US 2434838 A; 20.01.1948
US 692086 A; 28.01.1902
US 1823884 A; 22.09.1931
US 931658 A; 17.08.1909
(57) 1. Залізничний вагонний візок, що містить поперечну надресорну балку, яка має перший і другий кінці, підпружинені відповідно першим і другим ресорним комплектом відповідно першої і другої боковини, причому вантажопідйомність вказаного візка є однією з наступних вантажопідйомностей (а) відповідна вантажопідйомності залізничного візка AAR "70 тон спешл", і (б) перевищуюча вантажопідйомність залізничного візка AAR "70 тон спешл"; першу і другу групи фрикційних гасителів коливань, встановлених на кожному з вказаних кінців вказаної надресорної балки, а саме на її першому і другому кінцях, і призначених для роботи між надресорною балкою і боковинами; кожна включає перший гаситель коливань і другий гаситель коливань, причому кожен із вказаних ресорних комплектів містить першу пружину для приведення в рух першого вказаного гасителя і другу пружину для приведення в рух другого вказаного гасителя; при цьому перший гаситель коливань включає перший клин з первинним кутом, який лежить в діапазоні 35°-55°; другий гаситель коливань включає другий клин з первинним кутом, який лежить в діапазоні 35°-55°;

2

при цьому кожен з гасителів коливань має фрикційну поверхню для взаємодії тертям ковзання зі стійками боковини, і ці поверхні мають пов'язані коефіцієнти статичного і динамічного тертя, які при взаємному переміщенні цих поверхонь знаходяться в діапазоні 0,10-0,45; причому при експлуатації кожна з вказаних груп фрикційних гасителів коливань створює силу тертя F1 при переміщенні надресорної балки вгору відносно відповідної боковини, і другу силу тертя F2 при переміщенні надресорної балки вниз відносно відповідної боковини, а при повному навантаженні співвідношення значень F1:F2 лежить в діапазоні від 2/3 до 3/2.
2. Залізничний вагонний візок за п. 1, в якому арифметична сума значень сил F1 і F2 лежить в діапазоні 3700-5800 фунтів (16½-26 кН).
3. Залізничний вагонний візок за будь-яким з п. 1 або 2, який вибирають з групи візків в яких:
(а) гасителі коливань мають сталеві поверхні, а арифметична сума значень сил F1 і F2 лежить в діапазоні 3700-4100 фунтів;
(б) гасителі коливань мають сталеві поверхні, а арифметична сума значень сил F1 і F2 лежить в діапазоні 4000-5000 фунтів;
(в) гасителі коливань мають неметалеві фрикційні поверхні, а арифметична сума значень сил F1 і F2 лежить в діапазоні 4000-5500 фунтів;
(г) гасителі коливань мають неметалеві фрикційні поверхні, а арифметична сума значень сил F1 і F2 лежить в діапазоні 5400-5800 фунтів.
4. Залізничний вагонний візок за будь-яким з пп. 1-3, в якому кожна вказана група гасителів коливань містить перший клин, другий клин і третій клин, причому третій клин встановлений поперек другого клина зовні, а кожен з ресорних комплектів включає першу пружину для приведення в дію першого клина, другу пружину для приведення в дію другого клина, і третю пружину для приведення в дію третього клина.
5. Залізничний вагонний візок за будь-яким з пп. 1-4, в якому гасителі коливань мають первинний кут, що лежить в діапазоні 40°-50°, і неметалічну фрикційну поверхню.
6. Залізничний вагонний візок за будь-яким з пп. 1-5, в якому співвідношення значень F1:F2 лежить в діапазоні від 3/4 до 5/4.

(19) UA (11) 96116 (13) C2

7. Залізничний вагонний візок за будь-яким з пп. 1-5, в якому значення F_1 і F_2 по суті рівні.
8. Візок за будь-яким з пп. 5-7, в якому арифметична сума значень сил F_1 і F_2 для першої групи гасителів коливань лежить в діапазоні 4000-5000 фунтів.
9. Візок за будь-яким з пп. 1-7, в якому значення сили тертя F_2 при переміщенні кінця надресорної балки вниз менше 3000 фунтів.
10. Візок за будь-яким з пп. 1-9, в якому кожна вказана група гасителів коливань містить по чотири клини, а ресорні комплекти включають кожен по чотири кутові пружини, встановлені з можливістю приведення в рух цих чотирьох клинів.
11. Візок за будь-яким з пп. 1-10, в якому при експлуатації кожного фрикційного гасителя коливань по суті відсутній стрибкоподібний рух.
12. Візок за будь-яким з пп. 1-11, в якому статичний і динамічний коефіцієнти тертя відрізняються один від одного не більше ніж на 20 %.
13. Візок за п. 12, в якому статичний і динамічний коефіцієнти тертя по суті рівні.
14. Візок за будь-яким з пп. 12 або 13, в якому вказані коефіцієнти лежать в межах від 0,2 до 0,35.
15. Візок за будь-яким з пп. 1-14, в якому щонайменше один фрикційний гаситель коливань включає клин, що має первинний кут, який лежить в межах від 40° до 50° .
16. Візок за будь-яким з пп. 1-15, в якому вказані фрикційні гасителі коливань мають як первинний кут, так і вторинний кут.
17. Візок за п. 16, в якому кожна з вказаних груп гасителів коливань включає чотири фрикційних гасителів коливань, два з яких мають лівосторонній вторинний кут, а інші два мають правосторонній вторинний кут.
18. Візок за будь-яким з пп. 1-17, в якому кожний з фрикційних гасителів коливань незалежно підпружинений.
19. Візок за будь-яким з пп. 1-18, який виконаний з самопідрулюванням.
20. Візок за п. 19, який включає з'єднувальні частини качалки з контактом кочення, що забезпечують самопідрулювання візка.
21. Візок за п. 20, який включає двонаправлені з'єднувальні частини качалки, що забезпечують самопідрулювання візка і поперечне качання боковин.

22. Візок за будь-яким з пп. 1-21, в якому відсутні поперечні непіддресорені елементи жорсткості між вказаними боковинами.

23. Візок за будь-яким з пп. 1-22, в якому поперечне переміщення вказаної надресорної балки, складає щонайменше $\frac{3}{4}$ дюйма від поперечного переміщення надресорної балки відносно боковини в одну і в другу сторону від центрального положення.

24. Візок за будь-яким з пп. 1-23, в якому встановлено граничне розрахункове навантаження на рейку по масі бруто, і який має поперечну жорсткість з поперечною жорсткістю качання, k_{pendulum} , і жорсткістю на поперечний зсув основних ресорних комплектів, k_{shear} , при цьому вказана поперечна жорсткість є послідовною, а при роботі візка з граничним розрахунковим навантаженням вказана поперечна жорсткість качання має менше значення, ніж вказана жорсткість на поперечний зсув.

25. Візок за будь-яким з пп. 1-24, який включає комбінацію з гасителя коливань і пружини, параметри яких мають верхню межу і нижню межу, які віддалені одна від одної на 20 % і які визначаються виразами відповідно $k_{\text{damper}} = 2,41(\theta_{\text{wedge}})^{1,76}$, і $k_{\text{damper}} = 1,21(\theta_{\text{wedge}})^{1,76}$, де k_{damper} є бічною жорсткістю пружин під кожним з гасителів коливань у фунтах на дюйм на гаситель, а θ_{wedge} є відповідним первинним кутом клину в градусах ($k_{\text{damper}} = 0,422(\theta_{\text{wedge}})^{1,76}$, і $k_{\text{damper}} = 0,212(\theta_{\text{wedge}})^{1,76}$, де k_{damper} вимірюється у фунтах на дюйм на гаситель).

26. Візок за п. 25, в якому фрикційний гаситель коливань у вказаній комбінації фрикційного гасителя коливань і пружини має фрикційну поверхню, яка є однією з наступних поверхонь: (а) залізна фрикційна поверхня і (б) сталева фрикційна поверхня.

27. Візок за будь-яким з пп. 1-24, який включає комбінацію з гасителя коливань і пружини, параметри яких мають верхню межу і нижню межу, які віддалені одна від одної на 20 % і які визначаються виразами відповідно $k_{\text{damper}} = 4,84(\theta_{\text{wedge}})^{1,64}$, і $k_{\text{damper}} = 2,42(\theta_{\text{wedge}})^{1,64}$, де k_{damper} є бічною жорсткістю пружин під кожним з гасителів коливань у фунтах на дюйм на гаситель, а θ_{wedge} є відповідним первинним кутом клину в градусах ($k_{\text{damper}} = 0,848(\theta_{\text{wedge}})^{1,64}$, і $k_{\text{damper}} = 0,424(\theta_{\text{wedge}})^{1,64}$, де k_{damper} вимірюється у фунтах на дюйм на гаситель).

28. Візок за п. 27, в якому фрикційний гаситель коливань у вказаній комбінації гасителя коливань і пружини має неметалічну фрикційну поверхню.

Область техніки винаходу

Даний винахід відноситься до області залізничних вагонів, і особливо до області триелементних візків для залізничних вагонів.

Передумови винаходу

Залізничні вагони в Північній Америці зазвичай встановлюються на двоохосьові поворотні візки, відомі як "триелементні візки". Даний термін зобов'язаний своїм виникненням трьом основним елементам - надресорній балці візка й двом її боковинам. У зазначеному типі візка надресорна балка

встановлюється перпендикулярно боковинам, причому кінці надресорної балки входять у прорізи боковин. Виникаючі зусилля розподіляються між надресорною балкою й боковинами через ресорні комплекти, установлені в гніздах боковин. Боковини передають зусилля на буксові щелепи. Щелепи опираються на надставки підшипники, звідки навантаження передається у свою чергу на підшипники, осі, колеса й, нарешті, на рейки. В "Енциклопедії вагонів і локомотивів" (видання 1980 року) на сторінці 669 із приводу триелементного візка на-

писане наступне: дана конструкція забезпечує "взаємозамінність, надійність і має низьку собівартість, але це досягається за рахунок посередніх ходових якостей і високої вартості обслуговування вагонів і візків".

Ходові якості можна оцінити за рядом критеріїв. Наприклад, поздовжні характеристики, що визначають максимальне припустиме поздовжнє прискорення при проходженні сортувальної гірки або при безгірковому сортуванні, або ж стрибкоподібний рух при розгоні або гальмуванні. Крім цього, вертикальні ходові якості, які майже повністю визначаються передачею вертикальних зусиль через підвіску. Бічні ходові якості, що визначають бічні реакції підвіски. Варто враховувати такі явища як ризикання візка, здатність візка до самопідрулювання, і, нарешті, здатність гасити коливання поза залежністю від характеру нерівностей. Дані явища взаємозалежні, і оптимізація підвіски на необхідні відгуки за одним параметром може привести до погіршення ходових якостей за іншими.

При оптимізації характеристик візка переважно домогтися відносно м'яких динамічних характеристик по бічному й вертикальному збуренням, забезпечити розумні параметри самопідрулювання, і постаратися зберегти стійкість до забігання боковин візка (так званий перекіс). Забігання або перекіс являє собою деформацію візка, що призводить до відхилення від перпендикулярного взаємного розташування надресорної балки й боковин візка. Наявність самопідрулювання переважно, оскільки воно може знизити опір руху, а також може знизити зношування, як колісних пар, так і візка, у підсумку забезпечуючи більше високі ходові характеристики.

Серед розглянутих типів візків також перебувають візки з хитними боковинами. Раніше виданим патентом на поворотний візок є патент US 3,670, 660 Вебера й ін., виданий 20 червня 1972. Даний візок має невіднесене поперечне хрестоподібне кріплення балки, яка з'єднує разом боковини. На відміну від зазначеної конструкції в описуваному нижче варіанті здійснення винаходу не використовуються поперечні невіднесені хрестоподібні зв'язки, а можуть використатися гасителі коливань, які вмонтовують в кожний кінець надресорної балки. Раніше виданий патент на гасителі коливань - патент US 3,714, 905 Барбер, виданий 6 лютого 1973.

Короткий опис винаходу

Дійсний винахід, у всіх його різноманітних аспектах, передбачає створення залізничного вагонного візка з хитним у двох напрямках сполученням буксових щелеп й осей колісної пари. Також винаходом передбачається візок із самопідрулюванням, пропорційним навантаженню на візок. Так винаходом можуть передбачатися поздовжні качалки на боковинах у місцях сполучення з віссю колісної пари. Крім цього винаходом передбачається візок з хитними боковинами й самопідрулюванням. Винахід може також передбачати візок з хитними боковинами, у якій сполучається застосування поперечної качалки й еластичного вклада на надставку підшипника.

Положеннями винаходу передбачається наяв-

ність сполучення колісна пара-боковина візка. Сполучення утворене надставкою підшипника й прилягаючим до нього гніздом буксової щелепи. Надставка підшипника має два кінці, які утворюють вставку, що блокує, між буксовими щелепами боковини. На надставці підшипника перебуває перший хитний елемент. А на буксовій щелепі перебуває другий хитний елемент.

Ці два хитні елементи контактують між собою й забезпечують взаємні поперечні й поздовжні хитання. Між надставкою підшипника й підставкою буксової щелепи монтують пружний елемент. Даний пружний елемент має частину, що прилягає до першого кінця надставки підшипника. Також пружний елемент має проріз, що забезпечує прилягання першого й другого хитного елемента.

Особливістю даного винаходу є те, що пружний елемент має дві кінцеві поверхні для установки між надставкою підшипника й буксовою щелепою боковини. Іншою особливістю є те, що пружний елемент може бути Pennsy Pad (розробка фірми Pennsy) із профілем, що відповідає прорізу.

Ще однією особливістю є те, що, пружний елемент виконаний з еластомеру. І ще однією особливістю є те, еластичний елемент виконаний з матеріалу на основі гуми. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що еластичний елемент виконаний з матеріалу на основі поліуретану. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що в еластичному елементі є проріз, і перший хитний елемент проникає щонайменше на деяку глибину крізь даний проріз для сполучення із другим хитним елементом. Ще однією додатковою особливістю є те, що надставка підшипника є вузлом, у який входять корпус надставки підшипника, наверху якого встановлюється перший хитний елемент. Ще однією додатковою особливістю є те, що перший хитний елемент виготовлений з матеріалу, відмінного від матеріалу корпусу підшипника. І ще однією додатковою особливістю є те, що перший хитний елемент являє собою вставку.

І, нарешті, ще однією додатковою особливістю є те, що перший хитний елемент має посадкове місце, що відповідає прорізу. І ще однією додатковою особливістю є те, що посадкове місце й проріз відповідають один одному, крім можливості неправильної орієнтації першого хитного елемента щодо надставки підшипника. І, нарешті, ще однією додатковою особливістю є те, що корпус і перший хитний елемент мають якісь елементи для виключення можливості неправильної взаємної орієнтації. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що в пружному елементі є проріз, а другий хитний елемент проникає, щонайменше, на деяку глибину крізь згаданий проріз для сполучення з першим хитним елементом. Іншою особливістю є те, що основа буксової щелепи містить у собі вкладиш із другим хитним елементом. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що другий хитний елемент має посадкове місце із профілем, що відповідає прорізу.

І ще однією з особливостей є те, що частина пружного елемента, що прилягає до першої окінцевої поверхні надставки підшипника, при установці фіксує елементи, розміщені між першою окін-

цевою поверхнею надставки підшипника і буксовою щелепою, для запобігання поперечного й поздовжнього переміщення надставки підшипника щодо щелепи.

Іншою особливістю винаходу є те, що кінці надставки підшипника мають кінцеві стінки, які фіксуються парою кутових упорів. Кінцеві стінки й кутові упори утворюють канал, у який між буксовими щелепами боковини візка встановлюється надставка підшипника. Частина пружного елемента, що перебуває в контакті з першим кінцем надставки підшипника, є першою окінцевою частиною. Пружний елемент має й другу окінцеву частину, що контактує із другим кінцем надставки підшипника. У пружному елементі також є й середня частина, що перебуває між першою й другою окінцевими частинами. Проріз знаходиться в середній частині пружного елемента. Іншою особливістю є те, що пружний елемент має форму прокладки Pennsy Pad (розробки фірми Pennsy) із центральним отвором.

Іншою особливістю винаходу є те, що в сполученні колісна пара-боковина залізничного візка присутня надставка підшипника, гніздо буксової щелепи й пружний елемент. Надставка підшипника має першу й другу окінцеві частини, кожна їх яких має кінцеву стінку, яку фіксують пара кутових упорів. Кінцева стінка й кутові упори спільно визначають канал, у який між буксовими щелепами боковини візка встановлюється надставка підшипника. На надставці підшипника присутній перший хитний елемент. На гнізді буксової щелепи знаходиться другий хитний елемент, що прилягає до першого хитного елемента. Після монтажу перші й другий хитні елементи здатні хитатися в поздовжньому напрямку відносно боковини, що забезпечує виконання поворотів залізничним візком. У пружному елементі є перша частина, що контактує з першою окінцевою частиною надставки підшипника й затискається між першою окінцевою частиною надставки підшипника й першим упором буксової щелепи. У пружному елементі є друга окінцева частина, що контактує із другою окінцевою частиною надставки підшипника й затискається між другою окінцевою частиною надставки підшипника й другим упором буксової щелепи. У пружному елементі є також і середня частина, що знаходиться між першою та другою частинами. Середня частина вміщує сполучені елементи першого і другого хитних елементів.

Іншою особливістю є те, що разом з надставкою підшипника використовується пружна подушка, що має хитний елемент для сполучення з хитним елементом гнізда буксової щелепи. Перша частина пружної подушки прилягає до першої окінцевої частини надставки підшипника, а друга частина прилягає до другої окінцевої частини надставки підшипника, причому середня частина знаходиться між першою й другою окінцевими частинами. Середня частина призначена для забезпечення сполучення хитних елементів.

Особливістю є наявність складального комплексу оснащення для сполучення колісна пара / боковина, у який входить гніздо буксової щелепи, призначене для монтажу на склепінні буксової

щелепи боковини залізничного візка. Також є надставка підшипника для монтажу на підшипнику колісної пари залізничного візка, і пружний елемент, установлюваний на надставці підшипника. Крім цього, є перший хитний елемент надставки підшипника, що хитається щодо основи.

Надставка підшипника має дві окінцеві частини - першу й другу; обидві окінцеві частини мають кінцеву стінку й пару упорів, що фіксують стінку, утворюючи, таким чином, канал для встановлення надставки підшипника між парою упорів буксових щелеп. Пружний елемент складається із двох частин, перша з яких відповідає першій окінцевій частині надставки підшипника, що перебуває між надставкою й упором. Друга частина пружного елемента з'єднана з першою так, що підшипник при установці, щонайменше, частково накриває надставку.

Іншою особливістю є те, що в складальний комплект колісна пара-боковина входить друга частина пружного елемента, яка має профіль, що відповідає першому хитному елементу. Перший хитний елемент має форму гнізда відповідного профілю. Іншою особливістю є те, що в складальний комплект колісна пара-боковина входить надставка підшипника, що включає корпус і перший хитний елемент, знімний щодо зазначеного корпусу. Ще однією особливістю є те, що в запасний складальний комплект колісна пара-боковина входить друга частина пружного елемента, що має профіль, який відповідає першому хитному елементу, що, у свою чергу, має форму гнізда під зазначений профіль. Ще однією особливістю є те, що в складальний комплект колісна пара-боковина входить профіль і перший хитний елемент, який має профіль, що виключає неправильну орієнтацію даного елемента при установці. Ще однією особливістю є те, що в складальний комплект колісна пара-боковина входить перший хитний елемент із корпусом, що оснащений пазогребневими елементами, що полегшують встановлення даного елемента. Ще однією особливістю є те, що в складальний комплект колісна пара-боковина входить перший хитний елемент із корпусом, що оснащений пазогребневими елементами, що виключає можливість неправильної орієнтації даного елемента при встановленні. І ще однією особливістю є те, що в складальний комплект колісна пара-боковина входить перший хитний елемент із корпусом, які обладнані пристроями взаємної орієнтації. Під даними пристроями розуміються пазогребневі елементи, що виключає можливість неправильної орієнтації даного елемента при встановленні.

Ще однією особливістю є те, що, у складальний комплект входить другий пружний елемент, що відповідає другій окінцевій частині надставки підшипника. Іншою особливістю є те, що в складальний комплект колісна пара-боковина входить пристосування для встановлення гнізда буксової щелепи, що полегшує орієнтацію пружних елементів щодо буксової щелепи при зборці. І ще однією особливістю є те, що, у складальний комплект входить друга окінцева частина, що відповідає другій окінцевій частині надставки підшипника.

Однієї з додаткових особливостей є те, що в конструкції присутня надставка підшипника, що забезпечує передачу навантаження між підшипником колісної пари й буксовою щелепою візка. Надставка має, щонайменше, першу й другу площадки для сполучення з підшипником, і ділянку профілю надставки, розміщений між площадками. Надставка має витягнуту в осьовому напрямку щодо підшипника форму. Ще однією додатковою особливістю є те, що площадки розташовані таким чином, що вузол відповідає за формою й розмірами підшипнику, і ділянка профілю надставки знаходиться над вершиною підшипника. І ще однією додатковою особливістю є те, що надставка підшипника характеризується й другою ділянкою профілю, що по окружності охоплює підшипник. І ще однією додатковою особливістю є те, що осьова й кільцева ділянки надставки розташовані уздовж другої осі симетрії надставки підшипника.

Іншою особливістю є те, що радіальна складова розташована уздовж першої осі симетрії надставки підшипника, а кільцева складова розташована уздовж другої осі симетрії надставки підшипника. Ще однією особливістю є те, що надставка підшипника має площадки, виконані на кільцевих дугах. І ще однією особливістю є те, що на надставці підшипника розташована звернена вверх поверхня качалки. І ще однією особливістю є те, що хитний елемент виконаний знімним щодо корпусу надставки підшипника.

Іншою особливістю винаходу є те, що в конструкції присутня надставка підшипника, установлювана в буксові щелепи залізничного візка. Верхня частина надставки підшипника прилягає до підстави буксової щелепи, а нижня частина прилягає до корпусу підшипника. Нижня частина має вершину. Перша й друга площадки на нижній частині прилягають до корпусу підшипника. Перша площадка – з однієї сторони щодо вершини. А друга площадка – з іншої сторони щодо вершини. Між площадками знаходиться, щонайменше, одна ділянка профілю.

Додатковою особливістю є те, що профіль витягнутий уздовж вершини по осьовій лінії підшипника (у встановленому стані). Іншою особливістю є те, що профіль розташований на вершині. Іншою особливістю є наявність щонайменше, двох профілів, причому ці два профілі лежать по різні сторони центральної частини корпусу підшипника, тобто центральна частина перебуває між першою й другою площадками.

Іншою особливістю винаходу є те, що в набір для модернізації візка входять еластичні елементи, монтовані над надставками підшипників. У набір входять надставка підшипника і сполучає з нею гніздо буксової щелепи.

Між надставкою підшипника й підставою буксової щелепи знаходяться елементи двонаправленої качалки. Гніздо має глибину перетину більше 1/2 дюйма.

Іншою особливістю винаходу є те, що залізничний візок має надресорну балку й пару боковин, установлюваних на колісні пари. На візок між боковинами встановлюються качалки, що забезпечує поперечне хитання боковин. У візку відсутні попе-

речні неідресорені хрестоподібні зв'язки між боковинами. Кожна боковина характеризується високою поперечного маятника L , яку вимірюють між нижньою точкою передачі навантаження на боковину, і верхньою точкою качалки, від якої вертикальна сила протидії передається на боковину. До складу качалки входить охоплюваний елемент із радіусом кривизни r_1 , і відношенням r_1/L менш 3.

Ще однією особливістю є те, що качалка має елемент, який охоплює, що перебуває в контакт з охоплюваним елементом. Елемент, що охоплює, має радіус кривизни R_1 більший, ніж r_1 , і коефіцієнт $[(1/L)/((1/r_1)-(1/R_1))]$ менш 3. Іншою особливістю є те, що R_1 становить, щонайменше, 4/3 від r_1 , а r_1 має розмір більше 15 дюймів.

Особливістю даного винаходу є наявність залізничного візка, здатного до самоідрюлювання, а також є фрикційні гасителі коливань, коефіцієнти статичного й динамічного тертя яких приблизно рівні. Можлива наявність додаткової особливості, а саме: можливості поперечного хитання по сполученню "буксова щелепа/кінцевий край осі колісної пари". Іншою особливістю може бути пропорційність самоідрюлювання вазі вантажу, що перевозять візком. Також винаходом можуть передбачатися поздовжні качалки на сполученні боковина / вісь колісної пари. Крім цього винаходом передбачається візок з хитними боковинами й самоідрюлюванням.

Винахід може передбачати поворотний візок, у якому сполучається застосування хитної поперечної качалки й еластичного вкладиша надставки підшипника. Ще однією особливістю є те, що до складу візка можуть входити гасителі коливань, розташовані уздовж поздовжньої осьовий лінії ресорного комплексу підвіски візка. Ще однією особливістю є те, що візок може мати гасителі коливань, установлювані в чотирьох точках, що утворюють прямокутник. І ще однією особливістю є те, що у візку можуть бути гасителі коливань із модифікованими поверхнями тертя, як на фрикційній опорній поверхні, так і на похилій поверхні гасителя коливань, що знаходиться в гнізді надресорної балки.

Ще однією особливістю винаходу є те, що триелементний залізничний візок має надресорну балку, установлювану поперечно парі боковин. Два кінці надресорної балки через пружні елементи встановлюються на відповідні боковини. У візку є комплект гасителів коливань, який монтується у чотирьох точках між кожним кінцем балки й відповідної боковини. Кожен гаситель коливань має опорну поверхню, що сполучається з іншим елементом пари тертя, і поступально переміщується при русі балки відносно боковин. Кожен гаситель коливань має гніздо, напроти якого встановлюється подавальний пристрій для забезпечення прилягання опорної поверхні до поверхності, з якою він сполучається. Опорна поверхня гасителя коливань має певні коефіцієнти динамічного й статичного тертя, характерні для пари, яку вона утворює при контакт з сполучаємою поверхнею. Коефіцієнти статичного й динамічного тертя в основному близькі за величиною.

Ще однією особливістю даного положення є

те, що коефіцієнти тертя відрізняються друг від друга не більше ніж на 10 %. Іншою особливістю є те, що коефіцієнти тертя приблизно рівні. Іншою особливістю є те, що коефіцієнти тертя лежать у діапазоні від 0,1 до 0,4. Ще однією особливістю є те, що коефіцієнти тертя лежать у діапазоні від 0,2 до 0,35. І ще однією особливістю є те, що коефіцієнти тертя рівні приблизно 0,30 (+/- 10 %).

І, нарешті, ще однією особливістю є те, що кожен гаситель коливань містить фрикційний елемент, установлюваний на ньому, і опорною поверхнею є поверхня фрикційного елемента. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що фрикційний елемент має композитну поверхню з полімерного матеріалу.

Іншою особливістю даного положення є те, що візок самопідрулює. Іншою особливістю є те, що візок включає сполучення надставка підшипника / буксова щелепа, у якому знаходиться пристрій самопідрулювання. Іншою особливістю є те, що пристрій самопідрулювання містить качалку. Ще однією особливістю є те, що у візку є сполучення надставка підшипника / підстава буксової щелепи, у якому знаходиться пристрій самопідрулювання, що має параметри пружності, які змінюються залежно від вертикального навантаження. І ще однією особливістю є те, що у візку є сполучення надставка підшипника / підстава буксової щелепи, у якому знаходиться двуправлена качалка, яка забезпечує можливість поперечного хитання боковин і самопідрулювання візка.

Іншою особливістю даного положення є те, що кожний гаситель коливань має похилий кінець для встановлення в гніздо гасителя коливань надресорної балки залізничного візка, причому опорна грань є вертикальною поверхнею в плані прилягання до сполученої фрикційної поверхні стійки боковини, а при роботі основа спрямована стосовно поверхні переважно вниз. Іншою особливістю є те, що похилий кінець має обробку поверхні, що поліпшує ковзання кінця по гнізду гасителя коливань. І ще однією особливістю є те, що коефіцієнти статичного й динамічного тертя похилого кінця практично рівні. Іншою особливістю є те, що на похилому кінці й на опорній поверхні є елементи поверхні ковзання, і обидва ці елементи встановлені з матеріалу, у якому присутні полімери. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що похила грань утворює із опорною поверхнею первинний кут, а у поперечному напрямку – вторинний кут.

Іншою особливістю винаходу є те, що має місце триелементний залізничний візок із встановленою між парою боковин надресорною балкою, і колісні пари, які монтують до боковин через сполучення колісна пара / боковина. Конструкція сполучення колісна пара / боковина забезпечує самопідрулювання й містить пристрій стабілізації колісних пар у поздовжньому напрямку відносно боковин у положенні мінімальної потенційної енергії. Пружні характеристики пристрою самопідрулювання залежать від прикладаного вертикального навантаження.

Іншою особливістю винаходу є наявність надставки підшипника залізничного візка. Надставка підшипника містить корпус для посадки на підшип-

ник колісної пари візка й качалку, установлювану на корпус. У качалці є поверхня хитання, причому ця поверхня направлена в сторону протилежну корпусу, а качалка виготовлена з матеріалу, відмінного від матеріалу корпусу.

Іншою особливістю даного положення є те, що качалка виготовлена з інструментальної сталі. Ще однією особливістю даного положення є те, що качалка виготовлена з марки металу, використуваної у виробництві кулькових підшипників. Іншою особливістю є те, що корпус виготовлений із чавуну. Іншою особливістю є те, що качалка працює у двох напрямках. І ще однією особливістю є те, що поверхня хитання хитного елемента являє собою ділянку сферичної поверхні.

Іншою особливістю винаходу є те, що є триелементний залізничний візок, обладнаний качалками для забезпечення самопідрулювання. І ще однією особливістю винаходу є наявність залізничного візка, у якому між наявною боковиною й осьовим підшипником встановлюється качалка. Качалка має поперечну й поздовжню вісь хитання відносно боковини.

Іншою особливістю винаходу є наявність триелементного залізничного візка із установленою поперечно парі боковин надресорною балкою. Боковини мають з'єднувальні частини буксової щелепи, на яких установлені колісні пари. З'єднувальні частини буксової щелепи містять качалки. Качалка має поперечну й поздовжню вісь хитання відносно боковини.

Іншою особливістю винаходу є те, що є триелементний залізничний візок із установленою поперек пари боковин надресорною балкою, причому кожна боковина має з'єднувальні частини переднього й заднього гнізда буксової щелепи, і дві колісні пари, установлені в цих з'єднувальних частинах. З'єднувальні частини гнізда буксової щелепи містять качалки, що забезпечують здатність візка до самопідрулювання.

І ще однією особливістю винаходу є наявність залізничного візка, у якого між наявними боковиною й осьовим підшипником встановлюється качалка, що працює у двох напрямках. І ще однією особливістю винаходу є наявність залізничного візка із установленою поперек пари боковин надресорною балкою, і встановлюваними на боковини колісними парами, за рахунок чого, властиво й забезпечується здатність візка котитися по рейковому шляху.

До складу візка входять хитні елементи, встановлювані між боковинами й колісними парами. Хитні елементи забезпечують здатність до поперечного хитання боковин й, відповідно, самопідрулюванню візка.

Іншою особливістю винаходу є наявність триелементного залізничного візка з парою боковин, і дві колісні пари, кінці яких призначені для встановлення на боковинах, а також з'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина. З'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина містять хитні елементи, причому наявністю першого ступеня свободи забезпечується поперечне хитання боковин відносно колісних пар, а наявністю другого ступеня свобод - поздовжнє хитання кінців

осей колісних пар відносно боковин.

Відповідно до одного аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок з качалками зі складною формою сферичної поверхні, причому качалки забезпечують як поперечне хитання у візку, так і самопідрулювання. Згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є присутнім залізничний візок з парою боковин, і дві колісні пари з кінцями для встановлення на боковини, а також з'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина. З'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина містять хитні елементи із двома ступенями свободи, причому наявністю першого ступеня свободи забезпечується поперечне хитання боковин відносно колісних пар, а наявністю другого ступеня свободи – поздовжнє хитання кінців осей колісних пар відносно боковин. З'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина мають податливість при крутінні відносно, переважно, вертикальної осі.

Відповідно до одного аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок удосконаленої конструкції з хитними боковинами, у яку входять хитні елементи, що забезпечують самопідрулювання. Згідно ще одному аспекту, є залізничний візок з хитними боковинами й поперечною надресорною балкою, встановленою на ресорах між двома боковинами, двома колісними парами, встановленими на боковинах за допомогою з'єднувальних частин сполучення колісна пара / боковина. З'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина включають хитні качалки й еластичні елементи, установлювані послідовно з качалками для забезпечення самопідрулювання.

Відповідно до одного аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок із установленою між парою боковин балкою, і колісні пари, які монтують до боковин через сполучення колісна пара / боковина. Сполучні частини сполучення колісна пара / боковина включають качалки, що забезпечують поперечне хитання боковин. У качалках є охоплюваний елемент і прилягаючий до нього елемент, що охоплює. Охоплюваний і охоплюючий хитні елементи спільною роботою забезпечують можливість хитання. Охоплюючий елемент має радіус кривизни в поперечному напрямку хитання менш 25 дюймів. Робота з'єднувальних частин сполучення колісна пара / боковина також забезпечує самопідрулювання.

Згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок із установленою між парою боковин надресорною балкою, і колісні пари, які монтують до боковин через сполучення колісна пара / боковина. З'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина містять качалки, що забезпечують поперечне хитання боковин. У качалках є охоплюваний елемент і прилягаючий до нього елемент, що охоплює. Охоплюваний і що охоплює хитні елементи спільною роботою забезпечують можливість хитання. Висота маятника боковин, L_{eq} , після встановлення качалки перевищує 6 дюймів. З'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина містять еластичний елемент, установлюваний послідовно з качалками для забезпечення самопідрулювання.

І згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок із установленою між парою боковин балкою, і колісні пари, які монтують до боковин через сполучення колісна пара / боковина. З'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина включають качалки, що забезпечують самопідрулювання візка. У качалках є охоплюваний елемент і прилягаючий до нього елемент, що охоплює. Охоплюваний і що охоплює хитні елементи спільною роботою забезпечують можливість хитання, а з'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина містять еластичний елемент, установлюваний послідовно з качалками.

І, нарешті, згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок з поперечною надресорною балкою, установленою на ресорах між двома боковинами, дві колісні пари, установлені на боковини через з'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина, причому візок має ресорні комплекти і гасителі коливань, встановлені в гнізда балки, і останні під дією пружин ресорних комплектів переміщуються відносно боковин. Ресорні комплекти містять першу опорну пружину гасителя коливань, на яку опирається перший гаситель коливань. Перша опорна пружина гасителя коливань характеризується певним діаметром. Ширина першого гасителя коливань перевищує 150 % від діаметра пружини.

Згідно ще одному аспекту винаходу, є залізничний візок з поперечною надресорною балкою, встановленою на ресорах між двома боковинами, дві колісні пари, встановлені на боковини через з'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина. З'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина являють собою працюючі у двох напрямках качалки, що забезпечують поперечне хитання боковин і самопідрулювання колісних пар. Гасителі коливань встановлюються на візку в чотирьох точках на кожному кінці надресорної балки. Ще однією особливістю даного аспекту є те, що з'єднувальні частини сполучення мають податливість при крутінні відносно, переважно, вертикальної осі.

Відповідно до одного аспекту винаходу є залізничний візок із установленою поперечною парі боковин надресорною балкою, а також колісні пари, установлені в боковинах. Залізничний візок має працюючі у двох напрямках (поздовжньому й поперечному) качалки між кожною боковиною і колісними парами, а також гасителі коливань, установлені між кінцями надресорної балки й боковинами. Іншою додатковою особливістю відповідно до даного аспекту є те, що качалки мають деяку податливість при крутінні переважно відносно вертикальної осі. І ще однією додатковою особливістю є те, що качалки встановлені послідовно з елементами, що мають податливість при крутінні.

Згідно ще одному аспекту, у винаході є залізничний візок, що самопідрулює, із установленою на ресорах між парою боковин надресорною балкою, і колісні пари, що кріпляться до боковин. Боковини здатні хитатися в поперечному напрямку відносно колісних пар. Візок також обладнаний фрикційними гасителями коливань, установлені-

ми між надресорною балкою і боковинами. Фрикційні гасителі коливань характеризуються коефіцієнтами статичного й динамічного тертя. Причому зазначені коефіцієнти приблизно рівні.

Згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок, що самопідрулює, із установленою на ресорах між парою боковин балкою, і колісні пари, що кріпляться до боковин. Боковини здатні хитатися в поперечному напрямку відносно колісних пар. Візок також обладнаний фрикційними гасителями коливань, установленими між надресорною балкою й боковинами. Фрикційні гасителі коливань характеризуються коефіцієнтами статичного й динамічного тертя. Причому зазначені коефіцієнти відрізняються не більш, ніж на 10 %. Іншими словами, фрикційні гасителі коливань характеризуються коефіцієнтом статичного тертя U_s і коефіцієнтом динамічного тертя U_k , причому відношення U_s/U_k лежить у діапазоні від 1,0 до 1,1. Відповідно до одному з аспектів винаходу візок обладнаний фрикційними гасителями коливань, установленими між надресорною балкою й боковинами, і здатними до поступального переміщення, причому в даному переміщенні практично виключений стрибкоподібний рух. Іншою особливістю даного аспекту є те, що фрикційні гасителі коливань включають фрикційні клини, які однією стороною прилягають до боковин, а другою, скошеною гранню – до гнізда надресорної балки. Скошена грань прилягає до гнізда надресорної балки й утворює пари тертя, причому з малою ймовірністю стрибкоподібного руху.

Згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є присутнім залізничний візок, що самопідрулює, із установленою між парою боковин балкою, і колісними парами, що монтують до боковин, які власно й забезпечують рух візка по рейковому шляху.

Колісні пари кріпляться до боковин через з'єднувальні частини сполучення колісна пара / боковина. Ці з'єднувальні частини забезпечують поперечне хитання боковин. Візок також обладнаний фрикційними гасителями коливань, установленими між надресорною балкою й боковинами. Фрикційні гасителі коливань мають дві грані, перша з яких утворює пару тертя з боковинами, а друга встановлена в гнізді надресорної балки. Перша грань і боковина утворюють пару тертя, причому в даній парі виключений стрибкоподібний рух. У парі друга грань / гніздо надресорної балки також виключений стрибкоподібний рух.

Відповідно до одного аспекту, винахід являє собою пристрій, який містить качалку надставки підшипника залізничного візка. У качалці є поверхня хитання, що працює по опорній поверхні буксової щелепи боковини залізничного візка. Поверхня хитання має складний профіль кривизни, що забезпечує позовжнє й бічне хитання. Відповідно до додаткового аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є качалка на опорній поверхні буксової щелепи боковини залізничного візка. У качалці є поверхня хитання, що працює по опорній поверхні надставки підшипника залізничного візка. Поверхня хитання має складний профіль кривиз-

ни, що забезпечує позовжнє й бічне хитання.

Відповідно одному з аспектів винаходу в триелементному залізничному візку є сполучення буксової щелепи / осьовий підшипник, причому сполучення обладнане з'єднувальними частинами, що забезпечують позовжнє й бічне хитання.

Іншою додатковою особливістю даного аспекту є те, що в даному з'єднанні є сполучені поверхні, складного профілю, причому вони відрізняються профілем у позовжньому й поперечному напрямках.

Іншою особливістю є те, що сполучення містить, щонайменше, один хитний елемент і сполучений елемент, причому хитний елемент і сполучений елемент, мають точкову пляму контакту, причому зазначений елемент, що перебуває в точковому контакті, є рухливим, перебуваючи в крапковому контакті кочення зі сполученим елементом. І ще однією особливістю є те, що зазначений елемент, що перебуває в точковому контакті, є рухливим, перебуваючи в точковому контакті кочення зі сполученим елементом, як у позовжньому, так й у поперечному напрямку. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що сполучні частини включають сідлоподібні поверхні, сполучені із коченням.

Іншою особливістю є те, що з'єднувальні частини містять охоплювану поверхню з першим профілем кривизни, і охоплючу поверхню із другим профілем кривизни, які перебувають у взаємодії хитання одна із одною, причому одна з поверхонь утворена, щонайменше, частиною сферичної поверхні. Іншою особливістю є те, що сполучні частини включають центральну частину, що не хитається щонайменше в одному напрямку. І ще однією особливістю є те, що відносно вертикальної осі обертання хитний позовжній рух сполучних частин відділено від поперечного хитного руху сполучних частин за допомогою податливого при крутінні елементу. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що з'єднувальні частини містять сполучення передачі навантаження, податливе при крутінні по вертикальній осі. І ще однією особливістю є те, що в даний вузол входить еластомірний елемент.

Відповідно до одного аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є поворотний триелементний залізничний візок з поперечною надресорною балкою, парою розташованих у позовжньому напрямку боковин, до яких пружно кріпляться надресорна балка і колісні пари, на які встановлюють боковини. Групи гасителів коливань встановлені між надресорною балкою й кожною з боковин. Кожна група гасителів коливань має схему компонування у вигляді прямокутника, а сполучення колісна пара / буксова щелепа боковини забезпечує поперечне хитання боковин і позовжнє самопідрулювання колісних пар.

Згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок з надресорною балкою, установленою між боковинами, колісними парами, до яких кріпляться боковини, і сполученням колісна пара / боковина, через яке боковини кріпляться до колісних пар. Сполучення боковина / колісна пара включає хитний пристрій,

що забезпечує поперечне хитання боковин. Хитний пристрій містить дві – першу й другу – поверхні хитання. Щонайменше частина першої поверхні має радіус кривизни менш 30 дюймів. Сполучення боковина / колісна пара містить пристрій самопідрулювання.

