(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202290951 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.07.04

(22) Дата подачи заявки
2019.10.22

(51) Int. Cl. ***B61F 5/34*** (2006.01)

(54) ФИТИНГИ КЛИНЬЕВ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ТЕЛЕЖКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВАГОНА

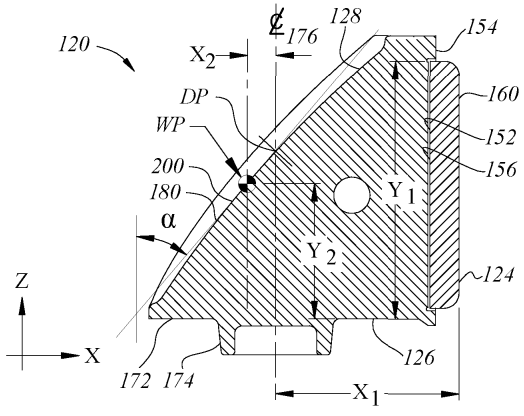
(86) **PCT/CA2019/051500**
(87) **WO 2021/077198 2021.04.29**

(71) Заявитель:
НЭШНЛ СТИЛ КАР ЛИМИТЕД (CA)

(72) Изобретатель:
Гематиан Джамал (CA)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Предложен клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона. Он имеет фрикционный элемент, который перемещается по пластине износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона. Он имеет неметаллическую поверхность износа; пружинное гнездо, которое при использовании взаимодействует с пружиной тележки железнодорожного вагона; и наклонную поверхность клина гасителя колебаний, имеющую первичный угол альфа и вторичный угол бета. Гнездо пружины имеет осевую центральную линию. Наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет кривизну. Кривизна имеет рабочую точку. Клин гасителя колебаний имеет базисную плоскость, которая перпендикулярна указанной неметаллической поверхности износа и которая содержит указанную осевую центральную линию. Осевая центральная линия пересекает указанную наклонную поверхность клина гасителя колебаний в точке пересечения, которая является центром пятна контакта. Рабочая точка расположена в центральной области пятна контакта или участка рабочей поверхности.



202290951 A1

202290951 A1

ФИТИНГИ КЛИНЬЕВ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ТЕЛЕЖКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВАГОНА

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к области фитингов гасителя колебаний для надрессорных балок тележек железнодорожных вагонов.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Проблема ходовых качеств железнодорожных грузовых вагонов существует уже много лет. Предыдущие попытки решить эту проблему представлены в WO 2005 005219 (Forbes и Hematian). Как поясняется в этой заявке, ходовые качества, как правило, включают в себя часто тонкую взаимосвязь динамических реакций во множестве степеней свободы на множестве взаимодействующих сопряжений.

Взаимосвязь между реакцией на саморуление в сопряжении между переходниками подшипников и буксовыми опорами боковой рамы и совпадающим боковым качательным перемещением в том сопряжении, а также реакцией в сопряжении между надрессорной балкой тележки и боковыми рамами способствует общим ходовым качествам, при этом демпфирование всех этих перемещений обеспечивается фрикционными гасителями колебаний. Чаще всего эти гасители колебаний имеют форму треугольных клиньев, установленных для работы между надрессорной балкой и колонками боковой рамы. Тип фрикционного сопряжения влияет на характеристики. То есть на протяжении многих лет трение обеспечивалось за счет скользящего взаимодействия стали (или чугуна) со сталью. Совсем недавно клинья гасителей колебаний использовались с неметаллическими рабочими поверхностями или накладками, которые опираются на пластины износа колонок боковой рамы.

Предполагалось, что сила, перпендикулярная фрикционной поверхности клина гасителя колебаний, может быть обоснованно аппроксимирована точечной нагрузкой в центре фрикционной поверхности или распределенной нагрузкой, которая либо имеет одинаковую величину по всей фрикционной поверхности, либо как распределение нагрузки, которая фактически имеет свой центр в середине фрикционной поверхности.

Это предположение могло быть адекватным для предыдущих приближений.

Однако более поздние наблюдения показали, что сила на фрикционной поверхности распределяется совершенно иначе, чем в предыдущем предположении. Другими словами, накладка имеет тенденцию к износу преимущественно на верхнем крае во время перемещения надрессорной балки вверх относительно боковой рамы, и на нижнем крае во время перемещения надрессорной балки вниз. Кроме того, хотя предполагалось, что распределение сил будет примерно одинаковым от клина гасителя колебаний к клину гасителя колебаний, фактическое наблюдение показывает, что распределение сил на передней поверхности клина фрикционного гасителя колебаний неожиданным образом чувствительно к производственным допускам и отклонениям на задней поверхности клина гасителя колебаний.

Там, где край неметаллической фрикционной накладки изношен, нижележащие металлические части могут иметь тенденцию к задиру и царапанию друг друга. Это скорее всего повлияет на характеристики тележки, что нежелательно.

Учитывая неудобство замены клиньев фрикционного гасителя колебаний нежелательно часто или с неожиданными интервалами, неопределенность изменения частей клина гасителя колебаний, изменчивость ходовых характеристик и неопределенность срока службы накладки износа вследствие такой изменчивости представляют собой проблему.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится к конструкции клина фрикционного гасителя колебаний, которая имеет неметаллическую фрикционную поверхность, взаимодействующую во время скользящего перемещения с пластиной износа колонки боковой рамы. Клин фрикционного гасителя колебаний имеет наклонную криволинейную поверхность, имеющую рабочую точку в определенном месте, которая взаимодействует с соответствующим карманом надрессорной балки. Расположение рабочей точки таково, что когда она взаимодействует с карманом надрессорной балки, обеспечено более равномерное распределение нагрузки на фрикционную поверхность.

В одном аспекте изобретения обеспечен клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона. Клин гасителя колебаний образован с возможностью взаимодействия с карманом надрессорной балки, который имеет первичный угол альфа

гасителя колебаний и вторичный угол бета гасителя колебаний. Клин гасителя колебаний имеет фрикционный элемент, который при использовании подвижно взаимодействует с поверхностью износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона. Фрикционный элемент имеет неметаллическую поверхность износа. Имеется гнездо пружины, которое при использовании взаимодействует с пружиной тележки железнодорожного вагона. Имеется наклонная поверхность клина гасителя колебаний, имеющая первичный угол альфа и вторичный угол бета. Наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет кривизну. Кривизна имеет рабочую точку WP. Гнездо пружины имеет осевую центральную линию. Клин гасителя колебаний имеет базисную плоскость, которая перпендикулярна неметаллической поверхности износа и которая содержит осевую центральную линию. Осевая центральная линия пересекает наклонную поверхность клина гасителя колебаний в точке пересечения. Рабочая точка расположена в центральной области наклонной поверхности клина гасителя колебаний, примыкающей к указанной базисной плоскости, ниже по склону от точки пересечения.

Одним признаком этого аспекта является то, что рабочая точка смещена от неметаллической поверхности износа фрикционного элемента на расстояние в диапазоне от $^{1}/_{8}$ дюйма до $^{5}/_{8}$ дюйма дальше, чем осевая центральная линия. Согласно другому признаку, рабочая точка смещена от неметаллической поверхности износа фрикционного элемента на расстояние в диапазоне от $^{1}/_{4}$ дюйма до $^{3}/_{4}$ дюйма дальше, чем осевая центральная линия. Согласно еще одному признаку, неметаллическая поверхность износа смещена от осевой центральной линии на первое расстояние x_1; рабочая точка смещена от центральной линии на второе расстояние x_2; а отношение x_1:x_2 находится в одном из диапазонов: (a) от 21:2 до 21:8; и (b) от 10:3 до 40:3. Согласно еще одному признаку, указанное отношение составляет около 5:1. Согласно другому признаку, неметаллическая поверхность износа имеет общую высоту y_1, а рабочая точка находится в диапазоне от $^{3}/_{8}$ y_1 до $^{5}/_{8}$ y_1 по высоте неметаллической поверхности износа.

Согласно еще одному признаку, кривизна представляет собой составную кривизну. Согласно дополнительному признаку, кривизна наклонной поверхности является сферической. Согласно еще одному признаку, кривизна имеет радиус кривизны менее 35 дюймов. Согласно другому признаку, указанный радиус находится в диапазоне от 15 дюймов до 30 дюймов. Согласно еще одному признаку, угол альфа находится в диапазоне от 30° до 50°. Согласно другому признаку, угол бета находится в диапазоне от 5° до 20°. Согласно другому признаку, наклонная поверхность имеет участок рабочей поверхности, или пятно контакта, который имеет радиус менее 2 дюймов.

Согласно еще одному признаку, клин гасителя колебаний имеет первую и вторую торцевые стенки; наклонная поверхность расположена между первой и второй торцевыми стенками, а базисная плоскость расположена посередине между первой и второй торцевыми стенками. Согласно другому признаку, наклонная поверхность проходит к первой и второй торцевым стенкам. Согласно другому признаку, клин гасителя колебаний включает в себя внутреннюю перегородку, проходящую между наклонной поверхностью клина гасителя колебаний и фрикционным элементом, а рабочая точка выровнена с внутренней перегородкой. Согласно другому признаку, рабочая точка расположена вдоль базисной плоскости. Согласно другому признаку, клин гасителя колебаний по меньшей мере частично полый. Согласно другому признаку, клин гасителя колебаний включает в себя монтажную скобу.

Согласно другому признаку, гнездо пружины включает в себя выступающий вниз выступ, размер которого обеспечивает возможность его соосного расположения внутри пружины тележки железнодорожного вагона. Согласно другому признаку, клин гасителя колебаний используется в сборке с пружинной группой тележки железнодорожного вагона. Пружинная группа имеет пружину гасителя колебаний, установленную с возможностью взаимодействия с гнездом пружины для гасителя колебаний. Имеется по меньшей мере первая основная пружина. Первая пружина гасителя колебаний имеет большую свободную высоту, чем первая основная пружина. Согласно еще одному признаку, гнездо пружины образовано в нижней стенке клина гасителя колебаний; клин гасителя колебаний имеет скругленные в задней части углы, радиус которых превышает 1/4 ширины клина гасителя колебаний, а наклонная поверхность клина гасителя колебаний заканчивается на наружном крае по меньшей мере одного из скругленных углов. Согласно еще одному признаку, в наборе для одного конца надрессорной балки тележки имеются четыре клина гасителя колебаний, при этом указанные четыре клина гасителя колебаний включают в себя два клина гасителя колебаний с левосторонним углом бета, а два клина гасителя колебаний имеют правосторонний угол бета. Согласно другому признаку, клин гасителя колебаний выполнен в возможностью сборки с карманом надрессорной балки.

Согласно еще одному признаку, имеется тележка железнодорожного вагона, которая имеет сборку клина гасителя колебаний и по меньшей мере одного устройства саморуления. Согласно другому признаку, устройство для саморуления включает в себя коромысло, расположенное между буксовой опорой боковой рамы и подшипником оси

колесной пары. Согласно еще одному признаку, тележка железнодорожного вагона имеет боковую раму, установленную с возможностью качания в боковом направлении из стороны в сторону, при этом боковая рама имеет коэффициент $k_{pendulum}$ жесткости при боковом качании; тележка железнодорожного вагона имеет надрессорную балку, установленную на пружинных группах, причем пружинные группы имеют коэффициент $k_{springshear}$ боковой жесткости, при этом $k_{pendulum}$ меньше чем $k_{springshear}$.

Согласно другому аспекту изобретения, обеспечен клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона. Клин гасителя колебаний выполнен с возможностью взаимодействия с карманом надрессорной балки, имеющим первичный угол альфа гасителя колебаний и вторичный угол бета гасителя колебаний. Клин гасителя колебаний имеет фрикционный элемент, который при использовании подвижно взаимодействует с поверхностью износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона. Фрикционный элемент имеет неметаллическую поверхностью износа. Имеется гнездо пружины, которое при использовании взаимодействует с пружиной тележки железнодорожного вагона. Имеется наклонная поверхность клина гасителя колебаний, при этом наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет первичный угол альфа, вторичный угол бета и кривизну. Кривизна имеет рабочую точку, в которой наклонная поверхность взаимодействует с карманом надрессорной балки в состоянии покоя. Гнездо пружины имеет осевую центральную линию. Клин гасителя колебаний имеет базисную плоскость, которая перпендикулярна неметаллической поверхности износа и которая содержит осевую центральную линию. Осевая центральная линия пересекает наклонную поверхность клина гасителя колебаний в точке пересечения. Клин гасителя колебаний имеет первую торцевую поверхность и вторую торцевую поверхность. Первая и вторая торцевые поверхности расположены на расстоянии друг от друга и противоположны друг другу. Базисная плоскость расположена посередине между первой и второй торцевыми поверхностями. Рабочая точка расположена в центральной области, определенной рядом с базисной плоскостью ниже по склону от точки пересечения. Согласно другому признаку, радиус кривизны в базисной плоскости составляет менее 30 дюймов. Согласно еще одному признаку, клин гасителя колебаний имеет первую и вторую торцевые поверхности. Базисная плоскость определена в средней точке между первой и второй торцевыми поверхностями. Клин гасителя колебаний асимметричен.

Признаки, перечисленные в отношении предшествующего аспекта изобретения, также применимы в отношении предыдущего аспекта.

Согласно еще одному аспекту, обеспечен клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона. Клин гасителя колебаний имеет размер, обеспечивающий возможность его посадки в соответствующем кармане надрессорной балки тележки железнодорожного вагона. Клин гасителя колебаний имеет корпус. Корпус имеет фрикционную поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с колонкой боковой рамы тележки железнодорожного вагона. Фрикционная поверхность имеет неметаллическую поверхность износа. Корпус имеет гнездо пружины, имеющее размер, обеспечивающий возможность его сопряжения с верхним концом пружины тележки железнодорожного вагона. Корпус имеет наклонную поверхность, которая образована с возможностью взаимодействия с соответствующей наклонной поверхностью кармана надрессорной балки. Наклонная поверхность имеет первичный угол клина гасителя колебаний и вторичный угол клина гасителя колебаний. Наклонная поверхность имеет кривизну. Корпус имеет первую боковую поверхность и противоположную вторую боковую поверхность, а также центральную плоскость, расположенную между первой боковой поверхностью и второй боковой поверхностью. Первая боковая поверхность больше второй боковой поверхности. Центральная плоскость перпендикулярна фрикционной поверхности. Центральная плоскость пересекает наклонную поверхность. Наклонная поверхность имеет рабочую точку, расположенную на центральной плоскости.