Однієї з особливостей, відповідно до даного аспекту, є те, що пристрій самопідрулювання має в основному лінійну характеристику відхилення / навантаження. Іншою особливістю є те, що пристрій самопідрулювання має таку характеристику відхилення / навантаження, яка змінюється залежно від вертикального навантаження на сполучення боковина / колісна пара. Ще однією особливістю є те, що характеристика відхилення / навантаження лінійно залежить від вертикального навантаження на сполучення боковина / колісна пара. Іншою особливістю є те, що пристрій самопідрулювання містить хитний елемент. І ще однією особливістю є те, що хитний елемент містить хитний елемент, що зміщується на певний кут відносно осі, спрямованої перпендикулярно боковині.

Іншою особливістю є те, що пристрій самопідрулювання містить охоплюваний і охоплюючий хитні елементи, і, щонайменше частина охоплюваного елемента має радіус кривизни менш 45 дюймів. І ще однією особливістю є те, що пристрій самопідрулювання містить охоплюваний і охоплюючий хитні елементи, і щонайменше частина охоплюючого елемента має радіус кривизни менш 60 дюймів. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що пристрій самопідрулювання є самоцентрувальним. І іншою особливістю є те, що пристрій самопідрулювання зміщено відносно центрального положення.

І, нарешті, ще однією особливістю є те, що пристрій самопідрулювання містить пружний елемент. Крім цього, пружний елемент містить еластомірний елемент. І ще однією особливістю є те, що пружний елемент являє собою еластомірну прокладку. Іншою особливістю є те, що пружний елемент є еластомірною прокладкою, з певною характеристикою поперечний зсув / навантаження й з певною характеристикою поздовжній зсув / навантаження, причому характеристика поперечний зсув / навантаження відрізняється від характеристики поздовжній зсув / навантаження. Іншою особливістю є те, що еластомірна прокладка має більшу жорсткість на зрушення в поперечному напрямку, ніж у поздовжньому. І, знову ж, ще однією особливістю є те, що качалка встановлюється вище еластомірної прокладки. Ще однією особливістю є те, що качалка встановлюється безпосередньо на еластомірній перехідній подушці. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що еластомірна перехідна подушка містить інтегровану качалку. Іншою особливістю є те, що триелементний візок є візком із хитними боковинами, а пристрій самопідрулювання містить еластомірну прокладку надставки підшипника.

І, нарешті, ще однією особливістю є те, що колісні пари мають осі, що з'єднують колеса між собою, осі обертання, окінцеві частини, установлені під боковинами, і на кожній окінцевій частині перебуває пристрій самопідрулювання, чия харак-

теристика відхилення під навантаженням відповідає, щонайменше, одній з характеристик, зазначених нижче: (а) лінійна характеристика від 3000 фунтів на дюйм до 10000 фунтів на дюйм поздовжнього відхилення, обмірюваного на осі обертання на окінцевій частині осі колісної пари, при прикладенні на пристрій самопідрулювання однієї восьмої від вертикального навантаження в діапазоні від 45,000 до 70,000 фунтів; (b) лінійна характеристика від 16,000 до 60,000 фунтів на дюйм поздовжнього відхилення, обмірюваного на осі обертання на окінцевій частині осі колісної пари, при 1/8 вертикального навантаження на пристрій самопідрулювання в діапазоні від 263,000 до 315,000 фунтів; (c) лінійна характеристика від 0,3 до 2 фунтів на дюйм поздовжнього відхилення, обмірюваного на осі обертання на окінцевій частині осі колісної пари на фунт вертикального навантаження, прикладеного до однієї окінцевої частини осі.

Відповідно до одного аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є триелементний залізничний візок вантажного вагона, обладнаний пристроєм самопідрулювання, у якому пасивний пристрій підрулювання включає щонайменше одну поздовжню качалку.

Відповідно до одного аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є триелементний залізничний візок вантажного вагона, з пасивним пристроєм самопідрулювання, причому пристрій самопідрулювання має лінійну характеристику відхилення / навантаження, і дана характеристика є функцією від вертикального навантаження на візок.

Іншою додатковою особливістю відповідно до даного аспекту є те, що характеристика зсув / навантаження лінійно залежить від вертикального навантаження на візок. Іншою особливістю є те, що пристрій самопідрулювання включає кулісний механізм. Іншою особливістю є те, що кулісний механізм може зміщатися з найбільше енергетично вигідного стану під дією тягового зусилля, прикладуваного до колеса однієї з колісних пар. Ще однією особливістю є те, що характеристика відхилення / навантаження знаходиться в діапазоні від 0, 4 до 2, 0 фунтів на дюйм відхилення, обмірюваного по центру окінцевої частини осі колісної пари візка, на фунт вертикального навантаження, прикладеного до окінцевої частини осі колісної пари. Ще однією особливістю є те, що характеристика відхилення / навантаження знаходиться в діапазоні від 0,5 до 1,8 фунтів на дюйм на фунт вертикального навантаження, прикладеного до окінцевої частини колісної пари.

І згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є триелементний залізничний візок вантажного вагона з поперечною надресорною балкою, парою боковин, установлених на протилежних кінцях надресорної балки, і пружно приєднаних до них колісних пар. Колісні пари кріпляться до боковин через вузол сполучення колісна пара / боковина. Щонайменше один із блоків сполучення боковина / колісна пара встановлюється між першим кінцем осі однієї з колісних пар, і першою буксовою щелепою першої боковини. Вузол сполучення колісна пара / боковина містить першу

качалку з лінійним контактом, що забезпечує поперечне хитання першої боковини, і другу качалку з лінійним контактом, що забезпечує поздовжній зсув першої окінцевої частини осі відносно першої боковини.

Особливістю, відповідно до даного аспекту, є те, що перша й друга качалка з лінійним контактом встановлюються послідовно з елементом податливим й пружним по відношенню до крутих моментів при крутінні, що прикладені по вертикальній осі. Іншою особливістю є те, що податливий при крутінні елемент встановлюється між першою й другою качалкою з лінійним контактом, причому даний елемент має пружність по вертикальній осі.

Згідно ще одному аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є надставка підшипника триелементного залізничного візка вантажного вагона, причому надставка підшипника має поверхні хитання для хитного сполучення з поверхнею з'єднувальної частини буксової щелепи, і ця поверхня хитання надставки підшипника має складний профіль кривизни.

Іншою особливістю, відповідно до даного аспекту, є те, що складний профіль кривизни є й на першому охоплюваному радіусі кривизни, і на другому охоплюваному радіусі кривизни, розташованому перпендикулярно першому. Іншою особливістю є те, що профіль за формою нагадує сідло. Ще однією особливістю є те, що профіль має еліпсоїдну форму. І ще однією особливістю є те, що профіль має сферичну форму.

І, нарешті, згідно ще одному аспекту, є залізничний візок з поперечною надресорною балкою. Надресорна балка має дві – першу й другу – окінцеві частини. Розташовані подовжньо перша й друга боковини пружно монтуються відповідно до першої і другої окінцевої частини надресорної балки. Боковини кріпляться до колісних пар через вузол сполучення колісна пара / боковина. Між кожною окінцевою частиною балки й відповідної боковини, до якої кріпиться кінець балки, установлена прямокутна група гасителів коливань. Вузол сполучення колісна пара / боковина має податливість при крутінні відносно вертикальної осі.

Однією з особливостей, відповідно до даного аспекту, є те, що у візку між боковинами відсутні невіднесорні поперечні елементи. Іншою особливістю є те, що боковини можуть хитатися в поперечному напрямку. І ще однією особливістю є те, що вузол сполучення боковина / колісна пара містить пристрій самопідрулювання.

Відповідно до одного аспекту, винахід являє собою пристрій, у якому є залізничний візок вантажного вагона із установленими в пару боковин колісними парами, причому боковини мають буксові щелепи для кріплення колісних пар. Буксові щелепи мають буксові вирізи. До складу буксових вирізів входять упори буксового вирізу. Колісні пари обладнані надставками підшипників, які монтуються на них при установці в буксові вирізи. Буксові щелепи мають відповідні елементи гнізда буксової щелепи, здатні хитатися разом з надставкою підшипника. У конструкції візка також є елементи, які встановлюють між щелепами й надставками підшипників для утримання надставки підшипника

в центральному положенні відносно опорної поверхні буксової щелепи. Відповідно до іншого аспекту, є елементи, які встановлюють між упором буксових щелеп боковини залізничного вагона та кінцевою стінкою й кутовими упорами надставки підшипника, причому даний елемент утримує надставку підшипника в положенні спокою відносно боковини.

Іншою особливістю винаходу є те, що в конструкції присутнє сполучення буксова щелепа / осьовий підшипник триелементного залізничного візка. Вузол сполучення має з'єднувальні частини, що забезпечують хитання в поздовжньому й поперечному напрямках, а також містить блок підшипника, на якому утворена за одне ціле з ним одна зі з'єднувальних частин з поверхнею хитання.

Додатковою особливістю, відповідно до даного аспекту, є те, що блок підшипника містить поверхню хитання складного профілю кривизни. Іншою однією особливістю є те, що з'єднувальні частини містять хитні сполучні поверхні у формі сідла. І ще однією особливістю є те, що з'єднувальні частини містять сполучені між собою охоплювану поверхню з одним профілем кривизни, і сполучену охоплюючи поверхню з іншим профілем кривизни, які здатні хитатися відносно одна одної. Одна з поверхонь має щонайменше ділянку поверхні сферичної форми. І ще однією особливістю є те, що відносно вертикальної осі обертання, хитний поздовжній рух сполучних частин відділено за допомогою податливого при крутінні, від поперечного хитного руху сполучних частин елемента.

І, нарешті, ще однією особливістю є те, що з'єднувальні частини включають сполучення передачі навантаження, що має певну податливість при крутінні по вертикальній осі. Ще однією особливістю є те, що блок містить пружний фіксуєчий елемент.

Відповідно до іншого аспекту винаходу конструкція містить сполучення основи буксової щелепи / осьовий підшипник триелементного залізничного візка. Вузол сполучення має з'єднувальні частини, що забезпечують хитання в поздовжньому й поперечному напрямках, а також містить блок підшипника, на якому утворена за одне ціле з ним одна зі з'єднувальних частин з поверхнею хитання.

Додатковою особливістю, відповідно до даного аспекту, є те, що блок підшипника містить поверхню хитання складного профілю кривизни. Іншою однією особливістю є те, що з'єднувальні частини містять хитні сполучені поверхні у формі сідла. Ще однією особливістю є те, що з'єднувальні частини містять охоплювану поверхню з першим профілем кривизни, і охоплюючи поверхню із другим профілем кривизни, які перебувають у хитному сполученні одна з одною, причому одна з поверхонь утворена щонайменше частиною сферичної поверхні. І ще однією особливістю є те, що відносно вертикальної осі обертання, поздовжнє хитання з'єднувальних частин відділено від поперечного хитання з'єднувальних частин з допомогою податливого при крутінні елемента.

І, нарешті, ще однією особливістю є те, що з'єднувальні частини містять сполучення передачі навантаження, яке має певну податливість при

крутінні по вертикальній осі. Ще однією особливістю є те, що блок містить пружний фіксуючий елемент.

Відповідно до іншого аспекту винаходу, в конструкції присутнє сполучення основи буксової щелепи / осьовий підшипник триелементного залізничного візка. Вузол сполучення має хитаючи сполучені поверхні. У блок також входить підшипник, встановлюваний на окінцевій частині осі колісної пари. Підшипник має зовнішню обойму, і одна з хитних поверхонь жорстко зафіксована відносно підшипника.

Згідно ще одному аспекту винаходу, в конструкції присутній підшипник, установлюваний на окінцеву частину осі колісної пари триелементного залізничного візка. Підшипник має зовнішній елемент, установлений у такому положенні, щоб забезпечувати обертання окінцевої частини осі відносно нього, і даний зовнішній елемент має поверхню хитання для взаємодії зі сполученою поверхнею контакту кочення буксової щелепи боковини триелементного візка. Додатковою особливістю відповідно до даного аспекту є те, що вісь обертання підшипника збігається з віссю обертання осі колісної пари, і поверхня має область мінімальної радіальної відстані від центра обертання, і похідна dr/dO між областю й точками, що знаходяться далі по окружності на іншій стороні, має позитивне значення.

Іншою особливістю є те, що поверхня є циліндричною. І ще однією особливістю є те, що поверхня має постійний радіус кривизни. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що вісь циліндра паралельна осі обертання підшипника.

І, нарешті, ще однією особливістю є те, що при установці на триелементний візок поверхня має положення мінімальної потенційної енергії, причому дане положення знаходиться між областями з більшою потенційною енергією. І ще однією особливістю є те, що поверхня має складний профіль кривизни. І, нарешті, ще однією особливістю є те, що поверхня має форму сідла. Іншою особливістю є те, що поверхня має певний радіус кривизни. Підшипник має вісь обертання й область мінімальної радіальної відстані від осі обертання. При цьому радіус кривизни більше мінімальної радіальної відстані.

І ще однією особливістю є те, що є сполучення підшипника й опорної поверхні буксової щелепи. Іншою додатковою особливістю є те, що підшипник має вісь обертання. Одна із точок на поверхні підшипника лежить на найменшій відстані від осі обертання, чим всі інші; ця найменша відстань між віссю обертання й даною точкою позначається L . Поверхня підшипника й опорна поверхня буксової щелепи мають певні радіуси кривизни, і утворюють сполучення типу охоплюваний / охоплюючий елемент. Одним з радіусів кривизни є радіус кривизни охоплюваного елемента r_1 . Другим радіусом кривизни є радіус кривизни елемента, що охоплює, R_2 ; r_1 більше L , а R_2 більше r_1 , причому L , r_1 й R_2 підкоряються формулі $L - (r_1 - R_2) > 0$. Іншою додатковою особливістю є те, що хитні поверхні забезпечують самопідрулювання.

Ці й інші аспекти та особливості винаходу

більш докладно пояснюються далі в докладному описі винаходу й супроводжуваних цей опис кресленнях.

Короткий опис креслень.

Основні ідеї винаходу стають більше зрозумілими при його розгляді в супроводі пояснювальних фігур, на яких приводяться приклади ілюстративних варіантів здійснення винаходу, або самих варіантів здійснення винаходу, що відповідають основним ідеям й аспектам винаходу; опис фігур наведений нижче:

На Фіг. 1a приведена ізометрична проекція приклада варіанта здійснення залізничного візка відповідно до аспектів даного винаходу;

На Фіг. 1b показаний вид зверху на залізничний візок з Фіг. 1a;

На Фіг. 1c показаний вид збоку на залізничний візок з Фіг. 1a;

На Фіг. 1d приведені покомпонентне зображення частини візка, аналогічно наведені на Фіг. 1a;

На Фіг. 1e показані покомпонентне зображення в розрізі варіанта триелементного візка відмінного від

Фіг. 1a, у якій гасителі коливань установлені уздовж осьових груп ресорного комплексу;

На Фіг. 1f приведена ізометрична проекція приклада варіанта здійснення залізничного візка відповідно до аспектів даного винаходу;

На Фіг. 1g показаний вид збоку на залізничний візок з Фіг. 1f;

На Фіг. 1h показаний вид зверху на залізничний візок з Фіг. 1f;

На Фіг. 1i показана одна половина виду в розрізі з кінця візка з Фіг. 1f, і друга половина в розрізі по центру візка; На Фіг. 1j показана схема розташування пружин у візку по Фіг. 1f; На Фіг. 2a показаний збільшений докладний вид збоку на візок, аналогічний наведеним на Фіг. 1a, 1b, 1c або 1e у розрізі по сполученню буксової щелепи / надставки підшипника; На Фіг. 2b показаний бічний поперечний розріз по сполученню буксова щелепа / надставка підшипника з Фіг. 2a, у розрізі по осьовій лінії осі колісної пари; На Фіг. 2c показано поперечний розріз конструкції з Фіг. 2b при поперечному відхиленні; На Фіг. 2d показаний поздовжній розріз сполучення опорна поверхня буксової щелепи / надставка підшипника по Фіг. 2a, виконаний по поздовжній площині симетрії надставки підшипника; На Фіг. 2e показаний поздовжній розріз конструкції по Фіг. 2d при поздовжньому відхиленні; На Фіг. 2f показаний докладний вид зверху на конструкцію по Фіг. 2a; На Фіг. 2g показаний комбінований перетин по декількох площинах надставки підшипника по Фіг. 2a, по лініях розрізу '2g-2g' Фіг. 2a; На Фіг. 3a показаний покомпонентний вид в ізометричній проекції варіанта сполучення буксова щелепа / надставка підшипника, відмінного від наведеного на Фіг. 2a; На Фіг. 3b показаний варіант сполучення надставка підшипника / опорна поверхня буксової щелепи, відмінного від наведеного на Фіг. 3a; На Фіг. 3c показаний вид у розрізі на блок з Фіг. 3b; виконаний по поздовжній вертикальній площині симетрії останнього; На Фіг. 3d показаний комбінований докладний вид у розрізі

блоку з Фіг. 3b, виконаний по площині 3d-3d' з Фіг. 3c; На Фіг. 3e показане покомпонентне зображення варіанта здійснення сполучення буксова щелепа / надставка підшипника, відмінного від наведеного на Фіг. 3a; На Фіг. 4a показана ізометрична проекція подушки фіксатора з Фіг. 3a, вид зверху й збоку; На Фіг. 4b наведена вид зверху й позаду в ізометричній проекції на подушку фіксатора Фіг. 4a; На Фіг. 4c показаний вид знизу на подушку фіксатора з Фіг. 4a; На Фіг. 4d показаний вид спереду на подушку фіксатора з Фіг. 4a; На Фіг. 4e наведений вид у розрізі по площині '4e-4e' з Фіг. 4d подушки фіксатора з Фіг. 4a; На Фіг. 5 показаний варіант надресорної балки, аналогічно наведений на Фіг. 1d, із двома рознесеними гніздами надресорної балки і вставками первинних і вторинних клинів; На Фіг. 6a наведений поперечний переріз варіанта гасителя коливань, що може використатися, наприклад, у надресорній балці візків з Фіг. 1a, 1b, 1c, 1d й 1f; На Фіг. 6b показаний гаситель коливань із Фіг. 6a зі знятими фрикційними накладками; На Фіг. 6c показаний вид зі зворотної сторони на фрикційні накладки гасителя коливань із Фіг. 6a; На Фіг. 7a показаний вид спереду на фрикційний гаситель коливань візка, застосовуваний, приміром, у варіанті на Фіг. 1a; На Фіг. 7b показаний вид збоку на гаситель коливань із Фіг. 7a;

На Фіг. 7c показаний вид позаду на гаситель коливань із Фіг. 7b; На Фіг. 7d показаний вид зверху на гаситель коливань із Фіг. 7a; На Фіг. 7e показано вид у поперечному розрізі по осьовій лінії гасителя коливань із Фіг. 7a; розріз виконаний по площині '7e-7e' Фіг. 7c ;

На Фіг. 7f наведений вид у розрізі гасителя коливань по площині '7f-7f' з Фіг. 7e подушки фіксатора з Фіг. 7e; На Фіг. 7g показана ізометрична проекція варіанта гасителя коливань, відмінного від наведеного на Фіг. 7a, із фрикційними накладками на кінцях; На Фіг. 7h показана ізометрична проекція ще одного варіанта гасителя коливань, відмінного від наведеного на Фіг. 7a, із фрикційними накладками на кінцях, нанесеними "обгортанням"; На Фіг. 8a показаний покомпонентний вид в ізометричній проекції варіанта сполучення буксова щелепа / надставка підшипника, відмінного від наведеного на Фіг. 3a; На Фіг. 8b показана ізометрична проекція в зібраному виді надставки підшипника по Фіг. 8a; На Фіг. 8c показаний блок по Фіг. 8b зі знятим хитним елементом; На Фіг. 8d показаний поздовжній розріз блоку по Фіг. 8b у зібраному стані; На Фіг. 8e наведений вид у розрізі по площині '8e-8e' з Фіг. 8d блоку їхніх Фіг. 8b; На Фіг. 8f показаний поперечний розріз блоку по Фіг. 8b у зібраному стані; На Фіг. 9a показаний покомпонентний вид в ізометричній проекції варіанта блоку, відмінного від наведеного на Фіг. 3a; На Фіг. 9b показаний покомпонентний вид в ізометричній проекції, аналогічний виду на Фіг. 9a, із вказівкою блоку надставки підшипника, що містить еластомірну подушку; На Фіг. 10a показаний покомпонентний вид в ізометричній проекції варіанта блоку, відмінного від наведеного на Фіг. 3a; На Фіг. 10b показаний вид у перспективі збоку блоку надставки підшипника з Фіг. 10a, наведеного вище; На Фіг. 10c показаний вид у перспективі знизу надставки

підшипника з Фіг. 10b; На Фіг. 10d показаний вид знизу надставки підшипника по Фіг. 10b; На Фіг. 10e показаний поздовжній розріз надставки підшипника з Фіг. 10b по перетині '10e-10e' з Фіг. 10d; і на Фіг. 10f показаний поперечний розріз надставки підшипника з Фіг. 10b по перетині '10f-10f' з Фіг. 10d; На Фіг. 11a показаний покомпонентний вид надставки підшипника, наведений на Фіг. 3a; На Фіг. 11b показаний вид надставки підшипника з Фіг. 11a знизу й збоку; На Фіг. 11c показаний вид зверху надставки підшипника з Фіг. 11b; На Фіг. 11d наведений поздовжній розріз надставки підшипника з Фіг. 11c по перетині '11d-11d'; На Фіг. 11e наведений поперечний розріз надставки підшипника з Фіг. 11c по перетині '11e-11e'; і на Фіг. 11f показано кілька видів пружної подушки блоку з Фіг. 11a; На Фіг. 11g показаний вид надставки підшипника з Фіг. 11a зверху й збоку; На Фіг. 12a показаний покомпонентний вид в ізометричній проекції варіанта сполучення буксова щелепа / надставка підшипника, відмінного від наведеного на Фіг. 3a;

На Фіг. 12b показаний поздовжній розріз по центрі блоку з Фіг. 12a в зібраному стані; На Фіг. 12c показаний розріз по перетину '12c-12c' з Фіг. 12b; і на Фіг. 12d показаний розріз по перетину '12d-12d' з Фіг. 12b; На Фіг. 13a показаний вид зверху на варіант здійснення надставки підшипника й підстави буксової щелепи, що може застосовуватися в буксовій щелепі боковини, аналогічно наведений на Фіг. 2a, у якій гніздо буксової щелепи розгорнуто для показу охоплюючої виїмки у сполученні з надставкою підшипника; На Фіг. 13b показаний вид збоку на надставку підшипника й гніздо по Фіг. 13a; На Фіг. 13c наведений поздовжній розріз надставки підшипника по Фіг. 13a, виконаний по перетину '13c-3c' Фіг. 13d; На Фіг. 13d показаний вид з кінця на надставку підшипника й гніздо буксової щелепи по Фіг. 13a; На Фіг. 13e наведений поперечний розріз надставки підшипника по Фіг. 13a, виконаний по осьовій лінії осі колісної пари; На Фіг. 13f наведений перетин у поперечній площині симетрії сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, наведеного на Фіг. 13e, з розгорнутою качалкою й деталями гнізда; На Фіг. 13g показано поперечний розріз по поздовжній площині симетрії сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, наведеного на Фіг. 13f; На Фіг. 14a дана ізометрична проекція варіанта здійснення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, наведених на Фіг. 13a з повністю кривою верхньою поверхнею; На Фіг. 14b показаний вид збоку на надставку підшипника й гніздо по Фіг. 14a; На Фіг. 14c показаний вид з кінця на надставку підшипника й гніздо буксової щелепи по Фіг. 14a; На Фіг. 14d показаний поперечний розріз по поздовжній площині симетрії сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, наведений на Фіг. 14a; На Фіг. 14e показаний поперечний розріз по поперечній площині симетрії сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, наведений на Фіг. 14a; На Фіг. 15a наведений вид зверху на варіант здійснення надставки підшипника й розгорнутий вид на варіант охоплюючого гнізда буксової щелепи, наведений на Фіг. 13a; На Фіг. 15b показаний поздо-

вжній перетин надставки підшипника з Фіг. 15а; На Фіг. 15с показаний вид з кінця на надставку підшипника й гніздо по Фіг. 15а; На Фіг. 16а показана ізометрична проекція ще одного варіанта здійснення сполучення надставки підшипника й гнізда з Фіг. 13а, у якому робочі поверхні надставки підшипника й гнізда буксової щелепи мають форму сидла; На Фіг. 16d показаний вид з кінця на надставку підшипника й гніздо буксової щелепи по Фіг. 16а; На Фіг. 16с показаний вид з боку на надставку підшипника й гніздо буксової щелепи по Фіг. 16а; На Фіг. 16d показаний поперечний розріз надставки підшипника й гнізда буксової щелепи по Фіг. 16а; На Фіг. 16е показаний поздовжній розріз надставки підшипника й гнізда буксової щелепи по Фіг. 16а; На Фіг. 16f показаний поперечний розріз сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи з розгорнутими елементами, як показано на Фіг. 16а; На Фіг. 16g показаний поздовжній розріз сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи по Фіг. 16f;

На Фіг. 17а показано покомпонентний вид збоку на ще один варіант сполучення надставки підшипника й гнізда, наведений на Фіг. 13а, у якому є пара циліндричних хитних елементів і шарнірне з'єднання між ними; На Фіг. 17b показаний покомпонентний вид з кінця на надставку підшипника й гніздо буксової щелепи по Фіг. 17а; На Фіг. 17с показаний поперечний розріз сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, наведений на Фіг. 17а у зібраному стані, виконаний по поздовжній осьовій лінії; На Фіг. 17d показаний поперечний розріз сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, наведений на Фіг. 17а у зібраному стані, виконаний по поперечній осьовій лінії; На Фіг. 17е показані можливі переміщення у вузлі по Фіг. 17а; На Фіг. 18а приведений покомпонентний вид варіанта здійснення сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, наведених на Фіг. 17а, у якому є еластичний проміжний елемент; На Фіг. 18b показаний покомпонентний вид у розрізі на блок з Фіг. 18а; На Фіг. 19а показаний вид збоку на варіант вузла з Фіг. 13а або 16а, у якому застосовується еластична рухлива подушка й хитна в поперечному напрямку качалка; На Фіг. 19е наведений поперечний розріз вузла по Фіг. 19а, виконаний по осьовій лінії осі колісної пари; На Фіг. 19с для вузла, наведеного на Фіг. 19а, показаний поперечний розріз по поздовжній площині симетрії надставки підшипника; На Фіг. 19d показаний вид у розрізі зверху вузла з Фіг. 19а, причому розріз виконаний по східчастому перетину, позначеному '19d-19d'; На Фіг. 19е наведений вид з кінця на варіант качалки, наведеної на Фіг. 19а, у якій застосовується еластична подушка; На Фіг. 19f показаний вид у перспективі варіант подушки по Фіг. 19е; На Фіг. 20а показаний вид надставки підшипника, використовуваної у вузлі по Фіг. 19а; На Фіг. 20b показаний вид зверху на надставку підшипника по Фіг. 20а; На Фіг. 20с показаний поздовжній перетин надставки підшипника по Фіг. 20а; На Фіг. 21а наведена ізометрична проекція подушки надставки з вузла по Фіг. 19а; На Фіг. 21b показаний вид зверху на надставку підшипника по Фіг. 21а; На Фіг. 21с наведений вид

збоку на подушку підстави по Фіг. 21а; На Фіг. 21с показана половина поздовжнього перетину надставки підшипника по Фіг. 21а; На Фіг. 21е наведена ізометрична проекція качалки, застосовуваної із прокладкою надставки по Фіг. 21а; На Фіг. 21f показаний вид зверху на качалку з Фіг. 21а; На Фіг. 21g показаний вид з кінця на качалку по Фіг. 21а; На Фіг. 22а наведений вид з кінця на варіант сполучення колісна пара / буксова щелепа, наведеного на Фіг. 2а, у якому присутні прилягаючі дугасті елементи, що хитаються у двох напрямках, причому один з них є зовнішньою частиною підшипника; На Фіг. 22b наведений поперечний розріз вузла з Фіг. 22а по площині '22b-22b' Фіг. 22а;

На Фіг. 22с наведений поперечний розріз вузла по Фіг. 22а, якщо дивитися в напрямку, позначеним стрілкою '22с-22с' на Фіг. 22b;

на Фіг. 23а наведений вид з кінця на варіант вузла по Фіг. 22а, у який входить хитний в одному напрямку (вперед / назад) хитний елемент;

на Фіг. 23b наведений поперечний переріз по площині '23b-23b' по Фіг. 23а;

на Фіг. 24а наведена ізометрична проекція варіанта триелементного візка, відмінного від наведеного на Фіг. 1а;

на Фіг. 24b показаний вид збоку на триелементний візок з Фіг. 24а;

на Фіг. 24з показаний вид зверху на половину триелементного візка з Фіг. 24а;

на Фіг. 24d наведений частковий розріз візка з Фіг. 24b, виконаний по площині '24d-24d';

на Фіг. 24е наведена часткова ізометрична проекція надресорної балки триелементного візка з Фіг. 24а, а також виділені гнізда фрикційних гасителів коливань;

на Фіг. 24f наведена силова схема розташування по чотирьох кутах гасителів коливань, таких як, наприклад, у візку на Фіг. 1а, 1f й 24а;

на Фіг. 25а наведений вид збоку на варіант триелементного візка, відмінний від наведеного на Фіг. 24а;

на Фіг. 25b показаний вид зверху на половину триелементного візка з Фіг. 25а; і

на Фіг. 25с наведений частковий розріз візка з Фіг. 25а, виконаний по площині '25с-25с';

на Фіг. 25d наведена покомпонентна ізометрична проекція надресорної балки й боковини з Фіг. 25а, у яких є працюючі в горизонтальній площині гасителі коливань із пружинним приводом зі зниженою схильністю до стрибкоподібного руху;

на Фіг. 26а показаний варіант надресорної балки з Фіг. 24е, зі збільшеним удвічі гніздом гасителів коливань для установки великого одиночного клина зі звареною вставкою;

на Фіг. 26b наведений варіант подвійного клина для надресорної балки по Фіг. 26а;

на Фіг. 27а наведений варіант надресорної балки, аналогічний наведеному на Фіг. 5, але з різними клинами;

на Фіг. 27b показана надресорна балка, аналогічна наведеної на Фіг. 24а, у якій гніздо під клини має первинний і вторинний кути, і в якій застосовуються розрізні клини;

на Фіг. 27с наведений варіант східчастого клина для надресорної балки по Фіг. 27b;

на Фіг. 28а наведений варіант надресорної балки й клинів, відмінний від наведеного на Фіг. 17b, із вторинними кутами клинів; і

на Фіг. 28b наведений варіант східчастого клина для надресорної балки по Фіг. 28b.

Докладний опис винаходу.

Винахід і варіанти його здійснення описуються в даному розділі за допомогою прикладів, або опису окремих варіантів здійснення винаходу, що відповідають положенням дійсного винаходу.

Зазначені приклади приводяться з метою роз'яснення положень винаходу і ні в якому образі не обмежують ці положення. В описі однакові деталі позначені однаковими номерами по всьому розділу й по всіх кресленнях. Креслення не завжди наведені в масштабі, а в деяких прикладах і зовсім гіперболізовані, якщо це допомагає чітко викласти особливості винаходу.

З метою єдності номенклатури й виключення помилок в орієнтації для кожного залізничного візка, описуваного в даному розділі, прийнято, що поздовжній напрямок збігається з напрямком руху вагона, або модуля залізничного вагона, у випадку, якщо він перебуває на маневровому (тобто, прямому) шляху. У випадку, якщо залізничний вагон має хребтову балку, поздовжній напрямок визначається як паралельне хребтовій балці, і паралельне нижньому рамному брусу, якщо такий є.

Якщо не зазначене інше, при вказівці вертикального напрямку, вгору або вниз, як точка відліку використовується верх полотна рейки (TOR).

Термін "поперечний", або "зовні поперечний" відноситься до відстані або орієнтації щодо поздовжньої осьової лінії вагона, або модуля. Термін "внутрішньо поперечний", або "зовні поздовжній" описує відстані щодо середини прольоту поперечного перерізу вагона або модуля. Під поздовжнім рухом розуміється кутове переміщення вагона по горизонтальній осі, перпендикулярній поздовжньому напрямку. Під ризанням розуміється кутове переміщення вагона щодо вертикальної осі. Під креном розуміється кутове переміщення щодо поздовжньої осі.

Даний опис відноситься до візків залізничних вагонів і деталей візків. Декілька стандартних AAR типорозмірів вагонів наведені на сторінці 711 Енциклопедії вагонів і локомотивів (1997). Відповідно до цього документа, для одного вагона із двома візками, навантаження на візок в "40 тонн" відповідає максимальній масі-брутто вагона (GWR) в 142000 фунтів. Аналогічно, "50 тонн" відповідає 177000 фунтам, "70 тонн" - 220000 фунтам, і "100 тонн" - 263000 фунтам, і, нарешті, "125 тонн" відповідає 315000 фунтам. У кожному випадку граничне навантаження на візок дорівнює половині максимальній масі-брутто. Два інших типи - це візок з навантаженням "110 тонн" для вагонів з GWR рівним 286 000 фунтів, і "70 тонн спеціальний" низкопрофільний візок, іноді застосований у вагонах для перевезення легкових автомобілів. Як допущення, прийняте, що залізничні візки, описувані в даному документі, мають як поздовжню, так і поперечну, осі симетрії, тобто опис однієї половини також рівносильний й для іншої, зрозуміло, з обліком ліво- і правобічних деталей.

Це відноситься до фрикційних гасителів коливань залізничних візків і множинних систем фрикційних гасителів коливань. Існують кілька варіантів компонування гасителів коливань, деякі з яких наведені на сторінках 715-716 Енциклопедії вагонів і локомотивів (1997) (як посилання зазначені номери сторінок). Подвійне компонування гасителів коливань описане в патентній заявці США видання № US 2003/0041772A1, 6 березня 2003, що називається "Залізничні вантажні вагони з амортизованою підвіскою", і також використовуваної в даному документі як посилання. Кожна компоновочна схема гасителів коливань, наведена в патентах 715-716 Енциклопедії вагонів і локомотивів (1997), може бути змінена для реалізації чотирикутного подвійного компонування гасителів (внутрішні й зовнішні гасителі коливань) відповідно до положень дійсного винаходу.

Клини гасителів коливань також описуються в дійсному документі. Відповідно до загальноприйнятої термінології, клини встановлюються в скошені "гнізда надресорної балки", виконані наприкінці надресорної балки. У поперечному перерізі кожен клин може мати трикутну форму, причому одна із граней трикутника може бути, або може мати, опорну поверхню, друга грань, що може бути, перебуває знизу, утворює гніздо ресорного комплексу, а третя грань є похилою стороною, або гіпотенузою, між двома зазначеними гранями. Перша грань може мати в основному плоску опорну поверхню для вертикального переміщення по прилягаючій опорній поверхні однієї зі стійок боковини. Друга грань поверхні може не бути такою, а замість цього може мати гніздо для установки верхнього кінця пружин ресорного комплексу. Хоча третя грань (гіпотенуза) може бути в основному плоскою, вона може бути злегка циліндричною, з радіусом кривизни близько 60". Циліндрична частина може розташовуватися як уздовж, так і поперек похилої поверхні. Кінцеві поверхні клинів можуть бути плоскими, і на них може бути нанесене покриття, виконана обробка поверхні, установлені фрикційні накладки або подушки для м'якого переміщення відносно гнізда надресорної балки, або відносно прилягаючої сторони іншого незалежного рухливого клина, у випадку наявності таких.

При експлуатації вагона боковини можуть обертатися в невеликою кутовою амплітудою відносно окінцевої частини надресорної балки для забезпечення вирівнювання навантаження між колесами. Округла частина похилої грані гасителя коливань допускає такий рух шляхом хитання гасителя коливань відносно загальної похилої грані гнізда надресорної балки, тоді як плоска опорна поверхня залишається в незмінному поверхневому контакті з робочою поверхнею стійки боковини. Хоча похила грань може мати деяку циліндричну частину, при описі вона буде згадуватися як похила грань або гіпотенуза, і, буде вважатися приблизно плоскою.

Відповідно до використовуваної в документі термінології, клини мають первинний кут а, який є кутом між (а) похилою гранню гнізда гасителя коливань, установлюваного на надресорну балку, і (b) поверхнею стійки боковини, якщо дивитися з

кінця надресорної балки убік центра візка. У деяких варіантах здійснення винаходу, можна виділити вторинний кут у площині кута а, а саме, площина, перпендикулярна вертикальній поздовжній площині (не похилої) боковини, відхилена від вертикалі на первинний кут. Тобто ця площина паралельна (не нахилений) горизонтальній осі надресорної балки, якщо дивитися уздовж задньої сторони (гіпотенузи) гасителя коливач. Вторинний кут В визначається як поперечний передній кут, якщо дивитися на гаситель коливач паралельно площині кута а. При відповідних реакціях підвіски при переміщенні по рейковому шляху, сили на клинах, що діють на вторинний кут В намагаються перемістити гаситель коливач або всередину, або назовні, залежно від обраного кута.

Загальний опис особливостей візка.

На Фіг. 1а й 1f наведені приклади візків 20 й 22, що є варіантами реалізації аспектів винаходу.

Візки 20 й 22 по Фіг. 1а й 1f можуть мати однакові, або подібні, характеристики й аналогічну конструкцію, і при цьому можуть відрізнятися по довжині маятника, твердості пружин, колісній базі, ширині й висоті прорізу боковини й схемі компонування гасителів коливач. Тобто візок 20 по Фіг. 1f може мати більш довгу колісну базу (від 73 дюймів до 86 дюймів, найбільше ймовірно 80-84 дюйма для візка 20, у відмінності від колісної бази в 63-73 дюймів для візка 22), крім цього основний ресорний комплект може мати меншу твердість, і нарешті, можлива наявність групи гасителів коливач, що утворюють прямокутник, причому клинові гасителі коливач можуть мати різні первинні й вторинні кути. У візку 20 може застосовуватися схема компонування ресорного комплекту 5х3, тоді як у візку 22 може застосовуватися схема 3х3. Обидва візки придатні для застосування у багатьох різних використаннях, причому візок 20 більше підходить для перевезення відносно об'ємних матеріалів з низькою щільністю, як наприклад, автомобілі або споживчі товари, тоді як візок 22 більше підходить для перевезення у вантажних вагонах щільних промислових напівфабрикатів, таких як рулони паперу. Втім, можливе перенесення характеристик одного типу візків на інший тип, тому приведення в прикладах зазначених особливостей дано тільки лише для ілюстрації того, наскільки широкий діапазон типів візків. Незважаючи на різницю в розмірах, подібні по призначенню деталі позначаються однаковими номерами. Візки 20 й 22 симетричні відносно як поздовжньої, так і поперечної, або бічної, осьової лінії. В кожному випадку, коли згадується такий елемент як боковина, варто пам'ятати, що візок має дві боковини, і отже два ресорних комплекти, і так далі.

Кожний з візків 20 й 22 має надресорну балку 24 і боковину 26. Кожна боковина 26 має прямокутний проріз 28, у якому розміщується один з кінців 30 надресорної балки 24. Верхня границя прорізу 28 задана аркою боковини, або елементом, що працює на стиск, у даному випадку - верхній елемент 32 пояса, а нижня границя прорізу 28 задана елементом, що працює на розтягання, у даному випадку - нижнім елементом 34 пояса.

Передня й задня вертикальні частини прорізу

28 утворені стійками 36 боковини. Окінцеві частини елемента розтягання вигнуті й з'єднуються з елементом стиску. На кожному кінці вигнутих окінцевих частин боковини 26 знаходяться сполучні частини буксових щелеп або гнізда 38 буксової щелепи. Кожна сполучна частина 38 уміщає верхню сполучну частину, під якою розуміється качалка або гніздо, про що розказане нижче. Верхня сполучна частина поза залежністю від того, яка вона по конструкції, позначена номером 40. Зі сполучною частиною 40 взаємодіє відповідна сполучна частина 42 верхньої поверхні надставки 44 підшипника.

Надставка 44 підшипника включає підшипник 46, установлюваний на одному кінці однієї з осей осі 48 візка поблизу одного з коліс 50. Сполучна частина 40 розташовується на передній і задній буксових щелепах 38, причому сполучна частина 40 вирівняна в поздовжньому напрямку так, що боковина здатна хитатися вбік від напрямку переміщення візка.

Більш докладно про сполучні з'єднувальні частини 40 й 42 розказано нижче. Взаємодія між з'єднувальними частинами визначає підсумкова взаємодія між окінцевою частиною осі колісної пари й буксовою щелепою. Тобто, характер взаємодії деталей визначається ступенем свободи окінцевої частини осі стосовно буксової щелепи, що реалізується через застосування динамічного сполучення у вузлі, а саме сполучення колісна пара / боковина, у яке входить підшипник, надставка підшипника, еластична подушка (в одному з варіантів), качалка (в одному з варіантів), гніздо буксової щелепи, установлюване усередині буксової щелепи. Нижче описуються кілька різних варіантів здійснення сполучення колісна пара / боковина. Оскільки підшипник 46 має один ступінь свободи, а саме обертання щодо осі вала колісної пари, при розгляді можна сфокусуватися на сполученні підшипника й гнізда буксової щелепи, або сполученні надставка підшипника / гніздо буксової щелепи. У даному документі під позиціями 40 й 42 розуміється характерний вузол надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, що визначає сполучення між п'ятою буксової щелепи й надставкою підшипника, і шість ступенів свободи, наявних у даному сполученні, а саме вертикальне, поздовжнє й поперечне переміщення (тобто переміщення по осях z, x й y), а також хитання, кочення й обертання (тобто обертовий рух по осях y, x і z відповідно) як відповідна реакція на динамічні зміни.

Нижній пояс або елемент розтягання боковини 26 може бути обладнаний коритом або нижнім гніздом 52 пружини, що жорстко встановлюється на нього. Хоча візки 22 можуть мати неідресорені поперечні зв'язки, реалізовані або через поперечку, або поперечні бруси, і в цьому випадку візок 22 являє собою "поворотний" візок з поперечкою або іншими поперечними зв'язками, нижня хитна опора гнізда 52 пружини може встановлюватися на качалці, що забезпечує поперечне хитання відносно боковини 26. Гніздо 52 пружини може мати опорні зуби для фіксації пружин 54 або ресорного комплекту 56, будь то бобишки, виступи або / й кільцеві захоплення, для запобігання зриву нижніх

частин пружин. Ресорний комплект, або набір пружин 56 устаноується між віддаленим кінцем 30 надресорної балки 24 і гніздом пружини 52, і затискається під дією ваги корпусу вагона й вантажу, що діє на нього через надресорну балку 24, що знаходиться зверху.

Надресорна балка 24 має подвійні внутрішні й зовнішні гнізда 60, 62 на кожній стороні зовнішнього краю балки (тобто, всього 8 гнізд на балку, по 4 з кожного кінця). У гніздах балки 60, розміщуються 62 передні й задні пари клинів перших і других, внутрішніх і зовнішніх поперечних фрикційних гасителів коливань 64, 66 й 68, 70 відповідно. Кожне гніздо балки 60, 62 має похилу поверхню або гніздо 72 гасителя коливань, що сполучається з нахиленою аналогічним образом гіпотенузою 74 клина гасителів коливань 64, 66, 68 й 70. Кожен клин 64, 66 опирається на першу внутрішню кутову пружину 76, 78, а клини 68, 70 опираються на другу зовнішню кутову пружину 80, 82. Похилі грані 74 клинів 64, 66 й 68, 70 упираються в похилі поверхні відповідних гнізд 72.

Пружини 96 у середній частині комплекту знаходяться знизу площадки 98, розташованої між гніздами 60 й 62 надресорної балки. Верхні кінці центрального ряду пружин 100 упираються в основну центральну частину 102 кінця надресорної балки 24. У даному чотирикутнику кожен гаситель коливань підпружинений однією із пружин ресорного комплекту. Статичний стиск пружин під вагою корпусу вагона й вантажу навантажує пружини й притискає гаситель коливань до скосу гнізда надресорної балки, і, відповідно, збільшує тертя з робочою поверхнею боковини. Фрикційне гасіння коливань працює, коли вертикальні поверхні ковзання 90 клинів 64, 66 й 68, 70 фрикційних гасителів коливань ковзають нагору й униз по фрикційних накладках 92, устаноуеним на внутрішніх поверхнях стійок 36 боковини. До деякої міри, кінетична енергія через тертя перетворюється в тепло. І також за рахунок тертя амортизується переміщення надресорної балки відносно боковин. Коли поперечні нерівності рейкового шляху передаються на колеса 50, жостка вісь 48 викликає відхилення боковин 26 у тому самому напрямку. Тобто реакцію боковин 26 є хитання, подібно маятнику, на верхніх качалках. Вага маятника й реактивна сила, що виникає внаслідок стиску пружин, намагається повернути боковини в їхнє початкове положення. Схильність до гармонійних коливань внаслідок нерівностей шляху амортизується тертям гасителів коливань по фрикційних накладках 92.

У порівнянні з надресорною балкою з одиночними гасителями коливань, як наприклад, устаноуовані по осьовій лінії боковини, як показано на Фіг. 1е, використання здвоєних гасителів коливань, як наприклад, рознесені пари гасителів коливань 64, 68, забезпечує більше плече моменту, що визначається розміром "2М" на Фіг. 1d, у плані стійкості до паралелограмоподібної деформації візка 22. Використання здвоєних гасителів коливань забезпечує більшу поворотну силу, що вирівнює, під дією якої візок повертається у вихідне прямокутне положення, ніж застосування одиночних га-

сителів коливань із устаноуеним нахилом внаслідок того, що сила, яка вирівнює, збільшується разом з ростом деформації. Тобто, при паралелограмоподібній деформації, забіганні, різниця стиску діагональної пари пружин (наприклад, найбільше помітно можуть бути стислі внутрішня пружина 76 і зовнішня пружина 82) відносно іншої діагональної пари пружин (наприклад, менш помітні, ніж пружини 76 й 82 можуть бути стиснуті внутрішня пружина 78 і зовнішня 80) забезпечує поворотну пару моментів, що діють на фрикційні накладки боковин. Ця пара моментів прагне повернути боковину в напрямку, що забезпечує прямокутне положення візка (тобто, у положення, в якому надресорна балка перпендикулярна боковині). Таким чином, видно, що візок має певну гнучкість, і при його деформації гасителі коливань працюють як зміщені елементи між надресорною балкою й боковинами для зняття деформації по типу паралелограма, забіганню, деформації боковин щодо надресорної балки й прагнуть привести візок у вихідне положення.

Наведене вище пояснення відноситься до візків 20 й 22, кожний з яких має ресорний комплект із трьома рядами пружин, між стійками боковин. Пара поворотних моментів гасителя коливань у формі прямокутника може бути пояснена подібним образом і для візків із двома рядами пружин у ресорному комплекті, як наприклад візок 400 з Фіг. 14а - 14е. Для наочності нормальна сила на поверхні тертя будь-якого гасителя коливань може бути представлена як поле тиску, чия дія може бути приблизно представлена через зосереджене навантаження, що діє на середню точку поля тиску, і чия величина дорівнює загальному значенню поля тиску по його площі. Центр даної розподіленої сили, що діє на внутрішні поверхні тертя клина 440, що прилягає до стійки 428, може бути визначений як зосереджене навантаження, зміщене в поперечному напрямку щодо діагонально зовнішньої поверхні тертя 443, що прилягає до стійки 430, на відстань рівну подвоєному розміру 'L', показаному на ескізі 1к. У прикладі на Фіг. 14а ця відстань 2L дорівнює приблизно повному діаметру витка більшої пружини в ресорному комплекті. Поворотний момент у такому випадку дорівнює $MR = [(F1 + F3) - (F2 + F4)] L$. Також цю формулу можна записати в наступному виді: $MR = 4k \cdot \tan(c) \tan(O) L$, де A - первинний кут гасителя коливань (як описується в даному документі), а dke - вертикальна твердість витка пружини, на яку опирається гаситель коливань.

При будь-якій схемі розташування пружин у ресорному комплекті, будь то 2 x 4, 3 x 3, 3 x 2, 3 або 3 x 5, гасителі коливань можуть бути встановлені у формі прямокутника. На частину сили стиску пружини, що впливає на клини гасителя коливань, може припадати 25-50 % для пружин рівної твердості. Якщо ж пружини мають різну твердість, ця частина сили знаходиться в діапазоні 20-35 %. Групи витків можуть мати різну твердість, у випадку якщо внутрішні витки є на одних пружинах, але відсутні на інших, або якщо використовуються пружини, що відрізняються по твердості.

З погляду авторів дійсного винаходу, може

скластися така ситуація, що прагнення зберегти прямокутну форму по сполученню надресорна балка / боковина (тобто за допомогою застосування утворюючих прямокутник гасителів коливань) може привести до зниження стійкості в збереженні перпендикулярності по сполученню буксова щелепа / вісь колісної пари. Це, у свою чергу, забезпечує можливість застосувати пружне сполучення осі (щодо вертикальної осі) і буксової щелепи, і в такий спосіб реалізується самопідрулювання.

Опорна плита, тобто фрикційна накладка 92 (Фіг. 1а) набагато ширше товщини боковин, якщо вимірювати, наприклад, на буксових щелепах, і може бути навіть більше широкої, ніж прийняте повсюдно. Ця додаткова ширина відповідає додатковій сумарній ширині прольоту гасителя коливань, обмірюваному між парою гасителів, плюс зазначене вище поперечне переміщення, що зазвичай становить $1\frac{1}{2}$ (+/-) дюймів поперечного переміщення надресорної балки відносно боковини в одну й в іншу сторону від центрального положення. Таким чином, замість ширини, рівній одному витку плюс припуск на переміщення, накладка 92 може мати ширину в три витки плюс припуск на установку в розмірі $1\frac{1}{2}$ (+/-) дюймів в одну зі сторін щодо загальної подвоєної амплітуди переміщення, рівній 3" (+/-). Надресорна балка 24 зсередини й зовні має спеціальні виступи 106, 108 відповідно, які обмежують поперечне переміщення надресорної балки 24 відносно стійок 36 боковин. Допуск на таке переміщення може лежати в діапазоні від (+/-) $1\frac{1}{8}$ до $1\frac{3}{4}$ дюйма, а саме переміщення перебуває в діапазоні від $1\frac{3}{16}$ до $1\frac{9}{16}$ дюйма, і може бути настроєна, наприклад, на $1\frac{1}{2}$ або $1\frac{1}{4}$ дюйма поперечного переміщення від нейтрального положення, у якому боковина перебуває вертикально.

Нижні кінці пружин усього ресорного комплексу, зазвичай позначувані 58, перебувають у нижніх гніздах 52 пружин. Нижні гнізда 52 пружин можуть бути представлені як жолоб зі спрямованими вгору прямокутними кромками.

Хоча у візку 22 застосовується ресорний комплект за схемою 3 x 3, даний опис стосується всього різноманіття схем компонування. А саме: 3 x 5, 2 x 4, 3 x 2 x 3 або 2 x 3 x 2, або які-небудь інші, і в схему компонування може входити гідравлічний амортизатор, або ж, згідно передбачуваному застосуванню візка можуть використовуватися інші варіанти компонування пружин.

Фіг. 2а-2g

Поверхня хитного сполучення надставки підшипника може мати форму склепіння, або утворювати ввігнуту поверхню, аналогічно візку з хитними боковинами, у якому контакт кочення качалки забезпечує поперечне хитання боковини. Сполучення надставки підшипник / гніздо буксової щелепи може також мати кілька профілів кривизни (передній й задній), і дане склепіння або порожнина, при певному вертикальному навантаженні, робить більш-менш лінійний опір відхиленню в поздовжньому напрямку, аналогічно дії пружин або еластичної подушки.

Для поверхонь, що знаходяться у контакті кочення й мають складні профілі кривизни (тобто,

що відрізняються по профілях кривизни у двох напрямках), описуваних у даному документі, вертикальна твердість може бути прийнята нескінченною (тобто жорсткість, що має дуже високі значення, у порівнянні із жорсткістю інших елементів); поздовжня жорсткість при розгляді передачі навантаження в точці контакту також може бути прийнята нескінченною, при допущенні, що поверхні не прослизують; поперечна жорсткість при розгляді передачі навантаження в точці контакту також може бути прийнята нескінченною, при допущенні, знову ж, що поверхні не прослизують; жорсткість на обертання щодо вертикальної осі може бути прийнята рівною нулю або приблизно нулю. На відміну від останнього параметру, кутова твердість по поздовжній і поперечній осях відмінна від нуля. Поперечна кутова твердість найбільше помітно впливає на еквівалентну жорсткість маятника.

Жорсткість маятника прямо пропорційна вазі маятника. Аналогічно, опір на колесах вагона, і зношування рейкового шляху є функціями ваги, що прикладений до коліс. Із цієї причини необхідність і вигода від самопідрулювання буде найбільшою для повністю навантаженого вагона, і зберігається загальна закономірність між вагою, що прикладають до коліс, і збільшенням твердості механізму самопідрулювання з ростом навантаження.

Характеристики візка можуть варіюватися зі зміною параметрів тертя поверхонь гасителів коливань. Звичайні гасителі коливань характеризуються коефіцієнтами динамічного й статичного тертя, які досить помітно розрізняються, викликаючи стрибкоподібне переміщення, що є шкідливим. І у зв'язку із цим, переважно сполучати застосування самопідрулювання із застосуванням гасителів коливань зі зниженою схильністю до стрибкоподібної роботи.

Більше того, хоча надставки підшипника можуть виготовлятися з відносно дешевих матеріалів, таких як чавун, у деяких варіантах здійснення винаходу для виготовлення качалки використовуються вставки з інших матеріалів. І нарешті, переважно застосовувати елементи, які забезпечують центрування качалки при установці, і які також забезпечують допоміжну юстировку, при якій початковим робочим положенням качалки є найбільш енергетично вигідне положення.

На Фіг. 2а-2g наведені варіанти здійснення блоку надставки підшипника й гнізд буксової щелепи. Надставка 44 підшипника має нижню частину 112, у якій знизу розміщується підшипник 46, який, у свою чергу, монтується на кінці вала, а саме осі 48. Надставка 44 підшипника має також верхню частину 114, через яку по центру проходить виступаюча вгору сполучна частина у вигляді охоплюваної частини 116 надставки підшипника. Сполучна з нею з'єднувальна частина у вигляді охоплюючої частини 118 гнізда качалки жорстко встановлена в склепінні 120 буксової щелепи. Поперечні виступи 122 знаходяться по центру відносно склепіння 120 буксової щелепи. Верхня з'єднувальна частина 40, якого б типу вона не була, має корпус, що може мати форму плити 126, з поперечними кінцями у вигляді загнутих вгору ла-

пок або язичків, або хвостовиків 124, розділених прорізом, які надійно фіксують виступи 122 вище з'єднувальної частини 40 у такому положенні, щоб тильна сторона плити 126 з'єднувальної частини 40 упиралася в плоску, що передає навантаження поверхню склепіння 120. Верхня з'єднувальна частина 40 може являти собою з'єднувальну частину гнізда буксової щелепи із охоплюючою опорною з виїмкою поверхнею, а саме частиною 118. Як показано на Фіг. 2g при установці боковин на колісні пари, кінцеві поглиблення або канали 128, що перебувають між кутовими опорами 132 надставки підшипника, установлюються між відповідними буксовими щелепами 130 боковин. У зібраному стані надставка 44 підшипника, таким чином, утримується на місці охоплюваною й охоплюючою частинами (116 й 118) сполучення надставки.

Охоплювана частина 116 (Фіг. 2d) має форму направленої вверх поверхні 142, що характеризується першим радіусом кривизни r_1 , що забезпечує хитання в поздовжньому напрямку, і другий радіус кривизни r_2 (Фіг. 2c), що забезпечує хитання (тобто хитний рух боковин) у поперечному напрямку. Аналогічно, у загальному випадку, охоплююча частина 118 має поверхню з першим радіусом кривизни R_1 у поздовжньому напрямку, і другий радіус кривизни R_2 у поперечному напрямку. З'єднання r_1 з R_1 забезпечує хитний рух у поздовжньому напрямку, причому опір хитанню пропорційний вазі, прикладеній до колеса. Тобто опір кутовому відхиленню пропорційний вазі, а не є константою пружини. За допомогою цього реалізується пасивне самопідрулювання, як на порожньому, так і на повністю навантаженому вагоні. Така взаємодія показана на Фіг. 2d й 2e. На Фіг. 2d показане центральне, невідхилене положення, або положення спокою подовжнього хитних елементів. На Фіг. 2e показані хитні елементи в стані максимального подовжнього відхилення. На Фіг. 2d показаний локальний стан з мінімальною потенційною енергією системи. На Фіг. 2e показана система з підвищеною потенційною енергією внаслідок здійснення роботи силою F , що діє в поздовжньому напрямку в горизонтальній площині через центр осі й підшипника C_v , що прагне викликати збільшення висоти буксової щелепи. Інакше кажучи, через те, що вісь відхилена силоміць, хитне з'єднання прагне підняти вагон, і отже, збільшує його потенційну енергію.

Граничне значення переміщення в поздовжньому напрямку досягається, коли кінцева поверхня 134 надставки 44 підшипника, що перебуває між кутовими упорами 132, торкається одного або другого обмежувального упору 136 упорних блоків буксових щелеп 130. У загальному випадку це відхилення може бути вимірено або по кутовому зсуві осьової лінії осі 01, або по кутовому зсуву точки контакту качалки на радіусі r_1 , позначеному цифрою 92. Кінцева поверхня 134 надставки 44 підшипника є плоскою, і відхилена на кут α від вертикалі. Як показано на Фіг. 2g, упорна поверхня 136 може мати круглу циліндричну дугу з основною віссю циліндра, спрямованою по вертикалі. Типовий максимальний радіус R_3 даної поверхні дорівнює 34 дюймам. Коли надставка 44 підшипника

повністю відхилена на кут α , кінцева поверхня 134 повинна торкнутися упорної поверхні 136 з утворенням лінійного контакту. Коли це відбувається, подальше поздовжнє хитання охоплюваної поверхні (частини 116) щодо поверхні, що охоплює (частини 118) неможливо. У такий спосіб буксові щелепи 130 обмежують відхилення надставки 44 підшипника. Типовий діапазон значень кута α становить близько 3 кутових градусів. Типове максимальне значення може знаходитися в діапазоні біля $\pm 3/16$ дюйма в будь-яку сторону від вертикалі, тобто від стану спокою.

Аналогічно, як показано на Фіг. 2b й 2c, сполучення r_2 й R_2 забезпечує поперечне хитання, аналогічно візку з колисковим підвішуванням. На Фіг. 2b показане центральне положення, положення з мінімальною потенційною енергією поперечної системи хитання. На Фіг. 2c показана та ж система у відхиленому стані. У даному прикладі 82 приблизно дорівнює $(L_{pendulum} - r_2) \sin \alpha$, де \sin для малих кутів приблизно дорівнює α . $L_{pendulum}$ може бути розрахована як різниця в стані спокою між висотами центра нижнього гнізда пружин 52 і сполученням між охоплюваною й охоплюючою частинами 116 й 118.

При прикладенні поперечної сили до під'ятника надресорної балки, сила реакції виникає тільки по суті на сполучення коліс із рейками. Поперечне зусилля передається від надресорної балки на основні ресорні комплекти, і потім перетворюється в поперечне зусилля в гніздах пружин, що прагне відхилити низ маятника. Сила реакції віддається на надставку підшипника, і отже на верхню частину маятника. Маятник відхилиться в положення, у якому вага маятника, помножена на плече моменту відхиленого маятника, буде достатньою, щоб зрівноважити момент поперечної пари моментів, що діють на маятник.

Даний вузол сполучення надставка підшипник / гніздо буксової щелепи нахилиється під дією сили ваги, що прагне повернути маятник у центральне положення, або положення "спокою", що відповідає локальному мінімуму потенційної енергії системи. Повністю відхилене положення, наведене на Фіг. 2e, відповідає відхиленню від вертикалі менш чим приблизно на 10 град. (переважніше менш 5 градусів) в одну зі сторін, причому фактичний максимум визначається по відстані між виступами 106 й 108 щодо плити 104. Хоча зазвичай R_1 й R_2 можуть відрізнятися друг від друга, так що поверхня, що охоплює, є зовнішньою секцією тора, може бути необхідно, щоб й R_1 й R_2 були рівні, тобто опорна поверхня сполучної частини, що охоплює, була частиною сферичної поверхні, що не має головної й другорядної осі, а просто утворена сферою певного радіуса. R_1 й R_2 забезпечують самоцентруванням. Ця здатність може бути слабо виражена. Знову ж, як загальна умова, менший з R_1 й R_2 може бути рівним або перевищувати більший з r_1 й r_2 . Якщо це спостерігається, здатність точки контакту до передачі крутного моменту, що діє по осі, перпендикулярній до поверхонь хитання в точці контакту, буде невеликою, а може й зовсім відсутньою, так що поперечний і поздовжній хитний рух розділені в плані передачі

крутного моменту, і отже можна сказати, що стосовно до зазначених ступенів свободи (обертання щодо вертикальної, або переважно вертикальної осі, перпендикулярної до поверхонь хитання) сполучення є податливим при крутінні (тобто, опір крутильному відхиленню відносно осі, що проходить через ці поверхні в крапці контакту може бути набагато менше ніж, наприклад, опір поперечному кутовому відхиленню).

Для малих кутових відхилень ця умова відносно твердості при крутінні відносно перпендикулярної осі в точці контакту, може дотримуватися навіть, якщо менший з охоплюючих радіусів менше ніж більший з охоплюваних радіусів.

Хоча допускається рівність r_1 й r_2 , так що вигнута поверхня надставки підшипника (або гнізда буксової щелепи при переверненому компонуванні сполучення) є частиною сферичної поверхні, у загальному випадку r_1 й r_2 можуть відрізнятись, причому r_1 швидше за все буде більше, можливо значно більше, ніж r_2 . Загалом, незалежно від того, чи рівні r_1 й r_2 чи ні, R_1 й R_2 можуть бути однакові або різні. Якщо r_1 й r_2 відрізняються друг від друга, то охоплювана поверхня сполучної частини може бути частиною поверхні тора. Слід також зазначити, що за умови, що система прагне повернутися в стан з мінімальною енергією (тобто, воно відновлюється саме в ході роботи) у рамках одного з або обох R , а R_2 може бути нескінченно більшим, може утворитися або циліндрична частина, коли вони обоє нескінченно великі, або площина. В ще одному варіанті може спостерігатися така ситуація, коли $r_1 = r_2$, а $R_1 = R_2$.

В одному з варіантів здійснення винаходу r_1 може дорівнювати r_2 , і може рівнятися 40 дюймам (+/-5 дюймів), а R дорівнює R_2 , і обоє вони можуть бути нескінченні, так що поверхня, що охоплює, може являти собою площину.

Так само можна розглянути інші варіанти форм качалки. В одному з варіантів $R_1 = R_2 = 15$ дюймам, $r_1 = 85/8$ дюймів, і $r_2 = 5$ дюймам. В іншому варіанті здійснення винаходу $R_1 = R_2 = 15$ дюймам, $r_1 = 10$ дюймам, а $r_2 = 85/8$ дюймів (+/-). В іншому варіанті $r_1 = 8 \frac{5}{8}$, $r_2 = 5$ ", $R_1 = R_2 = 12$ дюймам, і в ще одному варіанті $r_1 = 12 \frac{1}{2}$ " $r_2 = 85/8$, а $R, R_2 = 15$ ". В одному з варіантів $R_1 = R_2 = \infty$, а $r_1 = r_2 = 40$ дюймам.

Радіус кривизни охоплюваної поздовжньої качалки r_1 може бути менш 60 дюймів, і може лежати в діапазоні від 5 до 50 дюймів, або від 8 до 40 дюймів або може рівнятися приблизно 15 дюймам. R_1 може бути нескінченним, або може бути менш 100 дюймів, і може перебувати в діапазоні від 10 до 60 дюймів, або в більш вузькому діапазоні від 12 до 40 дюймів, або ж помножений на коефіцієнт від $11/10$ до 4 параметрів r_1 .

Радіус кривизни охоплюваної поперечної качалки r_2 може перебувати в діапазоні від 30 до 50 дюймів. Як альтернатива в іншому типі візка r_2 може бути менше 25 або 30 дюймів, і може лежати в діапазоні від 5 до 20 дюймів, r_2 може перебувати в діапазоні від 8 до 16 дюймів, і може становити приблизно 10 дюймів. Якщо застосовується качалка з лінійною плямою контакту, r_2 може бути менше, ніж в іншому випадку, і можливо буде знахо-

дитись в діапазоні від 3 до 10 дюймів, становлячи приблизно 5 дюймів.

R_2 може бути менше 60 дюймів, і може бути також менше 25 або 30 дюймів, а також менше, ніж половина 60-дюймового радіуса опуклості, що згадувались вище. Як альтернатива, R_2 може лежати в діапазоні від 6 до 40 дюймів, і може також знаходитись в діапазоні від 5 до 15 дюймів у випадку лінійного контакту кочення, R_2 може бути в $1 \frac{1}{2}$ - 4 рази більше r_2 . В одному з варіантів R_2 може бути приблизно у два рази більше, ніж r_2 , (+/-20 %). Якщо застосовується лінійна качалка, R_2 може знаходитись в діапазоні від 5 до 20 дюймів, або в більш вузькому діапазоні від 8 до 14 дюймів.

Якщо сферична охоплювана качалка використовується разом зі сферичною шапкою, що охоплює, у деяких варіантах здійснення винаходу охоплюваний радіус може знаходитись в діапазоні від 8 до 13 дюймів і може рівнятися приблизно 9 дюймам; радіус, що охоплює, може знаходитись в діапазоні від 11 до 16 дюймів і може рівнятися приблизно 12 дюймам. У випадку тороїдальної або еліптичної поверхні, поперечний охоплюваний радіус може рівнятися приблизно 7 дюймам, поздовжній охоплюваний радіус може становити приблизно 10 дюймів, поперечний радіус, що охоплює, - близько 12 дюймів, і нарешті, поздовжній радіус, що охоплює, - приблизно 15 дюймів. У випадку застосування плоскої охоплюючої поверхні качалки й сферичної охоплюваної поверхні, охоплюваний радіус кривизни може перебувати в діапазоні від приблизно 20 до 50 дюймів, або в більш вузькому діапазоні від 30 до 40 дюймів.

Залежно від навантаження й припущеного застосування можливі різні комбінації й матеріали качалки. У кожному випадку охоплювана й охоплююча сполучені поверхні повинні вибиратися так, щоб відповідати передбачуваному навантаженню, очікуваній циклічності навантажень та експлуатаційному ресурсу. Зрозуміло, ці параметри можуть варіюватися.

Поверхні качалки виготовляються з відносно твердих матеріалів, будь то метали або сплави, як, наприклад сталь або матеріали з порівнянною твердістю й ударною в'язкістю. Ці матеріали повинні пружно деформуватися в точці хитного контакту, аналогічно опорним або кульковим підшипникам. Проте, качалки можна розглядати як ідеальні елементи з нескінченною жорсткістю із точковою або лінійною плямою контакту (залежно від варіанту здійснення). Такі елементи варто відрізняти від матеріалів, у яких відхилення еластичного елементу, будь це подушка, блок, або елемент будь-якої іншої форми, визначає характеристики динамічної або статичної відповідної реакції елементу.

В одному з варіантів здійснення винаходу поперечна константа хитання для легкого вагона може перебувати в діапазоні від 48,000 до 130,000 дюйм-фунтів на радіан кутового відхилення маятника боковини, або від 260,000 до 700,000 дюйм-фунтів на радіан для повністю навантаженого вагона, або в загальному випадку, приблизно від 0,95 до 2,6 дюйм-фунтів на радіан на фунт навантаження на маятник. Як альтернатива, для легких

(тобто порожніх) вагонів жорсткість маятника може перебувати в діапазоні від 3,200 до 15,000 фунтів на дюйм, і від 22,000 до 61,000 фунтів на дюйм для повністю навантажених 110-тонних візків, або, говорячи більш загально – у діапазоні від 0,06 до 0,160 фунтів на дюйм поперечного відхилення на фунт навантаження на маятник, виміряний на нижній частині гнізда пружини.

Охоплювана й охоплююча поверхні можуть бути перевернені, так, що охоплюючий елемент, перебуває на надставці підшипника, а охоплюваний елемент – на гнізді буксової щелепи. У цьому випадку, який елемент є "гніздом", а який "качалкою" – це вже просто питання термінології. Іноді під гніздом розуміють елемент, що має більший радіус, і який зазвичай стаціонарен, тоді як качалка має менший радіус і хитається щодо стаціонарного гнізда. Однак, це не завжди так. Власне кажучи, є взаємодія сполучаємих елементів, охоплюваних або охоплюючих, і відносно переміщення цих елементів або з'єднаних частин, які можуть називатись "гніздом" або "качалкою". З'єднувальні частини сполучаються в сполученні, по якому передається навантаження. Переміщення в силовому сполученні спостерігається при хитанні одне відносно одного, елементів, що складають хитне сполучення, причому не важливо, здійснює переміщення охоплюваний чи охоплюючий елемент. Одним з сполучаємих елементів, або поверхонь є частина надставки підшипника, а другим – частина буксової щелепи. Можлива наявність тільки двох сполучаємих поверхонь, що визначає динамічну взаємодію між надставкою підшипника й сполучною частиною буксової щелепи, чи гніздом буксової щелепи, або ж у підсумковому вузлі можлива наявність більше двох сполучаємих поверхонь.

Обидва охоплюючих радіуси R_1 й R_2 можуть перебувати на різних з'єднувальних частинах, так само як і обидва охоплюваних радіуси r_1 й r_2 . Тобто, ці радіуси сумарно утворюють сідлоподібну з'єднувальну частину, у якій надставка підшипника має верхню поверхню з охоплюваною з'єднувальною частиною у вигляді поздовжнього поглиблення з поперечною віссю обертання, що характеризується радіусом кривизни r_1 , і охоплюваною з'єднувальною частиною, у вигляді поздовжнього заглиблення з поперечним радіусом кривизни R_2 . Аналогічно, з'єднувальна частина у вигляді гнізда буксової щелепи може мати звернену вниз поверхню з поперечним поглибленням, що характеризується поздовжнім радіусом кривизни R_1 , що сполучає із циліндричною частиною надставки підшипника, що має радіус r_1 , і звернену вниз поздовжню циліндричну частину з поперечним радіусом кривизни r_2 , що сполучає з ринвою надставки підшипника, що має радіус R_2 .

У деякому змісті, сідлоподібна поверхня є одночасно й гніздом і качалкою, тобто, качалкою в одному напрямку, і гніздом в іншому. Як відзначено вище, суть містить у тім, що є два малих радіуси, і два більших радіуси (можливо, навіть рівних нескінченності), і поверхні утворюють пари сполучення, що перебуває в хитному контакті як у поздовжньому, так й у поперечному напрямку, і при

цьому є центральне локальне положення мінімальної потенційної енергії, у яку даний вузол прагне повернутися. Також можна відзначити, що сідлоподібні поверхні можуть бути перевернені, так що надставка підшипника буде характеризуватися радіусами r_2 й R_1 , а гніздо буксової щелепи – r_1 й R_2 . У кожному разі, менший з радіусів R_1 й R_2 може бути більше, або дорівнює, більшому з r_1 й r_2 , а сідлоподібні поверхні, що сполучають, можуть бути розділені в плані крутіння, як відзначалося вище.

Фіг.3а

На фіг. 3а показаний альтернативний варіант здійснення вузла сполучення колісна пара / боковина, позначуваний у даному документі як 150. У даному прикладі область буксової щелепи боковини 151, наведена на фіг. 3а, багато в чому подібна до попередніх варіантів здійснення, і може вважатися однаковою з ними за деякими виключеннями, які будуть викладені нижче. Аналогічно, підшипник 152 можна розглядати в більш загальному змісті як окінцеву частину колісної пари, а вузол сполучення колісна пара / боковина можна розглядати як вузол, що містить деталі й елементи, встановлені між підшипником 152 і боковиною 151. Надставка 154 підшипника може бути також в основному аналогічна надставці 44 підшипника в плані її нижніх елементів, установлюваних на підшипник 152. Аналогічно корпусам інших надставок підшипників, описаних у даному документі, корпус надставки 154 підшипника може бути також литим або кованим, або являти собою деталь фабричного виготовлення, і крім цього він може також бути виготовлений з відносно недорогих матеріалів, таких як чавун або сталь, і може мати конструкцію, багато в чому аналогічну надставкам підшипників, наведеним вище. Надставка 154 підшипника може мати двонаправлену качалку 153, з поверхнею складної кривизни першого або другого радіуса кривизни, відповідно до першого або другого варіанта сполучення що є охопленим і охоплюючим радіусами кривизни наведених вище. Надставка 154 підшипника може відрізнятися від інших надставок підшипників тим, що центральна частина 155 надставки коротша в поздовжньому напрямку, а внутрішня відстань між частинами з кутовими упорами зроблена трохи ширше, що необхідно для встановлення допоміжного центруючого пристрою, або елемента, що центрує, або зміщеного відносно центра зворотного елемента в складі, наприклад, еластомірної амортизаційної подушки, що вище описувалася як пружна подушка, або деталь 156. Деталь 156 може вважатися типом зворотного центруючого елемента й також називається "амортизаційна" або "буферна" подушка. З'єднувальна частина гнізда буксової щелепи зі сполученими поверхнями хитання, які забезпечують поперечне й поздовжнє хитання, позначається номером 158. Аналогічно іншим з'єднувальним частинам гнізд буксової щелепи, описуваних у даному документі, з'єднувальна частина 158 може бути виготовлена із твердого металу, наприклад, стали певної марки. З'єднання хитних поверхонь може характеризуватися низьким опором крутінню переважно відносно вертикальної осі, що прохо-

дить через точку контакту.

Фіг. 3b

На Фіг. 3b, надставка 160 підшипника в основному аналогічна надставці 154 підшипника, але відрізняється центральною виїмкою, гніздом, порожниною або прорізом, позначеним номером 161, у який встановлюється вставка, позначена як перший, або нижній, хитний елемент 162. Аналогічно надставці 154 підшипника, головна, центральна частина корпусу 159 надставки 160 підшипника може бути коротше в поздовжньому напрямку, ніж вона повинна б бути, виходячи тільки з необхідності розміщення пружних елементів 156.

Проріз 161 може мати плоску форму з одним або більше пазами, виїмками або іншими з'єднуючими частинами, як, наприклад, наведені пази 163 під зубці. У пази 163 можуть входити шпонки або інша арматура елементу 162 качалки, як приклад можна взяти виступи 164. Пази 163 і виступи 164 визначають кутову орієнтацію нижнього, або першого, елементу 162 качалки таким чином, щоб відповідні радіуси кривизни перебували кожний у потрібному поперечному й поздовжньому напрямках.

Наприклад, пази 163 можуть бути віддалені один від одного на різні відстані по окружності прорізу 161 (відповідно, виступи 164 розташовані аналогічним образом по периметру вставки 162), що виключає можливість неправильної установки (як, наприклад, зсув на 90 градусів від потрібного положення). Також, наприклад, один паз може відстояти на 80 град. дуги від сусіднього пазу, і на 100 град. дуги від іншого сусіднього пазу; таким чином, чотири пази утворюють прямокутник. Інакше кажучи, можливе застосування різноманітних засобів забезпечення правильної орієнтації вставки.

Корпус 159 надставки 160 підшипника може бути виготовлений із чавуну або сталі, тоді як вставка, а саме перший хитний елемент 162, може бути виготовлена з іншого матеріалу. Під даним матеріалом може матися на увазі загартована поверхня качалки, виготовлена різними способами. Наприклад, вставка 162 може бути виготовлена з інструментальної сталі або сталі, використаної у виробництві кулькових підшипників. Більше того, верхня поверхня 165 вставки 162, у яку входить частина, хитна по сполученому гнізду буксової щелепи 168, може бути оброблена, або їй іншим способом може бути доданий високий ступінь чистоти, аналогічний поверхням кулькових підшипників; також може бути проведена поверхнева термічна обробка.

Аналогічно, гніздо буксової щелепи 168 з робочою поверхнею, сполучаємою з поверхнею 165 елемента 162 качалки, може бути виготовлене із загартованого матеріалу, такого як інструментальна сталь або сталь для підшипників, після чого їй може бути доданий високий ступінь чистоти й проведена відповідним чином термічна обробка. Як альтернатива, гніздо буксової щелепи 168 може мати проріз, позначений 167, і вставку, позначену як верхній або другий елемент 166 качалки, аналогічний прорізу 161 і вставці 162, обладнані шпонками або арматурами для забезпечення правильної орієнтації деталей. Елемент 166 може бути

виготовлений із твердого матеріалу, аналогічно елементу 162, і може мати звернену вниз поверхню хитання 157, якій за допомогою механічної обробки або іншим способом надана висок ступінь чистоти, рівна застосовуваній на поверхнях кулькових або роликових підшипників; також може бути виконана термічна обробка поверхні для одержання чистової опорної поверхні для хитного сполучення з поверхнею 165. У випадку якщо хитний елемент 162 має обидва охоплюваних радіуси, і обидва охоплюючих радіуси кривизни дорівнюють нескінченності, так що охоплююча поверхня являє собою площину, можливе встановлення в зеві буксової щелепи замість гнізда буксової щелепи 168 плоских елементів компенсації зношування, як наприклад пружинні фіксатори. В одному з варіантів здійснення винаходу, пружинний фіксатор може являти собою фіксатор на фрикційній накладці "Dyna-Clip" (зареєстрована торговельна марка) зева буксової щелепи, що поставляє TransDyne Inc. Ізометрична проекція такого фіксатора наведена на Фіг. 8a як позиція 354.

Фіг. 3e

На Фіг. 3e наведений варіант, здійснення сполучення колісна пара / боковина, позначений як поз. 170. Блок 170 може включати надставку 171 підшипника, пару пружних елементів 156, хитний блок, у який може входити пружне кільце або стопорне кільце 172, перший елемент 173 качалки, і другий елемент 174 качалки. Гніздо буксової щелепи може встановлюватися в зеві буксової щелепи, як описано вище, або ж безпосередньо в зеві буксової щелепи може монтуватися другий елемент 174 качалки.

Надставка 171 підшипника загалом аналогічна надставці 44 підшипника, або 154, у плані конструкції нижньої частини, що встановлюється на підшипник 152. Корпус надставки 171 підшипника може бути литим або кованим, або являти собою оброблену деталь, і може бути виготовлений з відносно недорогого матеріалу, як, наприклад, чавун або сталь. Надставка 171 підшипника може бути обладнана центральною виїмкою, гніздом, порожниною або прорізом, що позначений шифром 176, який необхідний для установки елементів 173 й 174 качалки й стопорного кільця 172. Окінець частини корпусу надставки 171 підшипника відносно короткі, однак достатньої довжини, щоб установити пружні елементи 156.

Проріз 176 може мати форму круглого отвору, із внутрішнім фланцем 177, чия звернена вверх поверхня 178 являє собою площадку, на яку опирається перший елемент 173 качалки. Фланець 177 може також включати дренажні отвори 178, приміром, у кількості 4 штук, рознесених один від одного на 90 градусів по окружності. Елемент 173 качалки має сферичну поверхню контакту. Перший елемент 173 качалки може мати стовщену центральну частину й більш тонку периферійну частину, а також знижену радіальну кромку, або краю або площадки, на яку він опирається й через яку здійснюється передача вертикального навантаження на фланець 177. У відмітному від наведеного варіанту здійснення винаходу може застосовуватися відносно м'яка, така що не стирається,

кільцева прокладка, або шайба, виготовлена з відповідної марки латуні, бронзи, міді або інших матеріалів, що встановлюється на фланець 177 під площадкою. Перший елемент 173 качалки може бути виготовлений з матеріалу, відмінного від матеріалу корпусу надставки 156 підшипника. Тобто елемент 173 може бути виготовлений із твердого або загартованого матеріалу, як, наприклад, інструментальна сталь, або сталь для підшипників, з високим класом точності й чистоти поверхні, навіть більш високим, ніж корпус надставки 156 підшипника. Матеріал повинен бути придатний для роботи в умовах контакту кочення при високому контактному тиску.

Другий елемент 174 качалки може являти собою диск або деталь іншої підходящої форми, що має верхню поверхню для установки в гніздо 168 буксової щелепи, або, у випадку, якщо гніздо буксової щелепи не застосовується, маючий форму, необхідну для безпосереднього сполучення із гніздом у зеві буксової щелепи. Перший елемент 173 качалки має верхню поверхню 175 качалки, причому остання має такий профіль, щоб забезпечити хитання в поперечному й поздовжньому напрямках, і працює в сполученні із другим, верхнім елементом 174 качалки. Другий елемент 174 качалки може бути виконаний з матеріалу, відмінного від матеріалу корпусу надставки 171 підшипника, або гнізда буксової щелепи. Тобто другий елемент 174 може бути виготовлений із твердого або загартованого матеріалу, як наприклад інструментальна сталь, або сталь для підшипників, з більш високим класом точності й чистоти поверхні, ніж корпус боковини 151.

Матеріал повинен бути придатний для застосування в умовах контакту кочення при високому контактному тиску, що спостерігається, зокрема, в роботі сполучення з першим елементом 173 качалки. Якщо використовується вставка зі стороннього матеріалу, даний матеріал може бути дорожче чавуну або відносно м'якої сталі, з якої виготовляються надставки підшипників. І, нарешті, подібна вставка може бути вилучена або замінена при її зношенні, або відповідно до графіка обслуговування, або ж у міру необхідності.

Пружний елемент 172 може бути виготовлений з композитного або полімерного матеріалу, як наприклад, поліуретану.

Пружний елемент 172 може також мати отвори або відводи 179, що сполучаються при установці з відповідними дренажними отворами 178. Висоти стіни пружного елемента 172 може бути достатньою для встановлювання першого елемента 173 качалки. Крім цього, частина зовнішньої радіальної кромки другого, верхнього, хитного елемента 174 може також знаходитись усередині або може частково перекриватись верхнім краєм пружного елемента 172 для одержання щільної тугої посадки, щоб одержати своєрідне ущільнення й виключити проникнення бруду або вологи. Таким чином, блок може являти собою закритий вузол. Виходячи із цих міркувань, порожнини, що утворилися між першим і другим елементами 173, 174 качалки усередині закритого від бруду блоку, можуть бути заповнені мастилом, як, наприклад, літолом або

іншим консистентним мастилом.

Фіг. 4а-4е

Як показано на Фіг. 4а-4е, пружні елементи 156 можуть бути у форму жолоба, що має центральну, тильну, поперечну, або проміжну частину 181, і дві – ліву й праву – виступаючі крилоподібні частини 182, 183. Крилоподібні частини 182 й 183 зазвичай мають форму спрямованого вниз і назовні крила, з дугоподібною нижньою кромкою, що встановлюється на корпус підшипника. Внутрішня ширина крилоподібних частин 182 й 183 повинна бути такою, щоб сідати на упорні блоки 180. Поперечна дугоподібна частина 185, що тягнеться уздовж краю тильної частини 181, встановлюється в канавку 184 відповідного радіуса між верхнім краєм упорних блоків 180 й окінцевою частиною гнізда 168 буксової щелепи. Внутрішня поперечна кромка 186 дугоподібної частини 185 може бути скошеною або рельєфною для прилягання до окінцевої частини гнізда 168 буксової щелепи.