Признаки, перечисленные в отношении предшествующих аспектов изобретения, также применимы к предыдущему аспекту.

Согласно еще одному аспекту, обеспечен клин гасителя колебаний, выполненный с возможностью взаимодействия с карманом надрессорной балки тележки железнодорожного вагона. Клин гасителя колебаний имеет наклонную поверхность, имеет первичный угол альфа и вторичный угол бета. Наклонная поверхность имеет выпуклую наружу составную поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с карманом надрессорной балки в рабочей точке. Вторичный угол бета определяет направление бокового смещения клина гасителя колебаний. Клин гасителя колебаний имеет фрикционную поверхность, которая при использовании взаимодействует с поверхностью износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона. Фрикционная поверхность имеет неметаллическую поверхность износа. Фрикционная поверхность имеет проходящую через нее перпендикулярную плоскость. Перпендикулярная плоскость при использовании также проходит в направлении перемещения клина гасителя колебаний вверх и вниз. Перпендикулярная плоскость также центрирована в середине ширины неметаллической поверхности износа. Рабочая точка

лежит на перпендикулярной плоскости. Признаки, перечисленные в отношении предшествующих аспектов изобретения, также применимы к предыдущему аспекту.

Согласно другому аспекту изобретения, обеспечен клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона, при этом клин гасителя колебаний образован с возможностью взаимодействия с соответствующим карманом надрессорной балки, имеющим первичный угол альфа гасителя колебаний и вторичный угол бета гасителя колебаний. Клин гасителя колебаний имеет фрикционный элемент, который при использовании подвижно взаимодействует с поверхностью износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона. Фрикционный элемент имеет неметаллическую поверхностью износа. Имеется гнездо пружины, которое при использовании взаимодействует с пружиной тележки железнодорожного вагона. Клин гасителя колебаний имеет наклонную поверхность клина гасителя колебаний. Наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет первичный угол клина гасителя колебаний и вторичный угол клина гасителя колебаний. Наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет кривизну. Кривизна имеет рабочую точку. Гнездо пружины имеет осевую центральную линию. Клин гасителя колебаний имеет базисную плоскость, которая перпендикулярна неметаллической поверхности износа и которая содержит осевую центральную линию. Осевая центральная линия пересекает наклонную поверхность клина гасителя колебаний в точке пересечения. Точка пересечения является центром пятна контакта рабочей поверхности, которое имеет радиус менее 1,5 дюйма. Рабочая точка расположена на пятне контакта рабочей поверхности.

Признаки, перечисленные в отношении предшествующих аспектов изобретения, также применимы к предыдущему аспекту.

Согласно другому аспекту, обеспечен клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона. Он имеет фрикционную поверхность, которая при использовании взаимодействует с пластиной износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона. Он имеет гнездо пружины, которое при использовании взаимодействует с пружиной, причем гнездо пружины имеет осевое направление. Он имеет наклонную поверхность, которая при использовании взаимодействует с соответствующей поверхностью кармана надрессорной балки тележки железнодорожного вагона. Имеется базисная плоскость, перпендикулярная фрикционной поверхности. Базисная плоскость параллельна осевому направлению гнезда пружины. Наклонная поверхность имеет сферическую дугу и радиус кривизны. Наклонная поверхность имеет

первичный угол клина гасителя колебаний и поперечный вторичный угол клина гасителя колебаний. Наклонная поверхность имеет рабочую точку, которая в состоянии равновесия взаимодействует с карманом надрессорной балки в точке катящегося контакта. Радиус кривизны наклонной поверхности имеет начало, лежащее с одной стороны базисной плоскости. Радиус проходит через указанное начало и рабочую точку. Радиус отклоняется от базисной плоскости под углом скашивания, причем угол скашивания является вторичным углом клина гасителя колебаний, когда указанный радиус рассматривается в плоскости, ориентированной под первичным углом клина гасителя колебаний.

Согласно признаку этого аспекта, осевое направление гнезда пружины лежит в базисной плоскости, и рабочая точка также лежит в базисной плоскости. Согласно другому признаку, радиус кривизны находится в диапазоне от 15 дюймов до 30 дюймов. Согласно другому признаку, радиус кривизны находится в диапазоне 20 дюймов +/- 1 дюйм. Согласно другому признаку, рабочая точка смещена от неметаллической поверхности износа фрикционного элемента на расстояние в диапазоне от 1/8 дюйма до 5/8 дюйма дальше, чем осевая центральная линия. В другом признаке рабочая точка смещена от неметаллической поверхности износа фрикционного элемента на расстояние в диапазоне от /4 дюйма до $^3/_4$ дюйма дальше, чем осевая центральная линия. В ещё одном признаке неметаллическая поверхность смещена от осевой центральной линии на первое расстояние x_1; рабочая точка смещена от центральной линии на второе расстояние x_2; а отношение x_1:x_2 находится в одном из диапазонов: (a) от 21:2 до 21:8; и (b) от 10:3 до 40:3. Согласно другому признаку, соотношение составляет 5:1. Согласно еще одному признаку, осевая центральная линия пересекает указанную наклонную поверхность в базисной точке. Базисная точка лежит в базисной плоскости. Рабочая точка расположена менее чем в 1 дюйме от базисной точки. Признаки предыдущих аспектов изобретения также применимы к вышеизложенному аспекту.

Эти и другие аспекты и признаки изобретения могут быть понятны со ссылкой на следующее описание и с помощью иллюстраций.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Принципы изобретения могут быть лучше понятны со ссылкой на сопроводительные чертежи, предоставленные для иллюстрации приведенного для

примера варианта реализации или вариантов реализации, включающих принципы и аспекты настоящего изобретения, на которых:

На ФИГ. **1a** показан вид в изометрии примера варианта реализации тележки железнодорожного вагона согласно одному аспекту настоящего изобретения;

На ФИГ. **1b** показан вид сверху тележки железнодорожного вагона по ФИГ. **1a**;

На ФИГ. **1c** показан вид сбоку тележки железнодорожного вагона по ФИГ. **1a**;

На ФИГ. **1d** показано покомпонентное изображение части тележки по ФИГ. **1a**;

На ФИГ. **2a** показан вид в изометрии сзади и сверху клина гасителя колебаний, используемого в тележке по ФИГ. **1a**;

На ФИГ. **2b** показан вид снизу и сзади клина гасителя колебаний по ФИГ. **2a**;

На ФИГ. **2c** показан вид клина гасителя колебаний по ФИГ. **2a** спереди и сверху;

На ФИГ. **2d** показано покомпонентное изображение клина гасителя колебаний по ФИГ. **2c** с накладкой износа перед установкой;

На ФИГ. **3a** показан вид спереди клина гасителя колебаний по ФИГ. **2a**;

На ФИГ. **3b** показан вид сзади клина гасителя колебаний по ФИГ. **3a**;

На ФИГ. **3c** показан большой вид сбоку клина гасителя колебаний по ФИГ. **3a**;

На ФИГ. **3d** показан небольшой вид сбоку клина гасителя колебаний по ФИГ. **3a**;

На ФИГ. **3e** показан вид сверху клина гасителя колебаний по ФИГ. **3a**;

На ФИГ. **3f** показан вид в разрезе по вертикальной центральной плоскости гнезда пружины, обозначенном сечением '**3f–3f**' на ФИГ. **3a**;

На ФИГ. **3g** показан вид в разрезе в горизонтальной плоскости, обозначенном сечением '**3g–3g**' на ФИГ. **3a**;

На ФИГ. **3h** показана плоскость сечения, взятая по сферическому радиусу через рабочую точку, как обозначено сечением '**3h–3h**' на ФИГ. **3c**;

На ФИГ. **4a** показан вид сбоку в частичном разрезе конца боковой рамы тележки железнодорожного вагона по ФИГ. **1a**;

На ФИГ. **4b** показан вид в разрезе через боковую раму по сечению '**4b–4b**' на ФИГ. **4a**;

На ФИГ. **4c** показан вид в разрезе по ФИГ. **4b**, отклоненный в боковом направлении при качательном перемещении;

На ФИГ. **4d** показан вид в разрезе в продольном направлении через узел буксового гнезда и переходника подшипника боковой рамы на ФИГ. **4a** по сечению '**4d–4d**' на ФИГ. **4b**;

На ФИГ. **4e** показан узел буксового гнезда и переходника подшипника по ФИГ. **4c** в положении, отклоненном в продольном направлении;

На ФИГ. **5a** показан покомпонентный вид в изометрии боковой рамы по ФИГ. **4a** с подшипником, переходником подшипника и амортизаторами переходника подшипника;

На ФИГ. **5b** показана нижняя сторона переходника подшипника по ФИГ. **5a**;

На ФИГ. **6a** показан вид в изометрии одного из амортизаторов по ФИГ. **5a**;

На ФИГ. **6b** показан противоположный вид в изометрии амортизатора по ФИГ. **6a**;

На ФИГ. **6c** показан вид спереди амортизатора по ФИГ. **6a**;

На ФИГ. **6d** показан вид снизу амортизатора по ФИГ. **6a**; и

На ФИГ. **6e** показан вид в разрезе амортизатора по ФИГ. **6c**, взятый по сечению '**6e–6e**' на ФИГ. **6c**.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Следующее описание и описанные в нем варианты реализации предоставлены для иллюстрации примера или примеров конкретных вариантов реализации принципов, аспектов или признаков настоящего изобретения. Эти примеры предоставлены с целью объяснения, а не ограничения этих принципов и изобретения. В настоящем описании подобные части обозначены одинаковыми соответствующими ссылочными позициями в описании изобретения и на чертежах. Чертежи могут быть выполнены в масштабе, если не указано иное.

Считается, что терминология, используемая в настоящем описании, соответствует общепринятым и обычным значениям этих терминов, понимаемых специалистом в области железнодорожного транспорта в Северной Америке. В связи с этим заявитель включает посредством ссылки Правила и стандарты Ассоциации Американских железных дорог (Association of American Railroads, AAR), частной организации, которая устанавливает правила обмена железнодорожным подвижным составом в Северной Америке.

Кроме того, в этом описании часто приводится множество синонимов для одного объекта. В патентном праве нет требования *in haec verba*. Перечисление множества синонимов предназначено для того, чтобы показать, что любой синоним может быть использован для данной части, независимо от того, используется ли этот синоним в описании в представленном виде, при условии того, что он соответствует значению понятия, функции или объекта, переданного при правильном прочтении описания, или того, что он достоверно показан на иллюстративных фигурах, или то и другое вместе.

Касательно общей терминологии для ориентации и направления относительно описанных в настоящем документе тележек железнодорожных вагонов, продольное направление определено как совпадающее с направлением качения железнодорожного вагона или секции железнодорожных вагонов, когда они расположены на тангенциальном (т.е. прямом) пути. В декартовой системе координат оно может быть определено как ось **x** или направление **x**. В случае железнодорожного вагона, имеющего хребтовую балку, будь то консольная часть хребтовой балки или сквозная хребтовая балка, продольное направление является параллельным хребтовой балке и параллельным верхним поясам и боковым балкам. Если не указано иное, термины «вертикальный» или «по направлению вверх» и «по направлению вниз» используют головку рельса («**TOR**», top of rail) в качестве базиса. В декартовой системе координат он может быть определен как ось **z** или направление **z**. В контексте тележки для железнодорожных вагонов в целом термин «боковой» или «в боковом направлении наружу», или «поперечный», или «в поперечном направлении наружу» относится к расстоянию или ориентации относительно продольной центральной линии тележки для железнодорожных вагонов или относительно центральной линии центральной пластины в центре тележки. В декартовой системе координат это может быть названо осью **y** или направлением **y**. Учитывая, что тележка железнодорожного вагона обычно может иметь продольную и поперечную оси симметрии, описание одной половины тележки обычно в общем смысле может быть предназначено для описания другой половины, принимая во внимание различия между правой и левой частями. Поворот вокруг своей поперечной оси представляет собой угловое перемещение вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной продольному направлению, (т.е. вращение вокруг оси, проходящей в направлении **y**). Поворот вокруг своей вертикальной оси представляет собой угловое перемещение вокруг вертикальной оси или оси **z**. Качание представляет собой угловое перемещение вокруг продольной оси или оси **x**. В этом описании аббревиатура kpsi, если она используется, означает тысячи фунтов на квадратный дюйм. В той степени, в которой настоящее описание или сопроводительные иллюстрации могут относиться к стандартам Ассоциации Американских железных дорог (AAR), таким как размеры табличек AAR, эти ссылки следует понимать как наиболее раннюю дату приоритета, на которую распространяется настоящий документ. Если не указано иное, следует понимать, что железнодорожные вагоны, описанные в данном документе, имеют сварную стальную конструкцию.

Это описание относится к тележкам железнодорожного вагона и компонентам тележки. Несколько размеров тележек согласно стандартам Ассоциации Американских

железных дорог перечислены на странице 711 в *Энциклопедии вагонов и локомотивов («Car & Locomotive Cyclopedia»)*, 1997. Как указано, для отдельного железнодорожного вагона, имеющего две тележки, категория тележки «40 тонн» соответствует максимальной массе брутто вагона на рельс (gross car weight, GWR) 142000 фунтов (64410,12 кг). Подобным образом, «50 тонн» соответствует 177000 фунтам (80285,85 кг), «70 тонн» соответствует 220000 фунтам (99790,32 кг), «100 тонн» соответствует 263000 фунтам (119294,79 кг) и «125 тонн» соответствует 315000 фунтам (142881,6 кг). В каждом случае предел нагрузки на тележку составляет половину максимальной массы брутто вагона на рельс. Двумя другими типами тележки являются тележка «110 тонн» для железнодорожных вагонов, GWR которой составляет 286000 фунтов (129727,42 кг) , и низкопрофильная тележка «70 тонн Special», иногда используемая для автовозов. Применительно к тележкам, «колесная пара» включает в себя ось и пару стальных колес, установленных на противоположных концах оси.

Данный документ относится к фрикционным гасителям колебаний или клиньям гасителей колебаний для тележек железнодорожных вагонов и системам с множеством фрикционных гасителей колебаний. Существует несколько типов компоновок гасителей колебаний, некоторые из которых показаны на с. 715-716 *Энциклопедии вагонов и локомотивов 1997 года*, причем эти страницы включены в настоящий документ посредством ссылки. Компоновки с двумя гасителями колебаний показаны и описаны в публикации заявки на патент США № US 2003/0041772 A1, поданной 6 марта 2003, озаглавленной «Железнодорожный грузовой вагон с демпфированной подвеской», также включенной в настоящий документ посредством ссылки. Каждая из указанных компоновок гасителей колебаний, показанных на с. 715-716 *Энциклопедии вагонов и локомотивов 1997 года*, может быть изменена таким образом, чтобы использовать четырехугольную компоновку с двумя гасителями колебаний, т.е. внутренним и наружным гасителями колебаний в соответствии с принципами аспектов настоящего изобретения.