Бажано, щоб хитний вузол сполучення колісна пара / боковина мав здатність до самоцентрування. Як ми вже відзначали, жорсткість на хитання торсійно незалежної двонаправленої качалки пропорційна вазі, прикладеній до неї. Якщо для забезпечення самопідрулювання використовується поздовжня поверхня хитання, і візок перебуває під зниженим навантаженням (такий стан передуює відриву колеса), або якщо вагон порожній, може знадобитися застосування допоміжних поворотних елементів, які можуть містити елемент для зміщення, що прагне змістити надставку підшипника в поздовжньо центральне положення відносно зева буксової щелепи, а також поворотні елементи, чії характеристики не залежать від навантаження на колеса. Тобто в незалежності від того, чи перебуває надставка підшипника під повним навантаженням, або на неї не прикладається навантаження, зберігається сила, що прагне повернути надставку в центральне положення.

Пружні елементи 156 можуть забезпечувати подібне центрування.

На Фіг. 3с й 3d наведені просторові взаємозв'язки між (а) надставкою підшипника, наприклад, такою як надставка 154 підшипника; (б) центруючим елементом, наприклад, пружним елементом 156; і (с) упорними блоками 180 буксової щелепи. Допоміжні деталі, такі як, наприклад, дренажні отвори або лінії заднього плану, для полегшення сприйняття на Фіг. 3с й 3d відсутні. Коли пружний елемент 156 установлений, надставка 154 підшипника (або 171) прагне зайняти центральне положення відносно щелеп 180. Після установки амортизатор (поз. 156) щільно сідає на упори буксової щелепи, і може знаходитись поруч із кінцевою стінкою надставки підшипника і між кутовими упорами надставки підшипника також з посадкою з натягом. Амортизатор укладений між упором і надставкою підшипника, і визначає їхнє взаємне розташування, і може забезпечувати початкове центрування сполучних хитних елементів, а також забезпечувати і поворотне зусилля. Хоча надставка 154 підшипника однаково може гойдатися відносно боковин, таке хитання деформує (зазвичай відбувається місцевий стиск) частини елемента

156, і оскільки останній, еластичний елемент 156, прагне повернути надставку 154 підшипника в центральне положення, незалежно від того, чи додається на качалку навантаження чи ні.

Пружний елемент 156 може мати більш м'яку характеристику відхилення під навантаженням у поздовжньому напрямку, ніж характеристика відхилення під навантаженням повністю навантаженої поздовжньої качалки (різниця може становити два порядки), так що у випадку повністю навантаженого вагона, елемент 156 не робить значного впливу на поводження хитних елементів. В одному з варіантів здійснення винаходу елемент 156 виготовлений з поліуретану з модулем пружності близько 6500 фунтів на кв. дюйм. В іншому варіанті здійснення винаходу модуль пружності дорівнює 13000 фунтів на кв. дюйм. Модуль пружності еластичного матеріалу може знаходитись в діапазоні від 4 до 20 тисяч фунтів на кв. дюйм. У ході установки пружних елементів 156 відбувається центрування хитних елементів. В одному з варіантів здійснення винаходу, сила, необхідна для відхилення одного з амортизаторів, може становити менш 20 % від сили, необхідної для відхилення качалки на таку ж величину при порожньому вагоні, і може, для малих відхилень, мати нахил кривої еквівалентна сила / відхилення менш 10 % від характеристики поздовжньої качалки.

Фіг. 5

У даному розділі описуються тільки первинні кути клинів. На Фіг. 5 наведена ізометрична проекція окінцевої частини надресорної балки 210. Як і всі надресорні балки, наведені й описані в даному документі, балка 210 симетрична відносно своєї центральної поздовжньої вертикальної площини (тобто поперек щодо візка), а також симетрична відносно вертикального переріза, виконаного по середині прольоту балки (тобто, поздовжня площина симетрії візка збігається з поздовжньою осью вагона). Надресорна балка 210 має пари віддалених на деяку відстань одне від одного гнізд 212, 214 в які встановлюються клини 216, 218 гасителів коливань. Гніздо 212 перебуває далі від гнізда 214 відносно боковини візка. На похилі грані гнізд 212, 214 встановлюються фрикційні накладки 220, 222.

Як можна бачити, клини 216, 218 характеризуються первинним кутом А, утвореним вертикально й похилим ребром 228 зовнішньої грані 230. Для варіантів здійснення винаходу описуваних у даному документі, первинний кут А перебуває в діапазон від 35 до 55 градусів, якщо бути більш точним – від 40 до 50 градусів. Кут на сполучаємих поверхнях гнізд надресорної балки, будь то 212 або 214, відповідає цьому куту А. Вторинний кут У визначає внутрішній (або зовнішній) кут нахилу поверхні 224 (або 226) клина 216 (або 218). Справжній кут нахилу можна побачити, якщо дивитися уздовж площини похилої грані, і вимірювати кут між похилою гранню й плоскою зовнішньою гранню 230. Кут нахилу є додатковим до обмірюваного в такий спосіб куту. Кут нахилу може бути більше 5 градусів, і може лежати в діапазоні від 5 до 20 градусів, переважно від 10 до 15 градусів. Переважно, щоб даний кут був невеликим.

При роботі підвіски візка у відповідь на проходження нерівностей полотна, клини гасителів коливань переміщуються у своїх гніздах. Кут нахилу визначає, яка частина зусилля спрямована на зсув зовнішньої грані 230 зовнішнього клина 218 назовні проти дії сили реакції зовнішньої грані гнізда 214 надресорної балки. Аналогічно, внутрішня грань клина 216 прагне зміститися до внутрішньої плоскої грані внутрішнього гнізда 212 надресорної балки.

На ці внутрішні й зовнішні грані гнізд надресорної балки можуть бути встановлені фрикційні накладки, позначені номером 232. Зміщення клинів вправо й вліво забезпечує збереження передбачуваного моменту плеча, і за допомогою збереження їхнього прилягання до плоских сполучних поверхонь запобігає закручуванню гасителів коливань у відповідних гніздах.

До складу балки 210 входить середня площадка 234, що знаходиться між гніздами 212, 214 й опирається на другу пружину 236. Середня площадка 234 здатна вміщати по ширині три пружини (або більше) ресорного комплекту.

Однак, незалежно від кількості пружин під центральною площадкою, і її наявності або відсутності, гнізда надресорної балки можуть мати первинні й вторинні кути, як показано у варіанті здійснення винаходу по фіг. 5а, можливо із фрикційними накладками, а можливо й без них.

Якщо центральна площадка, наприклад, площадка 234, розділяє два гнізда гасителів коливань, фрикційні накладки протилежної стійки боковини не будуть монолітними. Тобто, є дві зони установки фрикційних накладок, по одній напроти кожного внутрішнього й зовнішнього гасителя коливань, утворюючи плоскі поверхні, до яких прилягають гасителі коливань. Вектори нормалі цих зон можуть бути паралельні, причому поверхні можуть бути компланарні й перпендикулярні поздовжній осі боковини, і можуть являти собою чисті, безперервні поверхні, що прилягають до фрикційних граней гасителів коливань.

Фіг. 1е

На фіг. 1е наведений приклад триелементного залізничного візка, позначений як поз. 250. Візок 250 має надресорну балку 252 і пару боковин 254. Ресорний комплект візка 250 позначений шифром 256. Ресорні комплекти 256 є ресорними комплектами із трьома пружинами, що знаходяться поруч зі стійками 254: це пружини 258 (внутрішні кутові), 260 (центральні) і 262 (зовнішні кутові). Фрикційні гасителі коливань є елементами 264, 266, вони демпфірують розгойдування і розсіюють кінетичну енергію, їх встановлюють над кожною центральною пружиною 260.

Фрикційні гасителі коливань 264, 266 мають в основному плоскі фрикційні поверхні 268, що всією площиною прилягають до фрикційних накладок боковин, а саме фрикційним накладкам 270, які монтують на стійках 254 боковин. Основою гасителів коливань 264, 266 є гніздо пружини 272, у яке вводиться верхній кінець центральної пружини 260. Гасителі коливань 264, 266 мають третю похилу грань, що є гіпотенузою клина 274, сполучну з похилою поверхнею 276 усередині похилого гніз-

да 278 надресорної балки. Стиск пружини 260 під дію кінця надресорної балки навантажує гасителі коливань 264 або 266 так, що фрикційна поверхня 268 зміщується відносно протилежної опорної поверхні стійки 280 боковини. Візок 250 також має колісні пари, чиї підшипники встановлюються в буксові щелепи 284 на обох кінцях боковин 254. Кожна буксова щелепа може вміщати одне зі сполучень боковина / надставка підшипника, описані вище, і забезпечувати за допомогою даних сполучень здатність до самопідрулювання.

У даному варіанті здійснення винаходу, вертикальна грань 268 фрикційних гасителів коливань 264, 266 може мати опорну поверхню, що характеризується коефіцієнтом статичного тертя «і» і коефіцієнтом динамічного або кінетичного тертя «рк» і яка також характеризується відсутністю "стрибкоподібного" зриву при переміщенні по фрикційній накладці 270. В одному з варіантів здійснення винаходу, коефіцієнти тертя відрізняються один від одного не більше ніж на 10 %. В іншому варіанті здійснення винаходу коефіцієнти тертя приблизно рівні, таким чином виключається стрибкоподібний рух поверхонь тертя. В одному з варіантів здійснення винаходу, коефіцієнти тертя сухих поверхонь можуть перебувати в діапазоні від 0,10 до 0,45, або в більш вузькому діапазоні від 0,15 до 0,35, і можуть приблизно дорівнювати 0,30. Фрикційні гасителі коливань 264, 266 можуть мати фрикційну накладку або контактну площадку 286, що мають такі властивості в плані тертя, і подібні їм вставки й накладки, зазначені в описах фіг. 6а-6с й 7а-7н. Контактна площадка 286 може являти собою полімерну накладку або покриття. Фрикційні накладки 288 з низьким коефіцієнтом тертя або з заданим коефіцієнтом тертя можуть також встановлюватися на похилі поверхні гасителів коливань. В одному з варіантів здійснення винаходу таке покриття або накладка 288 може мати коефіцієнти статичного або динамічного тертя, що відрізняються не більше ніж на 20 %, або навіть 10 %. В іншому варіанті здійснення винаходу коефіцієнти статичного або динамічного тертя приблизно рівні. Коефіцієнт динамічного тертя може перебувати в діапазоні від 0,10 до 0,30, і може становити приблизно 0,20.

Фіг. 6а - 6е

Корпуси клинових гасителів коливань можуть виготовлятися зі звичайних матеріалів, таких як м'яка низькоуглеродна сталь або чавун. На клини можуть бути встановлені фрикційні елементи у вигляді подушки, вставки, тощо, причому дані елементи можуть бути витратними матеріалами. На фіг. 6а показаний клиновий гаситель коливань, позначений як поз. 300. Замінні фрикційні елементи позначені як 302 й 304. Клин й фрикційні елементи можуть фіксуватися на опорній поверхні за рахунок якихось механічних зв'язків по типу "охоплюваний елемент / охоплюючий елемент", як, наприклад, хрестоподібне поглиблення 303, виконане в первинній похилій і вертикальній гранях клина 300, і сполучаємий з ним хрестоподібний виступ 305 на фрикційних елементах 302, 304.

Ковзний фрикційний елемент 302 може бути виготовлений з матеріалів із заданими фрикційни-

ми властивостями, і може поставлятися постачальниками таких виробів як, наприклад, накладки гальмових колодок і дисків зчеплення, або інші подібні вироби, як, наприклад, залізничні колодки. Під цими матеріалами розуміються, у тому числі, і неметалічні матеріали, матеріали з низьким коефіцієнтом тертя й UHMW полімери.

Хоча на фіг. 6а й 6е витратні вставки показані як фрикційні накладки (фрикційні елементи 302, 304), знімним елементом може бути саме гніздо надресорної балки. Воно може являти собою високоточний виливок або бути вузлом, виконаним по методу порошкової металургії, з відповідними фізичними властивостями. Виконана зазначеними методами деталь встановлюється в окінцеву частину балки й фіксується зварюванням.

Зворотна сторона клина 300, описуваного тут, який є типовим, може мати гніздо й сідло 307 для фіксації верхнього витка пружини. У якості типової можна розглядати пружину 262. Гніздо 307 служить для фіксації верхнього кінця пружини й запобіганню його зміщення із центрального положення під клином. Нижнє гніздо або бобишек наведений на фіг. 1е як позиція 308. Він служить для фіксації нижнього кінця пружини. Можна відзначити, що клин 300 має первинний кут, але не має вторинного переднього кута. В цьому відношенні клин 300 може використовуватися як гаситель коливань 264, 266 візка 250, наприклад, по фіг. 1е, і може забезпечувати фрикційне демпфірування з невеликим "стрибкоподібним" рухом, або зовсім без нього, але тільки за умови, що коефіцієнти статичного й динамічного тертя рівні або відрізняються один від одного на невелику (менш 20%, переважніше 10%) величину. Клин 300 може застосовуватися у візку 250 разом із двонаправленою надставкою підшипника відповідно до кожного з варіантів здійснення винаходу описаних у даному документі. Клин 300 може також використовуватися при чотирикутній схемі розміщення гасителів коливань, як, наприклад, у візку 22, коли застосовуються клини, у яких відсутній вторинний кут.

Фіг. 7а-7н

На фіг. 7а-7е наведений гаситель коливань 310, що може використовуватися у візку 22, або в будь-якому іншому візку із двома гасителями коливань, описаному в даному документі, що має гнізда надресорної балки відповідної форми. Гаситель коливань 310 аналогічний гасителю 300, але має два кути – первинний і вторинний.

Гаситель коливань 310 можна назвати правобічним клином гасителя коливань. Фіг. 7а-7е мають загальний характер, також наведене на них рівною мірою відноситься й до лівосторонніх, клинів, що є дзеркальним відображенням гасителя коливань 310, з якими він утворює узгоджену пару.

Клин 310 має корпус 312, що може виготовлятися литтям або іншим придатним процесом. Корпус 312 може бути виготовлений зі сталі або чавуну, і може бути в основному порожнім. Корпус 312 має першу, в основному плоску опорну частину 314, що при установці розташовується вертикально напроти опорної поверхні боковин; наприклад, фрикційних накладок, які монтують на стійках боковини. Опорна частина 314 може мати паз, або

поглиблення, або виїмку, у яку встановлюється фрикційний елемент 316. Елемент 316 може бути виготовлений з матеріалу із заданими фрикційними властивостями, які розраховуються для пари, утвореної матеріалом елемента 316 і матеріалом фрикційної накладки стійки боковини. Наприклад, елемент 316 може бути виготовлений із суміші, застосовуваної в гальмових колодках, а фрикційна накладка стійки може бути виконана зі сталі високої твердості.

Корпус 312 може включати базову частину 318, що розташована із протилежної сторони й перпендикулярна опорній частини 314. Базова частина 318 може мати поглиблення 320, що відповідає за формою кінцю пружини, так що може вміщати верхній кінець пружини ресорного комплекту, такий як пружина 262. Базова частина 318 може також включати опорну частину 314 такої проміжної висоти, щоб нижня частина 321 опорної частини 314 була спрямована вниз відносно неї, і утворювала щось на зразок огороження. Таке огороження може мати кутову або округлу частину 322, що охоплює частину окружності пружини.

Корпус 312 може також включати діагональний елемент у вигляді похилого елемента 324. Похилий елемент 324 може мати перше або нижнє ребро, що тягнеться від дальнього кінця базової частини 318 вгору і вперед, і з'єднується з опорною частиною 314. Верхня частина 326 опорної частини 314 піднімається вище цього місця з'єднання, так що клин 310 гасителя коливань може бути вище, ніж вертикальна складова похилого елемента 324. Похилий елемент 324 може також мати гніздо або сидло у вигляді поглиблення або паза 328 для встановлення повзуна 330, що прилягає до фрикційної накладки в гнізді надресорної балки, у яке встановлюється клин 310. Як видно, похилий елемент 324 (і повзун 330) характеризується первинним кутом А, і вторинним кутом В. Повзун 330 може мати задані, можливо низькі коефіцієнти статичного й динамічного тертя (у парі із фрикційною накладкою гнізда надресорної балки). В одному з варіантів здійснення винаходу коефіцієнти статичного й динамічного тертя в основному рівні й становлять приблизно 0,2 (+/-20 %, або переважніше +/-10%), і характеризуються відсутністю стрибкоподібного руху.

У варіанті здійснення винаходу, відмінному від наведеного на фіг. 7g, клин 332 гасителя коливань аналогічний клину 310, але, на додаток до накладки й вставок, що забезпечують задані параметри тертя в парах зі стійками боковин, і похилими гранями гнізда надресорної балки, клин 332 гасителя коливань може мати накладку й вставку, як наприклад, накладка 334, на бічних гранях клина для сполучення з бічними гранями гнізд надресорної балки. У цьому плані бажано, щоб накладка 334 мала низькі коефіцієнти тертя й виключала б можливість стрибкоподібного руху. Фрикційні матеріали можуть кріпитися плавленням або за допомогою клею, крім цього можливо використання механічних кріплень, як, наприклад, показані на фіг. 6a, або бобишек, канавок, пазів або аналогічних рішень. Аналогічно, в альтернативному варіанті на фіг. 7h на клині 336 гасителя коливань при-

сутні фрикційна накладка або вставка на похилій грані, а також вставка або накладка на бічній стінці, причому вони монолітні і являють собою єдине ціле; на кресленні вони позначені як поз. 338. Як і у попередньому випадку, матеріал накладки або вставки може фіксуватися плавленням або за допомогою якихось механічних засобів.

* Фіг. 8a-8f

На фіг. 8a-8f показаний відмінний від наведеного на фіг. 3a варіант надставки підшипника. Вузол позначений як поз. 350 і відрізняється від наведеного на фіг. 3a тим, що надставка 344 підшипника може мати верхню поверхню 346, яка може в значній мірі бути опорною поверхнею в сполученні, через яке передається навантаження, і яка може бути в основному плоскою і горизонтальною, так щоб вона могла виконувати роль основи, на яку встановлюється хитний елемент 348. Хитний елемент 348 може мати верхню поверхню, або качалку, 352 з відповідним профілем кривизни, як, наприклад, складний профіль, що характеризується поперечним і поздовжнім радіусами кривизни, що прилягає, утворюючи хитне сполучення, до вкладиша 354 гнізда буксової щелепи. Як відзначено вище, у загальному випадку кожна із двох поверхонь хитного сполучення може мати як поперечний, так і поздовжній радіус кривизни, тобто є відповідні один одному поперечні охоплюваний і охоплюючий радіуси, а також поздовжні охоплюваний і охоплюючий радіуси. В одному з варіантів здійснення винаходу обоє охоплюючих радіуси рівні нескінченності, тобто гніздо буксової щелепи може мати плоску поверхню, а вкладиш гнізда буксової щелепи може бути фрикційною накладкою або аналогічним пристроєм.

Хитний елемент 348 може також мати нижню поверхню 356, що встановлюється, і яка передає навантаження на верхню поверхню 346 відносно великої площі, причому нижня поверхня може мати товщину, необхідну для передачі вертикального навантаження із зони контакту кочення в область із більшою площею поверхні (тобто, поверхня 346 або її частина), на якій знаходиться хитний елемент 348. Нижня поверхня 356 може мати шпонку або фіксатор 358 відповідної форми, а також пристрій центрування 360, які полегшують установку й забезпечують повернення в центральне положення хитного елемента 348 у випадку його зміщення в ході експлуатації. Фіксатор 358 може також включати елемент, що забезпечує належну орієнтацію хитного елемента 348, і виключає неправильну його установку. Фіксатор 358 може мати поглиблення 362 відповідне за формою виступу 364 на верхній поверхні 346 надставки 344 підшипника.

У випадку, якщо форма виступу й поглиблення відмінна від круглої, вони також можуть забезпечувати взаємну орієнтацію деталей. Форма орієнтовного елемента, визначається формою поглиблення 362 і виступу 364. Якщо радіуси кривизни хитного елемента 348 відрізняються в поперечному й поздовжньому напрямках, можливе існування двох положень, рознесених одне від одного на 180 градусів, у яких зберігається правильність орієнтації. Відповідно, всі інші положення неприйнятні.

Хоча даній умові відповідає еліпс, що відрізняється довжиною уздовж по основній і другорядній осі, можливі різні варіанти форми поглиблення 362 і виступу 364; так, наприклад, вони можуть бути хрестоподібної або трикутної форми, або ж складатися з декількох асиметричних елементів. Елемент, що забезпечує центрування, може бути реалізований за допомогою конічних зубців 368 й 370 та поглиблень 362 й 364 відповідно, і після встановлення зубців 368 й 370 під впливом перпендикулярної сили, що діє на сполучення, прагнуть привести деталі в центральне положення.

Хитний елемент 348 характеризується також зовнішнім периметром 372, що визначає розміри посадкового місця. Пружні елементи 374 можуть бути прийняті аналогічними пружним елементам 156, описаним вище, за винятком того, що пружні елементи 374 можуть мати залежну окінцеву частину для установки на упорні блоки буксової щелепи, і, переважно, горизонтальну частину 376 для перекривання істотної частини плоскої або горизонтальної верхньої частини надставки 344 підшипника. Таким чином, вилучені області поверхні 346 надставки 344 підшипника можуть бути плоскими, і внаслідок досить великої товщини хитного елемента 348 перебувати на деякій відстані від протилежної поверхні гнізда буксової щелепи, якою, наприклад, може бути зовнішня поверхня фрикційного вкладиша 354, або гнізда 168, або інша відповідна сполучна деталь. Область 376 має товщину, обумовлену описаним вище зазором, і може бути трохи тоншою, ніж середня висота зазору, що необхідно для виключення впливу на роботу хитних елементів. Горизонтальна частина 376 може мати напівкруглу форму, що містить пару виступів 378 й 380, і може мати профіль, як показано на кресленні, який забезпечує обхват частини периметра 372. Пружний елемент 374 має поглиблення 382, виконане у внутрішній кромці. Якщо хитний елемент 348 має зовнішні кишені або зубці, аналогічні поз. 164, поглиблення 382 може служити як пристрій фіксації й забезпечення орієнтації. Відносно жорстка фіксація хитного елемента 348 може привести до того, що виступи 378 й 380 також намагатимуться повернути елемент 348 у центральне положення щодо надставки 344 підшипника. За рахунок цього жорсткого центрування, поглиблення 362 насаджуються на виступ 364, і потім елемент 348 приводиться в необхідне центральне положення за рахунок точного центрування, а саме за рахунок скошених зубців 368 й 370. Для запобігання зношування пружного елемента 372, 374 у даному положенні основа частини 376 може бути звужена по радіусу 384 поблизу з'єднання поверхні 346 з кінцевою стінкою 386 надставки 348 підшипника.

Не приводячи які-небудь додаткові креслення, можна додати, що хитний елемент 348 може, як альтернатива, бути перевернутий і у цьому положенні встановлений у проріз буксової щелепи, причому його площадка буде звернена до склепіння, а поверхня хитання – убік прилягаючої до нього надставки підшипника, будь це надставка 44 або яка-небудь інша.

Фіг. 9a й 9b

На фіг. 9a наведений варіант реалізації, відмінний від наведеного на фіг. 3a або фіг. 8a. У сполученні колісна пара / боковина на Фіг. 9a, позначеному як поз. 400, надставка підшипника 404 може бути в основному аналогічна надставці 344 підшипника, і може мати верхню поверхню 406, хитний елемент 408, що аналогічно елементу 348 взаємодіє з поверхнею 346. (Або у випадку застосування переверненого елемента, він може встановлюватися у зеві буксової щелепи, а надставка підшипника може мати прилягаючу до нього поверхню хитання, звернену вгору). Хитний елемент може взаємодіяти зі з'єднувальною частиною 410 гнізда буксової щелепи, під якою розуміється фрикційний вкладиш, установлений у зеві щелепи. Хитний елемент 408 і корпус надставки підшипника 404 можуть бути оснащені фіксаторами, як наприклад, наведені в описі фіг. з 8a по 8e.

Замість двох пружних елементів, подібних до позиції 374, у вузлі 400 застосовується одиночний пружний елемент 412, що представляє собою монолітну литу деталь із поліуретану або іншого гумового або гумоподібного еластичного матеріалу, що може використовуватися, наприклад, у виготовленні прокладок LC або Pennsy pad. Прокладка LC являє собою еластомірну подушку надставки підшипника, що постачається Lord Corporation of Erie, Пенсільванія. Як приклад подібної подушки LC можна взяти деталь, позначену як "Деталь стандартного залізничного візка SCT 5578". У даному прикладі пружний елемент має дві кінцеві поверхні 414 й 416. Він встановлюється між упорами буксової щелепи й кінцями 418 й 420 надставки підшипника. Кінцеві частини 414, 416 можуть бути трохи меншого розміру, чим це необхідно, для установки з невеликим натягом між упорами після монтажу вкладиша. Після цього на місце засовується надставка підшипника, знову ж, з невеликим натягом, причому із уже встановленим хитним елементом 408.

Пружний елемент 412 може також мати центральну або середню частину 422, розташовану між кінцевими частинами 414 й 416. Середня частина 422 розташована горизонтально й накриває собою значну ділянку верхньої поверхні надставки підшипника 404. Пружний елемент 412 може мати проріз 424, можливо виконаний у вигляді діафрагми або наскрізного отвору, з діаметром, що забезпечує розташування всередині нього хитного елемента 408; тобто хитний елемент 408 щонайменше частково проходить крізь елемент 412 і прилягає до хитного елемента гнізда буксової щелепи. Можливо, що проріз 422 відповідає за формою посадковому місцю хитного елемента 408, відповідно до описів фіг. з 8a по 8e, що полегшує установку й розміщення хитного елемента 408 на надставці підшипника 404. В одному з варіантів здійснення винаходу, пружний елемент 412 може бути прокладкою Pennsy pad з відповідною центральною діафрагмою.

На фіг. 9b наведено креслення варіанта із прокладкою Pennsy pad. У даному варіанті надставка підшипника позначена як 430, а еластомірний елемент, наприклад, Pennsy pad - як 432. Після установки елемент 432, виявляється між

склепінням буксової щелепи й надставкою підшипника. Термін "Pennsy pad" або "Pennsy Adapter Plus" відноситься до виду еластомірних прокладок, розроблених Pennsy Corporation of Westchester Pa. Подібна прокладка описана в патенті США 5,562, 045 Rudibaugh й інші, виданого 6 жовтня 1996 (приводиться як посилання). Фіг. 9b може містити прокладку 432 і надставку підшипника 430 аналогічні або подібні описаним у патенті 5,562, 045. Pennsy pad може також забезпечувати до деякої міри пасивне самопідрулювання. У варіанті з Pennsy pad на фіг. 9b вона може бути встановлена в боковину, наведену на фіг. 1a, і застосовується в сполученні із чотирикутною схемою розташування гасителів коливань, описану на фіг. 1a-1d. У даному варіанті здійснення винаходу візок може бути візком "Barber S2HD", удосконаленим під застосування схему розташування гасителів коливань, як, наприклад, чотирикутна схема, яка має певну поворотну тенденцію при деформації візка з порушенням перпендикулярності елементів, маючи гасителі коливань, які можуть включати фрикційні поверхні, описані в даному документі.

Фіг. 10a-10e

На фіг. 10a наведений ще один варіант здійснення сполучення колісна пара / боковина, відмінний від наведеного на фіг. 3a або фіг. 8a. У даному прикладі надставка 444 підшипника може мати верхню поверхню хитання кожної з конфігурацій, описаних вище, або може мати хитний елемент на зразок надставки 344 підшипника.

Нижня сторона надставки 444 підшипника може мати не тільки кругову канавку або виріз 446 у середній частині, чия вершина лежить у поперечній площині симетрії надставки 444 підшипника, але також і поперечний виріз 448, що може бути паралельний лежачої нижче осі вала й осьової лінії підшипника (тобто в осьовому напрямку), так щоб нижня сторона надставки 444 підшипника мала чотирикутну площадку або прокладку 450, при установці розміщену на корпусі підшипника. У даному прикладі кожна із прокладок або площадок може лежати на кривій поверхні з радіусом, що відповідає обертовому тілу, тобто зовнішній оболонці підшипника. Поглиблення 448 може лежати уздовж вершини дуги арки на нижній стороні надставки 444 підшипника, і перетинати поглиблення 446.

Поглиблення 448 може бути відносно неглибоким і може точно прилягати до корпусу надставки підшипника. Корпус надставки 444 підшипника більш-менш симетричний відносно його поздовжньої центральною вертикальною площини (тобто, при установці дана площа вертикальна й паралельна, але не збігається з поздовжньою вертикальною центральною площиною боковини), а також відносно його поперечної центральної площини (тобто, при установці дана площа вертикальна й поперечна осі обертання підшипника й вала колісної пари). Можна відзначити також, що осьове поглиблення 448 може лежати в області з мінімальною площею попереченого перетину надставки 444 підшипника. Відповідно до пропозиції винахідників поглиблення 446 й 448 повинні розподіляти або розсіювати вертикальне навантаження, передане

через качалку, на більшу площу корпусу підшипника, і отже рівніше розподіляти навантаження між елементами підшипника в порівнянні зі звичайною конструкцією. У такий спосіб передбачається збільшити ресурс підшипника.

У загальному випадку надставка 444 підшипника може мати верхню поверхню зі склепінням, що забезпечує самопідрулювання, або може мати якусь область простору для розміщення пристрою самопідрулювання, як наприклад, еластомірна прокладка, на зразок Pennsy Pad або іншого типу. У випадку, якщо застосовується качалка, незалежно від того, реалізована вона через знімну вставку, або виконана як диск, або є частиною корпусу надставки підшипника, розташування точки контакту качалки з положення спокою лежить безпосередньо над центром надставки підшипника, і отже над перетинанням осьового й кругового поглиблень на нижній стороні надставки 444.

Фіг. 11a-11f

На фіг. 11a-11f наведені креслення надставки 452 підшипника, вставки 454 гнізда буксової щелепи, деталей еластомірної демпфіруючої прокладки 456, які є частиною блоку, який встановлюється між підшипником 46 і боковиною 26. Надставка 452 підшипника й деталі прокладки 456 аналогічні надставці 171 підшипника й елементам 156, відповідно. Однак є й відмінності, оскільки надставка 452 підшипника має упори 460 й 462, розташовані на обох сторонах надставки. Відповідні пази є й у нижніх кутах демпферів 456. Введення в конструкцію даних упорів обумовлене тим, що для якогось діапазону відхилень одержувана пружна відповідна реакція відбувається без перевищення характеристик елементів конструкції. Однак, якщо даний діапазон відхилень перевищений, можливі ушкодження або зниження ресурсу деталей прокладки 456. Упори 460, 462 виконують функцію обмежників переміщення. Упори 460, 462 можуть мати форму полиць або опор, або упорів 466, 468, встановлюваних і виступаючих із внутрішніх бічних граней кутових упорів 470, 472 надставки 452 підшипника. При встановленні упори 466, 468 заводяться під підшви 474, 476 елементів 456. Можна відзначити, що підшви 474, 476 укорочені в порівнянні з підшвами елемента 356. Це необхідно для того, щоб вони розміщалися окремо від упорів 466, 468 при установці.

У центральному положенні, в положенні спокою, упори 466, 468 відділені від упорних блоків буксової щелепи деяким зазором. Коли при поперечному відхиленні в елементі 456 зазор вибирається, упор упирається в стопор 466 або 468, залежно від напрямку відхилення. Ширина упорів 466, 468 (тобто відстань, на яку вони виступають із внутрішніх граней кутових упорів 470, 472) створює резервну зону здавлювання для виступів 475, 477 і внаслідок цього запобігає їхньому надмірному здавлюванню або ущемленню. Вставка 454 гнізда буксової щелепи аналогічна вкладишу 354, але може включати напівкруглі валики 480, 482, і центральну частину 484 збільшеної товщини. Надставка 452 підшипника може включати центральну двонаправлену качалку 486, сполучаєму зі зверненою вниз поверхнею хитання центральної час-

тини 484. Сполучні поверхні можуть являти собоюлюбий з варіантів двонаправленої качалки, описаних у даному документі. Частина 486 качалки може бути оброблена для одержання певного профілю: а саме поздовжніх бічних кромek 488, 490, необхідних для розміщення валиків 480, 482.

Надставка 452 підшипника може також мати інші форми поглиблення 492 з нижньої сторони, виконані у вигляді пари розташованих у поперечному напрямку конусоподібних часткових виїмок, порожнин або поглиблень 494, 496, розділених центральною перемичкою 498, які мають більшу глибину й переходять в поглиблення 494, 496 боками перемички. Поглиблення 494, 496 можуть мати розташовану поперечно відносно надставки підшипника головну вісь, але при установці перебувають на осі обертання підшипника, що знаходиться під ними. Те, що в поглибленнях 494, 496 відсутній матеріал, приводить до одержання Н-образного відбитка на кільцевій поверхні 500 зовнішньої сторони підшипника 46, дві області якого, а саме ніжки букви Н, утворені відбитком площадок 502, 504, і місток між ними утворений відбитком перемички 498. Залежно від того, наскільки зворотна сторона нижньої частини надставки 452 підшипника відповідає дугоподібному профілю, як, наприклад, профілю корпусу підшипника, поглиблення 494, 496 можуть розташовуватися більш-менш уздовж осі профілю, тобто між площадками, що знаходяться по обидві сторони від них. Така конфігурація розподіляє навантаження від точки контакту кочення качалки по площадках 502, 504, і далі на підшипник 46. Ресурс підшипника у великій ступені залежить від пікових навантажень на ролики. Внаслідок того, що між нижньою стороною надставки підшипника й вершиною корпусу підшипника над обоймою підшипника є зазор, поглиблення 494, 496 можуть запобігати концентрованому прикладенню вертикального навантаження на вершини роликів підшипника. Для підвищення ресурсу необхідно, навпаки, розподіляти навантаження між декількома роликами в кожній обоймі. Це здійснюється шляхом рознесення прокладок або площадок, як, наприклад, площадок 502, 504, що знаходяться у корпусі підшипника. Центральна перемичка 498 може перебувати над секцією корпусу підшипника, під якою немає обойми, а не безпосередньо над однією з обойм. Перемичка 498 може діяти як центральний кільцевий зв'язок або елемент розтягання, з'єднуючи кінцеві дуги 506, 508 надставки підшипника й запобігаючи перекошуванню або відділенню площадок 502, 504 одна від одної під час прикладення вертикального навантаження.

Фіг. 12a-12d

На фіг. з 12a по 12d наведені варіанти здійснення блоку, відмінні від наведених на фіг. 11a, позначеного як поз. 510, встановлюваного в боковину 512. Підшипник 46 і надставка 452 підшипника подібні описаним вище. Блок 510 може включати верхню з'єднувальну частину качалки, представлену елементом 514 гнізда буксової щелепи, і пружними елементами 516.

Боковина 512 може бути такою, що верхня з'єднувальна частина качалки, а саме елемент 514

гнізда буксової щелепи може мати більшу товщину t , ніж в інших варіантах. Дана товщина t може бути більше ніж 10 % від величини ширини W . елемента гнізда буксової щелепи, і може становити приблизно 20 (+/-5) % його ширини. В одному з варіантів здійснення винаходу товщина може приблизно дорівнювати товщині прокладки LC, що поставляє Lord Corporation. Така товщина перевищує 7/16 дюйма й може становити приблизно 1 дюйм (+/-1/8 дюйма).

Елемент 514 гнізда буксової щелепи може мати більшу товщину для поліпшення розподілу навантаження, переданого через качалку, по боковині 512. Він також може використовуватися як елемент для модернізації боковин, у яких раніше використовувалися прокладки LC.

Елемент 514 гнізда буксової щелепи може мати, як правило, плоский корпус 518, із загнутими вгору бічними краями 520 для його надійної фіксації на нижніх кромках елемента 522 склепіння буксової щелепи. Основна частина верхньої поверхні корпусу 518 сполучається по площині з поверхнею направленою вниз елемента 522 склепіння буксової щелепи. Сідло 514 може виступати в кінцеві частини 524, які розташовані уздовж основної плоскості частини корпусу 518. Кінцеві частини 524 можуть включати більше глибокий виступ 526, що виступає далі, ніж два малих виступи 528, 530. Глибина виступу 526 дорівнює загальній товщині елемента 514. Нижня, звернена вниз поверхня 532 елемента 518 (при установці) сполучається з верхньою поверхнею надставки підшипника, і таким чином утворюється двонаправлена качалка, з охоплюваним і охоплюючим радіусами хитання, подібні описані у даному документі. В одному з варіантів виконання охоплююча поверхня хитання може бути плоскою.

Для фіксації виступаючих частин 524 встановлюється пружний елемент 516. Тобто пружний елемент 516 на відміну від пружного елемента 156, як правило, має форму жолоба, а також має поперечну перемичку 534, розташовану між парою виступів 536, 538. Однак, у даному варіанті здійснення винаходу, перемичка 534 може перебувати після установки нижче рівня упорів 466, 468, і відповідні базові грані 540, 542 для виступів 536, 538 розташовані так, що знаходяться вище упорів 466, 468. А верхня поперечна стінка або валик 544 знаходиться вище верхнього краю перемички 534, і розташовується подовжньо, і таким чином здатна нависати над вершиною упору 546 боковини. Верхня поверхня валика 544 може бути спрофільована або згладжена для установки виступу 526.

Верхні краї виступів 536, 538 закінчуються зубцями, голівками або виступами 548, 550, які виступають із плоскої поверхні 552 валика 544 і спрямовані вгору. Після установки верхні кінці зубців 548, 550 знаходяться під зверненими вниз поверхнями виступів 536, 538.

На випадок того, що обслуговуючий персонал може помилково спробувати встановити надставку 452 підшипника в боковину 512 без монтажу елемента 512 гнізда буксової щелепи, висота зубців 548, 550 виконана так, щоб запобігти контакту поверхні качалки надставки 452 підшипника й еле-

менту 522 склепіння боковини. Тобто висота найвищої частини профілю поверхні 552 качалок надставки підшипника менше, ніж висота зубців 548, 550 при їхньому контакті з упорами 466, 468. Однак, якщо елемент 512 гнізда буксової щелепи встановлений на місце, виступ 526 розташовується між виступами 536, 538, а виступи 536, 538, у свою чергу, захоплюються між зубцями 548, 550. Таким чином, пружні елементи 514, і, зокрема, зубці 548, 550 виключають помилки при установці й можливість ушкодження конструкції.

Одними з етапів установки можуть бути зняття існуючого старого підшипника, зняття старих еластичних прокладок, як наприклад, прокладок "LC pad", установка з'єднувальної частини 514 гнізда буксової щелепи в склепіння 522; установка пружних елементів 514 над кожним упором 546; і установка надставки 452 підшипника між пружними прокладками 514. Пружні прокладки 514 можуть служити для полегшення установки деталей, їхньої фіксації при експлуатації, і забезпечення центруючого зусилля описаних вище сполучних хитних елементів.

Фіг. 13a-13g

На фіг. з 13a по 13g приведені альтернативні варіанти блоку надставки підшипника 144 і гнізда буксової щелепи 146. Надставка підшипника 144 в основному аналогічна надставці 44 підшипника, за винятком того, що надставка 44 підшипника має повністю вигнуту верхню поверхню 142, тоді як надставка підшипника 144 має на верхній поверхні плоску центральну частину 148, розташовану між піднятими бічними частинами 149. Охоплювана опорна поверхня 147 перебуває по центру плоскої центральної частини 148, і направлена вгору. Як і надставка 44 підшипника, надставка підшипника 144 має перший і другий радіуси r_1 й r_2 , у поздовжньому й поперечному напрямках відповідно, так що виступаюча вгору описується даними радіусами поверхня є тороїдальною поверхнею. Гніздо буксової щелепи 146 в основному аналогічно з'єднувальній частині 38 гнізда буксової щелепи. Гніздо буксової щелепи 146 має корпус із верхньою поверхнею 145, що у площині прилягає до зверненої вниз поверхні склепіння 120 буксової щелепи, а загнуті вгору хвостики 124 прилягають до виступів 122, як це описувалося вище. У загальному випадку охоплююча з'єднувальна частина а саме поглиблення в нижній грані сидла 146, описується поздовжнім і поперечним радіусами R_1 й R_2 , як зазначено вище, і якщо ці два радіуси рівні, то виходить сферична поверхня 143, наведена на виді зверху фіг. 13a. Фіг. 13f b 13g є ілюстрацією того, що можна поміняти місцями охоплювану й охоплюючу поверхні, так що охоплююча поверхня 560 буде знаходитися на надставці підшипника 562, а охоплювана поверхня 564 – на сидлі 566.

Фіг. 14a-14e

На фіг. з 14a по 14e наведені в збільшеному виді надставка 44 підшипника й гніздо буксової щелепи 38.

Складний профіль кривизни зверненої нагору поверхні 142 охоплює всю поверхню й закінчується на кінцевих гранях 134 і бічних гранях 570 надставки 44 підшипника. Бічні грані 570 закінчуються

направленими до низу кільцевими дугоподібними краями 572, які опираються на підшипники 46. В іншому у сфері завдань даного опису надставка 44 підшипника приймається аналогічною надставці підшипника 144.

Фіг. 15a-15c

На фіг. 15a-15c наведене сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи, в основному аналогічне наведеному на фіг. 13a - 13g, але відмінне тим, що ділянка сполучення трохи виділяється з надставки підшипника, охоплювана частина 574 утоплена у верхню частину надставки підшипника, а прилягаючі ділянки поверхні 576 – навпаки, підняті. Сполучна охоплююча частина 578, зберігаючи свою вигнуту форму, висунута з навколишньої конструкції сидла для створення відповідної сполучної поверхні. Поздовжня штучна лінія показує розташування дренажних отворів для видалення води.

Фіг. 16a-16e

Обидва охоплюючі радіуси R_1 й R_2 можуть перебувати на різних з'єднувальних частинах, так само як й обидва охоплюваних радіуси r_1 й r_2 , а не обов'язково на одній. Надставка 580 підшипника у формі сидла, наведена на фіг. з 16a по 16e, в основному конструктивно подібна до надставок підшипника 44 й 144, за винятком того, що надставка 580 підшипника має верхню поверхню 592, що має охоплювану з'єднувальну частину у вигляді поздовжнього склепіння 582 з поперечною віссю обертання з радіусом кривизни r , і сполучну з'єднувальну частину у вигляді поздовжнього жолоба 584 з поперечним радіусом кривизни R_2 . Аналогічно, з'єднувальна частина 586 буксової щелепи, встановлювана в зеві 120 має звернену вниз поверхню 594, що має поперечний жолоб 588, з поздовжніми радіусом кривизни R_1 , сполучаємий зі склепінням 582, і поздовжнє звернене вниз склепіння 590, з поперечним радіусом кривизни r_2 , що сполучається з R_2 жолоба 584. На фіг. 16f й 16g сидлоподібні поверхні перевернені, і надставка 580 підшипника описується радіусами r_1 й R_2 , а надставка підшипника 596 - радіусами r_2 й R_1 . Аналогічно, якщо з'єднувальна частина 586 буксової щелепи описується радіусами r_2 й R_1 , то з'єднувальна частина 598 буксової щелепи - радіусами r_1 й R_2 . У кожному разі, менший з R_1 й R_2 може бути більше, або дорівнювати, найбільшому з r_1 й r_2 , і сполучаємі із сидлоподібними поверхнями елементи, забезпечуючи необхідний діапазон переміщень, можуть бути відділені щодо крутіння, як у надставках 44 підшипника й 144.

Фіг. 17a-17d

Може знадобитися, щоб вертикальні сили, передані від склепіння буксової щелепи на надставку підшипника, передавалися через лінійну поверхню контакту, а не через двонаправлений точковий контакт кочення або хитання. Сполучення гнізда буксової щелепи з надставкою підшипника, що характеризується лінійною качалкою, представлене на фіг. з 17a по 17d. Надставка 600 підшипника має вигнуту циліндричну верхню поверхню 602, що виступає в ролі охоплюючої з'єднувальної частини з радіусом R_1 . Поверхня 602 може бути круглою циліндричною областю, параболічною або ж

циліндричною областю іншого типу.

Сполучна з'єднувальна частина 604 гнізда буксової щелепи може мати поздовжню охоплюючу з'єднувальну частину, або жолоб 606 із циліндричною поверхнею 608 радіуса r_1 . З'єднувальна частина 604 є циліндричною й може бути круглою циліндричною областю, хоча як альтернатива, вона може бути параболічної, еліптичної або іншої форми, яка забезпечує хитання. Між надставкою 600 підшипника й з'єднувальною частиною 604 гнізда буксової щелепи встановлюється хитний елемент 610.

Хитний елемент 610 має першу нижню частину 612, у яку входить охоплювана циліндрична поверхня 614 качалки, з радіусом r_1 , що прилягає в лінійному контакті до поверхні 602 надставки 600 підшипника радіуса R_1 , причому r менше ніж R_1 , і отже допускає поздовжнє хитання, що забезпечує пасивне самопідрулювання. Як відзначено вище, опір хитанню й, отже, самопідрулюванню пропорційний вазі, прикладеній на качалку, і в таким чином забезпечується пропорційне самопідрулювання як при порожньому вагоні, так й у навантаженому стані. Нижня частина 612 може мати верхнє поглиблення 616, яке здійснюється механічною обробкою з високим рівнем площинності. Нижня частина 612 також має розташовану по центру частину, що являє собою спрямовану вверх циліндричну бобишку 618, перпендикулярну поверхні 616. На бобишку 618 напресовується втулка 620.

Хитний елемент 600 має верхню частину 622, що має, у свою чергу, другу виступаючу охоплювану циліндричну поверхню 624 качалки з радіусом r_2 , і сполучну в лінійному контакті із циліндричною поверхнею 608 жолоба 606 з радіусом R_2 , у такий спосіб забезпечуючи поперечне хитання боковини 26. Верхня частина 622 може мати нижнє поглиблення 626 для сполучення з поглибленням 616. Верхня частина 622 має розташований по центру глухий отвір 628 такого розміру, що забезпечує тугу посадку на втулку 620; завдяки малому допуску одержують поворотне з'єднання, що обертається відносно вертикальної осі або осі z , і забезпечує обертання, верхньої частини 622 відносно нижньої частини 612. Тобто опір обертовому руху щодо осі z дуже малий й може бути прийнятний рівним нулю для спрощення розрахунків. На додаток варто сказати, що на втулку 620 штиря 618 може бути встановлений підшипник 630, що полегшує відносно обертання поверхонь 606 й 616.

В одному з варіантів здійснення винаходу, штир 618 може перебувати у верхній частині 622, а отвір 618 може перебувати в нижній частині 612, або, як альтернатива, отвори 628 можуть перебувати як у верхній частині 612, так і у нижній частині 622, а між ними можуть встановлюватися вільновкладений штир 618 і втулка 620. Слід зазначити, що кутовий зсув відносно осі z верхньої частини 622 щодо нижньої частини 612 може бути досить невеликим, біля декількох градусів, і, крім цього, досягати зазначеної величини досить рідко.

Надставка 600 підшипника може мати поздовжні загнуті наверх бічні стінки 632 для обмеження

поперечних переміщень і запобігання випадання нижньої частини 612. Нижня частина 612 може мати зносокомпенсуючі планки 634 з відносно малим значенням коефіцієнта тертя, при цьому забезпечуючи переміщення без заїдань, які встановлюються між кінцевими гранями нижньої частини 612 і бічними стінками 632. Надставка 600 підшипника може також мати дренажний отвір, виконаний у центральній частині або розташований ближче до кута. Аналогічно, з'єднувальна частина 604 гнізда буксової щелепи може мати поперечні упорні стінки 636 залежного кінця для запобігання зсуву або випадінню верхньої частини 622. Аналогічно зносокомпенсуючим планками 634, між кінцевими гранями верхньої частини 622 і упорними стінками 636 можуть встановлюватися зносокомпенсуючі елементи 638 з відносно малим значенням коефіцієнта тертя, при цьому забезпечуючи переміщення без заїдань.

У варіанті, відмінному від попереднього, на надставці підшипника може бути виконаний поздовжній циліндричний жолоб, і на гнізді буксової щелепи може бути виконаний поперечний циліндричний жолоб; при цьому також необхідно внести відповідні зміни в конструкцію качалки, установлюваної між ними. Крім усього іншого, немає необхідності в тому, щоб охоплювана циліндрична частина була частиною встановлюваною між хитними елементами. І нарешті, одна із цих охоплюваних частин може перебувати на надставці підшипника, а друга – на гнізді буксової щелепи, причому на встановлюваній між ними качалці можуть бути виконані відповідні охоплюючі частини. У ще в одному альтернативному варіанті качалка може включати один охоплюваний елемент й один охоплюючий елемент, причому охоплюваний елемент радіуса r_1 (або r_2) розташовується на надставці підшипника, а охоплюючий елемент радіуса R_1 (або R_2) розташовується на нижній стороні встановлюваної між зазначеними деталями качалки, і нарешті, охоплюваний елемент радіуса r_2 (або r_1) перебуває на верхній поверхні утримуваної качалки, а відповідний сполучений охоплюючий елемент радіуса R_2 (або R_1) перебуває на нижній грані гнізда буксової щелепи. І, нарешті, у ще одному альтернативному варіанті качалка може включати один охоплюваний елемент й один охоплюючий елемент причому охоплюваний елемент радіуса r_1 (або r_2) розташовується на гнізді буксової щелепи, а охоплюючий елемент радіуса R_2 (або R_1) розташовується на верхній поверхні встановлюваної між зазначеними деталями качалки, і нарешті, охоплюваний елемент радіуса r_2 (або r_1) перебуває на нижній поверхні утримуваної качалки, а відповідний сполучений охоплюючий елемент радіуса R_2 (або R_1) перебуває на верхній грані надставки підшипника. У даному розгляді є, щонайменше, вісім варіантів сполучення, які представлені на фіг. 17е вузлами 601, 603, 605, 607, 611, 613, 615 й 617.

У варіанті здійснення винаходу на фіг. 17а-17д передача навантаження здійснюється через лінійний контакт, як і раніше здатний хитатися у двох напрямках – поздовжньому й поперечному, і податливий при крутінні відносно вертикальної осі.

Тобто, сполучення надставка підшипника / гніздо буксової щелепи допускає обертання відносно поздовжньої осі для забезпечення поперечного хитання боковин; обертання відносно поперечної осі для забезпечення поздовжнього хитання; і має піддатливість при крутінні відносно вертикальної осі. Це запобігає поперечному перекосу й забезпечує високу жорсткість у вертикальному напрямку.

Фіг. 18a й 18b

Варіант здійснення винаходу, наведений на фіг. 18a й 18b, в основному аналогічний варіанту на фіг. 17a - 17d. Однак, замість застосування шарнірного з'єднання, такого як розточення, штир, втулка й підшипник, наведеного на фіг. 17a-17d, качалка 644 утримується між надставкою 600 підшипника й гніздом буксової щелепи 604. Качалка 644 має елемент з податливістю при крутінні, виготовлений із пружного матеріалу, і позначуваний як еластичний елемент 646, що наклеюється на протилежні грані верхньої 647 та нижньої 645 частини хитного елемента 644. Хоча на фіг. 18a й 18b на надставці 600 підшипника показаний поперечний жолоб, а на гнізді буксової щелепи 604 показаний поздовжній жолоб, можлива їхня перестановка й розташування, аналогічна наведеній на фіг. 7e. Загалом, хоча елемент, що піддається крутінню, може втримуватися між двома циліндричними елементами, забезпечуючи їхній поділ у плані передачі крутного моменту, можлива відсутність еластичної прокладки між двома циліндричними елементами. Наприклад, качалка 644 може бути твердою, а еластичний елемент може встановлюватися під верхньою поверхнею надставки 600 підшипника, або над гніздом буксової щелепи, таким чином, що елемент, податливий при крутінні, установлюється послідовно із двома качалками.

Ті ж зауваження відносяться й до шарнірного з'єднання, запропонованого вище, у зв'язку із прикладами, наведеними на фіг. з 17a по 17d. Тобто верхня частина надставки підшипника може бути шарнірно встановлена на корпусі надставки підшипника, або гніздо буксової щелепи може бути шарнірно змонтовано на зеві буксової щелепи, так що елемент, податливий при крутінні, буде встановлюватися послідовно із двома качалками. Однак, як відзначено вище, цей елемент може перебувати між двома качалками так, що вони будуть відділені одна від одної щодо крутіння. Загалом, стосовно до варіанту здійснення по фіг. 17a-17d, і 18a-18b, за умови, що наявні радіуси елементів забезпечують стабілізацію в стані мінімальної енергії, охоплювана частина сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи (з меншим радіусом кривизни) може перебувати як на надставці підшипника, так і на гнізді буксової щелепи, а сполучаєма охоплююча частина (більшого радіуса кривизни) може перебувати на будь-якій іншій частині, залежно від варіанта здійснення. І хоча на окремих малюнках охоплювана частина перебуває на надставці підшипника, а з'єднувальна охоплююча частина - на гнізді буксової щелепи, ці елементи цілком можуть бути поміняні місцями.

Фіг. 19a - 19c, 20a - 20c й 21a - 21s

На фіг. 19a - 19c наведений варіант, що забез-

печує поперечне хитання боковини й включає застосування надставки 650 підшипника разом з еластичною прокладкою 652 надставки підшипника, і качалкою 654, а також гніздом буксової щелепи 656. Надставка 650 підшипника, наведена в трьох додаткових видах на фіг 20a-20c в основному аналогічна надставці 44 підшипника (або 144) у плані геометричних параметрів сполучення з підшипником, але відрізняється від них більш-менш традиційною верхньою поверхнею. Верхня поверхня 658 може бути плоскою або може мати вершину 660 великого (приблизно 60 дюймів) радіуса, що може використатися внаслідок цього для сполучення із плоскою поверхнею гнізда буксової щелепи. Вершина 660 розділена на дві частини - передню і задню, між якими перебуває поперечна плоска центральна частина. Паралельно плоскій центральній частині на надставці 650 підшипника розташовуються дві поперечні виступаючі площадки, 662 й 664, і посередині цих площадок знаходяться поперечні виступи 666, які трохи виступають із площадок 662 й 664.

Прокладка 652 надставки підшипника може бути продукцією, що випускається серійно, як, наприклад, вироблена Lord Corporation of Erie, Пенсільванія, або, аналогічна деталі, позначуваної як "Деталь стандартного вагонного візка № SCT 5844". Прокладка 652 надставки підшипника має елемент, що сполучає з надставкою підшипника, у вигляді нижньої пластини 668, чия нижня поверхня 670 має поглиблення для установки на вершину 660. Дане з'єднання не забезпечує хитання. Від поперечного й поздовжнього зсуву прокладка 652 надставки втримується набором загнутих донизу кріпильних вушок, штирів, виступів, або хвостовиків 672, розташованих по периметру деталі, а саме по два з кожної сторони. Причому дані виступи розташовані на такій відстані один від одного, щоб щільно охоплювати кріпильні виступи 666. Фіксація відносно 666 запобігає поздовжньому зсуву відносно прокладки 652 надставки підшипника й надставки 650. Поперечні внутрішні грані виступів 672 щільно охоплюють зовнішні поверхні площадок 662 й 664, що виключає у такий спосіб поперечний зсув прокладки 652 надставки підшипника, відносно надставки 650. Таким чином, вертикальне, поперечне й поздовжнє положення відносно надставки підшипника 650 є фіксованим.

Прокладка 652 також має верхню пластину 674, що у випадку модернізації качалки 654 і гнізда 656 може використовуватися як сполучаємий із гніздом буксової щелепи елемент. У кожному разі, верхня пластина 674 має форму поздовжнього жолоба із центральною або задньою частиною 676, загнутими вгору виступаючими правими й лівими частинами 678, 680, що прилягають до бічних країв задньої частини 676.

Виступаючі частини 678 можуть мати такий розмір і форму, щоб забезпечувалася можливість їхньої установки безпосередньо на буксову щелепу.

Між нижньою пластиною 668 і верхньою пластиною 674 на прокладці 652 надставки підшипника перебуває приклесний пружний багатошаровий елемент 680, що може складатися з першого ела-

стичного шару, позначуваного як нижній еластомірний шар 682, що встановлюється безпосередньо на верхню поверхню нижньої пластини 668, проміжного елемента твердості 684 у вигляді пластини, приклеєного або сформованого до верхньої поверхні шару 682, і верхнього еластичного шару, позначеного як верхній еластомірний шар 686, приклеєного зверху пластини 684. Верхня поверхня шару 686 може бути приклеєна або сформована до нижньої поверхні верхньої плити 674. Зважаючи на те, що пружні шари можуть бути досить тонкими в порівнянні з їхніми лінійними розмірами, готовий багат шаровий елемент має порівняно високу вертикальну твердість, володіє відносно високим опором на крутіння по поздовжній (x) і поперечній (y) осях, володіє відносно низьким опором на крутіння по вертикальній (z) осі (з урахуванням відносно малих кутових зсувів), і ненульовим, грубо говорячи, рівним опором зрушенню по осях x або перебуваючим в діапазоні від 20,000 до 40,000 фунтів на дюйм, або більш точно, близько 30,000 фунтів на дюйм для малих відхилень.

Прокладка 652 надставки підшипника забезпечує до деякої міри самопідрулювання, викликає поздовжнім зрушенням еластомірних елементів.

Качалка 654 (добре видна на додаткових видах 21e, 21f й 21g) має корпус переважно постійного поперечного перерізу, причому її нижня поверхня 690 по площині встановлюється в не хитному з'єднанні на верхню поверхню пластини 674 прокладки 652 надставки підшипника, а верхня поверхня 692 являє собою охоплювану поверхню качалки.

Верхня поверхня 692 може вся описуватися радіусом центральної частини 694, що перебуває між прилягаючими під певним кутом нахилу тангенціальними частинами 696. В одному з варіантів здійснення центральної частина простягається на 4-6 кутових градусів в обидва боки від центра, або більш точно - від 4 1/2 до 5 градусів. Відповідно до використовуваної в даному документі термінології цей радіус є радіусом "r2", охоплюваний радіус поперечної качалки, що забезпечує поперечне хитання боковин 26. Якщо надставка підшипника із зазначеним радіусом склепіння встановлюється під пружною прокладкою надставки підшипника, то радіус качалки 654 менше ніж радіус склепіння, можливо навіть більш ніж у два рази, і можливо становить менш 1/3 від радіуса склепіння. Даний радіус може становити від 5 до 20 дюймів, або більш точно, від 8 до 15 дюймів. Поверхня 692 може мати параболічний профіль, еліптичний або гіперболічний профіль, або мати якусь іншу форму, що забезпечує поперечне хитання.

Гніздо буксової щелепи 656 (представлене на фіг. з 21a по 21d) має корпус, що містить основну частину 700, що за формою близька до прямокутника, якщо дивитися зверху. Якщо дивитися з боку, одне з кінців у поздовжньому напрямку, гніздо буксової щелепи 656 має форму жолоба, у якому основна частина 700 утворює основу 702, а два поздовжніх борти 704, 706 загнуті вверх й виступають із зовнішньої основної частини 700. Борта 704 й 706 мають внутрішню, або ближню частину

708, що під деяким кутом у напрямку вверх й назовні відходить від поперечних країв головної частини 700, і зовнішню або далеку частину, або носок 710, що відходить від кінця ближньої частини 708 у вертикальному напрямку. Відстань між протилежними бортами жолоба (тобто між протилежними носками 710) відповідає ширині склепіння 712 буксової щелепи, поперечний розріз якої наведений на фіг. 19b, і на яку внаслідок встановлюються борти 704 й 706, щільно охоплюючи буксову щелепу. Борта 704 й 706 мають розташовані по центру бортів вирізи, поглиблення, пази, або фіксатори, позначені як прорізи 714. Прорізи 714 щільно сідають на Т-образні виступи 716 (фіг. 19b), які приварені до боковини по обидва боки склепіння буксової щелепи. Дане сполучення визначає поперечне й поздовжнє положення гнізда буксової щелепи 656 стосовно боковини 26.

Гніздо буксової щелепи 656 також має чотири виступаючих поперечних кутових виступи, або упори 718, чиї повернуті всередину поздовжні поверхні впираються в поперечні кінцеві поверхні звернених вверх виступів 678 верхньої пластини 674 прокладки 652 надставки підшипника. Тобто, кутові упори 718 по обох боках гнізда буксової щелепи 656 фіксують кінці повернутих вверх виступів 678 прокладки 652, забезпечуючи щільну посадку. Дана конструкція визначає поздовжнє положення гнізда буксової щелепи 656 щодо верхньої пластини прокладки 652 надставки підшипника.

Основна частина 700 гнізда буксової щелепи 656 має направлену вниз поверхню 700, на якій є заглиблення, що утворює охоплюючу поверхню хитання 702. Дана поверхня описується охоплюючим радіусом (позначеним як R2 відповідно до прийнятої в даному документі термінології), який значно більше радіуса центральної частини 694 (фіг. 21f) качалки 654, так що качалка 654 і гніздо буксової щелепи 656 сполучаються в хитному лінійному контакті й забезпечують поперечне хитання боковини 26. Дугоподібна форма охоплюючої поверхні 702 хитання може бути такою, щоб забезпечити поперечне самоцентрування качалки 654, і радіуси кривизни даної поверхні для центральної частини й для прилягаючих областей можуть відрізнятися один від одного. Якщо гніздо буксової щелепи 656 і качалка 654 устанавлюються в ході модернізації на надставку з певним радіусом склепіння, радіус кривизни гнізда буксової щелепи може бути менше або дорівнювати радіусу склепіння. Центральний радіус кривизни R2 поверхні 702, або просто радіус кривизни може бути постійним, і в цьому випадку він перебуває в діапазоні від 6 до 60 дюймів, переважно більше 10 дюймів й менше 40.

Він може становити від 11/10 до 4 радіусів кривизни r2 качалки. Як відзначалося раніше, гніздо буксової щелепи не обов'язково має охоплюючу поверхню хитання, і качалка не обов'язково має охоплювану поверхню хитання, замість цього дані поверхні можуть бути змінними місцями, так що охоплювана поверхня буде знаходитись на гнізді буксової щелепи, а охоплююча поверхня - на качалці. Особливо при модернізації можлива ситуація, коли між спрямованими доверху виступами

678 верхньої пластини 674 і бортами 704, 706 гнізда буксової щелепи 656 є відносно малий зазор. Ця відстань позначена на фіг. 19b як зазор 'C', який повинен мати достатній припуск для хитання деталей, чиї границі переміщення обмежені виступами 106, 108 надресорної балки.

Шляхом спільного застосування поперечної качалки й пластинчастої прокладки, підсумковий вузол може забезпечити знижену твердість у поперечному напрямку, при цьому забезпечуючи до деякої міри самопідрулювання. Приклад, наведений на фіг. 19a, можна розглядати як вихідну конструкцію, або як модернізовану. У випадку модернізації качалка 654 і гніздо буксової щелепи 656 можуть встановлюватися між наявною еластомірною прокладкою й наявним гніздом буксової щелепи, або можуть встановлюватися разом з новою еластомірною прокладкою меншої товщини, так щоб зберегти сумарну висоту вузла сполучення надставки підшипника й гнізда буксової щелепи яка рівна той, що була до модернізації.

На фіг. 19e й 19f наведені альтернативні варіанти застосування еластомірних прокладок і качалок.

Хоча у варіанті на фіг. 19a показана еластомірна багатошарова прокладка, що характеризується рівними значеннями зусилля зрушення в поперечному й поздовжньому напрямках, це не є її типовою й обов'язковою характеристикою. Наприклад, у варіанті здійснення, наведеному на фіг. 19e й 19f, вузли 720 й 731 еластомірної прокладки надставки підшипника включають відповідну пружну еластомірну багатошарову прокладку, позначену як 722 й 723, у якій елементи твердості 726, 727 мають поздовжнє гофрирування, або хвилястість. Такий багатошаровий елемент може реагувати на чисте зрушення в поздовжньому напрямку, як і елемент по фіг. 19a. Однак, для відхилення в поперечному напрямленні потрібно не тільки зусилля зрушення, але і якесь зусилля, спрямоване по нормалі до еластомірного елементу, тобто зусилля стиску або розтягання, доповнюють зусилля зрушення. Таким чином, відповідна реакція на зрушення стає більш м'якою, анізотропною. Анізотропна по зрушенню прокладка може використовуватись у варіантах здійснення винаходу, наведених на фіг. 19a, у випадку плоского компонування, як на фіг. 19a, то й у кожному з варіантів на фіг. 19e й 19f. З урахуванням фіг. 19e, базова 728 і верхня 730 пластини мають хвилястий профіль, що відповідає профілю багатошарової прокладки. Також і качалка 732 має нижню поверхню відповідного профілю. У протилежному випадку даний варіант здійснення аналогічний варіанту по фіг. 19a.

З урахуванням фіг. 19f, еластомірна прокладка 721 надставки підшипника має базову пластину 734 з нижньою поверхнею, що забезпечує посадку на надставку підшипника без хитання, аналогічно тому, як прокладка 652 надставки підшипника встановлюється на надставку 650 підшипника. Верхня поверхня 735 базової пластини 734 має гофрований або хвилястий профіль, і як вказувалося вище, рифлення має поздовжню спрямованість. Між базовою пластиною 734 і відповідною

гофрованою нижньою поверхнею верхньої пластини 740 знаходиться еластомірний багатошаровий елемент, що включає перший пружний шар 736, внутрішній елемент твердості 737, і другий пружний шар 738. Замість застосування плоскої пластини, на яку встановлюється дальня пластина качалки, застосовується верхня пластина 740, чия верхня поверхня 742 являє собою інтегральну качалку, що відповідає верхній поверхні качалки 654. Потім безпосередньо на неї встановлюється гніздо буксової щелепи 744, що перебуває в поперечному сполученні хитання з верхньою пластиною 740; при цьому відпадає необхідність в окремій качалці. Комбінація прокладки 721 надставки підшипника й гнізда буксової щелепи 742 може вимагати з'єднувальних упорів 747 для запобігання поздовжнього зсуву хитної поверхні 742 відносно гофрованої зверненої вниз поверхні 748 гнізда буксової щелепи 744.

Фіг. с 22a по 22c, 23a й 23b

Замість застосування надставки підшипника, що представляє окремий від підшипника елемент, на фіг. з 22a по 22e наведений підшипник 750, установлюваний на одному з кінців осі 752. Підшипник 750 має інтегральну дугоподібну поверхню кочення 754, що сполучає в точечному контакті кочення з поверхнею 756 сполучної частини 758 гнізда буксової щелепи. Загальні геометричні параметри взаємодії кочення аналогічні описаними вище в плані можливих співвідношень між r , R , і L , і як відзначалося вище, охоплювальні й хитні охоплюючи поверхні, можуть бути поміняні місцями, так що охоплювана поверхня буде перебувати на гнізді буксової щелепи, а поверхня охоплюючи – на підшипнику, і крім того, у випадку застосування поверхонь зі складним профілем кривизни, поверхні можуть мати сідлоподібну форму, як викладено вище. Наведені на фіг. 22b й 23b креслення підшипника засновані на поперечних розрізах підшипника, наведених на сторінці 812 Енциклопедії вагонів і локомотивів (1997). Дана ілюстрація була надана Енциклопедії вагонів і локомотивів (1997) завдяки люб'язності Brenco Inc., Petersburg, Virginia.

Якщо говорити більш докладно, підшипник 750 є вузлом, що включає внутрішнє кільце 760, два конічних роликових підшипника 762, чия внутрішня обойма прилягає до осі 752, і зовнішню обойму 764, чиї опорні поверхні у формі усіченого конуса втримують ролики блоку 762. Весь блок цілком, включаючи ущільнення, розпірні втулки, і підкладне кільце, фіксується кінцевою заглушкою 766, встановлюваною на кінці осі 752. В блоці, наведеному на фіг. з 22a по 22c, не застосовується кругле циліндричне зовнішнє кільце, а замість цього кільцевий елемент 764 складається з верхньої частини 770, що має ту ж форму й функції, що й надставка 44 підшипника або 144, і включає конічні кінцеві стінки 768, що забезпечують упор, і таким чином обмежують хитання відносно поверхонь зева 130 буксової щелепи, як це було описано вище. Крім цього, верхня частина 770 включає кутові упори 774 для фіксації зева 130, знову ж, як описувалося вище. Таким чином, на підшипнику є інтегральна поверхня хитання. Поверхня хитання

є зафіксованою відносно іншої частини підшипника. І в такий спосіб виходить вузол, у якому обертання корпусу підшипника відносно поверхні хитання неможливе.

На фіг. 23a й 23b, наведений інтегрований вузол підшипника й качалки надставки підшипника, або вузол сполучення колісна пара / буксова щелепа, позначений як удосконалений підшипник 790. У цьому випадку зовнішнє кільце 792 може мати форму поперечної циліндричної конічної поверхні 794, такої як охоплювана поверхня (хоча відповідно наведеним вище міркуванням вона може бути й охоплюючою) сполучаєма із охоплюючою (хоча, знову ж, можливо охоплюваною) поперечною поверхнею хитання 796 гнізда буксової щелепи 798, забезпечуючи пропорційне навантаженню самопідрулювання, суть якого викладена вище.

Таким чином, обоє варіанти здійснення винаходу на фіг. 22a й 23a описують вузол сполучення буксової щелепи й осьового підшипника, що застосовується на триелементному залізничному вагонному візку. Вузол по варіанту на фіг. 22a має з'єднувальну частину, що забезпечує поперечне й поздовжнє хитання. Обидва варіанти здійснення включають підшипник, на якому перебуває з'єднувальна частина однієї з поверхонь хитання, будь то охоплювана або охоплююча, сидлоподібної форми або ні, виконана як невід'ємна частина зовнішнього кільця підшипника, так що поверхня хитного контакту жорстко фіксована відносно підшипника (оскільки в даному прикладі, вона властиво є частиною підшипника). У варіанті здійснення по фіг. 22a, інтегральна поверхня є поверхнею складного профілю, тоді як у варіанті по фіг. 23b, поверхня хитного контакту є циліндричною поверхнею, що виконана у вигляді дуги постійного радіуса кривизни.

Можливі варіанти розміщення типів поверхонь включають варіанти із двома елементами сполучення (тобто, поверхня хитання зверху підшипника, і сполучаєма поверхня на гнізді буксової щелепи) або із трьома елементами сполучення, у яких проміжний хитний елемент встановлюється між (а) поверхнею, жорстко зафіксованою відносно обидвух підшипників, і (b) - поверхні гнізда буксової щелепи. Як відзначено вище, одна або друга із цих поверхонь може перебувати на сферичній дугоподібній частині, так що сполучні частини будуть мати податливість при крутінні, або відділені відносно крутіння при обертанні відносно вертикальної осі. До складу вузла можуть також входити пружні прокладки, аналогічні елементам 156, 374, 412 або 456, по обставинах.

Кожний із блоків на фіг. 22a й 23a має підшипник, установлюваний на одному з кінців осі колісної пари триелементного залізничного візка. Підшипник має зовнішню частину, встановлювану таким чином, щоб забезпечити обертання кінця осі відносно зазначеної частини, оскільки внутрішнє кільце обертається відносно зовнішнього. Підшипник має вісь обертання, відносно якої після встанови кільця й підшипники являються гомоцентричними, і вона може збігатися з поздовжньою віссю осі колісної пари. В будь-якому випадку зовнішня час-

тина має поверхню хитання, встановлену на ній, і сполучає в хитному контакті з поверхнею гнізда буксової щелепи боковини триелементного візка.

Поверхня хитного сполучення підшипника перебуває в найбільш вигідному енергетичному стані, якщо вона відцентрована відносно гнізда, і переважно, щоб сполучаєма поверхність, мала радіус, що забезпечує самоцентрування охоплюваного хитного елемента. Тобто, зсув з положення мінімальної енергії (переважно центрального положення) приводить до збільшення вертикальної відстані між осьовою лінією осі колісної пари (і отже осьовою лінією осі обертання підшипника) і склепінням буксової щелепи, оскільки хитання побічно піднімає окінцеву частину боковини, збільшуючи таким чином потенційну енергію системи.

Це можна описати по-різному. У системі циліндричних полярних координат довга вісь колісної пари може бути прийнята за осьовий напрямок. Перпендикулярно осьовому напрямку буде знаходитись радіальний напрямок, і крім нього є кутовий напрямок уздовж окружності, що взаємно перпендикулярно як осьовому, так і радіальному напрямкам. Одна із точок на поверхні хитного контакту, лежить на меншій відстані від осі обертання підшипника, чим всі інші. Дана точка визначає положення "спокою" або локального рівноважного положення мінімальної потенційної енергії. Оскільки радіус кривизни поверхні хитного контакту, більше радіальної довжини L між віссю обертання підшипника й точкою мінімального радіуса, то радіальна відстань, як функція кута напрямку уздовж окружності A буде зростати при відході в будь-яку сторону від точки мінімального радіуса (або, якщо пояснити по-іншому, точка мінімальної радіальної відстані від осі обертання підшипника лежить між областями більшої радіальної відстані). Таким чином, нахил функції $r(\theta)$, а саме $dr/d\theta$, дорівнює нулю в точці мінімуму, і є таким, що r збільшується при кутовому зсуві в будь-яку сторону від точки мінімальної потенційної енергії. Якщо поверхня має складний профіль кривизни, обидві похідні $dr/d\theta$ й $d^2r/d\theta^2$ дорівнюють нулю в точці мінімальної енергії, і їх графіки такі, що r зростає при зсуві в будь-яку сторону від крапки мінімальної енергії, і дорівнює нулю в цій точці.

Дана закономірність зберігається незалежно від того, чи являється поверхня хитного контакту підшипника охоплюваною поверхнею, або ж охоплюючою поверхнею, або ж сидлоподібною поверхнею, і незалежно від того, чи лежить центр кривизни нижче центра обертання підшипника, або ж вище поверхні хитного контакту. Профіль поверхні хитного контакту, може бути сферичним, еліпсоїдальним, тороїдальним, параболоїдним, параболічним або циліндричним. Поверхня хитного контакту, має радіус кривизни, або радіуси кривизни, якщо застосовується поверхня складного профілю, який або які перевищують відстань від точки мінімальної енергії до осі обертання, і поверхні контакту, не являються гомоцентричними з віссю обертання підшипника.

Можна сказати по-іншому, що є якась точка на поверхні хитного контакту підшипника, яка лежить радіально ближче інших до осі обертання підшип-

ника, чим всі інші точки на даній поверхні. Це найменша відстань між віссю обертання й даною точкою позначається L . Поверхня підшипника й поверхня гнізда буксової щелепи характеризуються радіусом кривизни й сполучаються за принципом охоплюваного й охоплюючого елемента, причому один радіус кривизни являється охоплюваним радіусом кривизни r_1 , а другий радіус кривизни є охоплюючим радіусом кривизни R_2 , (незалежно від їхньої величини). r_1 більше L , R_2 більше r_1 , а L, r_1 й R_2 підкоряються формулі $L - (r_1 - R_2) > 0$, причому поверхня хитання забезпечує самопідрулювання.

Фіг. 24а - 24е

Фіг. 24а - 24е відносяться до триелементного візка 200. Візок 200 складається із трьох основних елементів: надресорної балки 192, що симетрична відносно поздовжньої осьової лінії візка, і двох боковин, позначених як поз. 194. З урахуванням подібної симетричності на фіг. 14с наведена тільки одна боковина візка 200. Триелементний візок 200 має пружну підвіску (первинну підвіску), реалізовану через ресорний комплект 195, встановлений між кожним вилученим (тобто, зовнішнім поперечним кінцем) кінцем надресорної балки 192 і боковини 194.

Надресорна балка 192 являє собою жорстку готову до зборки балку, два кінці якої встановлюються в боковини (обидва кінці позначені як 193).

Посередині візка розташований під'ятник 190. Верхній фланець 188, що з'єднує два кінці 194, має звуження в центральній частині й розширюється в міру наближення до кінців 194. Надресорна балка 192 також має нижній фланець 189 і дві стінки 191, що з'єднують верхній 188 і нижній 189 фланці, утворюючи коробчасту балку закритого нерівномірного перетину. Додаткові стінки 197 встановлюються між дальніми частинами фланців 188 й 189, у місцях, де балка 192 опирається на ресорні комплекти 195. У вилучених кінцях надресорної балки 192 розташовані гнізда 196, 198 фрикційних гасителів коливань, у які встановлюються клини фрикційних гасителів коливань.

Боковина 194 може являти собою виливок, що має з'єднувальну частину 40 буксової щелепи, у яку встановлюються надставки 44 підшипника, підшипники 46, дві осі 48 і колеса 50. Боковина 194 також має елемент стиску, або верхній пояс 32, елемент розтягання, або нижній пояс 34, вертикальні стійки 36, що розташовуються по обидві сторони від вертикальної поперечної площини, що ділить візок 200 навпіл. Всі вказані елементи, а саме: верхній і нижній пояс 32, 34, вертикальні стійки 36 боковин, обрамляють зазвичай прямокутний проріз, у який входить кінець 193 надресорної балки 192. Вилучений кінець надресорної балки 192 може переміщатися вгору й униз відносно боковин у межах зазначеного прорізу. Нижній пояс 34 має нижнє гніздо 52 пружин, у яке встановлюється ресорний комплект 195. Аналогічно, верхнє гніздо пружин 199 перебуває на нижній стороні дальнього кінця надресорної балки 192. В нього встановлюються верхні кінці пружин ресорного комплекту 195. Таким чином, вертикальне переміщення надресорної балки 192 викликає стиск або

розтягання пружин ресорного комплекту 195.

В одному з варіантів здійснення по фіг. 24а ресорний комплект 195 має два ряди 193 пружин, а саме зовнішній і внутрішній ряди. В одному з варіантів здійснення, у кожному ряді перебуває чотири пружини великого (8 дюйм +/-) діаметра, і в такий спосіб коефіцієнт вертикальної жорсткості k для комплекту 195 становить менш 10,000 фунтів / дюйм. В ще одному варіанті здійснення цей коефіцієнт може перебувати в діапазоні від 6000 до 10,000 фунтів / дюйм, або більш точно – від 7000 до 9500 фунтів / дюйм, і, відповідно, забезпечуючи сумарну вертикальну твердість пружин для візка із двома ресорними комплектами в діапазоні від 14,000 до 18500 фунтів / дюйм. При розміщенні пружин може застосовуватися установка всередину зовнішніх пружин внутрішніх пружин, а можливо й внутрішніх пружин третього порядку, залежно від необхідного значення сумарної жорсткості комплекту пропорційного розподілу жорсткості. Кількість пружин, кількість внутрішніх і зовнішніх пружин, і жорсткість пружин можуть варіюватися. Для визначення значення сумарної жорсткості комплекту жорсткості пружин ресорного комплекту складаються, причому отримана величина повинна відповідати розрахунковому навантаженню візка.

Кожна боковина має чотири рознесені клини фрикційних гасителів коливань, пара зовнішніх і пара внутрішніх, позначених як 204, 205, 206 й 207, які встановлюються в гнізда або сидла 196, 198. Кутіві пружини в ресорному комплекті 195 упираються в клини фрикційних гасителів коливань 204, 205, 206 або 207. Кожна вертикальна стійка 36 має фрикційну накладку 92, із внутрішньою й зовнішньою областями, по яких переміщаються клини 204, 205, 206 й 207, відповідно. Виступи 106 й 108 надресорної балки перебувають усередині й зовні відносно фрикційної накладки 92 відповідно.

У прикладі на фіг. 24е гнізда гасителів коливань розділені перегородкою 208.

Якщо провести поздовжню вертикальну площину через візок 200 а далі через центр перегородки 208, можна побачити, що внутрішні гасителі коливань лежать по одну сторону площини 209, а зовнішні гасителі коливань лежать зовні площини. При виланні перпендикулярне зусилля від гасителя коливань протидіє виланню, буде діяти в парі сил, у якій сила тертя опорної поверхні внутрішньої накладки буде повністю усередині відносно площини на одному кінці, повністю зовні діагонально протилежній фрикційній грані.

В одному з варіантів здійснення розмір варіанта ресорного комплекту по фіг. 24b такий, що він повністю займає по ширині проріз боковини, утворений вертикальними стійками 36 боковини 194, ширина якого становить приблизно 33 дюйма.

Розміри такого варіанта відносно великі в порівнянні з існуючими ресорними комплектами, тому що він приблизно на 25 % ширше останніх. В ще одному варіанті здійснення по фіг. 1f візок 20 може мати незвичайно широкий проріз боковини, у якому розміщаються 5 пружин, кожна діаметром 5 1/2 дюйма. Візок 200 може мати відповідно збільшену колісну базу, надалі позначувану як WB.

WB може перевищувати 73 дюйма, або, якщо розглядати її відносно ширини колії візка, вона може більш ніж в 1,30 перевищувати колію. Вона може перевищувати 80 дюймів, або в 1,4 рази перевищувати колію, а в одному з варіантів здійснення вона перевищує колію в 1,5 рази, досягаючи значення більше 84 дюймів. Аналогічно, ширина прорізу боковини може перевищувати його висоту. Відстань між гранями фрикційних накладок протилежних стійок 36 боковини може перевищувати 24 дюйма, приводячи до співвідношення ширини до висоти 8:7, і може перебувати в діапазоні від 28 до 32 дюймів, приводячи до співвідношення 4:3, або навіть більше 3:2. Гніздо пружин може мати лінійні розміри, що відповідають ширині прорізу боковини, із шириною в поперечнику $15 \frac{1}{2}$ - 17 дюймів або більше.

Фіг. 25a - 25d

На фіг. з 25a по 25d наведені альтернативні варіанти здійснення візка. Візок 800 має надресорну балку 808, боковину 807 і гасителі коливань 801, 802, розташовані попарно і забезпечують постійне зусилля в напрямку вперед та назад; це досягається за рахунок того, що вони підпружинені горизонтальними пружинами 803, 804, розміщеними паралельно в гніздах 805, 806 у кінцях надресорної балки 808. Хоча на кресленні показані тільки два гасителі коливань 801, 802, ще одна пара аналогічних гасителів коливань упирається в протилежну стійку боковини. Гасителі коливань 801, 802 можуть включати колодку 809 і знімний фрикційний елемент 810, встановлений на грані колодки 809. На колодці й фрикційній накладці є фіксатори 812, що працюють за принципом охоплюваний / охоплюючий елемент, і забезпечують збереження взаємного положення. Знімний настановний гвинт із плоским кінцем 814 угвинчується в кожух пружини й необхідний для її попереднього навантаження й фіксації при установці витратних елементів. Пружини 803, 804 виштовхують або притискають фрикційні гасителі коливань 801, 802 до відповідних фрикційних поверхонь стійок боковин. Деформація пружин 803, 804 не залежить від стиску основного ресорного комплексу 816, а залежить тільки від їхнього попереднього навантаження.

Фіг. 26a й 26b

На фіг. 26a й 26b наведена часткова ізометрична проекція надресорної балки 820, яка в основному аналогічна надресорній балці 402 по фіг. 14a, але відрізняється тим, що гнізда 822 надресорної балки не мають центральної перегородки, подібній до перемички 452, а замість цього мають безперервний відсік, розташований поперек балки в області, що перебуває над ресорним комплектом, аналогічним ресорному комплекту 436. Одиночний широкий клин гасителя коливань позначений на кресленнях як поз. 824. Гаситель коливань 824 по всій ширині опирається на дві пружини 825, 826 ресорного комплексу. У випадку, якщо надресорна балка 400 відхиляється від перпендикулярного положення відносно відповідної боковини, таке явище називається перекус, і одна зі сторін клина 824 може бути здавлена сильніше, ніж інша, приводячи до закручування клина 824 у гнізді відносно

но осі обертання, перпендикулярної скошеній грані (тобто, гіпотенузи) клина. Дане закручування приводить до виникнення різниці в стиску пружин 825, 826, приводячи у свою чергу до виникнення поворотного зусилля як стосовно закручування клина 824, так і до перекосу надресорної балки 820 відносно боковини візка. Так само аналогічне зусилля створюється на протилежній парі пружин у протилежній стійки боковини.