В настоящем документе описаны клинья гасителей колебаний. Касательно общей терминологии, клинья гасителей колебаний обычно устанавливают внутри углового «кармана надрессорной балки», образованного в конце надрессорной балки тележки. Каждый клин гасителя колебаний в сечении может иметь в целом треугольную форму, причем одна сторона треугольника представляет собой или содержит несущую поверхность; вторая сторона, которую можно назвать нижней частью или основанием, образует гнездо пружины; а третья сторона представляет собой наклонную сторону или

гипотенузу между указанными другими двумя сторонами. Первая сторона может в целом иметь по существу плоскую несущую поверхность для вертикального скользящего взаимодействия с противоположной несущей поверхностью одной из колонок боковой рамы. Вторая поверхность может не являться поверхностью как таковой, но вместо этого может иметь форму гнезда для приема верхнего конца одной из пружин рессорного комплекта. Хотя третья поверхность или гипотенуза может казаться в целом плоской, она может иметь небольшую выпуклость с радиусом кривизны примерно 60 дюймов (152,4 см). Выпуклость может распространяться вдоль склона и также может распространяться поперек склона. Боковые поверхности клиньев гасителей колебаний в целом могут быть плоскими и могут иметь покрытие, поверхностную обработку, оболочку или накладку с низким коэффициентом трения для обеспечения плавного скользящего взаимодействия со сторонами кармана надрессорной балки.

Во время движения железнодорожного вагона боковая рама может поворачиваться или вращаться в небольшом диапазоне угловых отклонений вокруг конца надрессорной балки тележки для обеспечения выравнивания нагрузки на колеса. Небольшая выпуклость на наклонной поверхности гасителя колебаний может иметь тенденцию адаптироваться к этому поворотному перемещению, позволяя гасителю колебаний раскачиваться в небольших пределах относительно в целом наклонной поверхности кармана надрессорной балки, в то время как плоская несущая поверхность остается в плоском контакте с пластиной износа колонки боковой рамы. Хотя наклонная поверхность может иметь небольшую выпуклость, для целей данного описания она будет описана как наклонная поверхность или как гипотенуза и будет считаться по существу плоской поверхностью в общем приближении.

В терминологии настоящего документа клинья гасителя колебаний имеют первичный угол **α**, представляющий собой внутренний угол между (a) наклонной поверхностью кармана для гасителя колебаний в надрессорной балке тележки и (b) поверхностью стенки клинового проема боковой рамы, если смотреть от конца надрессорной балки к центру тележки. В некоторых вариантах реализации вторичный угол **β** определен в плоскости угла **α**, а именно, в плоскости, перпендикулярной вертикальной продольной плоскости (неотклоненной) боковой рамы, отклоненной от вертикали под первичным углом. Другими словами, эта плоскость параллельна (неотклоненной) длинной оси надрессорной балки тележки и проходит вдоль задней стороны (гипотенузы) гасителя колебаний. Вторичный угол **β** определен как угол бокового наклона, видимый, если смотреть на клин гасителя колебаний параллельно

плоскости угла **α**. При работе подвески, в ответ на неоднородности пути силы, влияющие на вторичный угол **β**, могут толкать клин гасителя колебаний либо внутрь, либо наружу в соответствии с выбранным углом. Клинья гасителя колебаний приводятся в действие или подвергаются напряжению угловыми пружинами или «боковыми пружинами» пружинных групп. В терминологии настоящего документа пружинные группы включают в себя угловые пружины (или амортизирующие пружины, клиновые пружины или боковые пружины) и основные пружины. Основные пружины расположены под концами надрессорной балки. Соответственно, «группа основных пружин» представляет собой подмножество пружинной группы, которое включает в себя пружины, установленные под надрессорной балкой, в отличие от пружин, установленных под клиньями гасителя колебаний.

Общее описание признаков тележки

Данное описание выполнено в контексте и для тележек железнодорожных вагонов. Чтобы установить этот контекст, на ФИГ. **1a** показан пример тележки **20**. Тележка **20** на ФИГ. **1a-1d** предназначена для общего использования и может иметь различные длины маятника, жесткости пружин, компоновки пружин, колесную базу, ширину и высоту окон и так далее. То есть, тележка **20** может иметь колесную базу в диапазоне от 60 дюймов до 75 дюймов. Как обсуждается ниже, она имеет пружинную группу, имеющую вертикальную жесткость пружины, и четырехугольную группу гасителя колебаний, имеющую первичный и вторичный углы клиньев гасителя колебаний. Тележка **20** может иметь компоновку 3x3 пружинной группы, компоновку 5x3 пружинной группы, компоновку 3:2:3 пружинной группы, компоновку 2x4 пружинной группы или любую другую возможную компоновку. Несмотря на то, что любая тележка может быть подходящей для различных случаев применения общего назначения, тележка **20** может быть оптимизирована для перевозки грузов относительно низкой плотности и грузов высокой стоимости, таких как автомобили или товары широкого потребления, например, для перевозки более плотных полуфабрикатов промышленных товаров, которые можно перевозить в грузовых железнодорожных вагонах для транспортировки рулонов бумаги; или перевозки плотных жидких или агрегированных материалов, таких как уголь, щебень, зерно, мука, поташ, жидкие нефтепродукты и так далее. Таким образом, тележка **20** предназначена для обозначения широкого спектра типов тележек. Тележка **20** симметрична относительно своей продольной центральной плоскости (**x-z**) и поперечной или боковой центральной плоскости (**y-z**). При ссылке на боковую раму следует понимать, что тележка содержит имеет первую и вторую боковые рамы, первую и вторую

пружинные группы и т.п.

Тележка **20** имеет надрессорную балку **24** тележки и боковые рамы **26**. Каждая боковая рама **26** содержит в целом прямоугольное окно **28** боковой рамы, в котором размещен один из концов **30** надрессорной балки **24**. Верхняя граница окна **28** определена дугой боковой рамы или элементом сжатия, идентифицированным как элемент **32** верхнего пояса, а низ окна **28** определен элементом растяжения, идентифицированным как нижний пояс **34**. Передняя и задняя вертикальные стороны окна **28** определены колонками **36** боковой рамы. Концы элемента растяжения расходятся вверх до встречи с элементом сжатия. На каждом из расходящихся вверх концов боковой рамы **26** находятся буксовые фитинги или буксовые гнезда **38** боковой рамы. В каждом буксовом гнезде **38** размещен верхний фитинг. Верхний фитинг может быть плоским пластинчатым гнездом или может иметь кривизну. Фитинг может называться коромыслом или гнездом, в зависимости от контекста, как описано и обсуждается ниже. Этот верхний фитинг, каким бы он ни был, в общем виде обозначен как ссылочная позиция **40**. Фитинг **40**, который может называться «гнездом», взаимодействует или входит в контакт с ответным фитингом **42** верхней поверхности переходника **44** подшипника. Фитинг **42** может представлять собой коромысло, которое взаимодействует с «гнездом» фитинга **40**, или роли гнезда и коромысла могут быть взаимно изменены. Переходник **44** подшипника взаимодействует, т.е. сидит на подшипнике **46**, установленном на одном из концов одной из осей **48** тележки, примыкающих к одному из колес **50**. Колесная пара включает в себя ось **48** и колеса **50**, установленные на обоих концах оси. Подшипник **46** может быть и, как показано на чертеже, является запечатанным роликовым подшипником. Запечатанные роликовые подшипники стандартных размеров широко используются в североамериканской практике. Фитинг **40** расположен в каждом из переднего и заднего буксовых фитингов **38**, причем фитинги **40** выровнены в продольном направлении таким образом, что боковая рама **26** может качаться в боковом направлении относительно направления качения тележки.

Взаимоотношение сопрягаемых фитингов **40** и **42** описано ниже со ссылкой на ФИГ. **4a**–**4e**. Взаимоотношение этих фитингов определяет часть общего взаимоотношения между концом одной из осей **48** одной из колесных пар и буксовой опорой боковой рамы. То есть, когда определяют общую реакцию, степени свободы установки конца оси в буксовой опоре боковой рамы включают в себя динамическое сопряжение по всему узлу частей, такому, который может быть назван узлом сопряжения колесной пары с боковой рамой, который может включать в себя подшипник, переходник

подшипника, эластомерную накладку, если она используется, коромысло, если оно используется, и буксовое гнездо, установленное в потолке буксовой опоры боковой рамы, будь то литое, механически обработанное или собранное из готовых частей гнездо, установленное в виде отдельной детали. Возможны несколько различных вариантов реализации этого узла сопряжения колесной пары с боковой рамой. В той степени, в которой подшипник **46** имеет одну степень свободы, а именно вращение вокруг оси вала колеса, анализ указанного узла может быть сосредоточен на узле сопряжения подшипника с буксовым гнездом или на узле сопряжения переходника подшипника с буксовым гнездом. Для целей настоящего описания элементы **40** и **42** в основном предназначены для представления сочетания признаков узла переходника подшипника и буксового гнезда, определяющих сопряжение между потолком буксовой опоры боковой рамы и переходником подшипника, и шести степеней свободы перемещения на этом сопряжении, а именно вертикального, продольного и поперечного перемещений (т.е. перемещений в направлениях **z**, **x** и **y**) и поворота вокруг своей поперечной оси, качания и поворота вокруг своей вертикальной оси (т.е. вращательного перемещения вокруг осей **y**, **x** и **z** соответственно) в ответ на динамические входные сигналы.

Нижний пояс или элемент растяжения боковой рамы **26** может иметь пластину корзины или нижнее гнездо **52** пружины, жестко закрепленное на раме. Хотя тележка **20** может быть свободна от неподпружиненных боковых поперечных распорок либо в виде поперечной балки или боковых стержней, в случае, если тележка **20** взята для представления «поворотной» тележки с поперечной балкой или другим поперечным креплением, нижняя платформа коромысла гнезда **52** пружины может быть установлена на коромысле для обеспечения бокового качания относительно боковой рамы **26**. Гнездо **52** пружины может иметь фиксаторы для взаимодействия с пружинами пружинного набора или пружинной группы **54**, иногда называемой «основной пружинной группой» **56**, будь то внутренние выступы или периферийный бортик, для предотвращения выхода нижних концов пружин. Пружинная группа **56** захвачена между дальним концом **30** надрессорной балки **24** и гнездом **52** пружины, подвергаясь сжатию под действием веса корпуса железнодорожного вагона и груза, которые лежат на надрессорной балке **24** сверху.

Надрессорная балка **24** имеет двойные карманы **60**, **62** - внутренний и наружный, на каждой поверхности надрессорной балки на наружном конце (т.е. в общей сложности 8 карманов на одну надрессорную балку, по 4 на каждом конце). Надрессорная балка **24** симметрична относительно центральной продольной вертикальной плоскости

надрессорной балки (т.е. поперечно относительно тележки в целом) и симметрична относительно вертикального среднего пролетного сечения надрессорной балки (т.е. продольной плоскости симметрии тележки в целом, совпадающей с продольной центральной линией железнодорожного вагона). Каждая поверхность каждого конца **30** надрессорной балки **24** имеет пару расположенных на расстоянии друг от друга карманов **60**, **62** надрессорной балки для приема клиньев **64**, **66**, **68**, **70** гасителя колебаний соответственно. Карман **60** в целом расположен ближе к центру боковой рамы **26** тележки **20** в боковом направлении относительно кармана **62**. Вставки в виде пластин износа, например, из специально упрочненного, подвергнутого машинной обработке материала, могут быть установлены в карманах **60**, **62** вдоль угловых поверхностей клина гасителя колебаний.

Как можно видеть на чертеже и как более подробно обсуждается ниже, клинья **64**, **66**, **68**, **70** гасителя колебаний имеют первичный угол **α** между вертикальной и угловой задней вершиной большей поверхности. Для вариантов реализации изобретения, описанных в настоящем документе, первичный угол **α** обычно может находиться в диапазоне от 30° до 50°, возможно примерно от 40° до 45°. Этому же углу **α** соответствует лицевая поверхность кармана надрессорной балки, будь то карман **60** или **62**. Вторичный угол **β** задает внутренний (или наружный) наклон наклонной поверхности клина гасителя колебаний. Истинный передний угол можно видеть, если смотреть вдоль плоскости наклонной поверхности с измерением угла между наклоненной поверхностью и плоской наружной поверхностью. Передний угол является дополнением к измеренному таким образом углу. Передний угол может быть больше 5°, может находиться в диапазоне от 5° до 20° и предпочтительно примерно от 10° до 15°. Может быть желателен умеренный передний угол.

Когда подвеска тележки работает в ответ на неоднородности пути, клинья гасителя колебаний могут работать в своих карманах. Передние углы образуют компоненту силы, имеющую тенденцию к смещению внутренней поверхности наружного клина **68** (или **70**) внутрь относительно противоположной внутренней поверхности кармана **62** надрессорной балки. Аналогичным образом, наружная поверхность клина **64** (или **66**) может иметь тенденцию к смещению в направлении к наружной плоской поверхности внутреннего кармана **60** надрессорной балки. Эти внутренние и наружные поверхности карманов надрессорных балок могут быть облицованы накладкой с поверхностью, имеющей низкий коэффициент трения, или могут быть оставлены в виде металлической поверхности, как показано на чертеже. Левостороннее и правостороннее смещения клиньев могут иметь

тенденцию к удерживанию их ближе друг к другу и удерживанию их напротив плоских лицевых стенок, могут способствовать предотвращению скручивания гасителей колебаний в соответствующих карманах.

Надрессорная балка **24** включает в себя среднюю площадку **98** между карманами **60**, **62**, против которой работает пружина **96**. Средняя площадка **98** такова, что на ней может быть размещена пружинная группа шириной в три (или более) пружинных спиралей. Однако независимо от ширины в две, три или более пружинных спиралей и независимо от того, используется ли центральная площадка или не используется, карманы надрессорной балки могут иметь как первичный, так и вторичный углы, как показано на чертеже, с вставками износа или без них. В тех случаях, когда центральная площадка, например, площадка **98**, разделяет два кармана гасителя колебаний, пластины износа противоположной колонки боковой рамы не обязательно должны быть монолитными. То есть, могут быть предусмотрены две области пластины износа, по одной напротив каждого из внутреннего и наружного гасителей колебаний, представляющие собой плоские поверхности, на которые могут опираться указанные гасители колебаний. Векторы нормали к этим областям могут быть параллельными, поверхности могут быть копланарными и перпендикулярными длинной оси боковой рамы и могут представлять собой четкую, непрерывную поверхность для фрикционных поверхностей гасителей колебаний.