На фіг. 26b показаний варіант пари клинів 827, 828 гасителів коливань. Дана конструкція із двох клинів може також встановлюватися в гніздо 822 надресорної балки, і в цьому випадку, кожен клин 827, 828 опирається на окрему пружину. Клини 827, 828 здатні переміщатися відносно один до одного уздовж первинного кута грані гнізда 822 надресорної балки. Якщо візок піддається перекосу, розходження в зсуві клинів 827, 828 приводить до розходження в стиску підпираючих їх пружин, наприклад, 825, 826, що приводить до виникнення зворотного відновлюючого моменту. У всякому разі, гнізда надресорної балки можуть мати фрикційні вкладиші 494, а самі гнізда можуть бути частиною збірних вставок 506, які вварюють у балку або при установці, або в ході модернізації, під якою може матися на увазі установка більш широких стійок боковини, або установка іншого ресорного комплексу, що може супроводжуватись переходом від схеми з одиночними гасителями коливань на схему зі здвоєними (тобто, утворюючи при установці прямокутник).

Фіг. 27a й 27b

На фіг. 27a наведена надресорна балка 830, аналогічна балці 210, за винятком того, що гнізда 831, 832 надресорної балки вміщують пару розрізних клинів 833, 834. Гнізда 831, 832 мають дві опорні поверхні 835, 836, які нахилені відносно первинного кута «а» і вторинного кута, причому вторинні кути поверхонь 835 й 836 такі, що підсумкова опорна поверхня має форму клина, який намагаються роз'єднати гасителі коливань.

Поверхні 835 й 836 також оснащені вкладишами у вигляді фрикційних накладок 837, 838 з низьким коефіцієнтом тертя. Кожна пара розрізних клинів опирається на одну пружину.

Наприклад фіг. 27b показана комбінація надресорної балки 840 і похилих розрізних клинів 841, 842.

Гнізда 843, 844 надресорної балки являють собою східчасті гнізда, у яких уступи, наприклад, поз. 845, 846, розташовані під деяким однаковим первинним кутом «а», і під деяким однаковим вторинним кутом 13, і обоє нахилені в тому самому напрямку, у відмінності від симетричних граней клинів по фіг. 27a, які симетричні відносно площини, а не точки. Таким чином, зовнішня пара розрізних клинів 842 має два елементи 847, 848, кожен з яких має первинний кут «а» і вторинний кут «р», і які симетричні відносно точки, причому обидва елементи нахилені назовні. Аналогічно, внутрішня пара розрізних клинів 841 має два елементи 849, 850, кожен з яких має первинний кут «а» і вторинний кут «р», і які симетричні відносно точки та нахилені усередину. При компонуванні, наведеному на фіг. 27c, замість пари розрізних клинів, на-

приклад, елементів 847, 848 або 849, 850, може використовуватись одиночний східчастий клин 851, 852. Відповідний клин із протилежною спрямованістю використовується в іншому гнізді надресорної балки.

Фіг. 28a й 28b

На фіг. 28a надресорна балка 860 має зварені вставки 861, 862 гнізда надресорної балки, які симетричні відносно лінії, і вварюються в прорізи на кінцях балки. Кожне гніздо надресорної балки має внутрішню й зовнішню частини 863, 864, які характеризуються одним і тим самим первинним кутом «а», але мають протинаправлені вторинні кути «р», симетричні відносно лінії. Відповідні внутрішні й зовнішні клини позначені як 865, 866, причому кожний опирається на вертикальну пружину 867, 868. У цьому випадку надресорна балка 860 аналогічна балці 820 по фіг. 26a, але відрізняється тим, що відсутня площадка, що розділяє внутрішню й зовнішню частини гнізда надресорної балки. Балка 860 також аналогічна надресорній балці 210 по фіг. 5, за винятком того, що протинаправлені гнізда надресорної балки з'єднуються разом без проміжної площадки. На фіг. 28b, замість одиночних внутрішніх і зовнішніх клинів 865 й 866 застосовані пари розрізних клинів 869, 870 (внутрішні) і 871, 872 (зовнішні).

Геометрія фізичного маятника.

Різні качалки, що наведені й описані в даному документі, можуть реалізовуватися через хитні елементи, які власно й визначають фізичні маятники – тобто маятники, для яких радіус охоплюваної качалки відмінний від нуля, і які ґрунтуються на допущенні хитного (на відміну від ковзного) сполучення з охоплюючою качалкою. Варіант здійснення винаходу по фіг. 2a (або інші), наприклад, містить двонаправлений фізичний маятник. Характеристики таких маятників можуть впливати як на поперечну жорсткість, так і на самопідрулювання поздовжньої качалки.

Поперечна жорсткість підвіски відбиває жорсткість (а) боковин між (i) надставкою підшипника й (ii) нижнім гніздом пружин (тобто, боковини хитаються в поперечному напрямку); (b) поперечне відхилення пружин між (i) нижнім гніздом пружин й (ii) верхнім гніздом пружин, встановлених під надресорною балкою, і нарешті (c) - момент між (i) гніздом пружин у боковині й (ii) верхнім кінцем пружин, встановлених під надресорною балкою. Поперечна жорсткість ресорного комплексу може становити приблизно 1/2 від вертикальної твердості пружин. Для 100- або 110-тонних візків, розрахованих на 263000 або 286000 фунтів GWR, вертикальна твердість ресорного комплексу може становити 25-30000 фунтів/дюйм, при наявності двох комплектів на візок, і двох візків на вагон, забезпечуючи поперечну твердість пружин у діапазоні 13-16000 фунтів / дюйм. Друга складова жорсткості відноситься до поперечного відхилення боковини при хитанні. Висота між нижнім гніздом пружин і вершиною надставки підшипника може становити близько 15 дюймів (+/-). Гніздо буксової щелепи може мати плоску поверхню з лінійним сполученням з вершиною надставки підшипника, котра має радіус 60 дюймів. Для навантаженого

286000 фунтового вагона, гадана жорсткість боковини внаслідок другої складової може становити 18000-25000 фунтів. / дюйм, виміряна на нижнім гнізді пружин. Жорсткість внаслідок третьої складової, а саме, неоднакового стиску пружин, підсумовується із жорсткістю боковини. І може становити величину порядку 3000-3500 фунтів / дюйм на ресорний комплект, залежно від жорсткості пружин і компоновочної схеми комплексу. Сумарна поперечна жорсткість однієї боковини для S2HD 110-тонною візка може становити близько 9200 фунтів / дюйм на боковину.

Альтернативним варіантом візка є візок "з колісковим підвішуванням", подібний наведеному на сторінці 716 Енциклопедії вагонів і локомотивів (1997) (1980, Simmons-Boardman, Omaha). У візку з колісковим підвішуванням боковина може поводитися подібно маятнику. Надставка підшипника має охоплюючу качалку, радіусом можливо близько 10 дюймів. Охоплювана сполучаєма качалка, встановлюється на вирізі буксової щелепи, і може мати радіус можливо близько 5 дюймів. Залежно від геометрії за рахунок такої конструкції одержують опір боковини поперечному відхиленню порядку від 1/4 (або менш) до 1/2 від типових значень. З урахуванням жорсткості ресорного комплексу відносна м'якість маятника стає очевидною. Поперечна жорсткість вже менш залежить від вертикальної жорсткості пружин. Використання хитного нижнього гнізда пружин може знизити або звести до нуля поперечну жорсткість внаслідок нерівного стиску пружин. В візках з колісковим підвішуванням використовуються поперечки для з'єднання боковини, для запобігання перекосу з відходом від прямокутної форми. Так само застосовувався інший важливий пристрій підвищення жорсткості, а саме поперечні непіддресорені тяги, або "розкоси рами", що представляють собою непіддресорені діагональні розпірки. Поперечні непіддресорені елементи жорсткості можуть збільшити опір обертанню боковин відносно поздовжньої осі надресорної балки. Однак це не поліпшує вирівнювання розподілу навантаження по колесах і не запобігає відриву коліс.

Для оцінки поперечної жорсткості візків може використовуватись наступна формула: $k_{truck} = 2 \# [(k_{sideframe} - 1) + (K_{spring} \text{ shear}) - 1] - 1$, де $k_{sideframe} = [k_{pendulum} + k_{spring} \text{ moment}] / K_{spring} \text{ shear}$ = поперечній жорсткості пружини ресорного комплексу на зсув. $k_{pendulum}$ = сила, необхідна для відхилення маятника на одиницю відхилення, обмірювана по центру нижнього гнізда пружин. $k_{spring} \text{ moment}$ = сила, необхідна для відхилення нижнього гнізда пружин на одиницю бічного відхилення проти скручуючого моменту, викликаного нерівним стиском внутрішніх і зовнішніх пружин.

Для маятника залежність ваги й відхилення носить приблизно лінійний характер при малих кутах відхилення, аналогічно $F = kx$, для пружин. Поперечний коефіцієнт може бути виражений як $k_{pendulum} = W/L$, де W - вага, а L - довжина маятника. Приблизна еквівалентна довжина маятника може бути визначена як $L_q = W/k_{pendulum}$.

W дорівнює підпружинній масі на боковині. Для візка з $L = 15$ й 60 дюймовим радіусом верши-

ни, L_{eq} може становити близько 3 дюймів. Для візка з колісковим підвішуванням, L_q буде приблизно у два рази більше.

Формула для поздовжньої (тобто, самопідрулюючої) качалки, що подібна наведеній на фіг. 2а, має вигляд: $F/8=k, (W/L)[((1/L)/(1-r_1-1/R_1))-1]$ Де: k_{ln} – поздовжній коефіцієнт пропорційності між поздовжньою силою й поздовжнім відхиленням качалки.

F – одиниця поздовжньої сили, прикладеної до осової лінії осі B_{song} – одиниця поздовжнього відхилення осової лінії осі

L – відстань між осовою лінією осі й вершиною охоплюваної частини 116.

R – поздовжній радіус кривизни охоплюючої порожнини, у гнізді буксової щелепи 38.

r_1 – поздовжній радіус кривизни вершини охоплюваної частини 116 на надставці підшипника.

В цьому зв'язку R_1 більше r_1 , а $(1/L)$ більше $(1/r_1) - (1/R)$;), і як показано в прикладах, L менше або чим r_1 , або R_1 . У деяких варіантах здійснення винаходу, наведених у даному документі, довжина L від центра осі до вершини поверхні надставки підшипника в центральному положенні спокою може становити зазвичай близько $5\frac{3}{4}$ - 6 дюймів (+/-), і може перебувати в діапазоні 5-7 дюймів. Надставки підшипників, буксові щелепи, боковини й надресорні балки зазвичай виготовляють зі сталі. Автори винаходу спираються на ту посилку, що поверхні контакту, який хитається будуть переважно виготовлені з інструментальної сталі або подібного матеріалу.

Для малих кутів відхилення в поперечному напрямку може бути прийняте допущення: $k_{pendulum}=(F_2/8)=(W/L_{pend.})[((1/L_{pend.})/((1/R_{Rocker})-(1/R_{Seat}))) + 1]$, де: $pendulum$ = поперечна жорсткість маятника, F_2 = сила на одиницю поперечного відхилення, прикладена на нижньому гнізді пружин, B_2 = одиниця поперечного відхилення

W = вага, прикладена до маятника $L_{pend.}$ = довжина маятника в невідхиленому стані, обмірювана між контактною поверхнею надставки підшипника й гніздом пружин.

$R_{Rocker} = r_2$ = поперечний радіус кривизни поверхні качалки.

$R_{Seat} = R_1$ = поперечний радіус кривизни гнізда качалки.

Якщо R_{Seat} й R_{Rocker} приблизно рівні, і вони не надмірно малі в порівнянні з L , то маятник може мати відносно більшу константу поперечного відхилення. Якщо R_{Seat} більше L або R_{Rocker} , або їх обох, і може бути прийнята рівню нескінченності (тобто, плоска поверхня), формула спрощується до виду:

$$\begin{aligned} &K_{pendulum} \\ &F_{lateral} \\ &\delta_{lateral} \\ &W/L_{pend.} \\ &L_{eq.} \end{aligned}$$

Використовуючи даний вираз в знаменнику, а розрахункову вагу в чисельнику, одержуємо еквівалентну висоту маятника, $L_{eq.} = W / K_{pendulum}$

Вертикальна довжина маятника боковини, обмірювана між (у невідхиленому стані) хитним сполученням на верхній качалці й нижнім гнізді пружин, може становити від 12 до 20 дюймів, можливо

більш точно – від 14 до 18 дюймів. Еквівалентна довжина $L_{eq.}$ може перебувати в діапазоні від 4 до 15 дюймів, або в більш вузькому діапазоні від 5 до 12 дюймів, залежно від типорозміру візка й геометрії маятника. Хоча візки 20 й 22 можуть бути 70-тонними спеціальними візками, або 70-, 100-, 110- або ж 125-тонними візками, візки 20 й 22 можуть мати колеса діаметром 33, 36 або 38 дюймів. У деяких варіантах здійснення, описаних у даному документі, відношення радіуса охоплюваного хитного елемента R_{Rocker} до довжини маятника $L_{pend.}$ може бути менше або дорівнювати 3, а в деяких випадках менше 2. В достатньо м'яких в поперечному відношенні візках це відношення може бути менше 11. Коефіцієнт $[(1/L_{pend.}) / ((1/R_{Rocker}) - (1/R_{Seat}))]$, може бути менше ніж 3 і, в деяких випадках може бути менше $2\frac{1}{2}$. В достатньо м'яких в поперечному відношенні візках цей коефіцієнт може бути менше 2.

У цих численних варіантах здійснення поперечна жорсткість маятника поперечної качалки, розрахована по максимальній вантажопідйомності візка, або більш загальне, по брутто вагона, може бути менше жорсткості при поперечному зрушенні відповідного ресорного комплекту. Крім цього, у багатьох варіантах у візку можуть біти відсутні поперечні невідресорені елементи жорсткості, або розпірки, поперечні паралельні штанги, або діагональні хрестоподібні розкоси, або інші елементи. У даних варіантах здійснення візок може мати розташовані прямокутником гасителі коливань від кожного ресорного комплекта.

У візках, описаних у даному документі, при повному розрахунковому навантаженні, що може бути визначена або згідно з обмеженнями AAR для 70, 100, 110 або 125-тонних візків, або, у випадку зниженого навантаження, відповідно до відношення вертикального підпружиненого навантаження, що приводить до вертикального відхилення пружин у ресорних комплектах на 2 дюйми, еквівалентна поперечна жорсткість боковини, що представляє собою відношення сили до поперечного відхилення, яке виміряне на нижнім гнізді пружин, може бути менше горизонтальної жорсткості пружин при зсуві. Це особливо вірно в деяких варіантах здійснення, особливо для відносно тендітних, об'ємних або з малою щільністю товарів, такі як автомобілі, споживчі товари, і т.д. Еквівалентна поперечна жорсткість боковини $k_{sideframe}$ може бути менше 6000 фунтів / дюйм і може перебувати в діапазоні 3500-5500 фунтів / дюйм, або можливо, у більш вузькому діапазоні від 3700 до 4100 фунтів / дюйм.

Наприклад, в одному з варіантів здійснення ресорний комплект зі схемою 2x4 має 8-дюймові пружини, із сумарною вертикальною жорсткістю, рівною 9600 фунтів / дюйм на ресорний комплект, і відповідну поперечну жорсткість при зсуві, рівну 8200 фунтів / дюйм. Боковина має жорстко встановлене нижнє гніздо пружин. Подібна конструкція може застосовуватися у візках з 36-дюймовими колесами. В іншому варіанті здійснення винаходу, застосовується комплект зі схемою 3 x 5 й 5 1/2 - дюймовими (діаметр) пружинами, вертикальною

жорсткістю близько 9600 фунтів / дюйм, але вже для візків з 36-дюймовими колесами. Може склестися така ситуація, що вертикальна жорсткість пружин на ресорний комплект буде становити менш 30,000 фунтів / дюйм, можливо навіть нижче 20,000 фунтів / дюйм, і буде становити від 4000 до 12000 фунтів / дюйм, або більш точно – 6000-10000 фунтів / дюйм. Жорсткість пружин на скручування може знаходитись в діапазоні від 750 до 1200 фунтів / дюйм, а вертикальна жорсткість при зсуві буде знаходитись в діапазоні від 3500 до 5500 фунтів / дюйм, забезпечуючи сумарну жорсткість боковини в діапазоні від 2000 до 3500 фунтів / дюйм.

В одному з варіантів візка з фіксованим нижнім гніздом пружин, у сумарну жорсткість візка може вносити вклад складова, обумовлена нерівним стиском пружин, еквівалентним поперечному відхиленню порядку 600-1200 фунтів / дюйм, обмірюваному на нижнім гнізді пружин боковини. Дана величина може бути менше 1000 фунтів / дюйм, і може бути менше 900 фунтів / дюйм. Складова відновлюючої сили, що обумовлена нерівним стиском пружин, може бути більше для візка під порожнім вагоном, у відмінності від повністю навантаженого візка.

В інших варіантах здійснення винаходу, включаючи такі, у яких використовуються візки з колісковим підвішуванням, можуть бути присутніми деякі особливості, а саме, що при поперечному хитанні $g/R < 0.7$; $3 < g < 30$, або більш точно, $4 < g < 20$; $5 < R < 45$, або точніше, $8 < R < 30$, а поперечна жорсткість, 2,000 фунтів / дюйм $< k_{\text{pdut}} < 10,000$ фунтів / дюйм, або говорячи по-іншому, поперечна жорсткість маятника у фунтах на дюйм поперечного відхилення, обмірюваного на нижнім гнізді пружин, де вертикальні навантаження передаються на боковину, на фунт навантаження на маятник, може перебувати в діапазоні від 0,08 до 0,2, або точніше, у діапазоні від 0,1 до 0,16.

Фрикційні поверхні

Динамічна характеристика візка може бути досить складною. Переважно, щоб було знижено опір проходженню кривої, причому цьому допомагає самопідрулювання. Переважно, щоб була знижена схильність до відриву коліс. Зниження стрибкоподібного руху в гасителях коливань може поліпшити зв'язані із цими елементами характеристики. Застосування гасителів коливань із приблизно рівними силами тертя при русі вгору і вниз запобігає відриву коліс. Параметри відриву коліс сильно залежать від зниження крутильних зв'язків між боковинами, тобто, при знятті поперечки або розкосів рами. Хоча може бути необхідно розділити боковини відносно крутіння, також може бути необхідно замінити жорсткі фізичні зв'язки якимись елементами, які дозволять візку згинатися без виникнення перекосу й уходу від прямокутної форми, і які будуть створювати зусилля по відновленню прямокутного профілю; це може бути досягнуто застосуванням більш активно працюючих у порівнянні з одиночними подвійних гасителів коливань.

Хоча використання податливих у поперечному напрямку качалок, гасителів коливань зі зниженою ймовірністю стрибкоподібного руху, прямокутного

компонування гасителів коливань, і самопідкерування, безсумнівно, дає відчутний зиск, виявляється, що вони можуть взаємодіяти досить складним та несподіваним чином. Самопідкерування функціонує ефективніше, якщо знижено схильність до стрибкоподібного руху в гасителях коливань. Поперечне хитання при колісковому підвішуванні також працює ефективніше при зниженні схильності до стрибкоподібного руху в гасителях коливань. Поперечне хитання при колісковому підвішуванні працює ефективніше, якщо гасителі коливань розташовані "прямокутником". Хоча це не є очевидним, рискання візка не погіршується при заміні твердих поперечних зв'язків на прямокутне компонування гасителів коливань (що безсумнівно, надає візку м'якість, а не жорсткість) при зниженні схильності до стрибкоподібного руху в гасителях коливань. Комбінований ефект від цих чотирьох елементів може бути досить несподіваним.

В різних варіантах компонування візків, описаних у даному документі, завжди є фрикційне демпфіруюче сполучення між надресорною балкою й боковинами. Або на стійках боковин, або на гасителях коливань (або на обох елементах) можуть бути встановлені з'ємні опорні поверхні з низькими або заданими параметрами тертя, що включають міцні фрикційні накладки, з можливістю зняття й заміни при зносі або поломці, або ж витратні й придатні до ремонту покриття, накладки та колодки. Подібна опорна грань фрикційного елемента, що демпфірує, може бути отримана шляхом обробки поверхні для одержання необхідних коефіцієнтів статичного й динамічного тертя, будь то за допомогою нанесення якихось покриттів, або встановлювання накладок або вставок, колодок чи башмаків, або ж іншими засобами. Можливе використання колодок і накладок, поставки яких здійснюються виробниками фрикційних матеріалів для гальмових колодок і дисків зчеплення, серед яких, можна згадати зокрема, компанію Railway Friction Products. Подібні колодки або башмаки мають полімерну або композитну основу, насичену сумішшю металевих часток або часток інших матеріалів, що забезпечують необхідні фрикційні властивості.

Фрикційна поверхня може, при застосуванні в сполученні із протилежною опорною поверхнею, описуватися коефіцієнтами статичного тертя, μ і динамічного або кінетичного тертя μ_k . Коефіцієнти можуть змінюватися при зміні умов навколишнього середовища. Для зручності опису коефіцієнти тертя взяті для сухого дня та температури 70 F. В одному з варіантів здійснення винаходу, коефіцієнти тертя поверхонь можуть перебувати в діапазоні від 0,15 до 0,45, або в більш вузькому діапазоні від 0,20 до 0,35, і, нарешті, в одному з варіантів здійснення, вони можуть становити величину близько 0,30. В одному з варіантів здійснення покриття, або накладок, або колодок при сумісній експлуатації із прилягаючою опорною поверхнею стійки боковини дає значення коефіцієнтів статичного й динамічного тертя відрізнених одне від іншого не більш, ніж на 20%, або в більш вузькому діапазоні, не більше ніж на 10 %. В іншому варіанті здійснення винаходу коефіцієнти статичного або динамічного тертя приблизно рівні.

Похилий поверхні клинів

Якщо застосовуються клинові гасителі коливань, звичайно так само можливе застосування на похилій поверхні гасителя коливань покриттів накладок або низького тертя або заданого тертя, які сполучаються із фрикційною накладкою (якщо така застосовується) гнізда надресорної балки, у якому відбувається частково поступальна, частково хитна динамічна взаємодія. За думкою автора даного винаходу, перевага віддається застосуванню в сполученні, утвореному похилою гранню клина й похилою гранню гнізда надресорної балки, фрикційних накладок й елементів, які забезпечували б задані коефіцієнти тертя. У деяких варіантах здійснення зазначені коефіцієнти можуть бути рівні, або майже рівні, і поверхні можуть бути не схильні до стрибкоподібного руху, або можуть мати знижену схильність до стрибкоподібного руху, у порівнянні з парою тертя чавун / сталь. Крім цього, використання колодок, або вставок, отриманих методом лиття, з відомими фрикційними властивостями дозволяє приводити параметри в більше вузькі, точні відтворені діапазони, що у свою чергу поліпшує надійність й якість конструкції. Покриття, або накладки, або колодки можуть являти собою полімерний матеріал, або ж елемент із полімерною або композитною основою з доданням певних матеріалів. Подібні вироби виробляються виробниками накладок гальмових колодок і дисків зчеплення, і аналогічної продукції. Однією з подібних компаній є Railway Friction Products of 13601, Laurinburg Maxton Ai, Maxton NC; а іншою Quadrant EPP USA Inc. , 2120 Fairmont Ave., Reading PA. В одному з варіантів здійснення винаходу матеріал може бути аналогічним застосовуваному "Standard Car Truck Company" у клиновому гасителі коливань "Barber Twin Guard" (t.m.) з полімерним пок-

риттям. В одному з варіантів здійснення матеріал може бути таким, що покриття, або накладка, або колодка при сумісній експлуатації із прилягаючою опорною поверхнею стійки боковини дає значення коефіцієнтів статичного й динамічного тертя відмінних один від іншого не більш, ніж на 20%, або в більш вузькому діапазоні, не більше ніж на 10 %. В іншому варіанті здійснення винаходу коефіцієнти статичного або динамічного тертя приблизно рівні. Коефіцієнт динамічного тертя може перебувати в діапазоні від 0, 15 до 0,30, і, нарешті, в одному з варіантів здійснення, він може становити величину близько 0,20.

Гасителі коливань можуть проходити спеціальну обробку, таку як: нанесення покриттів, встановлювання накладок або колодок, як на вертикальній, так і на похилій гранях. Коефіцієнти тертя на похилій грані не обов'язково повинні збігатися з коефіцієнтами фрикційної грані. В одному з варіантів здійснення винаходу коефіцієнти статичного й динамічного тертя на фрикційній поверхні можуть дорівнювати приблизно 0,3, і можуть бути приблизно рівні один одному, хоча коефіцієнти статичного й динамічного тертя похилої грані можуть бути близько 0,2, і можуть бути приблизно дорівнювати один одному. В будь-якому випадку, будь то вертикальна опорна грань стійки боковини, або ж похила грань гнізда надресорної балки, згідно до даного винаходу переважно за краще уникати сполучення поверхонь, які в парі можуть мати схильність до стрибкоподібного руху.

Ресорні комплекти

Основні ресорні комплекти можуть розміщуватися відповідно до різноманітних планів компонування. Для варіантів реалізації з подвійними гасителями можливі наступні варіанти компонування:

EMI59.1

$D_1 \quad X_1 \quad D_3$ $X_2 \quad X_3 \quad X_4$ $D_2 \quad X_5 \quad D_4$	$D_1 \quad X_1 \quad D_3$ $X_2 \quad X_3 \quad X_4$ $D_2 \quad X_5 \quad D_4$	$D_1 \quad X_1 \quad D_3$ $X_2 \quad X_3 \quad X_4$ $D_2 \quad X_5 \quad D_4$	$D_1 \quad X_1 \quad X_2 \quad X_3 \quad D_3$ $X_4 \quad X_5 \quad X_6 \quad X_7 \quad X_8$ $D_2 \quad X_9 \quad X_{10} \quad X_{11} \quad D_4$	$D_1 \quad X_1 \quad X_2 \quad D_3$ $D_2 \quad X_3 \quad X_4 \quad D_4$
3 x 3	3:2:3	2:3:2	3 x 5	2 x 4

у даних групах D являє пружину гасителя коливань, а X_i являє пружини, на які не спираються гасителі коливань.

Для 100- або 110- тонних візків авторами пропонуються варіанти сполучення пружин і гасителів коливань, що забезпечують дотримання наступних умов із припуском не більше 20 % (переважно 10 %): (а) Для прямокутного компонування клинів з усіма сталевими або чавунними гранями гасителів коливань, верхня межа $K_{damp} = 2.41(0Wedge)^{76}$ і нижня межа $-k_{damp} = 1.21 (\#wedge)^{1.76}$

(b) Для прямокутного компонування клинів з усіма сталевими або чавунними гранями гасителів коливань середня зона діапазону $k_{damp} = 1.81 (Bwedge)^{1.76}(+/-20\%)$.

(c) Для прямокутного компонування клинів з неметалевими гранями гасителів коливань, як наприклад, з покриттям, аналогічним покриттю галь-

мових колодок, верхня межа згідно $K_{tamp} = 4.84(\#wedge)^{1.64}$, а нижня межа згідно $K_{damp} = 2.42 (Bwedge)^{1.64}$, при куті клина від 30 до 60 град.

(d) Для прямокутного компонування клинів з неметалевими гранями гасителів коливань середня зона діапазону $k_{damp} = 3.63 (Bwedge)^{1.64}(+/-20\%)$.

Де K_{damp} - бічна жорсткість пружин під кожним з гасителів коливань у фунт/дюйм/гаситель $Bwedge$ - відповідний первинний кут клина в градусах $Bwedge$ зазвичай перебуває в діапазоні від 30 до 60 град. В інших варіантах здійснення $Bwedge$ може лежати в діапазоні 35-55 град., і ще в одному варіанті здійснення - він може лежати в більш вузькому діапазоні від 40 до 50 град.

За краще, щоб зусилля, що демпфірують, при переміщенні вгору і вниз не сильно відрізнялися одне від одного, а в деяких випадках були прибли-

зно рівні. Сили тертя на гасителях коливань можуть варіюватися залежно від того, навантажений гаситель чи ні. Також можлива зміна кута клина, коефіцієнтів тертя й твердості пружин під клинами. При переміщенні надресорної балки до низу у прорізі боковини гасителя коливань "навантажуються", оскільки зростає зусилля пружин, і внаслідок збільшується навантаження на гасителя коливань. Аналогічно, гасителя коливань "розвантажуються" при переміщенні надресорної балки в прорізі боковини вгору, оскільки зусилля пружин знижується. Описуючи цей процес рівняння можна записати в наступному вигляді: Для навантаження: $F_d = c F$, $(\cot f(b) - nJ 91 + (s - c) \cot(\#) + s c)$ При розвантаженні: $F_d = c F_s (\cot(\#) + u(! + (f_i, -) \cot(\#) + s c)$ Де: F_d = сила тертя на стійці боковини, F_s = зусилля пружин, U_s = коефіцієнт тертя на похилій грані балки, U_c = коефіцієнт тертя на стійці боковини, 4 = прилеглий кут між похилою гранню балки й гранню, що прилягає до стійки.

Для заданого кута коефіцієнт тертя навантаження C_f може бути визначений за формулою $C_f = F_d / F$, Коефіцієнт навантаження C_f змінюється залежно від напрямку переміщення надресорної балки.

Переважно, щоб вертикальна жорсткість пружин змінювалася при переході від не навантаженого до повністю навантаженого стану. Для цього можливо застосування пружин різної висоти, наприклад, для одержання двох або більше значень вертикальної жорсткості для всього ресорного комплексу. Таким чином, динамічна характеристика порожнього вагону може відрізнятися від динамічної характеристики повністю завантаженого.

В якості альтернативи при використанні трьох (або більше) значень жорсткості пружин, можливі проміжні динамічні характеристики в станах часткового навантаження. В одному з варіантів здійснення кожен ресорний комплект може мати певну комбінацію пружин, причому перша група має певну першу вільну довжину, а друга група складається із пружин, чия вільна довжина менше зазначеної першої висоти, причому друга висота менше першої на величину «о», яка обрана таким чином, що перша група пружин буде мати діапазон стиску між першою й другою висотами, і жорсткість пружин має одне значення, а саме – суму жорсткостей пружин першої групи, а в другому діапазоні стиску жорсткості групи пружин буде більше, а саме, на величину жорсткості, щонайменше, однієї із групи пружин, чия вільна висота менше другої висоти. Різні параметри жорсткості пружин забезпечуються наявністю різних режимів демпфірування.

Наприклад, в одному з варіантів здійснення вагон з повною підресореною вагою (тобто, вагою

корпуса вагона без вантажу, без урахування невідресорених елементів нижче основних пружин, тобто без урахування боковин і колісних пар) близько 35,000 - 55,000 фунтів (+/-5000 фунтів) може мати ресорні комплекти, що складаються із пружин, чия вільна довжина перевищує першу висоту. Вказана перша висота може, наприклад, лежати в діапазоні від 9 3/4 до 10 1/4 дюймів. При порожньому вагоні пружини стиснуті до цієї першої довжини. Якщо вагон частково завантажений, то перша група пружин визначає динамічну характеристику вагону в плані "закозління" (поздовжнього розгойдування), "галоупування" (поперечного розгойдування), і крену, і може впливати на рискання візка. Жорсткість у даному першому режимі може становити порядку 12000 - 22000 фунтів / дюйм, і може перебувати в діапазоні від 15000 до 20000 фунтів / дюйм.

Якщо вагон завантажений більш значно, наприклад, якщо власна підресорена маса й вага вантажу перевищують певне граничне значення, що становить приблизно 60000 - 100000 фунтів, (тобто, 15 000 - 25000 фунтів на ресорний комплект при симетричному навантаженні в стані спокою), пружини можуть стиснутися до або більше другої висоти. Зазначена друга перша висота може, наприклад, лежати в діапазоні від 8 1/2 до 9 3/4 дюйма. У даній точці підресорена вага достатня для відхилення другої групи пружин у підсумковому ресорному комплекті, тобто стискуються всі або деякі із пружин, що залишилися, і твердість пружин двох груп пружин у другому режимі, відрізняється й перевищує твердість пружин у першому режимі. Наприклад, дана більша твердість пружин може лежати в діапазоні близько 20000-30000 фунтів / дюйм, і визначає динамічну характеристику вагону у випадках, коли вага вантажу й вага власної підресореної маси перевищує граничне значення зазначеного режиму. Даний другий режим може починатися від граничного значення й тривати до якоїсь більшої величини, у випадку 110-тонних візків, близько 130000 - 135000 фунтів на візок. Для 100-тонних візків дана величина може становити близько 115000 або 120 000 фунтів на візок.

У таблиці 1 представлені дані по деяких ресорних комплектах, які можуть застосовуватися в 100 або 110-тонних візках, при симетричному компонуванні 3 x 3 й які містять гасителя коливань, розташовані за схемою "прямокутник". Останній запис у таблиці 1 відноситься до симетричної схеми 2:3 x 2 розташування пружин. Термін "бічна пружина" відноситься до пружини або декількох пружин під окремими підпружиненими гасителями коливань, а термін "основна пружина" стосується пружини, або декількох пружин, основної групи:

Таблиця 1 - Варіанти ресорних комплектів

Group	D7-G1	D7-G2	D7-G3	D7-G4	D7-G5	D5-G1
Main Springs	5 * D7-O	5 * D7-O	5 * D7-O	5 * D7-O	5 * D7-O	5 * D5-O
	5 * D6-I	5 * D6-I	5 * D8-I	5 * D8-I	5 * D7-I	5 * D6-I
	5 * D6A	5 * D6A	5 * D8A	5 * D8A	5 * D8A	---
Side Springs	4 * B353	4 * B353	4 * NSC-1	4 * B353	4 * B353	4 * B432
	---	4 * B354	4 * B354	4 * NSC-2	4 * NSC-2	4 * B433

Group	D5-G2	D5-G3	D5-G4	D5-G5	D5-G6	D5-G7
Main Springs	5 * D5-O	5 * D5-O	5 * D5-O	5 * D5-O	5 * D5-O	5 * D5-O
	5 * D6-I	5 * D6-I	5 * D8-I	5 * D8-I	5 * D6-I	5 * D6-I
	5 * D6A	---	5 * D8A	5 * D6A	5 * D6A	---
Side Springs	4 * B432	4 * B353	4 * B353	4 * B353	4 * B353	4 * B353
	4 * B433	4 * B354	4 * B354	4 * B354	4 * B354	4 * B354

Group	D5-G8	D5-G9	D5-G10	D5-G11	D5-G12	No. 3
Main Springs	5 * D5-O	5 * D5-O	5 * D5-O	5 * D5-O	5 * D5-O	3 * D51-O
	5 * D6-I	5 * D6-I	5 * D8-I	5 * D8-I	5 * D5-I	3 * D61-I
	5 * D6B	5 * D6A	5 * D8A	5 * D8A	5 * D6B	3 * D61A
Side Springs	4 * NSC-1	4 * NSC-1	4 * NSC-1	4 * NSC-1	4 * B353	4 * B353-O
	4 * NSC-2	4 * B354	4 * B354	4 * NSC-2	4 * NSC-2	4 * B354-I

У даній таблиці терміни NSC-1, NSC-2, D8, D8A й D6B стосуються пружин нестандартного розміру, запропонованих авторами даного вина-

ходу. Властивості даних пружин наведені в таблиці 2a (основні пружини) і 2b (бічні пружини), разом із властивостями інших пружин таблиці 1.

Таблица 2а Параметры основных пружин

Main Springs	Free Height	Rate	Solid Height	Free to Solid	Capacity	Diameter	d – Wire Diameter
	(in)	(lbs/in)	(in)	(in)	(lbs)	(in)	(in)
D5 Outer	10.2500	2241.6	6.5625	3.6875	8266	5.500	0.9531
D5I Outer	10.2500	2980.6	6.5625	3.6875	10991	5.500	1.0000
D5 Inner	10.3125	1121.6	6.5625	3.7500	4206	3.3750	0.6250
D6 Inner	9.9375	1395.2	6.5625	3.3750	4709	3.4375	0.6563
D6I Inner	10.1875	1835.9	6.5625	3.6250	6655	3.4375	0.6875

Main Springs	Free Height	Rate	Solid Height	Free to Solid	Capacity	Diameter	d – Wire Diameter
	(in)	(lbs/in)	(in)	(in)	(lbs)	(in)	(in)
D6A Inner Inner	9.0000	463.7	5.6875	3.3125	1536	2.0000	0.3750
D6IA Inner Inner	10.0000	823.6	6.5625	3.4375	2831	2.0000	0.3750
D7 Outer	10.8125	2033.6	6.5625	4.2500	8643	5.5000	0.9375
D7 Inner	10.7500	980.8	6.5625	4.1875	4107	3.5000	0.6250
D6B Inner Inner	9.7500	575.0	6.5625	3.1875	1833	2.0000	0.3940
D8 Inner	9.5500	1395.0	6.5625	2.9875	4168	3.4375	0.6563
D8 Inner Inner	9.2000	575.0	6.5625	2.6375	1517	2.0000	0.3940

Таблиця 2b- Параметри бокових пружин

Side Springs	Free Height	Rate	Solid Height	Free to Solid	Solid Capacity	Coil Diameter	d - Wire Diameter
	(in)	(lbs/in)	(in)	(in)	(lbs)	(in)	(in)
B353 Outer	11.1875	1358.4	6.5625	4.6250	6283	4.8750	0.8125
B354 Inner	11.5000	577.6	6.5625	4.9375	2852	3.1250	0.5313
B355 Outer	10.7500	1358.8	6.5625	4.1875	5690	4.8750	0.8125
B356 Inner	10.2500	913.4	6.5625	3.6875	3368	3.1250	0.5625
B432 Outer	11.0625	1030.4	6.5625	4.5000	4637	3.8750	0.6719
B433 Inner	11.3750	459.2	6.5625	4.8125	2210	2.4063	0.4375
49427-1 Outer	11.3125	1359.0	6.5625	4.7500	6455		
49427-2 Inner	10.8125	805.0	6.5625	4.2500	3421		
B358 Outer	10.7500	1546.0	6.5625	4.1875	6474	5.0000	0.8438
B359 Inner	11.3750	537.5	6.5625	4.8125	2587	3.1875	0.5313
52310-1 Outer	11.3125	855.0	6.5625	4.7500	4061		
52310-2 Inner	8.7500	2444.0	6.5625	2.1875	5346		
11-1-0562 Outer	12.5625	997.0	6.5625	6.0000	5982		
11-1-0563 Outer	12.6875	480.0	6.5625	6.1250	2940		
NSC-1 Outer	11.1875	952.0	6.5625	4.6250	4403	4.8750	0.7650
NSC-2 Inner	11.5000	300.0	6.5625	4.9375	1481	3.0350	0.4580

У таблиці 3 наведений список параметрів візка для деяких розповсюджених типів візків, а також для типів візків, запропонованих авторами дійсного винаходу. У варіанті здійснення візка, позначеному як №1, застосовуються клинові гасителі коливань, розташовані прямокутником; первинний кут клинів дорівнює 45 град. (+/-), і

клини мають сталеві опорні поверхні. У варіанті здійснення візка, позначеному як №2, застосовуються клинові гасителі коливань, розташовані прямокутником; первинний кут клинів дорівнює 40 град. (+/-), і клини мають неметалічні опорні поверхні.

EMI64.1

Таблиця 3 - Параметри візків

	NACO Swing Motion	Barber S-2-E	Barber S-2-HD	ASF Super Service RideMaster	ASF Motion Control	No. 1	No. 2	No. 3 2:3:2
Main Springs	6 * D7-O	7*D5-O	6*D5-O	7 * D5-O	7 * D5-O	5 * D5-O	5 * D5-O	3*D51-O
	7 * D7-I	7 * D5-I	7* D6-I	7 * D5-I	5 * D5-I	5 * D8-I	5 * D6-I	3*D61-I
	4 * D6A		4* D6A	2 * D6A		5 * D8A	5 * D6A	3*D61-A
Side Springs	2*49427-1	2 * B353	2*B353	2 * 5062	2 * 5062	2*NSC-1	4 * B353	4* B353
	2*49427-2	2 * B354	2*B354	2 * 5063	2 * 5063	2 * B354	4 * B354	4* B354
k _{empty}	22414	27414	27088	26496	24253	17326	18952	22194
k _{loaded}	25197	27414	28943	27423	24253	27177	28247	24664
Solid	103,034	105,572	105,347	107,408	96,735	98,773	107,063	97,970
H _{Empty}	10.3504	9.9898	9.8558	10.0925	10.0721	9.9523	10.0583	10.0707
H _{Loaded}	7.9886	7.9562	7.8748	8.0226	7.7734	7.7181	7.9679	7.8033
k _w	4328	3872	3872	2954	2954	6118	7744	7744
k _w /k _{loaded}	17.18	14.12	13.38	10.77	12.18	22.51	27.42	31.40
Wedge α	45	32	32	37.5	37.5	45	40	45
F _D (down)	1549	3291	3291	1711	1711	2392	2455	2522
F _D (up)	1515	1742	1742	1202	1202	2080	2741	2079
Total F _D	3064	5033	5033	2913	2913	4472	5196	4601

У таблиці 3 дані по основним пружинами на-дані у форматі "кількість пружин / тип пружин". Наприклад, ASF Super Service Ride Master, в од-ному з варіантів здійснення винаходу, має 7 пружин D5 зовнішніх, 7 пружин D5 внутрішніх, уста-новлених усередині D5 зовнішніх, і 2 пружини D6A внутрішніх-внутрішніх, установлених усере-дині D5 внутрішніх середнього ряду (тобто, ряд уздовж осьової лінії надресорної балки). Також є 2 бічні пружини 5052 зовнішні, і 2 пружини 5063 внутрішні, установлені усередині 5062 зовнішніх. Бічні пружини будуть середніми елементами біч-них рядів під установленими по центру клинами гасителів коливань. k_{empty} відноситься до сумар-ної жорсткості комплексу у фунтах / дюйм для порожнього (тобто, не навантаженого) візка k_{loaded} відноситься до твердості пружин у фун-тах / дюйм для повністю навантаженого візка.

"Повне" позначає зусилля у фунтах, при яко-му пружини стискаються до кінця; Nerly стосуєть-ся висоти пружин порожнього вагона; Headed стосується висоти пружин у стані спокою при по-вністю навантаженому вагоні; k_w стосується су-марної жорсткості пружин під гасителями коли-вань.

k_w/k_{loaded} представляє відношення жорсткос-ті пружин під гасителями коливань до сумарної жорсткості комплексу в навантаженому стані, виражене у відсотках.

Під кутом клина розуміється первинний кут клина, виражений у градусах.

FD - сила тертя на стійці боковини. Наво-

диться для руху вверх і вниз, а в останньому ряд-ку наведена сума цих значень.

У різних варіантах здійснення візків, як, на-приклад, візок 22, пружне сполучення між кожною боковиною і відповідним кінцем надресорної бал-ки може включати розташовані прямокутником гасителі коливань і ресорний комплект за схемою 3 x 3, з однієї із груп пружин, описаних у таблиці 1. Ці групи можуть підпирати клини з первинними кутами, що лежать у діапазоні 30-60 град., або в більш вузькому діапазоні 35-55 град., або ще в більш вузькому діапазоні 40-50 град., які можуть мати величину 32, 36, 40 або 45 градусів. Клин-и можуть мати сталеві або модифіковані поверхні, як наприклад, неметалічні поверхні.

Клини й бічні пружини можуть бути підібрані таким чином, щоб забезпечити жорсткість бічних пружин, рівну 20 % або більше від сумарної жор-сткості ресорного комплексу. Жорсткість бічних пружин може становити 20-30 % сумарної жорст-кості комплексу. У деяких варіантах здійснення клини й бічні пружини можуть бути обрані таким чином, щоб забезпечити сумарну силу тертя га-сителів коливань комплексу менше 3000 фунтів для повністю навантаженого вагона при русі на-дресорної балки вниз. В інших варіантах здійс-нення арифметична сума сил тертя гасителів комплексу коливань при русі вгору й униз може бути менше 5500 фунтів.

У деяких варіантах здійснення, у яких засто-совуються гасителі коливань зі сталевими граня-ми, сума значень сил тертя гасителів коливань

при русі вгору і вниз може лежати в діапазоні 4000-5000 фунтів. У деяких варіантах здійснення величини сили тертя при русі надресорної балки вгору може лежати в діапазоні від 2/3 до 3/2 від величини сили тертя при русі вниз. У деяких варіантах здійснення співвідношення F_d (вгору) / F_d (вниз) може лежати в діапазоні від 3/4 до 5/4. У деяких варіантах здійснення співвідношення F_d (вгору) / F_d (вниз) може лежати в діапазоні від 4/5 до 6/5, і нарешті ще в одних варіантах здійснення, дані величини можуть бути приблизно рівні.

У деяких варіантах здійснення, у яких застосовуються неметалічні фрикційні поверхні, сума значень сил тертя при русі вгору і вниз може лежати в діапазоні 4000-5500 фунтів. У деяких варіантах здійснення, відношення величини сили тертя при русі надресорної балки вгору F_d (Up), до величини сили тертя при русі надресорної балки вниз F_d (Down) може лежати в діапазоні від 3/4 до 5/4, або в більш вузькому діапазоні від 0.85 до 1.15. Та, нарешті, зазначені клини можуть мати вторинний кут, величина якого може лежати в діапазоні від 5 до 15 градусів.

№№ 1 і 2

Винахідники вважають переважним сполучення параметрів, наведених в таблиці 3 у стовпчиках №1 і №2. У варіанті №1 сполучення клини / стійки боковини може реалізовуватися через пару тертя сталь / сталь. У варіанті №2 можуть застосовуватися неметалічні поверхні тертя, не схильні до стрибкоподібного руху, для яких підсумкові коефіцієнти статичного й динамічного тертя приблизно рівні. Коефіцієнт тертя фрикційної грані клина по стійці боковини може становити приблизно 0,3. Похилі поверхні клинів можуть також сполучатися з неметалічною опорною поверхнею й можуть бути також не схильні до стрибкоподібного руху. Коефіцієнти статичного й динамічного тертя похилих граней можуть бути приблизно рівні, і можуть становити приблизно 0,2. Дані клини можуть мати вторинний кут, і величина вторинного кута може становити приблизно 10 градусів.

№3

У деяких варіантах здійснення винаходу може застосовуватися схема компоновки ресорного комплексу 2:3 x 2. При такій схемі пружини гасителів коливань можуть розташовуватися прямокутником, у якому кожна пара пружин гасителів коливань не розділена проміжною основною пружиною, а знаходиться поруч, так само як і гасителі коливань можуть прилягати один до одного бічними гранями, або можуть бути розділені перегородкою або проставкою. Можлива наявність трьох основних пружин, розташованих по поздовжній осевій лінії надресорної балки. Дані пружини можуть бути нестандартними пружинами, і можуть включати зовнішні та внутрішні, і внутрішні пружини другого порядку, позначені відповідно D51-O, D61-1 й D61-A у таблицях 1, 2 й 3 вище. У варіанті №3 можливе застосування клинів з парою тертя сталь-сталь-сталь-сталь, у яких коефіцієнт кінетичного тертя по вертикальній грані може лежати в діапазоні 0.30-0.40, і мо-

же становити близько 0,38, а коефіцієнт кінетичного тертя по похилій грані може лежати в діапазоні 0.12-0.20, і може становити приблизно 0.15. Кут клина може знаходитися в діапазоні 45-60 градусів, або в більш вузькому діапазоні 50-55 град. У випадку, якщо використовується клин з кутом 50 (+/-) град., сили тертя при русі вгору і вниз можуть бути приблизно рівні (тобто, відрізнятися від середнього значення не більше ніж на 10 %), і можуть давати в сумі величину порядку 4600-4800 фунтів, можливо рівну приблизно 4700 фунтам (+/-50). У випадку, якщо використовується клин з кутом 55 (+/-) градусів, сили тертя при русі вгору і вниз можуть бути приблизно рівні (тобто, відрізнятися від середнього значення не більше ніж на 10 %), і можуть давати в сумі величину порядку 3700-4100 фунтів, можливо, рівну приблизно 3850-3900 фунтам.

Як альтернатива в інших варіантах застосовується схема компоновки ресорного комплексу 2:3 x 2, з неметалічними гранями клинів. Ці клини можуть характеризуватися коефіцієнтом кінетичного тертя вертикальної грані по стійці боковини в діапазоні 0.25 - 0.35, що може становити приблизно 0.30. Коефіцієнт динамічного тертя похилої грані може знаходитися в діапазоні від 0,08 до 0,15, може становити приблизно 0,10. Можливе застосування клинів з кутом 35-50 градусів. Кут клина може лежати в більш вузькому діапазоні від 40 до 45 градусів. В одному з варіантів здійснення можуть застосовуватися клини з кутом 40 градусів, для яких сили динамічного тертя при русі вгору і вниз мають значення, що відрізняються від середнього не більше ніж на 20 %, і чия сума може лежати в діапазоні від 5400 до 5800 фунтів, і може становити приблизно 5600 фунтів (+/-100).

У ще одному з варіантів здійснення можуть застосовуватися клини з кутом 45 градусів, для яких сили динамічного тертя при русі вгору і вниз мають значення, що відрізняються від середнього не більше ніж на 20 %, і чия сума може лежати в діапазоні приблизно від 440 до 4800 фунтів, і може становити приблизно 4600 фунтів (+/-100).

Варіанти сполучення і розміщення елементів

У даному описі наведені різні приклади розташування гасителів коливань і надставки підшипника. Немає необхідності описувати всі особливості одночасно, і цілком можливі різні сполучення елементів конструкції. Тому особливості варіантів здійснення винаходу, наведені на численних кресленнях, можуть бути змішані й скомбіновані без порушення або виходу з обсягу охорони винаходу. Для спрощення викладення будуть зроблені описи для кожного варіанта схеми компоновки пружин ресорного комплексу, але варто розуміти, що з ресорними комплектами схем 2 X 4, 3 X 3, 3:2:3, 2:3:2, 3 X 5 й інших можуть застосовуватися різноманітні конфігурації гасителів коливань. Аналогічно, можливі різні варіанти сполучення надставка підшипника / гніздо буксової щелепи, які були викладені вище. Є велика кількість можливих варіантів сполучення елементів конструкції й схем розміщення гасителів коливань і надставки підшипника. І варто па-

м'ятати, що різноманітні особливості можуть бути сполучені, і для цих варіантів не обов'язково наводити нові креслення й описи.

У різноманітних варіантах здійснення винаходу, описаних у даному документі, можуть застосовуватися пристрої самопідрулювання в сполученні з гасителями коливань, що характеризуються відсутністю або зниженою схильністю до стрибкоподібного руху. Для забезпечення самопідрулювання в них можуть застосовуватися прокладки "Pennsu pad", або інші еластомірні прокладки. Як альтернатива, можливе застосування двонаправленого хитного пристрою, що може включати качалку з опорною поверхнею складного профілю кривизни; деякі приклади подібних конструкцій викладені й описані вище. І нарешті, у різних варіантах здійснення винаходу, описаних у даному документі, може застосовуватися схема розміщення гасителів коливань у вигляді чотирикутника, що може включати опорні поверхні, не схильні до стрибкоподібного руху, у сполученні із пристроями самопідрулювання, і зокрема, із двонаправленими хитними пристроями самопідрулювання, як наприклад, качалка складного профілю кривизни.

У різноманітних варіантах здійснення візків, описаних у даному документі, можуть бути наведені встановлені зовні й усередині фрикційних накладок стійок боковини виступи надресорної балки. У варіанті здійснення винаходу, наведеному в даному документі, зазор між виступами й бічними стійками достатній для забезпечення запасу поперечного переміщення надресорної балки відносно колісних пар в обидва боки від нейтрального положення щонайменше на 3/4 дюйма, переважно більше 1 дюйма, або в діапазоні від 1 або 1 1/8 дюйма до приблизно 1 5/8 або 1 9/16 дюйма в обидва боки від нейтрального положення.

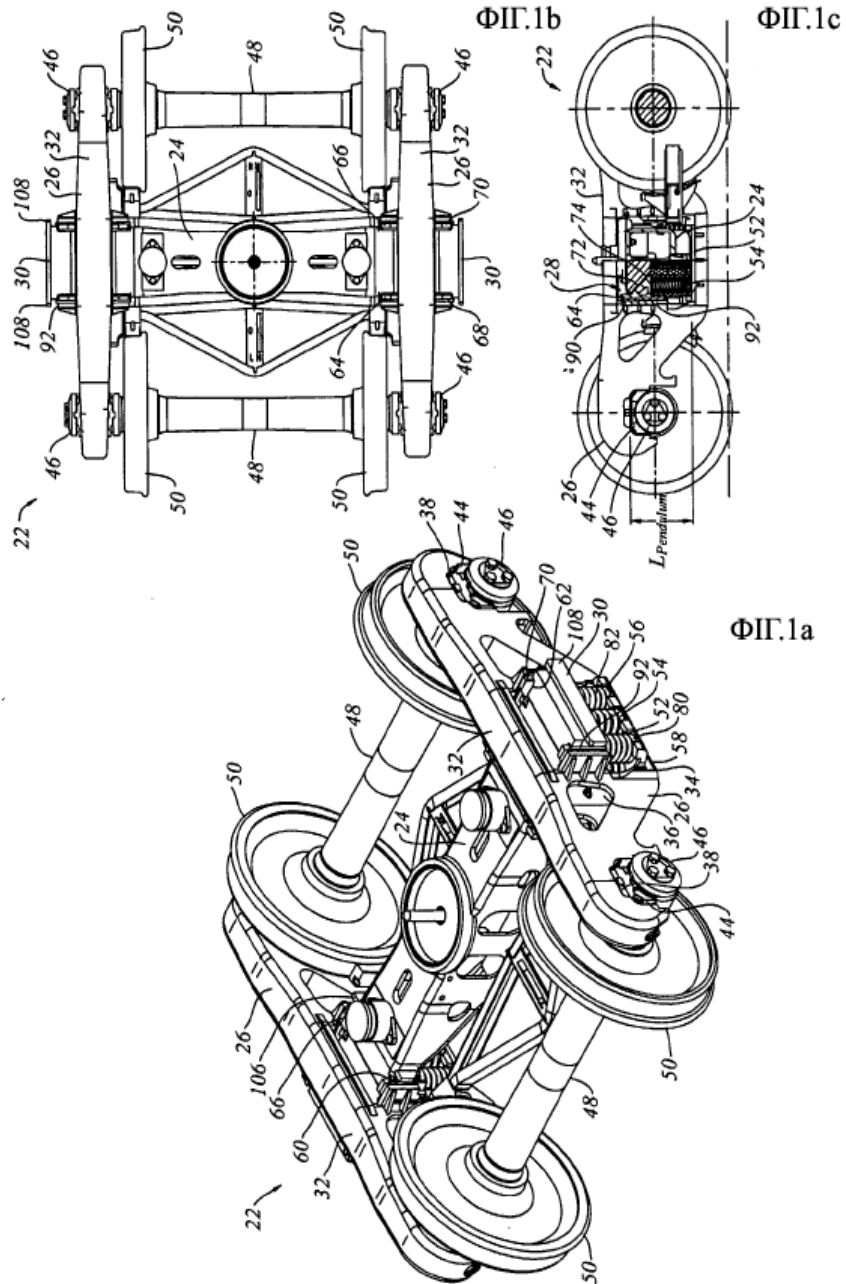
Автори винаходу є прихильниками варіанта здійснення, у якому застосовуються двонаправлена поверхня хитання складної кривизни, схема розташування гасителів коливань у вигляді прямокутника, із застосуванням гасителів коливань із фрикційними накладками зі зниженою схильністю або відсутністю схильності до стрибкоподібного руху, і з похилими гранями з відносно низькими фрикційними опорними поверхнями. Однак, можлива безліч варіантів сполучення елементів конструкції й розміщення особливостей, наведених у прикладах даного документа. Загалом, вважається кращим застосування конструкції, що забезпечує самодренаж, у порівнянні з конструкціями з поглибленнями, для яких потрібне виконання дренажного отвору.

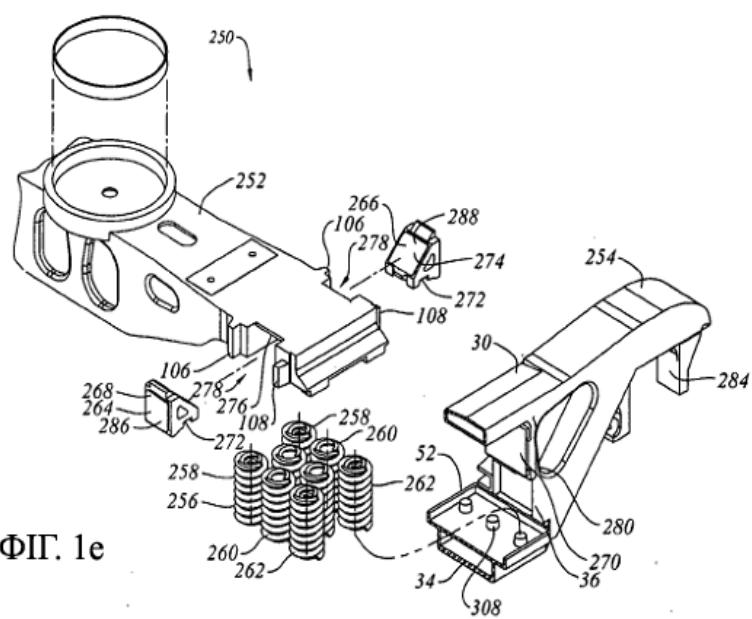
Для кожного з візків, наведених й описаних у даному документі, підсумкові ходові якості можуть залежати від взаємодії обраної схеми ресорного комплекту й фізичних властивостей, або від схеми гасителів коливань і властивостей, або від обох факторів, у сполученні з динамічними властивостями сполучення надставка підшипника / гніздо буксової щелепи. Переважно, щоб поперечна жорсткість боковини, що виступає в ролі маятника, була менше поперечної жорсткості на зсув ресорного комплекту. У залізничних вагонах на 110-тонних візках можливе застосування варіанта візків з вертикальною жорсткістю ресорного комплекту в діапазоні 16000-36000 фунтів / дюйм у сполученні з варіантом здійснення із двонаправленим сполученням надставка підшипника / гніздо буксової щелепи, описаним вище. В іншому варіанті здійснення винаходу вертикальна жорсткість ресорного комплекту може бути менше 12000 фунтів / дюйм на ресорний комплект, з горизонтальною жорсткістю на зсув менше 6000 фунтів / дюйм.

Схеми з подвійними гасителями коливань, описані вище, також можуть змінюватися й включати будь-який із чотирьох типів конструкції гасителів коливань, описаних на сторінці 715 Енциклопедії вагонів і локомотивів (1997), (інформація наведена як посилання), з відповідними структурними змінами для встановлення подвійних гасителів коливань, кожний з яких спирається на окрему пружину. Тобто, хоча раніше й були викладені й описані варіанти з похилою поверхнею гнізда надресорної балки й похилих клинів, що спираються на основні пружини, фрикційні колодки можуть бути горизонтальними, установленими на незалежних пружинах у гніздах самої надресорної балки, а не на основних пружинах. Як альтернатива, можлива установка фрикційних клинів у боковинах, з орієнтацією вверх або вниз.

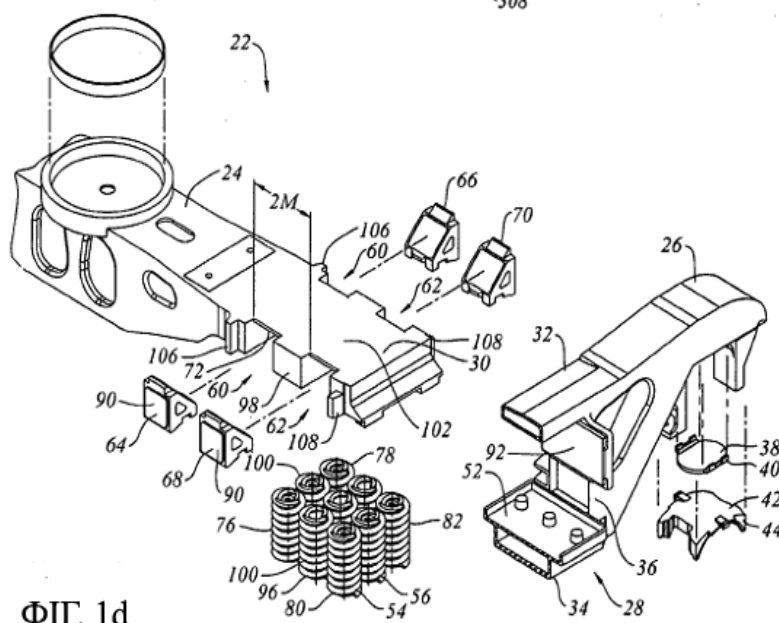
Варіанти здійснення візків, наведені й описані в даному документі, можуть змінюватися для забезпечення відповідності можливому характеру експлуатації. Характеристики візка значною мірою визначаються характером навантаження, колісною базою, жорсткістю пружин, схемою їхнього компонування, геометрією маятника, схемою розміщення гасителів коливань й їхньою геометрією.

Отже, вище докладно описані різноманітні варіанти здійснення винаходу. Внесення змін і додатків в описані переважні рішення може проводитися без порушення обсягу охорони винаходу, тому винахід не обмежений наведеними прикладами, а обмежений лише прикладеною формулою винаходу.

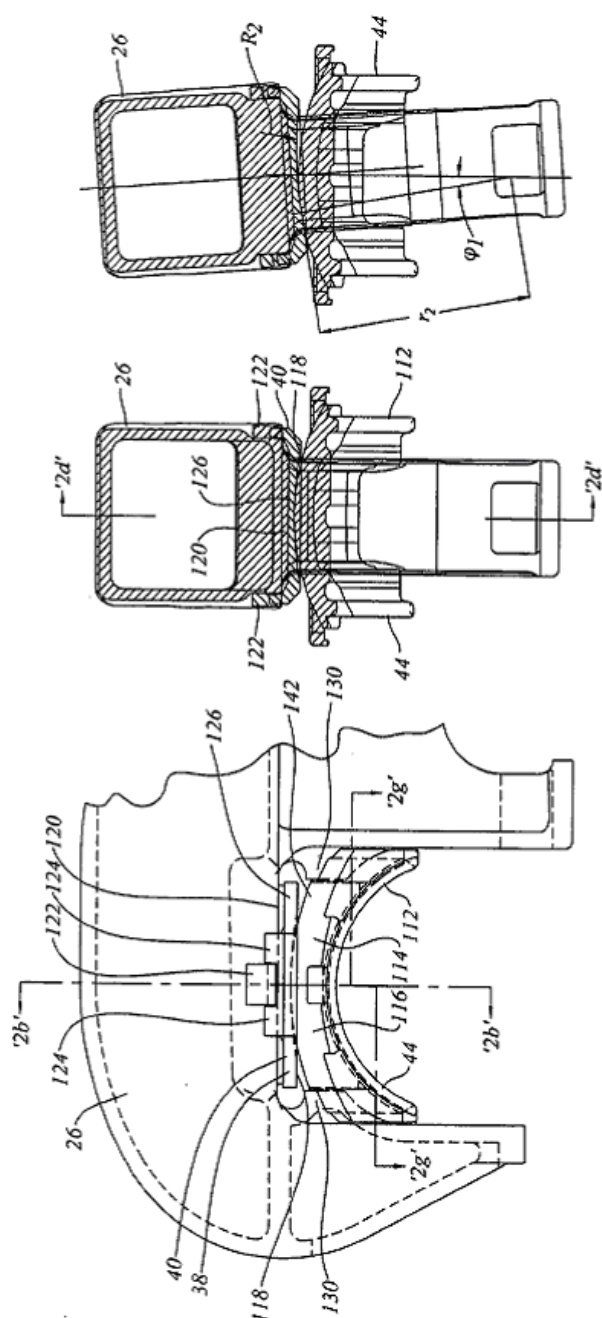




Фиг. 1e



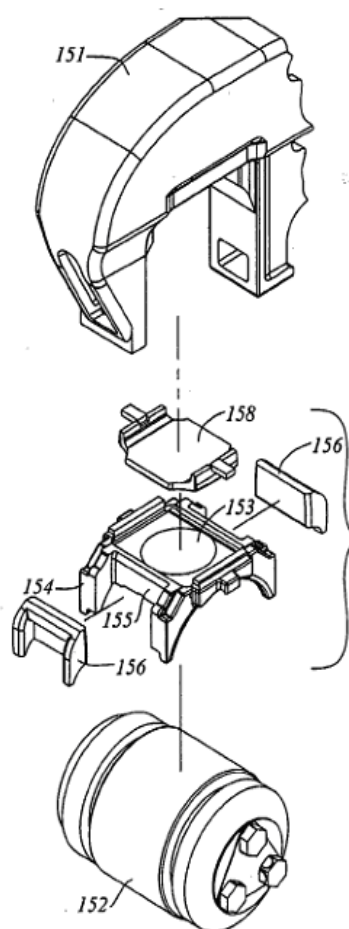
Фиг. 1d



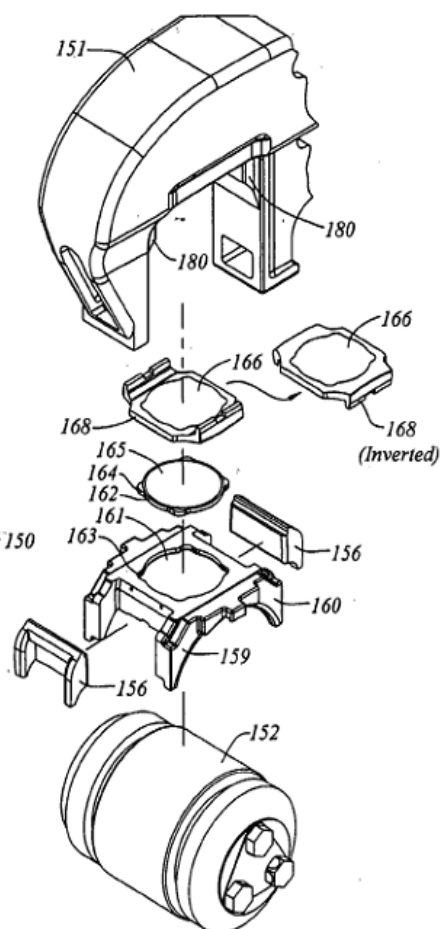
ΦΙΓ. 2c

ΦΙΓ. 2b

ΦΙΓ. 2α

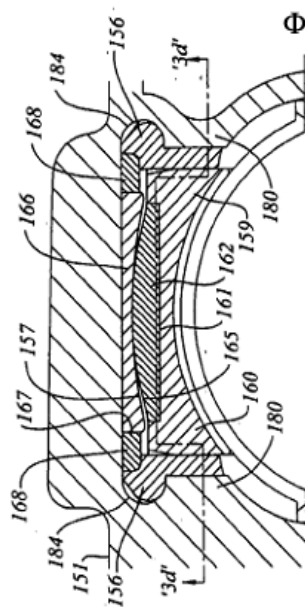


Фиг. 3a

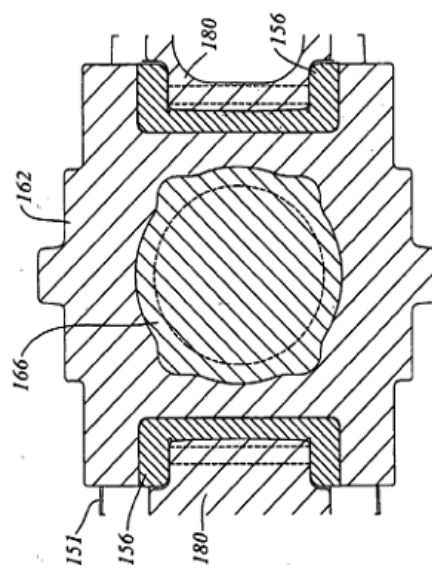


Фиг. 3b

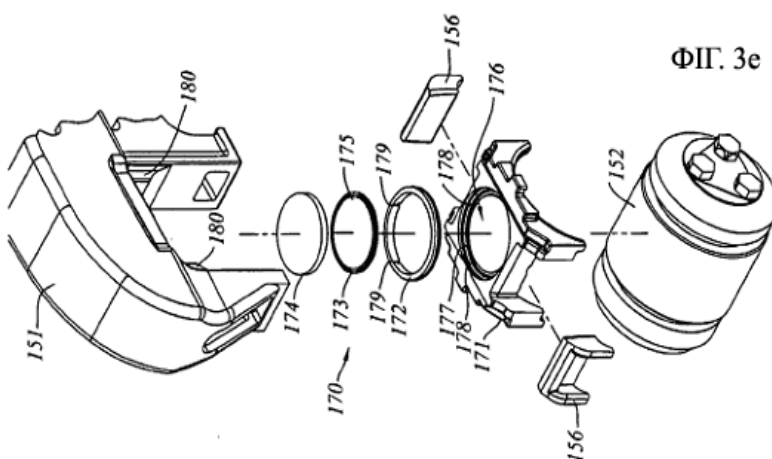
Фиг. 3c

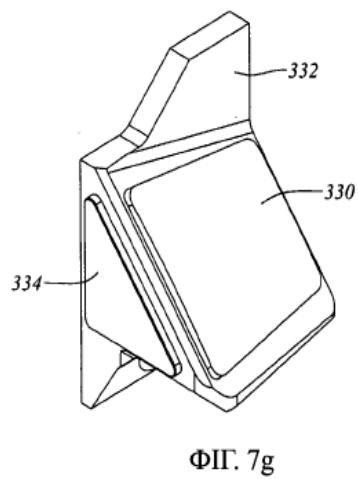
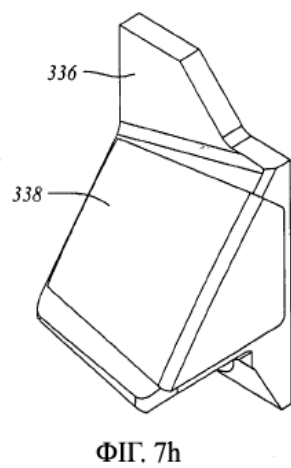
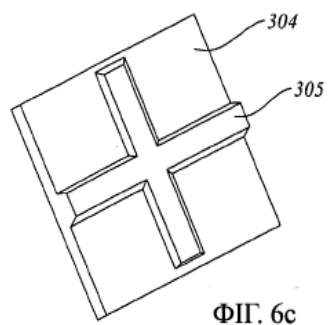
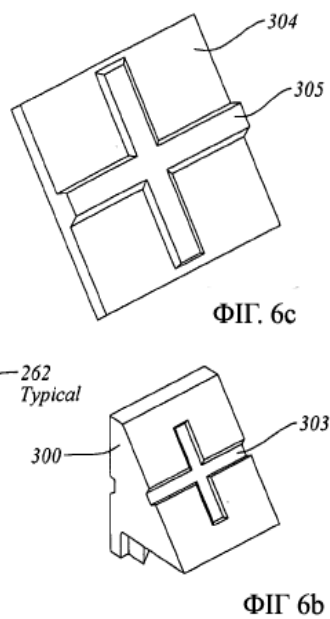
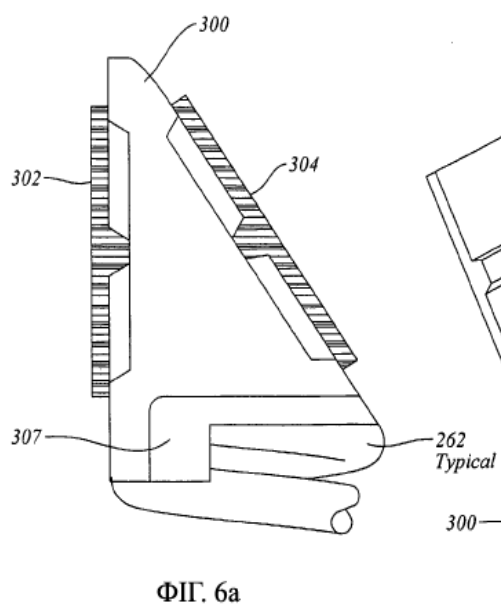


Фиг. 3d

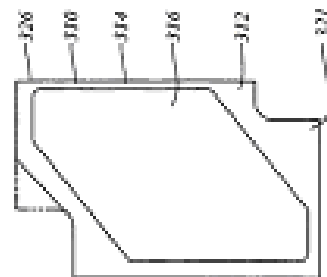


Фиг. 3e

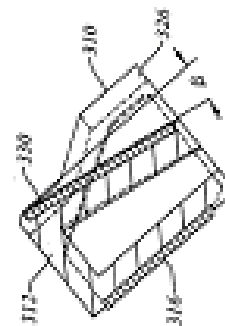




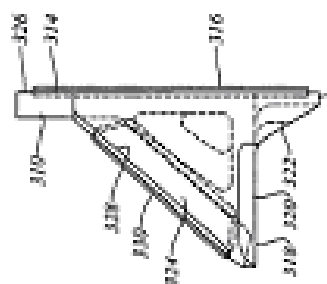
Фиг. 7а



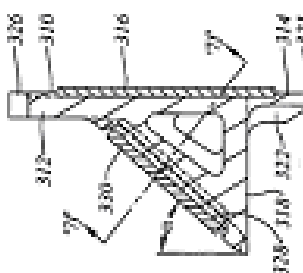
Фиг. 7f



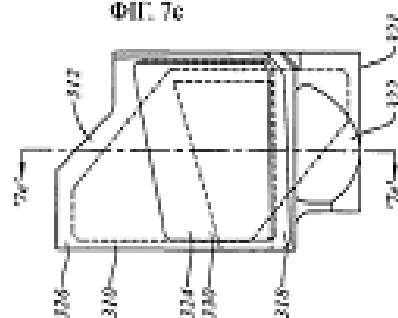
Фиг. 7b



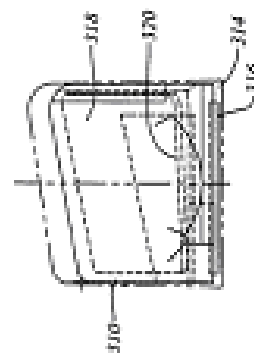
Фиг. 7e



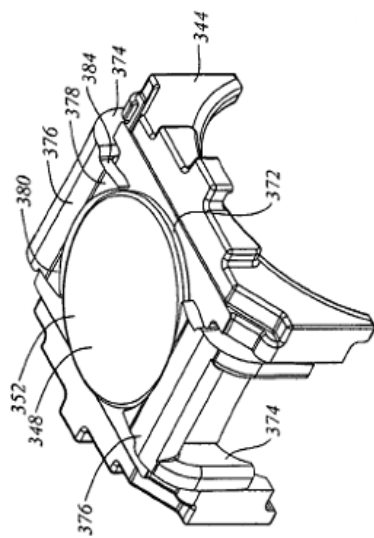
Фиг. 7c



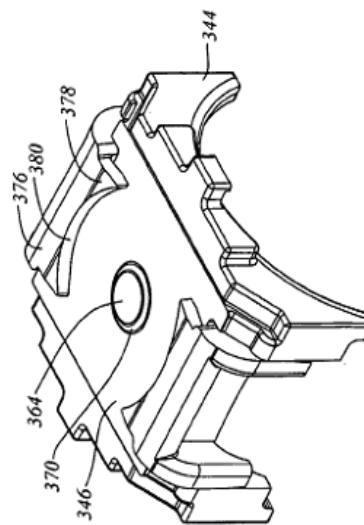
Фиг. 7d



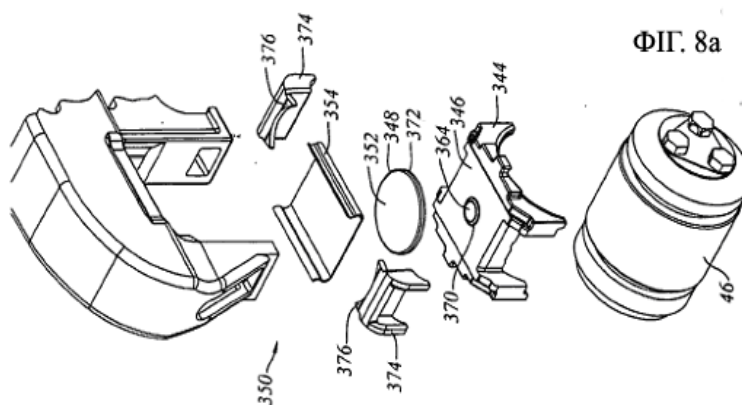
Фиг. 8b

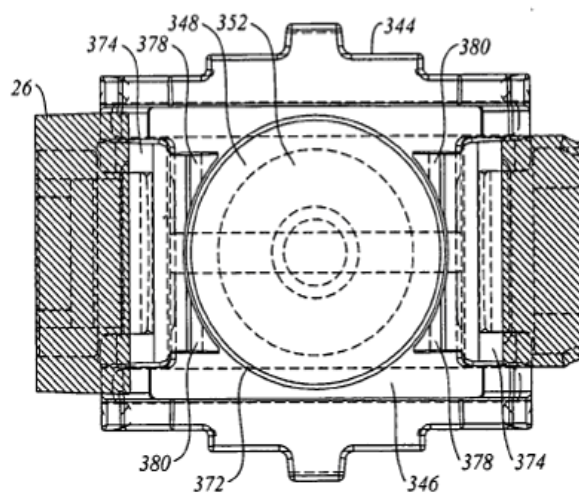
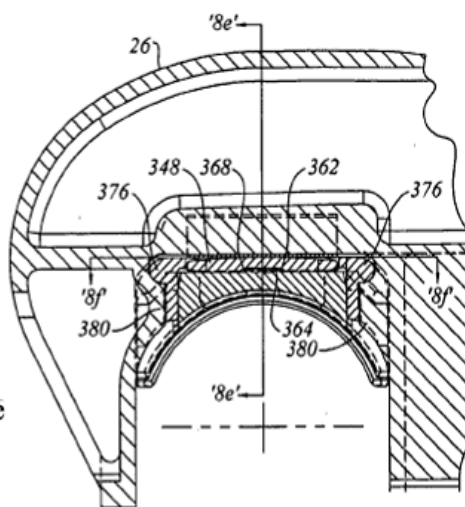
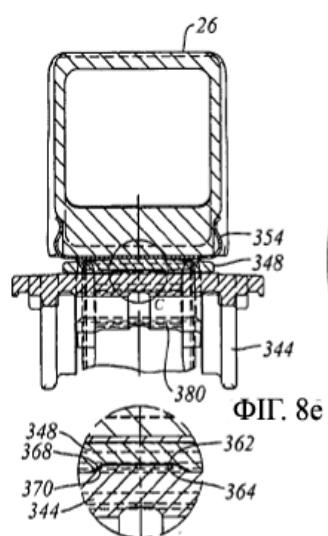


Фиг. 8c



Фиг. 8a





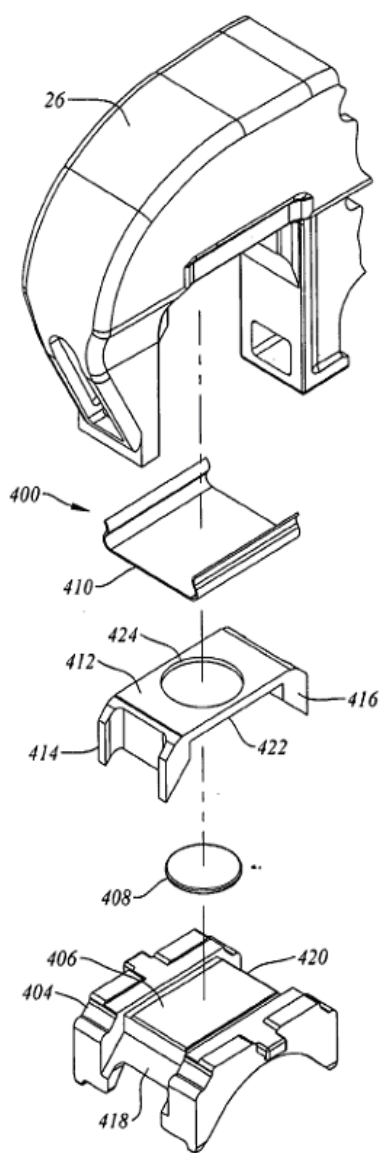


FIG. 9a

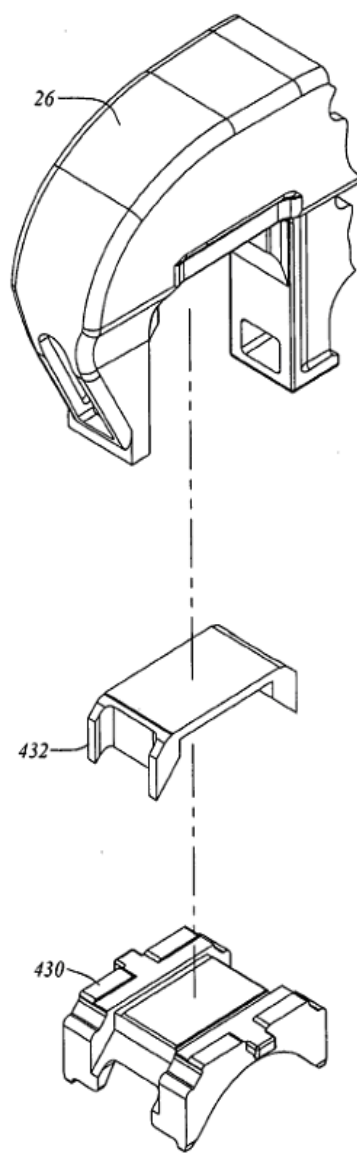
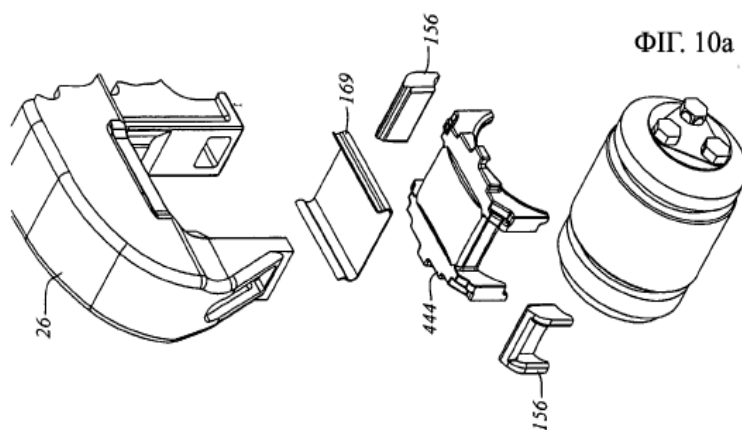
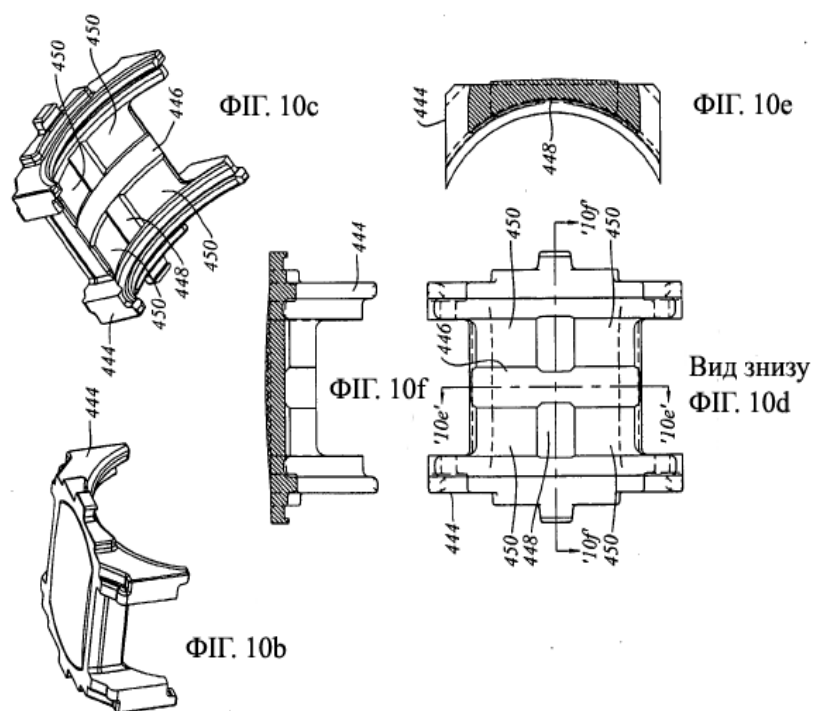