Как указано выше, в карманах (**60**, **62**) надрессорной балки размещены передняя и задняя пары первого и второго, в боковом направлении внутреннего и в боковом направлении наружного клиньев **64**, **66** и **68**, **70** фрикционного гасителя колебаний соответственно. Каждый карман **60**, **62** надрессорной балки имеет наклонную поверхность или гнездо **72** гасителя колебаний, которое сопряжено с аналогично наклонной поверхностью **74** гипотенузы клина **64**, **66**, **68** и **70** гасителя колебаний. Каждый из клиньев **64**, **66** размещен над первой внутренней угловой пружиной **76**, **78**, а клинья **68**, **70** размещены над второй наружной угловой пружиной **80**, **82**. Угловые поверхности **74** клиньев **64**, **66** и **68**, **70** (более подробно описанные ниже) прилегают к угловым поверхностям соответствующих гнезд **72**. Средняя концевая пружина **96** опирается на нижнюю сторону площадки **98**, расположенной в промежутке между карманами **60** и **62** надрессорной балки. Верхние концы пружин **100** центрального ряда расположены под основным центральным участком **102** конца надрессорной балки **24**. В этой четырехугольной компоновке каждый гаситель колебаний индивидуально подпружинен той или иной пружиной в группе пружин.

Статическое сжатие пружин под весом корпуса вагона и груза имеет тенденцию действовать в качестве нагрузки пружин для смещения гасителя колебаний, чтобы он действовал вдоль склона кармана надрессорной балки, прижимая фрикционную поверхность к боковой раме. Фрикционное гашение колебаний обеспечивается, когда вертикальные скользящие поверхности **90** клиньев **64**, **66** и **68**, **70** фрикционного гасителя колебаний перемещаются вверх и вниз по фрикционным пластинам **92** износа, установленным на обращенных внутрь поверхностях колонок **36** боковой рамы. Таким образом, кинетическая энергия движения в некоторой степени посредством трения преобразуется в тепло. Это трение может погасить перемещение надрессорной балки относительно боковых рам. Когда боковое возмущение от рельсов передается колесам **50**, жесткие оси **48** могут иметь тенденцию вызывать отклонение обеих боковых рам **26** в одном направлении. Реакция боковых рам **26** заключается в качании подобно маятнику на верхних коромыслах. Затем вес маятника и реактивная сила, возникающая в результате скручивания пружин, могут толкать боковые рамы назад в их исходное положение. Склонность к гармоническим колебаниям из-за неоднородностей пути может быть ослаблена трением гасителей колебаний об пластины **92** износа.

По сравнению с надрессорной балкой с одиночными гасителями колебаний, которые могут быть установлены на осевой линии боковой рамы, использование сдвоенных гасителей колебаний, таких как расположенные на расстоянии друг от друга пары гасителей **64**, **68** колебаний, может привести к большему плечу момента для противодействия параллелограммной деформации тележки **20** в целом. Использование сдвоенных гасителей колебаний приводит к большей восстановительной «перпендикулирующей» силе, которая позволяет тележке сгибаться, т.е. отклоняться в ответ на неровности, но затем упруго возвращает тележку к прямоугольной ориентации, чем в случае одиночного гасителя колебаний с восстанавливающим смещением, а именно возвращающей прямоугольную форму силе, которая увеличивается с увеличением отклонения. Иными словами, при параллелограммной деформации или ромбовидности дифференциальное сжатие одной диагональной пары пружин (например, внутренняя пружина **76** и наружная пружина **82** могут быть более сильно сжаты) по сравнению с другой диагональной парой пружин (например, внутренняя пружина **78** и наружная пружина **80** могут быть сжаты менее явно, чем пружины **76** и **82**) имеет тенденцию создавать пару восстанавливающих моментов, действующих на пластины износа боковой рамы. Эта пара моментов имеет тенденцию поворачивать боковую раму в направлении выравнивания тележки (т.е. в положение, в котором надрессорная балка перпендикулярна

боковым рамам или образует с ними «прямые углы»). Таким образом, тележка способна изгибаться, но когда она изгибается, гасители колебаний взаимодействуют, действуя в качестве смещенных элементов, работающих между надрессорной балкой и боковыми рамами, для сопротивления параллелограммной или ромбической деформации боковой рамы относительно надрессорной балки тележки и возвращения тележки в ее неотклоненное положение.

Приведенное выше объяснение дано в контексте тележки **20**, которая содержит группу **54** пружин, имеющую три ряда, обращенных к колонкам **36** боковой рамы. Восстанавливающим моментом в таком случае является $\mathbf{M_R}$, моментная пара одной пары диагонально противоположных демпферных пружин в углу пружинной группы без моментной пары другой диагонально противоположной пары, а с учетом наклонной задней стороны клиньев гасителей колебаний, восстанавливающий момент является функцией $\mathbf{k_c}$, вертикальной пружинной постоянной пружинной спирали, на которую посажен гаситель колебаний и которая смещает его.

Хотя показанный вариант реализации изобретения представляет собой компоновку 3x3, существуют различные возможные варианты компоновок пружинных групп, такие как 2x4, 3x3, 3:2:3 или 3x5. Как показано, гасителя колебаний могут быть установлены в каждом из четырех угловых местоположений. Группы пружинных спиралей могут иметь неравную жесткость, если внутренние спирали используются в одних пружинах, но не используются в других, или если используются пружины с различной пружинной постоянной. Кроме того, пружины гасителя колебаний могут иметь иную длину в недеформированном состоянии, чем спирали основных пружин. Иными словами, пружины гасителя колебаний могут быть длиннее, чем спирали основных пружин. Таким образом, преднагруженное отклонение пружин гасителя колебаний будет больше, чем преднагруженное отклонение основных пружин. Это справедливо как для легкого вагона (т.е. порожнего), так и для полностью загруженного вагона. Соответственно, пропорциональная разность (т.е. процентное изменение) в силе возбуждения пружины в пружинах гасителя колебаний будет иметь соответственно меньшее пропорциональное изменение между верхним и нижним участками хода фрикционного клина по всей его амплитуде по сравнению с основными пружинами. В данном примере свободная высота угловых пружин **76**, **78**, **80** и **82** составляет 11 дюймов, тогда как основные пружины являются пружинами D5 по стандарту AAR, имеющими свободную высоту 10,25 дюйма.

Усиленная тенденция к стимулированию гибко восстанавливаемой прямоугольности на участке сопряжения надрессорной балки с боковой рамой (т.е. путем использования четырех угловых групп гасителей колебаний) имеет тенденцию к снижению зависимости от прямоугольности на участке сопряжения между буксовой опорой и осью колесной пары. Это, в свою очередь, может обеспечить возможность использования совместимого с кручением (вокруг вертикальной оси) узла сопряжения между осью и буксовой опорой и обеспечить определенную степень самоуправления.

Несущая пластина, а именно пластина **92** износа колонки боковой рамы (ФИГ. **1a**) значительно шире, чем сквозная толщина боковых рам в целом, измеренная, например, на буксовых опорах, и может иметь тенденцию быть шире, чем пластины уровня техники. Эта дополнительная ширина соответствует дополнительной общей ширине пролета гасителя колебаний, измеренной полностью поперек пар гасителей колебаний, плюс боковое перемещение, как указано выше, обычно с допуском 1 ½ (+/-) дюйма бокового перемещения надрессорной балки относительно боковой рамы в любую сторону от неотклоненного центрального положения. Иными словами, вместо того, чтобы иметь ширину одной пружинной спирали плюс допуск на перемещение, пластина **92** может иметь ширину трех пружинных спиралей плюс допуск 1 ½ (+/-) дюйма на перемещение в любую сторону для общего перемещения с двойной амплитудой 3 (+/-) дюйма. Надрессорная балка **24** имеет внутренние и наружные упоры **106**, **108** соответственно, которые ограничивают боковое перемещение надрессорной балки **24** относительно колонок **36** боковой рамы. Этот допуск на перемещение может находиться в диапазоне от +/- 1 $^{1}/_{8}$ до 1 $^{3}/_{4}$ дюйма и от 1 $^{3}/_{16}$ до 1 $^{9}/_{16}$ дюйма и может быть задан, например, на 1 $^{1}/_{2}$ дюйма или 1 $^{1}/_{4}$ дюйма бокового перемещения в любую сторону от нейтрального или центрированного положения, когда боковая рама не отклонена.

Нижние концы пружин всей группы пружин, обозначенные в целом как **58**, расположены в нижнем гнезде **52** пружин. Нижнее гнездо **52** пружин может быть расположено в виде лотка с прямоугольным периферийным выступом вверх. Хотя в тележке **20** используется пружинная группа в компоновке 3x3, предполагается, что она является универсальной и представляет ряд вариантов. Они могут представлять собой компоновку 3x5, 2x4, 3:2:3 или 2:3:2, или какую-либо другую компоновку и могут включать в себя гидравлический амортизатор, или такая другая компоновка пружин может быть подходящей для данного случая применения для железнодорожного вагона, для которого предназначена эта тележка.

Клинья гасителей колебаний

Было отмечено, что характер взаимодействия фрикционной накладки с пластиной износа колонки боковой рамы изменяет качество движения тележки. Для достижения заданного качества езды полезно, чтобы неметаллические поверхности износа неметаллических накладок износа изнашивались относительно равномерно вместо непропорционального изнашивания вдоль одного края.

Этот износ чувствителен к расположению точки контакта на наклонной стороне клина гасителя колебаний с наклонной поверхностью кармана надрессорной балки. Во время работы клинья гасителя колебаний имеют тенденцию к незначительному перемещению в карманах, например, когда боковые рамы рыскают, совершают поворот вокруг своей поперечной оси и кренятся относительно надрессорной балки. Эти отклонения могут показаться незначительными. В существующих тележках радиус выпуклости на задней части гасителя колебаний очень мал. Он может иметь эффективное значение порядка 60 дюймов. Известно, что в тележке одного типа он составляет около 40 дюймов, а выпуклость имеет цилиндрическую форму для создания линейного контакта, вместо точечного контакта. С другой стороны, при точечном контакте радиус выпуклости позволяет клину гасителя колебаний найти собственную посадку в кармане гасителя колебаний и выдерживать относительное перемещение боковой рамы при повороте вокруг своей вертикальной оси, повороте вокруг своей поперечной оси и крене с меньшей склонностью к заклиниванию или заеданию. Использование радиуса кривизны 60 дюймов ранее считалось приемлемым для этой цели, позволяя клину гасителя колебаний найти свое собственное положение равновесия. Со временем в процессе эксплуатации может образовываться пятно **182** износа, которое также может называться пятном контакта, в области, где задняя часть клина гасителя колебаний неоднократно контактирует с поверхностью кармана надрессорной балки. Это пятно контакта имеет тенденцию к износу, поскольку указанные поверхности многократно сжимаются друг с другом. Пятно контакта отражает две степени свободы качающейся поверхности. Иными словами, пятно контакта имеет протяженность вдоль задней части клина гасителя колебаний, имеющей первичный угол наклона, а также в поперечном направлении вдоль смещения под вторичным углом. В кармане надрессорной балки образуется аналогичное пятно износа. На износ неметаллической поверхности износа фрикционной накладки могут влиять силы, которые она воспринимает, а силы, испытываемые неметаллической поверхностью износа фрикционной накладки, по-видимому, коррелируют с расположением и размером этого пятна контакта с 2 степенями свободы.

ФИГ. 2a-2d и ФИГ. 3a-3i

Клин гасителя колебаний обозначен как ссылочная позиция **120**. Хотя показан правый клин гасителя колебаний, левый клин гасителя колебаний имеет ту же самую конструкцию и является зеркальным отражением правого клина гасителя колебаний. Соответственно, описание правого клина гасителя колебаний следует понимать как описывающее обе части с учетом их противоположной направленности. В связи с этим, клин **120** гасителя колебаний предназначен для общего представления левого и правого клиньев **64** и **68** гасителя колебаний.

Клин **120** гасителя колебаний имеет корпус **122**. Корпус **122** может быть изготовлен, а в показанном варианте реализации изобретения изготовлен, из относительно общего материала, такого как ковкий чугун, литая сталь или литейный чугун. Если смотреть сбоку, он имеет в целом треугольную форму. Имеются первая поверхность или часть, или элемент **124**, проходящий вертикально; вторая поверхность или элемент, или часть **126**, проходящая горизонтально; и третий элемент или поверхность, или часть **128**, проходящая в целом по склону и которая может рассматриваться как элемент гипотенузы между элементами **124** и **126**, при этом, таким образом, три части объединяются с образованием вышеуказанной в целом треугольной формы. Клин **120** гасителя колебаний также содержит первую торцевую поверхность или торцевую стенку **132** и вторую торцевую поверхность или торцевую стенку **134**. В этом случае первая торцевая поверхность **132** представляет собой большую торцевую поверхность (т.е. ФИГ. **3d**), а вторая торцевая поверхность **134** представляет собой меньшую торцевую поверхность (ФИГ. **3c**). Клин **120** гасителя колебаний имеет первичный угол **α** (альфа), видимый на виде сбоку на ФИГ. **3c**. В показанном варианте реализации изобретения угол **α** является тем же самым углом **α**, что и угол совпадающей или соответствующей, или связанной поверхности наклонной грани **74** кармана надрессорной балки, будь то **60** или **62**. Возможно, что обе плоскости не обязательно должны быть точно параллельными, но удобно сделать их одинаковыми как для концептуального понимания, так и для изготовления. Угол **α** определяет первичный угол надрессорной балки относительно вертикальной плоскости, когда клин гасителя колебаний показан на виде сбоку. Клин **120** гасителя колебаний также имеет вторичный угол **β** (бета) гасителя колебаний. В проиллюстрированном примере вторичный угол клина **120** гасителя колебаний является таким же, как вторичный угол **β** наклонной поверхности кармана надрессорной балки, будь то **60** или **62**. Он проходит в поперечном направлении и определяет боковое

смещение клина **120** гасителя колебаний в кармане. Истинный вид вторичного угла **β** виден, если смотреть вдоль задней части клина **120** гасителя колебаний в наклоненной плоскости первичного угла **α** гасителя колебаний. Этот вид показан на ФИГ. **3h**. Угол бета представляет собой угол касательной плоскости в точке контакта, обозначенной как рабочая точка **WP**, обсуждаемая ниже, относительно перпендикуляра к торцевым стенкам или торцевым поверхностям **132**, **134** в плоскости угла **α**. Опять же, угол **β** может немного отличаться от угла соответствующего или связанного с ним кармана надрессорной балки, но для простоты концептуального понимания и простоты изготовления они в целом могут считаться одинаковыми.

С учетом вторичного угла **β**, торцевая стенка или торцевая поверхность **132** больше, чем торцевая стенка или торцевая поверхность **134**, а клин **120** гасителя колебаний является асимметричным, если смотреть сзади или сверху. Клин **120** гасителя колебаний также имеет захват или держатель, или монтажный элемент, или удерживающее приспособление **130**, которое проходит вверх от первой части или первого элемента **124**, форма и назначение которого являются такими, как описано ниже.

Клин **120** гасителя колебаний может быть выполнен в виде сплошной отливки. Альтернативно клин **120** гасителя колебаний может быть полым, как показано. Другими словами, корпус **122** имеет внутреннюю полость **140**, ограниченную элементами **124**, **126**, **128**, **132** и **134**. Внутренняя полость **140** может быть, и как проиллюстрировано, разделена на два подотсека или камеры **136**, **138** угловой пластиной или перегородкой, или внутренней стенкой **150**. Стенка **150** может иметь центральное отверстие или окно **146**. Каждая из торцевых поверхностей **132** и **134** может иметь треугольное или в целом треугольное отверстие **142**, **144** соответственно.

При рассмотрении этих элементов видно, что элемент передней поверхности или первый элемент **124** является плоским или в целом плоским и имеет прямоугольный или в целом прямоугольный борт **154**, который проходит по периферии вокруг панели или пластины, или стенки **152**. Пластина или стенка **152** проходит от стороны к стороне в боковом направлении между торцевыми стенками **132**, **134,** а также вверх и вниз между передним краем второго элемента **126** и передним и верхним краем третьего элемента **128**. Борт **154** и стенка **152** взаимодействуют с образованием гнезда **156**, в которое установлен элемент **160** износа. Это может быть выполнено по-разному, а именно, в первом элементе **124** создан вырез или выемка, или полость, или углубление для образования гнезда **156**, причем стенка **152** образует основание или заднюю часть гнезда **156**, а борт **154** образует

выступ или ограничитель образованного таким образом углубления. Элемент **160** износа может представлять собой и в данном случае представляет собой неметаллическую фрикционную накладку. Как может быть понято, она имеет неметаллическую поверхность износа, которая при использовании скользит вверх и вниз во фрикционном контакте с пластиной **92** износа колонки боковой рамы. Элемент **160** износа имеет форму, соответствующую, т.е. подходящую для размещения в пределах контура периферийного удерживающего борта **154**. Как показано, эта форма в целом является квадратной или прямоугольной. Элемент **160** износа обычно может быть отлит на месте или удерживаться на месте с помощью эпоксидной смолы или другим способом связывания. Элемент **160** износа имеет вертикальную высоту $\mathbf{h_{160}}$ (в направлении **z**) и поперечную ширину $\mathbf{w_{160}}$ (в направлении **y**). Может быть принято, что местоположения половины указанной высоты и половины указанной ширины совпадают с местоположениями половины высоты и половины ширины гнезда **156**.

Монтажный элемент **130** образован на одной стороне верхнего края или кромки **162** борта **154** и выступает или проходит вверх из него. Он имеет форму выступающего вверх элемента **164**, в котором образован проходящий назад палец **166** путем создания полукруглого углубления или выемки **168**. Установка клиньев гасителя колебаний в кармане надрессорной балки может потребовать некоторой искусности. Для облегчения этого процесса монтажный элемент **130** выполне с размером, позволяющим ему находиться впереди кармана надрессорной балки и выступать вверх из наружного упора. Конец надрессорной балки расположен между пластинами износа колонок боковой рамы, поэтому когда надрессорная балка находится в нужном положении, может использоваться зажимное приспособление для захвата и подъема клина гасителя колебаний в кармане надрессорной балки при установке пружин. Затем зажимное приспособление удаляют для освобождения монтажного элемента, а клин гасителя колебаний садится на пружины.

Второй элемент **126** может быть, но не обязательно, выполнен в виде пластины или стенки **170**, на которой установлено гнездо **172** пружины. В показанном примере гнездо **172** пружины представляет собой или включает в себя прилив или проходящий вниз выступ **174**, который имеет размер, близкий к внутреннему диаметру спирали угловой пружины или пружины **176** гасителя колебаний в пружинной группе. В этом описании ссылочная позиция **176** предназначена для общего представления. Иными словами, пружина **176** гасителя колебаний может быть любой из угловых пружин **76**, **78**, **80** или **82**, указанных выше. Для целей настоящего описания, хотя пружина **176** гасителя колебаний упоминается как одна пружина, следует понимать, что она может представлять собой, а в

этом случае представляет собой двухспиральную пружину, которая имеет как внутреннюю, так и наружную спираль. На выступе **174** расположена пружинная спираль с ориентацией в осевом направлении. Тот участок пластины или стенки **170**, который проходит в радиальном направлении от выступа **174**, действует в качестве упора или ограничителя, определяющего конец перемещения верхнего конца пружины и его вертикальную позицию в зависимости от условий динамической вертикальной нагрузки. Выступ **174** можно понимать как цилиндрический прилив, имеющий вертикальную центральную линию, которая после установки является такой же, как и вертикальная центральная линия пружины **176** гасителя колебаний, обозначенная как $\mathbf{CL_{176}}$. Как также может быть очевидно из предыдущего обсуждения, второй элемент **126** расположен под прямым углом к первому элементу **124** (т.е. перпендикулярен ему).

Третий элемент **128** является наклонным элементом. Номинально он проходит с наклоном под первичным углом альфа, но имеет выпуклость. Местоположение касательной точки этой выпуклости, которая является нейтральной точкой контакта, когда вагон находится в состоянии покоя, определяется как рабочая точка **WP**. Выполненная из стали стенка, наружная поверхность которой определяет рабочую поверхность **200** третьей части **128**, обозначена как **180**. Внутри корпуса **122** внутренняя перегородка **150** проходит от передней стенки **152** к задней стенке **180** и от обоих указанных стенок к нижней пластине или нижней стенке **170**. В этом положении внутренняя перегородка **150** усиливает все три элемента. Перегородка **150** принимается как имеющая толщину $\mathbf{t_{150}}$, показанную на ФИГ. **3а**. В показанном варианте реализации стенка **180** лежит выше центральной линии $\mathbf{CL_{176}}$ и в той же вертикальной плоскости, что и рабочая точка **WP**. Эта плоскость, условно обозначенная как **190**, определена как плоскость, в которой лежит центральная линия $\mathbf{CL_{176}}$ пружины и вектор нормали к фрикционной поверхности неметаллического фрикционного элемента, а именно накладки **160**, т.е. вектор, перпендикулярный стенке **152**. Иными словами, указанная плоскость перпендикулярна фрикционному элементу. Она называется «базисной плоскостью». В показанном конкретном примере базисная плоскость также может быть плоскостью, расположенной посередине между первой и второй торцевыми поверхностями корпуса **122**. Для целей настоящего описания необходимо учитывать три пространства. Существует обширное пространство, которое можно назвать центральной областью или центральной зоной поверхности **200**, прилегающей к плоскости **190** и содержащей ее, которая может включать в себя материал, лежащий в плоскости **190** и в области поверхности **200**, которая находится в пределах двух толщин $\mathbf{t_{150}}$ перегородки от центральной линии $\mathbf{CL_{176}}$ перегородки в поперечном направлении или направлении **y**. Имеется более узкое

пространство, которое лежит в пределах проецируемой толщины перегородки **150**. Наконец, существует узкое пространство, в котором точка катящегося контакта лежит в плоскости **190** или в пределах 1/8 дюйма в любую стороны от нее, или так, что контактная поверхность охватываемого и охватывающего элементов в точке катящегося контакта под нагрузкой лежит на плоскости **190** или над ней. В таких обстоятельствах специалист в данной области техники мог бы обоснованно описать рабочую точку **WP** как лежащую в плоскости **190** или приблизительно лежащую в ней. Рабочая точка **WP** находится в касательной плоскости наклонной поверхности **200**. Другими словами, в предположении, что рабочая точка **WP** находится в базисной плоскости, и что кривизна поверхности **200** является сферической для простоты, тангенциальная плоскость построена так, что проходит через рабочую точку **WP** под наклоном в соответствии с первичным углом **α** и в соответствии со вторичным углом **β**. В проиллюстрированном варианте реализации эта тангенциальная плоскость в наиболее концептуально простом примере также будет плоскостью наклонной поверхности кармана надрессорной балки. Поскольку она является поверхностью с точкой катящегося контакта, смежные области поверхности **200** расположены за пределами этой касательной плоскости, а нормаль к касательной плоскости в точке контакта определяет радиус сферической поверхности. Центр кривизны в начале этого радиуса будет находиться на одной стороне от базисной плоскости **190**, при этом радиус смещен от нее на угол **β**, взятый в плоскости угла **α**. Расположение **WP** может считаться находящимся в радиусе 1 дюйма от базисной точки **DP**, измеренном на поверхности **200**. Иными словами, с точки зрения масштабирования до размера самого клина **120** гасителя колебаний, **WP** находится в пределах 1/4 ширины клина **120** гасителя колебаний от **DP**; или, опять же иными словами, **WP** находится в пределах 1/4 высоты неметаллической накладки **160** износа от **DP**. В некоторых вариантах реализации изобретения, когда указанные детали находятся в точке катящегося контакта под нагрузкой, они находятся в пределах ширины точки контакта базисной плоскости **190**.

С точки зрения физической работы, силы, приложенные к корпусу **122**, включают в себя нормальную силу, приложенную к пластине **92** износа колонки боковой рамы, силу трения, направленную вверх или вниз в плоскости элемента **92** износа, вертикальную силу реакции в гнезде пружины и угловую силу реакции, приложенную к наклонной поверхности **200**. Когда тележка **20** находится в состоянии покоя, на ровном пути, в равновесии, точка приложения реакции на наклонной поверхности находится в рабочей точке **WP**. Во время динамической работы, при перемещении надрессорной балки вверх и вниз относительно колонки боковой рамы и при повороте вокруг своей поперечной оси, повороте вокруг своей вертикальной оси и раскачивании боковой рамы фактическая точка

мгновенного контакта отклоняется от номинальной рабочей точки **WP**. Диапазон перемещения боковой рамы при повороте вокруг своей поперечной оси является небольшим и может быть порядка +/- 2°. Диапазон отклонения при повороте вокруг своей вертикальной оси также мал, порядка +/- 3°. Диапазон отклонения при крене также мал, аналогично порядка +/- 3°. Прогибание клина **120** гасителя колебаний во время работы происходит в этих диапазонах и создает «пятно износа», которое также может называться «пятном контакта» **182**, на наклонной поверхности **200** клина **120** гасителя колебаний, где фактически имеет место катящийся контакт, и образует область износа как на поверхности **200**, так и на наклонной контактной поверхности кармана надрессорной балки. Контакт в пределах пятна износа варьируется случайным или в значительной степени случайным образом при перемещении тележки, при этом неоднородности пути считаются входной функцией белого шума по времени. Пятно контакта является отличительной особенностью контактного взаимодействия с двумя степенями свободы клина **120** гасителя колебаний и кармана **60** (или **62**, в зависимости от конкретного случая) надрессорной балки, распространяется как вдоль кривизны наклонной поверхности вверх по склону и вниз по склону, так и в левом и правом боковом или поперечном направлениях, и имеет круглую или эллиптическую форму, связанную с точкой катящегося контакта.

Для заданного углового отклонения боковой рамы **26**, возникающего при повороте вокруг своей вертикальной оси или повороте вокруг своей поперечной оси, отклонение точки мгновенного катящегося контакта от рабочей точки **WP** является функцией кривизны задней части наклонной поверхности **200**. Если кривизна имеет большой радиус, такой как радиус по умолчанию 60 дюймов, используемый в некоторых известных гасителях колебаний уровня техники, боковое отклонение в направлении **y** при повороте вокруг своей вертикальной оси или отклонение смещения по дуге в направлении вверх по склону или вниз по склону при повороте вокруг своей поперечной оси будет относительно большим. Там, где этот радиус меньше, отклонение будет меньше. В этом обсуждении кривизна вдоль склона не обязательно должна быть такой же, как кривизна поперек склона. Они могут быть различными, как в эллипсе. Однако может быть удобно, чтобы они были одинаковыми, так что наклонная поверхность представляет собой частичный сферический сегмент одного радиуса. В любом случае, было обнаружено, что зона пятна износа становится меньше, когда радиус кривизны становится меньше, и что характеристики гасителя колебаний и срок его службы улучшаются, когда радиус составляет менее 45 дюймов. Это улучшение намного заметнее, когда радиус составляет менее 40 дюймов. Из наблюдений выяснилось, что полезно, чтобы радиус находился в

диапазоне от 15 до 30 дюймов. С этой целью проиллюстрированный вариант реализации предназначен для представления радиуса 20 дюймов или приблизительно 20 дюймов +/- 1/2 дюйма или +/- 1 дюйм, в зависимости от конкретного случая. Это может быть выражено по-разному. В показанном варианте реализации радиус $\mathbf{r_{182}}$ пятна **182** износа составляет 2 дюйма или менее. Выраженный в параметрических терминах, радиус пятна **182** износа меньше половины ширины клина **120** гасителя колебаний. Альтернативно радиус пятна **182** износа составляет менее 10% от радиуса кривизны поверхности **200**. В случае, если кривизны имеют различные радиусы для получения эллипса, имеющего малую ось и большую ось, эти оси могут заменить радиус $\mathbf{r_{182}}$.