FIG. 9b



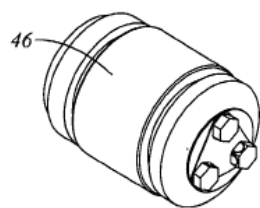
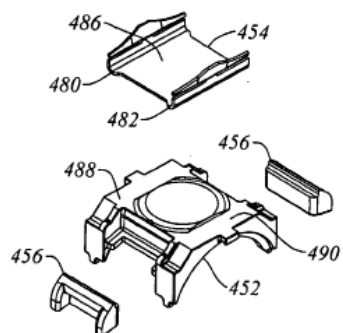
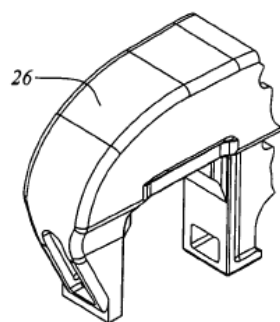


FIG. 11a

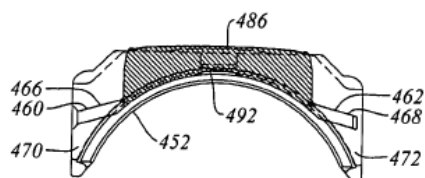


FIG. 11d

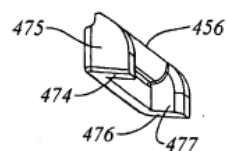
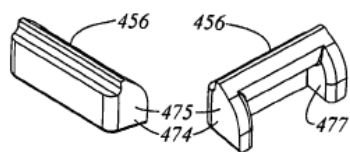


FIG. 11f

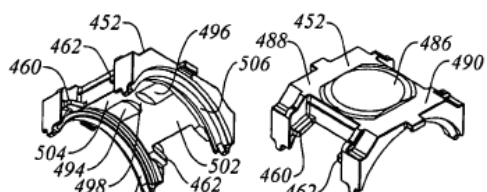


FIG. 11g

FIG. 11b

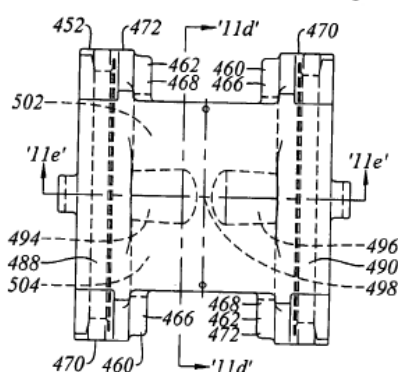


FIG. 11c

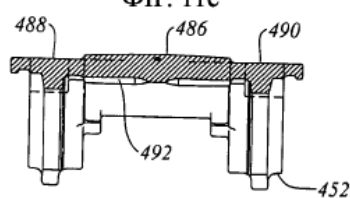
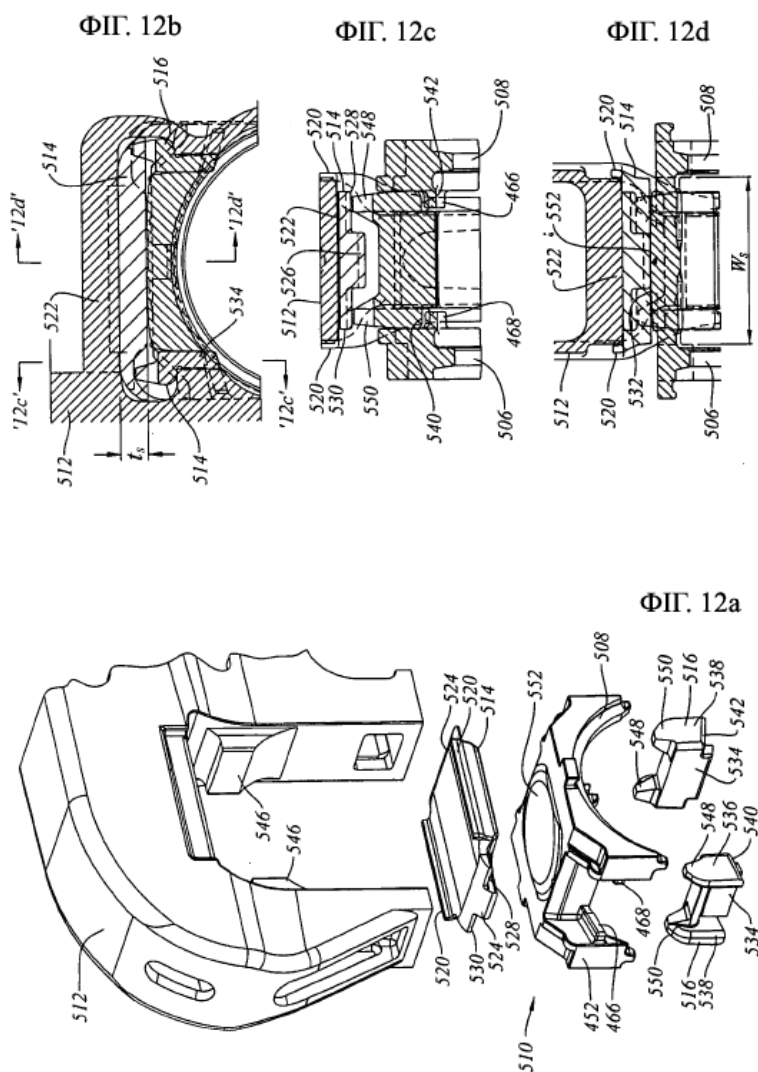
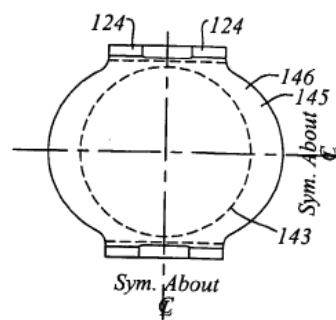
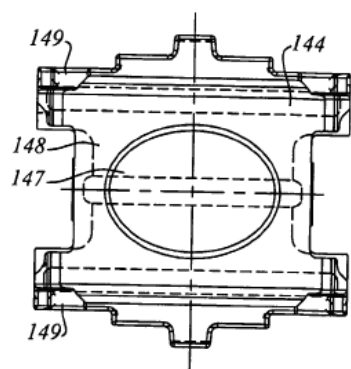
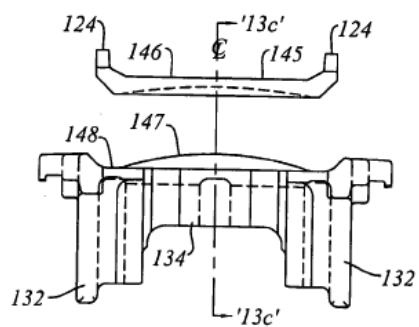


FIG. 11e

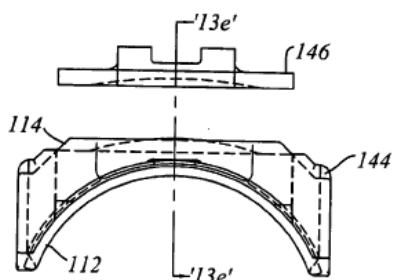




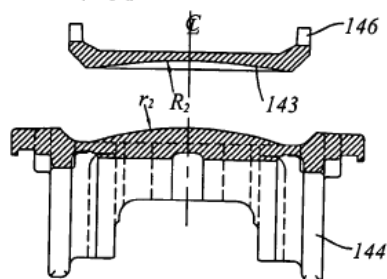
Фиг. 13a



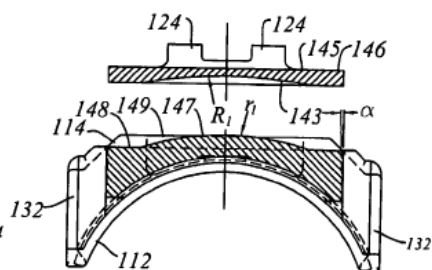
Фиг. 13d



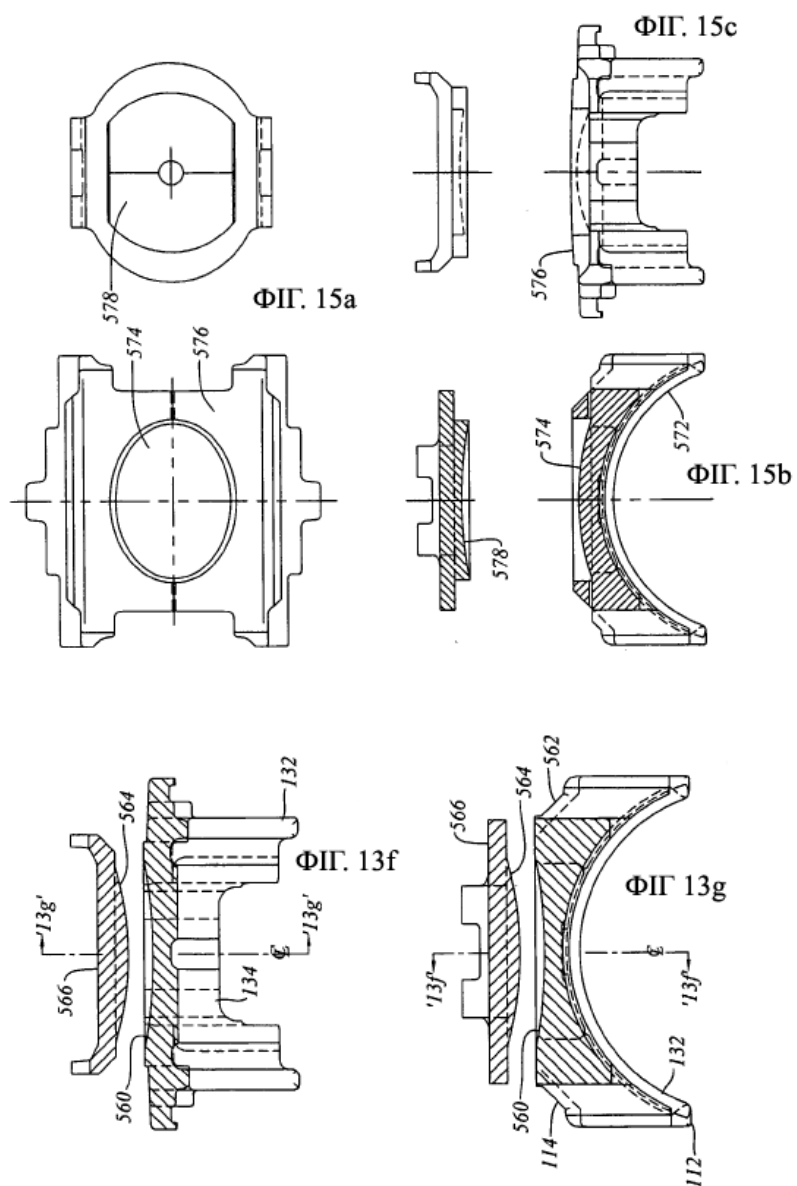
Фиг. 13b

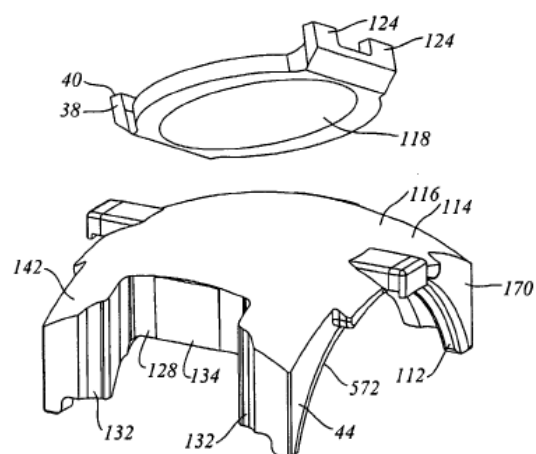


Фиг. 13e

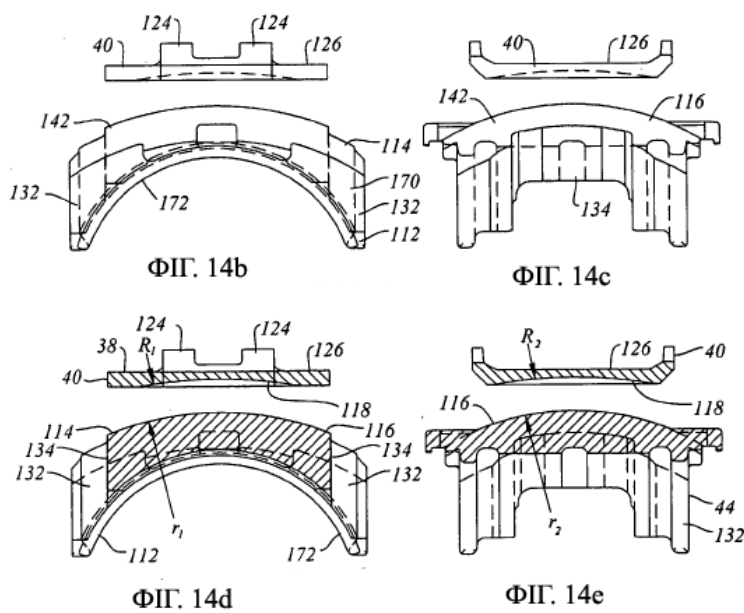


Фиг. 13c





Фиг. 14a



Фиг. 14d

Фиг. 14e

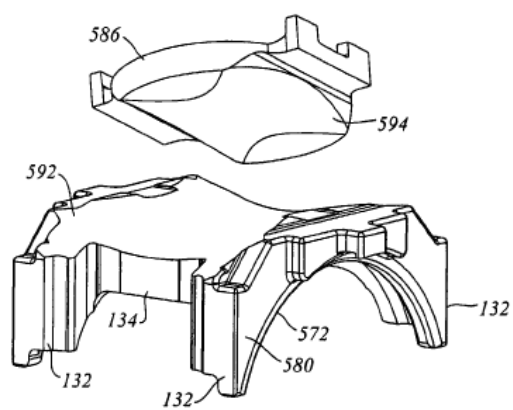


FIG. 16a

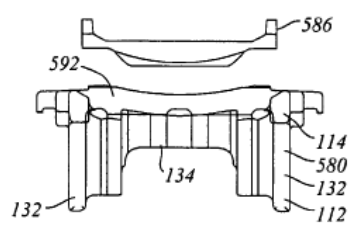


FIG. 16b

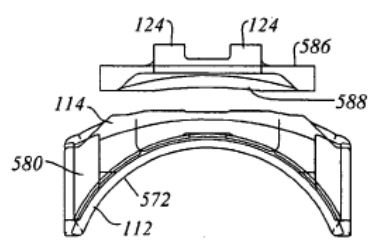


FIG. 16c

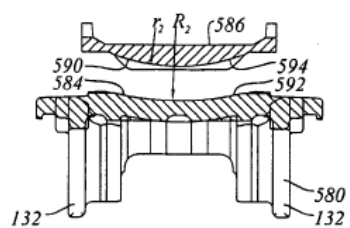


FIG. 16d

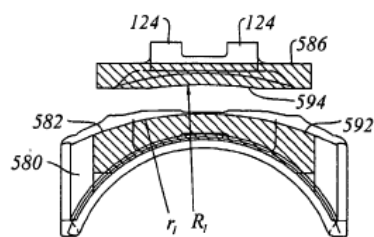
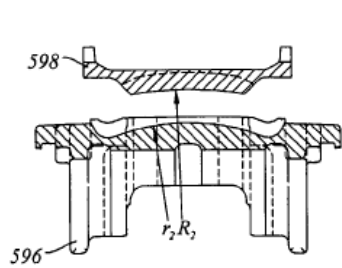
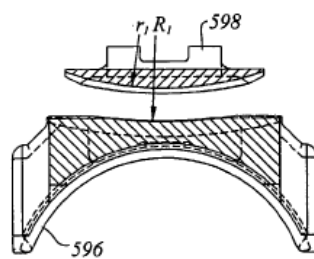


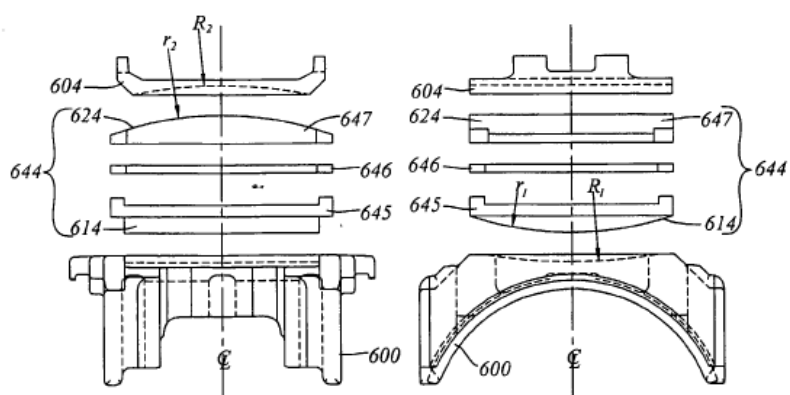
FIG. 16e



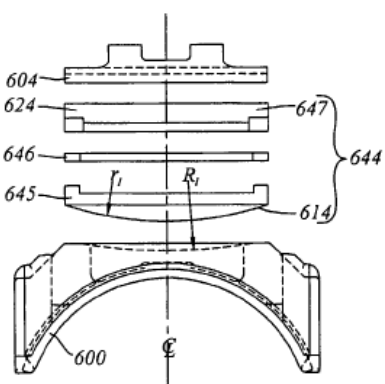
Фиг. 16f



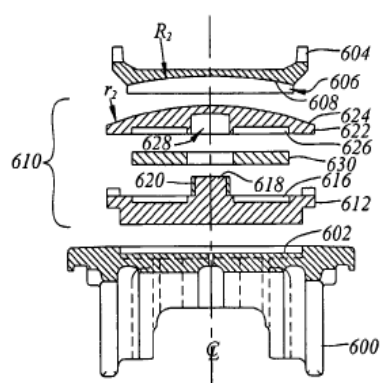
Фиг. 16g



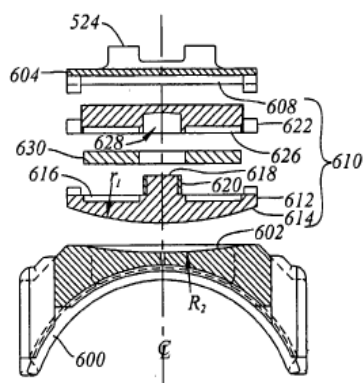
Фиг. 18a



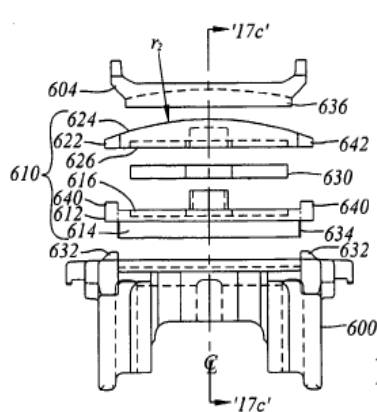
Фиг. 18b



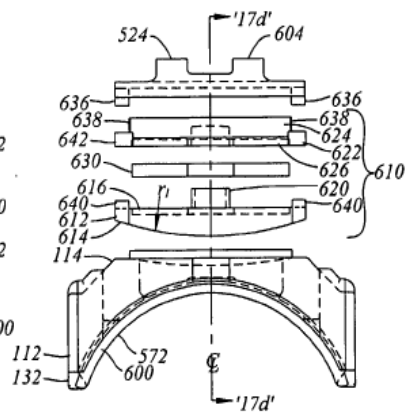
Фиг. 17d



Фиг. 17c

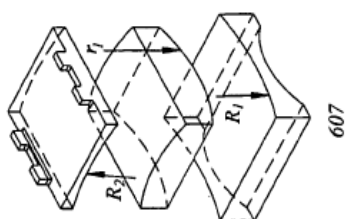


Фиг. 17b

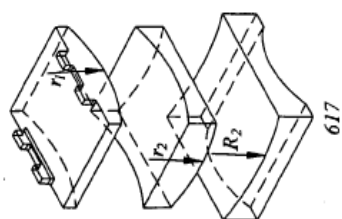


Фиг. 17a

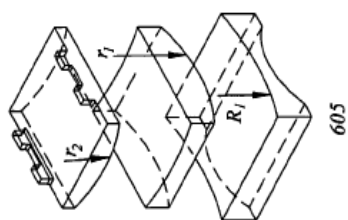
Фиг. 17e



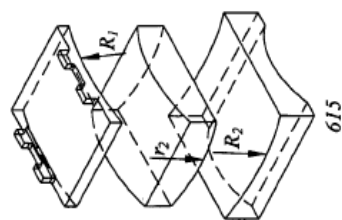
607



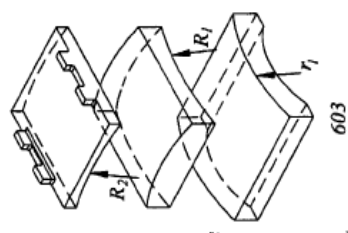
617



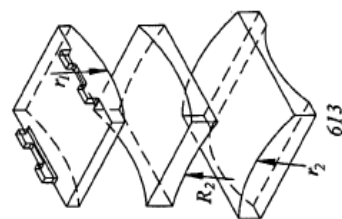
605



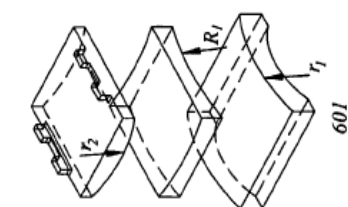
615



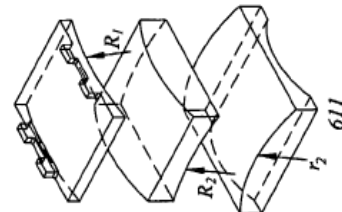
603



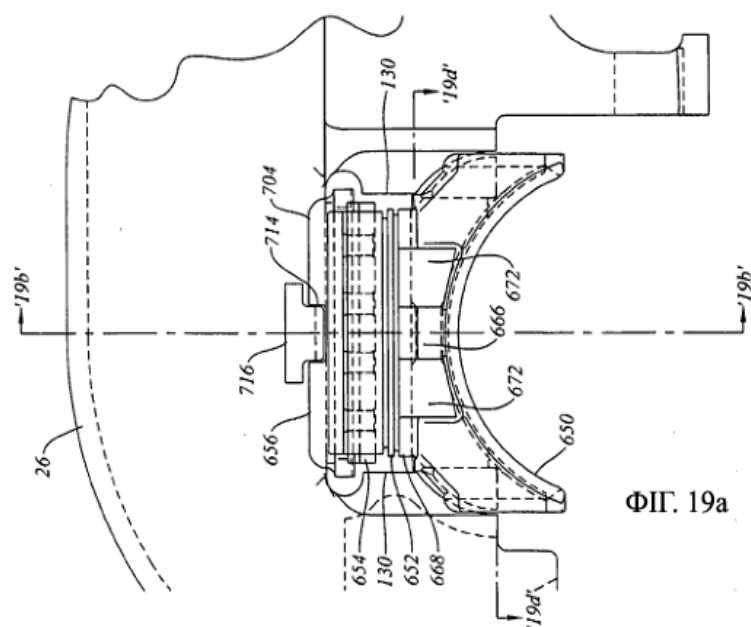
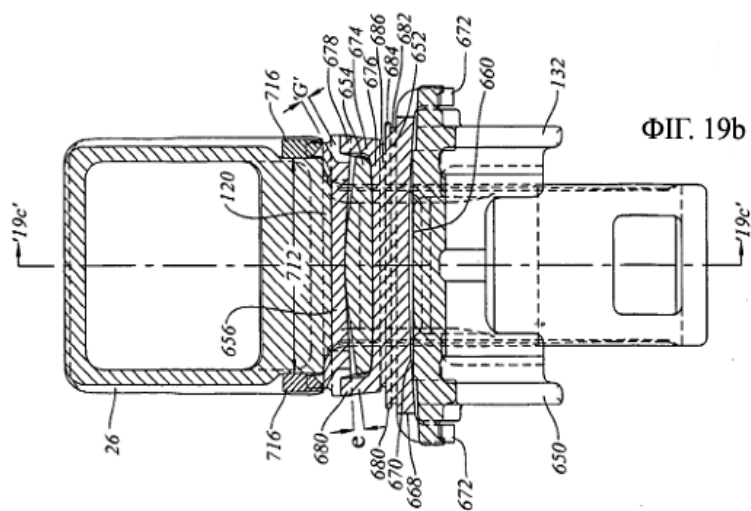
613

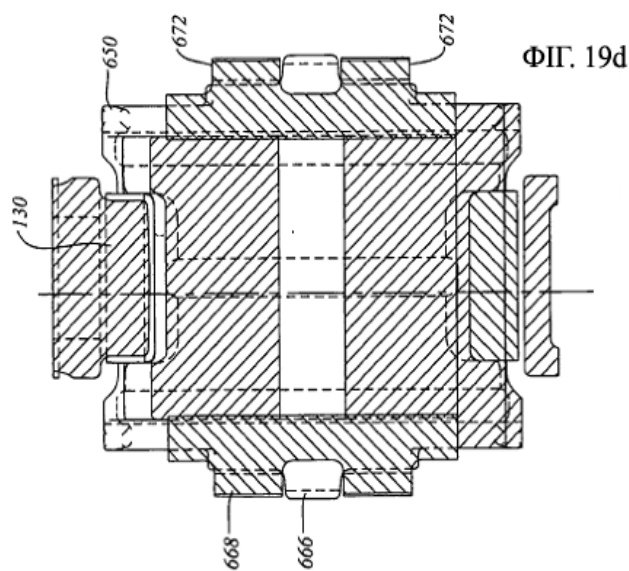
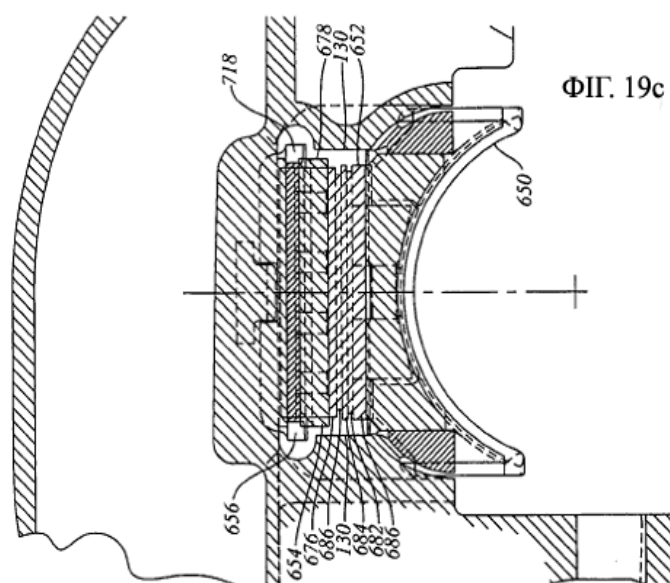


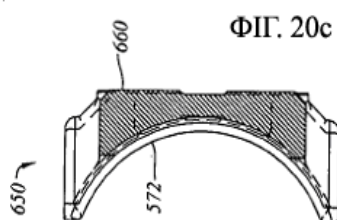
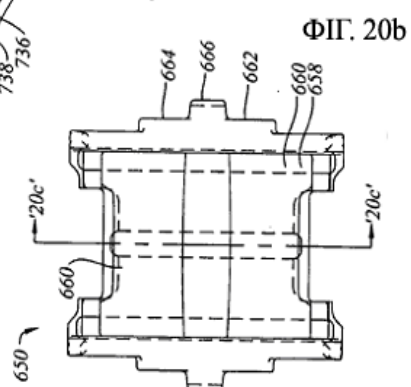
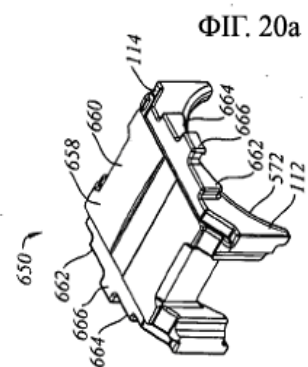
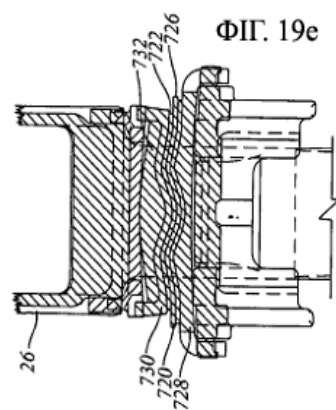
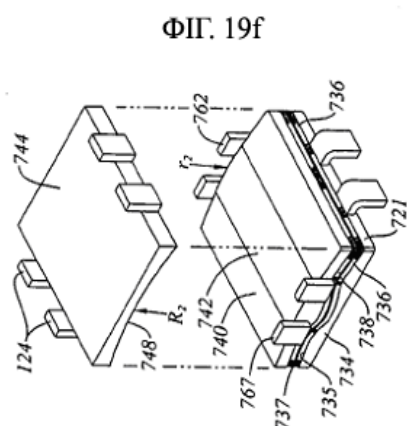
601

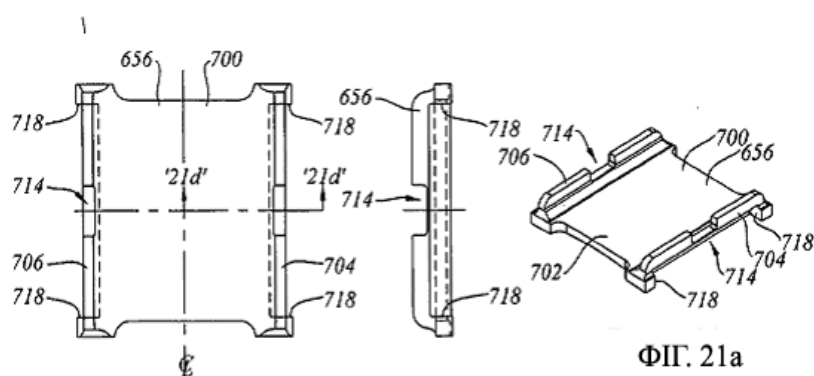


611





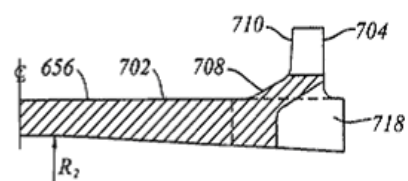




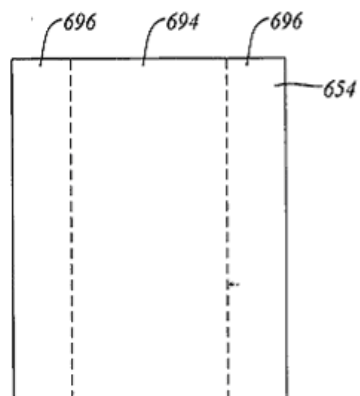
ΦП. 21b

ΦП. 21c

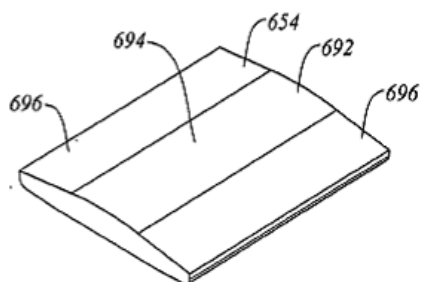
ΦП. 21a



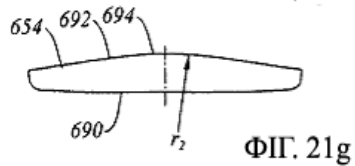
ΦП. 21 d



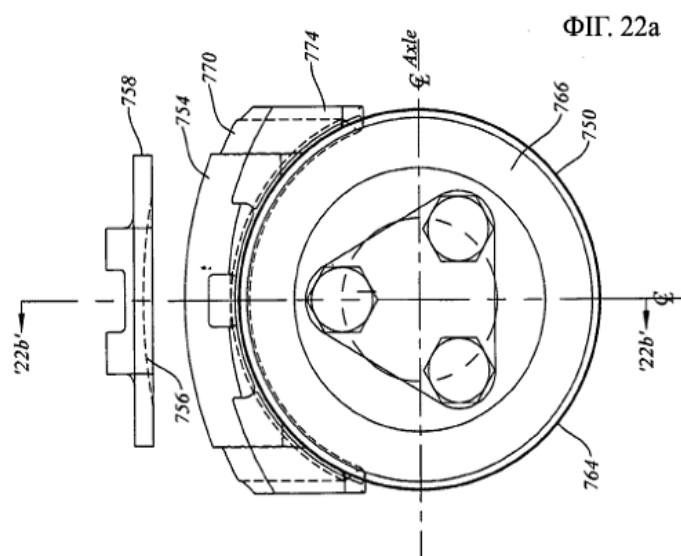
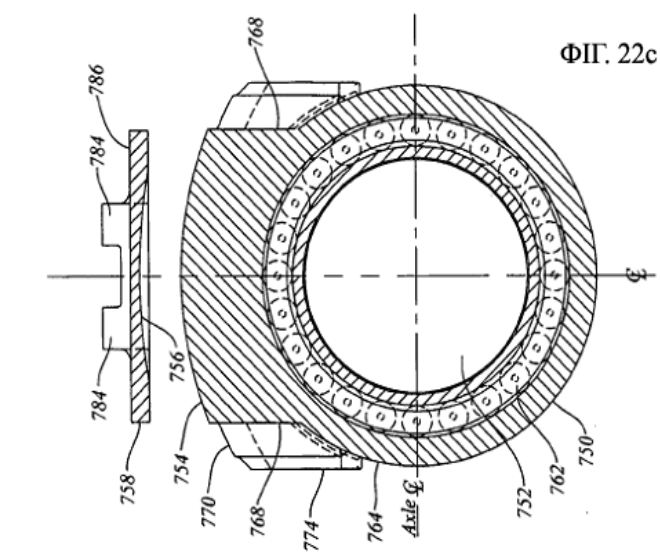
ΦП. 21f

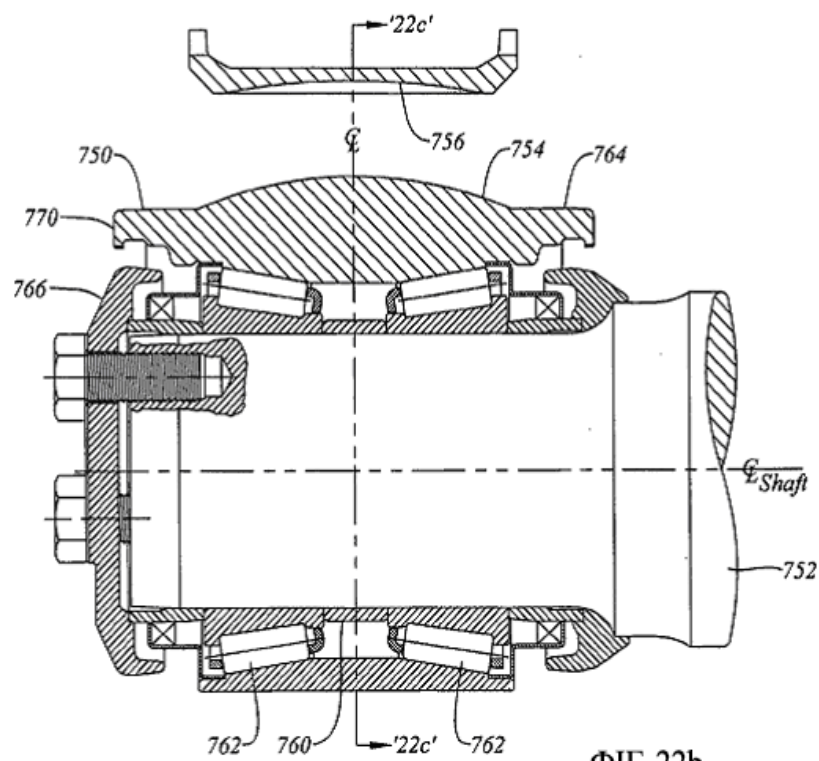


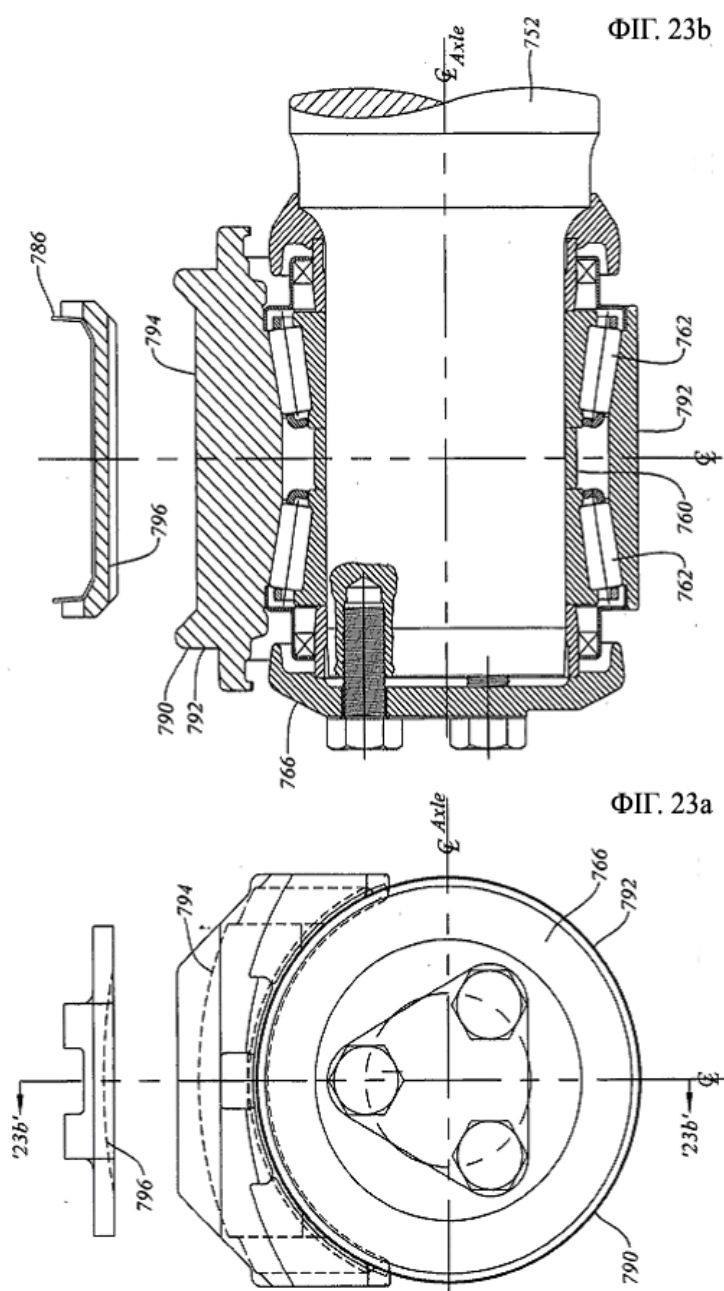
ΦП. 21e



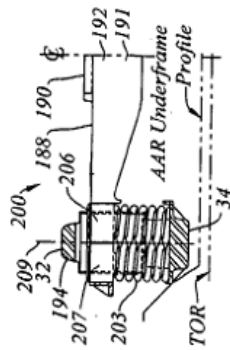
ΦП. 21g



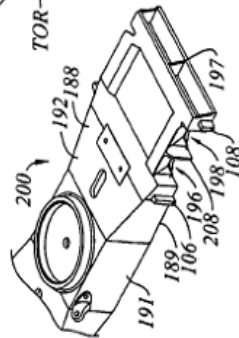




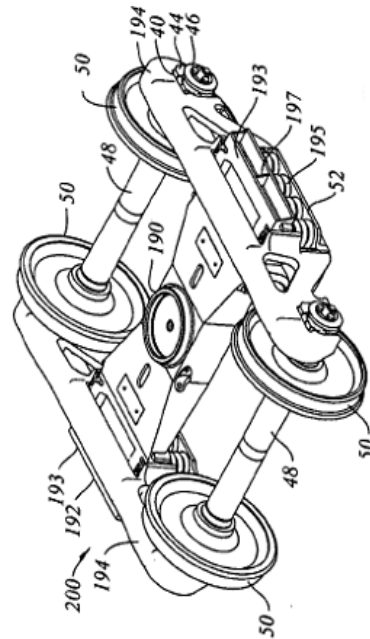
Фиг. 24d



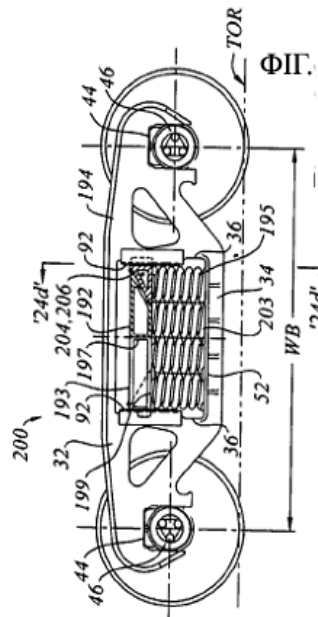
Фиг. 24e



Фиг. 24a



Фиг. 24b



Фиг. 24c