Как указано выше, в показанном примере поверхность **200** образована на кривизне. Как показано на ФИГ. **3f**, вертикальная ось пружины **176** гасителя колебаний пересекает поверхность **200** в базисной точке **DP** склона. Расположение точки **WP** относительно **DP** точки может изменяться в зависимости от геометрии кривизны поверхности **200**. Точечный контакт **WP** может находиться в диапазоне $^1/_8$ до $^5/_8$ смещения назад в направлении **x** от неметаллического фрикционного элемента **160**. В этом примере термин «в направлении назад» от точки **DP** также означает «вниз по склону». Это смещение также может быть выражено в терминах расстояния по длине дуги вдоль поверхности **200** от точки **DP**. Оно также может быть выражено как доля расстояния смещения от плоскости контакта фрикционного элемента с поверхностью износа колонки боковой рамы, т.е. эта поверхность находится в той же плоскости, что и передняя поверхность неметаллического элемента износа. В показанных примерах этот параметровый диапазон может составлять примерно от $^1/_{32}$ до $^5/_{32}$ общей высоты поверхности неметаллического элемента **160** износа.

В одном варианте реализации рабочая точка **WP** смещена назад (т.е. вниз по склону) в направлении **x** (от передней поверхности неметаллической фрикционной накладки) на расстояние в диапазоне от около $^1/_4$ дюйма до около 5/8 дюйма. В одном конкретном варианте реализации она смещена на расстояние около 0,56 дюйма или 9/16 дюйма. При допущении того, что эти расстояния пропорциональны смещению передней поверхности фрикционной накладки, передний край борта **154** смещен вперед примерно на $2\ ^5/_8$ дюйма. Как показано на ФИГ. **3f**, в другом варианте реализации неметаллическая поверхность смещена от указанной осевой центральной линии на первое расстояние $\mathbf{x_1}$; указанная рабочая точка смещена от указанной центральной линии на второе расстояние $\mathbf{x_2}$; а отношение $\mathbf{x_1}$:$\mathbf{x_2}$ находится в одном из диапазонов: (a) от 21:2 до 21: 8; и (b) от 10:3 до 40:3. В одном варианте реализации это отношение составляет около 5:1. Другими

словами, неметаллическая поверхность износа имеет общую высоту **y160**. В одном варианте реализации рабочая точка **WP** лежит в диапазоне от $^{3}/_{8}$ до $^{5}/_{8}$ **y160** по высоте указанной неметаллической поверхности износа.

В механической системе, описанной выше, между наклонной поверхностью клина гасителя колебаний и соответствующей сопрягаемой наклонной поверхностью кармана надрессорной балки установлено соотношение одноточечного катящегося контакта. Это же соотношение также может быть установлено путем инвертирования соотношения таким образом, что плоская поверхность является наклонной поверхностью клина **120** гасителя колебаний, а поверхность кривизны является поверхностью кармана надрессорной балки. Иными словами, в математическом смысле до некоторой степени безразлично, какая поверхность является охватываемой поверхностью, а какая охватывающей поверхностью. В дополнительном альтернативном варианте обе поверхности могут быть образованы на кривой, и одна из поверхностей может быть цилиндрической, а не сферической. Однако в показанных вариантах реализации сопрягаемые поверхности представляют собой механически обработанные поверхности, и практичность изготовления может привести к тому, что плоская, планарная поверхность будет образована в кармане надрессорной балки, а поверхность кривизны будет образована на меньшем, более легком, менее громоздком, более легко обрабатываемом клине гасителя колебаний. Тем не менее, данное описание предназначено для охвата обеих возможностей в качестве эквивалентов в соответствии с доктриной эквивалентов.

Клин **120** гасителя колебаний может обеспечивать фрикционное гашение колебаний с поведением небольшого «прерывистого скольжения» или без него, но, скорее, может обеспечивать фрикционное гашение колебаний, для которого статический и динамический коэффициенты трения равны или отличаются только на небольшую величину (менее чем около 20%, возможно, менее чем 10%). Клин **120** может быть использован в тележке **20** в сочетании с двунаправленным переходником подшипника, как показано на ФИГ. **4a**–**4e**, описанных в настоящем документе. Клин **120** также может быть использован в компоновке с четырьмя угловыми гасителями колебаний, как, например, в тележке **20**. Элемент **160** износа может быть изготовлен из материала для тормозных накладок, а пластина износа колонки может быть изготовлена из высокопрочной стали.

Клин **120** гасителя колебаний имеет площадь основания, имеющую вертикальную протяженность, несколько большую, чем вертикальная протяженность наклонного гнезда поверхности **74**. Наклонное гнездо поверхности **74** наклонено под первичным углом **α** и

вторичным углом **β**. Это обеспечивает возможность перемещения и износа. Монтажная скоба монтажного элемента **130** установлена на верхнем крае и видна сверху после установки.

В этом варианте реализации вертикальная поверхность первой части первого элемента **124** клина **120** фрикционного гасителя колебаний имеет несущую поверхность, имеющую статический коэффициент μ_s трения и динамический или кинетический коэффициент μ_k трения, которые могут иметь тенденцию к проявлению поведения с небольшим «прерывистым скольжением» или без него при взаимодействии с поверхностью износа пластины **92** износа. В одном варианте реализации коэффициенты трения отличаются друг от друга на величину в пределах 10%. Еще в одном варианте реализации коэффициенты трения по существу равны и могут быть по существу свободны от поведения с прерывистым скольжением. В одном варианте реализации при сухом трении коэффициенты трения могут находиться в диапазоне от 0,10 до 0,45, могут находиться в более узком диапазоне от 0,15 до 0,35 и могут составлять около 0,30. Клин **120** фрикционного гасителя колебаний может иметь фрикционное поверхностное покрытие или может представлять собой связанную накладку, такую как **160**, обладающую этими фрикционными свойствами. Связанная накладка **160** может быть полимерной накладкой или покрытием. Еще в одном варианте реализации статический и динамический коэффициенты трения по существу равны. Динамический коэффициент трения может находиться в диапазоне от 0,10 до 0,30 и может составлять около 0,20.

ФИГ. **4a–4e**

Поверхность сопряжения качания переходника подшипника может иметь выпуклую или вогнутую кривизну, как у поворотной тележки, с помощью которой катящийся контакт на коромысле обеспечивает возможность бокового качания боковой рамы. Сопряжение переходника подшипника с буксовым гнездом также может иметь кривизну в передне-заднем направлении, будь то выпуклость или углубление, и при данной вертикальной нагрузке эта выпуклость или углубление может иметь тенденцию к созданию более или менее линейного сопротивления отклонению в продольном направлении, аналогичное тому, которое может создавать пружина или эластомерная накладка.

Жесткость маятника прямо пропорциональна весу маятника и для малых углов отклонения может быть принята как пропорциональная угловому отклонению, что в

геометрическом выражении которое приближается к $f=kx$. Маятник может иметь тенденцию к поддержке общей пропорциональности между весом, переносимым колесом, и жесткостью механизма самоуправления по мере увеличения нагрузки и, таким образом, обеспечивать пропорциональное руление независимо от того, является ли вагон порожним или полностью загруженным. Эти жесткости являются геометрическими жесткостями, а не пружинными жесткостями.

На ФИГ. **4a**–**4e** показан вариант реализации узла переходника подшипника и буксового гнезда. Переходник **44** подшипника имеет нижнюю часть **212**, которая сидит на подшипнике **46** оси **48**. Переходник **44** подшипника имеет верхнюю часть **214**, которая содержит охватываемую часть **216** сопряжения переходника подшипника. Сопрягаемая охватывающая часть **218** сопряжения гнезда коромысла установлена внутри потолка **220**. Верхний фитинг **218** может представлять собой плоскую пластинчатую поверхность. Когда боковые рамы опущены над колесными парами, концевые вырезы или каналы **228**, расположенные между угловыми упорами **232** переходника подшипника, находятся между соответствующими челюстями **230** буксовой опоры боковой рамы. Таким образом, когда боковые рамы находятся на месте, переходник **44** подшипника захвачен в положении с охватываемой и охватывающей частями (**216** и **218**) переходника сопряжения, находящимися в сопряженном взаимодействии.

Переходник **44** подшипника может иметь центральную часть **254** корпуса переходника, которая укорочена в продольном направлении, а внутреннее расстояние между угловыми упорными частями немного увеличено для обеспечения возможности установки вспомогательного центрирующего устройства или центрирующего элемента, или центрально смещенного восстанавливающего элемента в виде, например, эластомерных амортизирующих накладок, таких как те, которые идентифицируются как упругие накладки или элементы **256**. Элементы **256** могут считаться формой восстановительного центрирующего элемента и также могут называться «демпферными» или «бамперными» накладками.

Как показано на ФИГ. **6a**–**6e**, упругие элементы **256** могут иметь общую форму канала, имеющего центральную или заднюю, или поперечную, или перегородчатую часть **281** и пару левой и правой фланкирующих крыльчатых частей **282**, **283**. Крыльчатые части **282** и **283** могут содержать проходящие вниз и наружу концы, которые могут иметь дугообразный нижний край, такой, который может быть посажен на кожух подшипника. Внутренняя ширина крыльчатых частей **282** и **283** может быть такой, чтобы обеспечивать

плотную посадку вокруг сторон упорных блоков **280**. Лопастная часть **285**, проходящая в поперечном направлении вдоль верхнего края перегородчатой части **281**, может быть размещена в радиально закругленной выемке **284** между верхним краем упорных блоков **280** и концом фитинга **40** буксового гнезда. Внутренний боковой край лопастной части **285** может иметь тенденцию быть скошенным или облегченным для размещения и посадки рядом с концом буксового гнезда **40**. На ФИГ. **5a** и **5b** показаны виды переходника **44** подшипника и эластомерных амортизирующих накладочных элементов **256** в виде узла для вставки между подшипником **46** и боковой рамой **26**.

Переходник **44** подшипника также может иметь расположенный с нижней стороны вырез или канавку **292** в виде пары проходящих в боковом направлении сужающихся лопастных углублений, полостей или вырезов **294**, **296**, разделенных центральной мостовидной областью **298**, имеющей более глубокое сечение и боковые стороны, которые сужаются в вырезах **294**, **296**. Вырезы **294**, **296** могут иметь большую ось, которая проходит в поперечном направлении относительно самого переходника подшипника, но после установки проходит в осевом направлении относительно оси вращения нижележащего подшипника. Отсутствие материала в вырезах **294**, **296** образует в целом Н-образный рельеф в окружной поверхности **300**, который посажен на наружную сторону подшипника **46**, и в котором две боковые области или ножки буквы «Н» образуют площадки или накладки **302**, **304**, соединенные относительно узкой перемычкой, а именно мостовидной областью **298**. В той степени, в которой нижняя поверхность нижней части переходника **44** подшипника соответствует дугообразному профилю, такому, в котором может быть размещен корпус подшипника, вырезы **294**, **296** могут иметь тенденцию к прохождению или простиранию преимущественно вдоль вершины профиля между лежащими по обеим сторонам накладками или площадками. Эта конфигурация может иметь тенденцию к распространению нагрузки точки катящегося контакта коромысла на накладки **302**, **304** и, следовательно, на подшипник **46**. Срок службы подшипника может зависеть от пиковой нагрузки на ролики. За счет оставления пространства между нижней стороной переходника подшипника и верхней центральной частью корпуса подшипника над дорожками качения подшипника вырезы **294**, **296** могут иметь тенденцию к предотвращению сосредоточенной передачи вертикальной нагрузки преимущественно верхним роликам в подшипнике. Вместо этого может оказаться выгодным распределять нагрузку между несколькими роликами в каждой дорожке качения. Этому может способствовать использование расположенных на расстоянии друг от друга прокладок или площадок, таких как накладки **302**, **304**, которые установлены на корпусе подшипника. Центральная мостовидная область **298** может быть расположена над

участком кожуха подшипника, под которым отсутствует дорожка качения, а не непосредственно над одной из дорожек качения.

Охватываемая часть **216** образована таким образом, что в целом обращенная вверх поверхность **242** имеет как первую кривизну $\mathbf{r_1}$ для обеспечения качания в продольном направлении (ФИГ. **4d**, **4e**), так и вторую кривизну $\mathbf{r_2}$ (ФИГ. **4b**, **4c**) для обеспечения качания (т.е. поворотного движения боковой рамы) в поперечном направлении. Аналогично, в общем случае охватывающая часть **218** имеет поверхность, имеющую первый радиус $\mathbf{R_1}$ кривизны в продольном направлении и второй радиус $\mathbf{R_2}$ в кривизны поперечном направлении. Взаимодействие указанных поверхностей с радиусами $\mathbf{r_1}$ и $\mathbf{R_1}$ кривизны обеспечивает возможность продольного раскачивающего перемещения с сопротивлением, пропорциональным весу, приходящемуся на колесо. Иными словами, сопротивление угловому отклонению пропорционально весу, а не является фиксированной пружинной постоянной. Это может привести к пассивному саморулению как в легком вагоне, так и в условиях полной загрузки. Эта взаимосвязь показана на ФИГ. **4d** и **4e**. На ФИГ. **4d** показано центрированное или соответствующее состоянию покоя неотклоненное положение продольных элементов качания. На ФИГ. **4e** показаны элементы качания в их состоянии максимального продольного отклонения. На ФИГ. **4d** представлено локальное условие минимальной потенциальной энергии для системы. На ФИГ. **4e** представлена система, в которой потенциальная энергия увеличена за счет работы, выполняемой силой **F**, действующей в продольном направлении в горизонтальной плоскости через центр $\mathbf{C_B}$ оси и подшипника, будет иметь тенденцию к постепенному увеличению высоты буксовой опоры. Иными словами, поскольку ось вынуждена отклоняться под действием силы, перемещение качания может иметь тенденцию к подъему вагона и тем самым увеличению его потенциальной энергии.

В целом, отклонение может быть измерено либо угловым смещением $\boldsymbol{\theta_1}$ осевой центральной линии, либо угловым смещением точки контакта коромысла на радиусе $\mathbf{r_1}$, обозначенным как $\boldsymbol{\theta_2}$. Торцевая поверхность **234** переходника **44** подшипника наклонена под углом $\boldsymbol{\eta}$ относительно вертикали. Типичный диапазон для $\boldsymbol{\eta}$ может составлять около 3° дуги. Типичное максимальное значение $\boldsymbol{\delta_{long}}$ может составлять около +/- 3/16 дюйма по обе стороны от вертикальной в состоянии покоя центральной линии.

Подобным образом, как показано на ФИГ. **4b** и **4c**, в поперечном направлении взаимодействие указанных поверхностей с радиусами $\mathbf{r_2}$ и $\mathbf{R_2}$ кривизны может приводить к боковому раскачивающему перемещению, как может быть в случае поворотной

тележки. На ФИГ. **4b** показано центрированное в состоянии покоя положение системы бокового качания с минимальной потенциальной энергией. На ФИГ. **4c** показана та же самая система в состоянии отклонения в боковом направлении. В этом случае δ_2 приблизительно равно $(L_{pendulum} - r_2)\mathrm{Sin}\varphi$, где для малых углов $\mathrm{Sin}\varphi$ приблизительно равен φ. $L_{pendulum}$ может быть принята в качестве разности высот в состоянии покоя между центром нижнего гнезда **52** пружины и контактной поверхностью между охватываемой и охватывающей частями **216** и **218**.

Этот узел сопряжения переходника подшипника с буксовым гнездом смещается под действием силы тяжести, действующей на маятник, в направлении к центральному положению или положению «покоя», в котором имеется локальный минимум потенциальной энергии в системе. Полностью отклоненное положение, показанное на ФИГ. **4c**, может соответствовать отклонению от вертикали на угол порядка менее 10° (и предпочтительно менее 5°) в обе стороны от центра, причем фактический максимум определяется расстоянием от упоров **106** и **108** до пластины **92**. Хотя в целом R_1 и R_2 могут различаться таким образом, что охватывающая поверхность будет являться наружным сегментом тора, может быть желательным, чтобы R_1 и R_2 были одинаковыми, т.е. чтобы опорная поверхность охватывающего фитинга была выполнена в виде части сферической поверхности, не имеющей ни большой, ни малой оси, а просто была образована на основе сферического радиуса. R_1 и R_2 обеспечивают тенденцию к самоцентрированию. Эта тенденция может быть довольно мягкой. Несмотря на то, что r_1 и r_2 могут быть одинаковыми, так что выпуклая поверхность переходника подшипника (или буксового гнезда, если соотношение инвертировано) является частью сферической поверхности, в общем случае r_1 и r_2 могут различаться. Также можно отметить, что при условии, что система может иметь тенденцию к возвращению в состояние локального минимума энергии (т.е. которое является самовосстанавливающимся при нормальной работе), в предельном случае один или оба из радиусов R_1 и R_2 могут быть бесконечно большими, так что либо образуется цилиндрический сегмент, либо, когда оба являются бесконечно большими, может быть образована плоская поверхность. В другой альтернативе может быть, что $r_1 = r_2$, и $R_1 = R_2$. В одном варианте реализации r_1 может быть таким же, как r_2, и может составлять около 40 дюймов (+/- 5 дюймов), и R_1 может быть таким же, как R_2, и оба могут быть бесконечными, так что внутренняя поверхность является плоской.

Радиус r_1 кривизны охватываемого продольного коромысла может составлять менее 60 дюймов и может находиться в диапазоне от 5 до 50 дюймов и может составлять

около 40 дюймов. $\mathbf{R_1}$ может быть бесконечным или может составлять менее 100 дюймов и может находиться в диапазоне от 25 до 60 дюймов или в более узком диапазоне от 30 до 40 дюймов, в зависимости от радиуса $\mathbf{r_1}$. Радиус $\mathbf{r_2}$ кривизны охватываемого бокового коромысла может находиться в диапазоне от 30 до 50 дюймов и может составлять около 40 дюймов, как в показанном варианте реализации. $\mathbf{R_2}$ может быть бесконечным, так что пластина является плоской, или альтернативно он может составлять около 60 дюймов. Если используется плоская охватывающая поверхность коромысла, и используется охватываемая сферическая поверхность, радиус кривизны охватываемой поверхности может находиться в диапазоне от около 20 до около 50 дюймов и может находиться в более узком диапазоне от 30 до 40 дюймов. Возможны различные сочетания в зависимости от загрузки, предполагаемого случая использования и материалов коромысла. В каждом случае сопрягаемые охватываемая и охватывающая поверхности коромысел могут быть выбраны для получения физически обоснованного попарного сопряжения с точки зрения ожидаемой нагрузки, предполагаемый истории нагружения и срока службы. Они могут изменяться.

Охватываемая и охватывающая поверхности могут быть перевернуты таким образом, что охватывающая поверхность взаимодействия образована на переходнике подшипника, а охватываемая поверхность взаимодействия образована в буксовом гнезде. Одна из сопрягаемых частей или поверхностей является частью переходника подшипника, а другая частью буксовой опоры.

Узел качания на стыке колесной пары с боковой рамой имеет тенденцию поддерживать себя в центрированном состоянии. Существует пространственное взаимоотношение узла, образованного: (a) переходником подшипника, например, переходником **44** подшипника; (b) центрирующими элементами, такими как, например, упругие элементы **256**; и (c) упорными блоками **280** челюсти буксовой опоры. Когда упругий элемент **256** находится на месте, переходник **44** подшипника может иметь тенденцию к центрированию относительно челюстей или упорных блоков **280**. После установки амортизатор (элемент **256**) плотно прилегает к упорному выступу челюсти буксовой опоры и может располагаться рядом с торцевой стенкой переходника подшипника и между угловыми упорами переходника подшипника с легкой посадкой с натягом. Амортизатор зажат между упорным выступом и переходником подшипника и устанавливает разнесенное относительное положение между ними; обеспечивает начальное центральное позиционирование сопрягаемых коромысловых элементов; а также обеспечивает восстановительное смещение. Хотя переходник **44** подшипника все

еще может качаться относительно боковой рамы **26**, такое раскачивание может иметь тенденцию к деформации (обычно локальному сжатию) части элемента **256**, а элемент **256** будучи эластичным может иметь тенденцию к толканию переходника **44** подшипника в направлении к центральному положению, независимо от того, имеется ли большой вес на элементах качания или не имеется. Упругий элемент **256** может иметь характеристику «восстановительная сила-отклонение» в продольном направлении, которая существенно менее жесткая, чем характеристика «сила-отклонение» полностью нагруженного продольного коромысла, (возможно, на один или два порядка меньше) так что в полностью нагруженном состоянии вагона элемент **256** может не иметь склонности к существенному изменению поведения раскачивания. В одном варианте реализации элемент **256** может быть изготовлен из полиуретана.

Поверхность катящегося контакта подшипника находится в состоянии локального минимума энергии при центрировании под соответствующим гнездом, и предпочтительно, чтобы сопрягаемая поверхность катящегося контакта имела радиус, который может способствовать самоцентрированию охватываемого элемента катящегося контакта.

Это может быть выражено по-разному. В цилиндрических полярных координатах длинная ось оси колесной пары может рассматриваться в качестве осевого направления. Существует радиальное направление, измеряемое перпендикулярно осевому направлению, и существует угловое окружное направление, взаимно перпендикулярное как осевому направлению, так и радиальному направлению. На поверхности катящегося контакта имеется место, которое ближе к оси вращения подшипника, чем любое другое место. Это определяет положение равновесия «покоя» или локального минимума потенциальной энергии. Поскольку радиус кривизны поверхности катящегося контакта больше, чем радиальная длина L между осью вращения подшипника и местоположением минимального радиуса, радиальное расстояние как функция окружного угла θ будет увеличиваться в любую сторону от местоположения минимального радиуса (или альтернативно местоположение минимального радиального расстояния от оси вращения подшипника лежит между областями большего радиального расстояния). Таким образом, наклон функции $\mathbf{r(\theta)}$, а именно $\mathbf{dr/d}\theta$, равен нулю в точке минимума и является таким, что **r** увеличивается при угловом смещении от точки минимума в любую сторону от местоположения минимума потенциальной энергии. Если поверхность имеет сложную кривизну, как $\mathbf{dr/d}\theta$, так и **dr/dL** равны нулю в точке минимума и являются такими, что **r** увеличивается в любую сторону от местоположения минимума энергии из всех сторон

местоположения минимальной энергии и равен нулю в этом местоположении. Это может быть верно независимо от того, является ли поверхность катящегося контакта на подшипнике охватываемой поверхностью или охватывающей поверхностью. Поверхность катящегося контакта имеет радиус кривизны или радиусы кривизны, если используется сложная кривизна, т.е. является или являются больше, чем расстояние от местоположения минимального расстояния от оси вращения, а поверхности катящегося контакта не являются концентрическими с осью вращения подшипника. Другой способ выразить это заключается в том, чтобы отметить, что на поверхности катящегося контакта подшипника имеется первое местоположение, которое расположено радиально ближе к оси вращения подшипника, чем любое другое местоположение на ней. Первое расстояние **L** определено между осью вращения и этим ближайшим местоположением. Поверхность подшипника и поверхность буксового гнезда имеют радиусы кривизны и сопряжены в охватываемом и охватывающем отношениях, причем один радиус кривизны представляет собой охватываемый радиус кривизны $\mathbf{r_1}$, а другой радиус кривизны представляет собой охватывающий радиус кривизны $\mathbf{R_2}$, (в зависимости от того, что это может быть). При этом $\mathbf{r_1}$ больше чем **L**, $\mathbf{R_2}$ больше чем $\mathbf{r_1}$, а **L**, $\mathbf{r_1}$ и $\mathbf{R_2}$ соответствуют формуле $\mathbf{L^{-1}}$-($\mathbf{r_1^{-1}}$-$\mathbf{R_2^{-1}}$)>0, причем поверхности коромысел выполнены с возможностью взаимодействия для обеспечения саморуления.

Геометрия составного маятника

В коромыслах, показанных и описанных в настоящем документе, могут использоваться элементы качания, которые определяют составные маятники, т.е. маятники, у которых радиус охватываемого коромысла не равен нулю, и существует предположение о взаимодействии качения (в отличие от скольжения) с охватывающим элементом качания (коромыслом). Вариант реализации по ФИГ. **4a** показывает двунаправленный составной маятник. Характеристики этих маятников могут влиять как на боковую жесткость, так и на саморуление продольного коромысла.

Боковая жесткость подвески может иметь тенденцию к отражению (a) жесткости боковой рамы между (i) переходником подшипника и (ii) нижним гнездом пружины (т.е. когда боковые рамы качаются в боковом направлении); (b) бокового отклонения пружин между (i) нижним гнездом пружины и (ii) верхним гнездом пружины, прикрепленным к надрессорной балке тележки; и (c) момента между (i) гнездом пружины в боковой раме и (ii) верхним креплением пружины к надрессорной балке тележки. Боковая жесткость

пружинных групп может составлять приблизительно 1/2 жесткости вертикальной пружины.

Для оценки поперечной жесткости может быть использована формула:

$$k_{truck} = 2 \times [(k_{sideframe})^{-1} + (k_{spring\ shear})^{-1}]^{-1},$$

где:

$k_{sideframe}$ $= [k_{pendulum} + k_{spring\ moment}]$;

$k_{spring\ shear}$ - боковая пружинная постоянная для пружинной группы при сдвиге;

$k_{pendulum}$ - сила, необходимая для отклонения маятника на единицу отклонения, измеренная в центре нижнего гнезда пружины;

$k_{spring\ moment}$ - сила, необходимая для отклонения нижнего гнезда пружины на единицу бокового отклонения против крутящего момента, вызванного неравным сжатием внутренней и наружной пружин.

В маятнике соотношение веса и отклонения является примерно линейным для малых углов аналогично $F=kx$ в пружине. Боковая постоянная может быть определена как $k_{pendulum} = W/L$, где W - вес, а L - длина маятника. Приблизительная эквивалентная длина маятника может быть определена как $L_{eq} = W/k_{pendulum}$. W - подпружиненный вес на боковой раме. Для тележки с L=15 дюймов и радиусом выпуклости 60 дюймов L_{eq} может составлять около 3 дюймов. Для поворотной тележки L_{eq} может быть более чем в два раза больше этого значения.

Формула для продольного (т.е. самоуправляющегося) коромысла, показанного на ФИГ. 4а, также может быть определена как:

$$\mathbf{F/\delta_{long} = k_{long} = (W/L)[[(1/L)/(1/r_1 - 1/R_1)]-1]}$$

Где:

$\mathbf{k_{long}}$ - продольная постоянная пропорциональности между продольной силой и продольным отклонением коромысла;

F - единица продольной силы, приложенная к центральной линии оси;

$\mathbf{\delta_{long}}$ - единица продольного отклонения центральной линии оси;

L - расстояние от центральной линии оси до вершины охватываемой части **216**;

$\mathbf{R_1}$ - продольный радиус кривизны охватывающей полости в буксовом гнезде **38**;

$\mathbf{r_1}$ - продольный радиус кривизны выпуклости охватываемой части **216** на переходнике подшипника.

В этом соотношении $\mathbf{R_1}$ больше чем $\mathbf{r_1}$, и $(1/\mathbf{L})$ больше чем $[(1/\mathbf{r_1})-(1/\mathbf{R_1})]$, и, как показано на чертеже, **L** меньше чем либо $\mathbf{r_1}$, либо $\mathbf{R_1}$. В некоторых вариантах реализации, описанных в настоящем документе, длина **L** от центра оси до вершины поверхности

переходника подшипника в центральном положении покоя обычно может составлять от около 5 ¾ до 6 дюймов (+/-) и может находиться в диапазоне от 5 до 7 дюймов. Переходники подшипников, буксовые опоры, боковые рамы и надрессорные балки обычно изготовлены из стали. Автор настоящего изобретения считает, что поверхность катящегося контакта предпочтительно может быть изготовлена из инструментальной стали или аналогичного материала.

В боковом направлении аппроксимация для малых угловых отклонений выглядит как:

$$k_{pendulum} = (F_2/\delta_2) = (W/L_{pend.})[[(1/L_{pend.})/((1/R_{Rocker}) - (1/R_{Seat}))] + 1],$$

где:

$k_{pendulum}$ - боковая жесткость маятника;

F_2 - сила на единицу бокового отклонения, приложенная к нижнему гнезду пружины;

δ_2 - единица бокового отклонения;

W - вес, приходящийся на маятник;

$L_{pend.}$ - длина неотклоненного маятника между контактной поверхностью переходника подшипника и нижней частью маятника в гнезде пружины;

$R_{Rocker} = r_2$ - боковой радиус кривизны поверхности коромысла;

$R_{Seat} = R_2$ - боковой радиус кривизны гнезда коромысла.

В тех случаях, когда R_{Seat} и R_{Rocker} имеют одинаковую величину и не являются чрезмерно малыми относительно L, маятник может иметь относительно большую постоянную бокового отклонения. Если радиус R_{Seat} является большим по сравнению с L или R_{Rocker}, или обоими и может быть аппроксимирован как бесконечный (т.е. в случае плоской поверхности), эта формула упрощается до:

$$k_{pendulum} = (F_{lateral}/\delta_{lateral}) = (W/L_{pend.})[(R_{Rocker}/L_{pendulum}) + 1].$$

Использование этого числа в знаменателе, а расчетного веса в числителе дает эквивалентную длину маятника $L_{eq.} = W/k_{pendulum}$.

Тележка может не иметь боковых неподпружиненных распорок в виде поперечной балки, проходящих в боковом направлении параллельных стержней или перекрещивающихся по диагонали распорок рамы или других неподпружиненных элементов жесткости. В этих вариантах реализации тележки могут иметь четыре угловые группы гасителей колебаний, приводимых в действие каждой пружинной группой.

Фрикционные поверхности

Как поясняется в WO 2005 005 219, динамическая реакция может быть довольно слабой. Может оказаться желательным заменить физически заблокированную взаимосвязь взаимосвязью, которая позволяет тележке изгибаться непрямоугольным образом, при условии, что смещение имеет тенденцию к возвращению тележки в ее прямоугольное положение, которое может быть получено путем использования пары сдвоенных гасителей колебаний с большим моментом сопротивления по сравнению с одиночными гасителями колебаний. Хотя использование боковых мягких коромысел, гасителей колебаний со сниженными характеристиками проскальзывания, четырехугольных демпферных устройств и самоуравления могут быть полезными сами по себе, по всей видимости они также могут быть связаны тонким и неожиданным образом. Самоуравление может работать лучше там, где наблюдается пониженная тенденция к проскальзыванию в гасителях колебаний. Боковое раскачивание в режиме поворотного перемещения также может лучше функционировать там, где гасители колебаний имеют пониженную склонность к прерывистому проскальзыванию. Боковое раскачивание в режиме поворотного перемещения может иметь тенденцию к улучшенной работе, если гасители колебаний установлены в четырехугольной компоновке. Парадоксальным образом, виляние тележки может значительно не ухудшаться, когда жестко фиксированная связь поперечной балки или раскоса рамы заменена четырьмя угловыми гасителями колебаний (очевидно, что это делает тележку более мягкой, а не жесткой), и когда гасители колебаний менее склонны к прерывистому проскальзыванию. Совокупный эффект этих признаков может иметь неожиданную взаимосвязь.

Как описано в данном документе, существует фрикционная поверхность демпфирования между надрессорной балкой и боковыми рамами. Либо колонки боковой рамы, либо гаситель колебаний (либо то и другое вместе) могут иметь несущую поверхность с низким или регулируемым трением, которая может включать в себя упрочненную пластину износа, которую можно заменить в случае износа или поломки, или которая может включать в себя расходное покрытие или колодку или накладку. Эта несущая поверхность успокаивающего перемещение фрикционного элемента демпфирования может быть получена путем обработки поверхности с достижением требуемых коэффициентов статического и динамического трения путем нанесения поверхностного покрытия, вставки, накладки, тормозной колодки или тормозной облицовки, или другой обработки. Такая колодка или облицовка может иметь матрицу на основе полимера или композиционную матрицу, заполненную смесью частиц металла или других материалов для обеспечения заданных характеристик трения.

Эта фрикционная поверхность может при использовании в сочетании с противоположной несущей поверхностью иметь коэффициент μ_s статического трения и коэффициент μ_k динамического или кинетического трения. Коэффициенты могут варьироваться в зависимости от условий окружающей среды. Для целей настоящего описания указанные коэффициенты трения будут рассматриваться в условиях сухого дня при температуре 70°F. В одном варианте реализации при сухом трении указанные коэффициенты трения могут находиться в диапазоне от 0,15 до 0,45 или могут находиться в более узком диапазоне от 0,20 до 0,35, а в одном варианте реализации могут составлять приблизительно 0,30. В одном варианте реализации покрытие или накладка при использовании в сочетании с противоположной несущей поверхностью колонки боковой рамы может обеспечивать коэффициенты статического и динамического трения на поверхности трения, которые отличаются друг от друга в пределах 20% или, в более узком подходе, в пределах 10%. Еще в одном варианте реализации статический и динамический коэффициенты трения по существу равны.

Гаситель колебаний может быть подвергнут специфической для трения обработке, например, снабжен покрытием, накладкой или облицовкой на вертикальной фрикционной поверхности. В одном варианте реализации коэффициенты статического и динамического трения на поверхности трения могут составлять около 0,3 и могут быть примерно равны друг другу.

Пружинные группы

Пружинные группы могут иметь различные схемы расположения пружин. Может быть полезным иметь восходящие и нисходящие демпфирующие силы, которые не слишком отличаются друг от друга, и которые в некоторых случаях могут иметь тенденцию быть примерно равными. Силы трения на гасителях колебаний могут различаться в зависимости от того, нагружен ли гаситель колебаний или не нагружен. Угол клина гасителя колебаний, коэффициенты трения и подпружинивание под клиньями гасителя колебаний могут изменяться. Клин гасителя колебаний «нагружается», когда надрессорная балка перемещается вниз в окне боковой рамы, поскольку сила в пружинах увеличивается, и, следовательно, увеличивается сила на клин гасителя колебаний. Аналогичным образом, клин гасителя колебаний «разгружается», когда надрессорная балка перемещается к верхней части бокового окна рамы, поскольку сила в пружинах уменьшается.

Уравнения могут быть записаны как:

При нагружении: $$F_d = \frac{\mu_c F_s}{(1+(\mu_s-\mu_c)\mathrm{Cot}(\phi)+\mu_s\mu_c)} \quad \frac{(\mathrm{Cot}(\phi)-\mu_s)}{}$$

При разгружении: $$F_d = \frac{\mu_c F_s}{(1+(\mu_c-\mu_s)\mathrm{Cot}(\phi)+\mu_s\mu_c),} \quad \frac{(\mathrm{Cot}(\phi)+\mu_s)}{}$$

где: F_d - сила трения на колонке боковой рамы;

F_s - сила в пружине;

μ_s - коэффициент трения на угловой наклонной поверхности надрессорной балки;

μ_c - коэффициент трения на колонке боковой рамы;

ϕ - внутренний угол между угловой поверхностью надрессорной балки и фрикционной поверхностью, опирающейся на колонку.

Для заданного угла коэффициент C_f нагрузки на трение может быть определен как $C_f = F_d/F_s$. Этот коэффициент C_f нагрузки будет иметь тенденцию различаться в зависимости от того, движется ли надрессорная балка вверх или вниз.

В некоторых вариантах реализации в пустом и полностью загруженном состоянии могут быть различные вертикальные жесткости пружины. Для этого могут быть использованы пружины различной высоты, например, для получения двух или более вертикальных жесткостей пружины для всей пружинной группы. Таким образом, динамическая реакция легкого вагона может отличаться от динамической реакции полностью загруженного вагона, в котором используются две жесткости пружины. Альтернативно, если используются три (или более) жесткости пружины (наружная, внутренняя, внутри-внутренняя), может быть промежуточная динамическая реакция в полунагруженном состоянии. В одном варианте реализации каждая группа пружин может иметь первое сочетание пружин, которые имеют свободную длину по меньшей мере первой высоты, и вторую группу пружин, в которой каждая пружина имеет свободную длину, которая меньше, чем вторая высота, при этом вторая высота меньше, чем первая высота на расстояние δ_1, так что первая группа пружин будет иметь диапазон сжатия между первой и второй высотами, в котором жесткость пружины этой группы имеет первое значение, а именно, сумму жесткостей пружины первой группы пружин, и второй

диапазон, в котором жесткость пружины этой группы больше, а именно, равна жесткости пружины первой группы плюс жесткость по меньшей мере одной из пружин, свободная высота которой меньше, чем вторая высота. Различные режимы жесткости пружины могут обеспечивать соответствующие различные режимы демпфирования.

Например, в одном варианте реализации вагон, имеющий собственный подпружиненный вес (т.е. вес корпуса вагона без груза, исключая неподпружиненный вес элементов ниже основной пружины, такой как вес боковых рам и колесных пар) в диапазоне от около 35000 до около 55000 фунтов (+/- 5000 фунтов), может иметь пружинные группы, в которых первая часть пружин имеет свободную высоту, превышающую первую высоту. Первая высота может находиться, например, в диапазоне от около 9¾ до 101/4 дюйма. Когда вагон в порожнем состоянии стоит на своих тележках, пружины сжаты до этой первой высоты. Когда вагон эксплуатируется в незагруженном состоянии, эта первая часть пружин может иметь тенденцию к определению динамической реакции вагона при вертикальном отскоке, повороте вокруг своей поперечной оси и боковом отскоке, а также качании из стороны в сторону и может влиять на виляющее поведение тележки. Жесткость пружины в этом первом режиме может составлять от 12000 до 22000 фунтов/дюйм и может находиться в диапазоне от 15000 до 20000 фунтов/дюйм.

Когда вагон тяжело загружен, например, когда сочетание собственного подпружиненного веса и подпружиненного веса груза превышает пороговое значение, которое может соответствовать величине на вагон в диапазоне от возможно 60000 до 100000 фунтов (т.е. от 15000 до 25000 фунтов на пружинную группу при симметричной нагрузке в состоянии покоя), пружины могут сжиматься до второй высоты или ниже. Эта вторая высота может находиться в диапазоне от, возможно, 8½ до $9^3/_4$ дюймов. В этот момент подпружиненная масса достаточна для начала отклонения другой части пружин в общей пружинной группе, которые могут представлять собой некоторые или все оставшиеся пружины, а постоянная жесткости пружины объединенной группы в данный момент сжатых пружин в этом втором режиме может отличаться и может быть больше, чем жесткость пружины в первом режиме. Например, эта большая жесткость пружины может находиться в диапазоне от около 20000 до 30000 фунтов/дюйм и может быть предназначена для обеспечения динамической реакции, когда сумма собственного веса и веса груза превышает пороговое значение изменения режима.

В различных вариантах реализации тележек, таких как тележка **20**, упругое

сопряжение между каждой боковой рамой и концом связанной с ней надрессорной балки тележки может включать в себя четырехугольную компоновку клиновых гасителей колебаний и пружинную группу 3x3. Эти группы могут иметь клинья гасителя колебаний, имеющие первичные углы, лежащие в диапазоне от 30° до 60° или в более узком диапазоне от 35° до 55°, еще более узком диапазоне от 40° до 50°, или могут быть выбраны из набора углов 32°, 36°, 40° или 45°. Клинья гасителей колебаний имеют измененные поверхности трения, такие как неметаллические поверхности.

Сочетание клиньев гасителя колебаний и боковых пружин может быть таким, чтобы жесткость пружины под боковыми пружинами составляла 20% или более от общей жесткости пружин пружинных групп. Она может находиться в диапазоне от 20% до 30% от общей жесткости пружин. В некоторых вариантах реализации сочетание клиньев и боковых пружин может быть таким, чтобы обеспечивать общую силу трения для гасителей колебаний в группе для полностью загруженного вагона, когда надрессорная балка перемещается вниз, что составляет менее 3000 фунтов. В других вариантах реализации арифметическая сумма сил трения в верхнем и нижнем направлениях гасителей колебаний в группе составляет менее 5500 фунтов.

Сочетания и перестановки

Признаки различных фигур могут быть смешаны и согласованы без отклонения от сущности или объема охраны изобретения. Во избежание избыточного описания следует понимать, что различные конфигурации клина гасителя колебаний могут использоваться с пружинными группами 2X4, 3X3, 3:2:3, 2:3:2, 3X5 или другой компоновкой. Аналогичным образом, существует большое количество возможных сочетаний и перестановок компоновок клиньев гасителя колебаний и компоновок переходников подшипников. В связи с этим, может быть понятно, что различные признаки могут быть объединены без дополнительного увеличения количества чертежей и описания.

В различных вариантах реализации тележек в данном документе могут быть показаны упоры, установленные на надрессорной балке внутри и снаружи пластин износа на колонках боковой рамы. В вариантах реализации, показанных в данном документе, зазор между упорами и боковыми пластинами желательно является достаточным для обеспечения допуска на перемещение по меньшей мере в пределах $^{3}/_{4}$ дюйма поперечного перемещения надрессорной балки тележки железнодорожного вагона относительно колес в любую сторону от нейтрального положения, предпочтительно допускает перемещение

более чем на 1 дюйм в любую сторону от нейтрального положения и может допускать перемещение в диапазоне от около 1 или $1^{3}/_{8}$ дюйма до около $1^{5}/_{8}$ дюйма или $1^{9}/_{16}$ дюйма в любую сторону от нейтрального положения.

В каждой из тележек, показанных и описанных в данном документе, общее ходовое качество может зависеть от взаимосвязи компоновки и физических свойств пружинной группы или компоновки и свойств гасителя колебаний, или и того и другого вместе в сочетании с динамическими свойствами узла сопряжения переходника подшипника с буксовым гнездом. Может быть полезным, чтобы боковая жесткость боковой рамы, действующей в качестве маятника, была меньше, чем боковая жесткость пружинной группы при сдвиге.

Варианты реализации тележек, показанные и описанные в настоящем документе, могут варьироваться в зависимости от их пригодности для различных видов обслуживания. Характеристики тележки могут изменяться в значительной степени в зависимости от ожидаемой нагрузки, колесной базы, жесткостей пружин, компоновки пружин, геометрии маятника, компоновки гасителя колебаний и геометрии гасителя колебаний.

Выше были подробно описаны различные варианты реализации настоящего изобретения. Так как изменения в описанном выше наилучшем режиме или дополнения к нему могут быть осуществлены без отклонения от сущности, принципа или объема изобретения, настоящее изобретение должно ограничиваться не этими подробностями, а только приложенной формулой.

Формула изобретения

1. Клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона, выполненный с возможностью взаимодействия с карманом надрессорной балки, причем указанный клин гасителя колебаний содержит:

фрикционный элемент, который при использовании подвижно взаимодействует с поверхностью износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона;

указанный фрикционный элемент имеет неметаллическую поверхность износа;

гнездо пружины, которое при использовании взаимодействует с пружиной тележки железнодорожного вагона;

наклонную поверхность клина гасителя колебаний, имеющую первичный угол альфа и вторичный угол бета; указанная наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет кривизну;

указанная кривизна имеет рабочую точку;

указанное гнездо пружины имеет осевую центральную линию;

указанный клин гасителя колебаний имеет базисную плоскость, которая перпендикулярна указанной неметаллической поверхности износа и которая содержит указанную осевую центральную линию;

указанная осевая центральная линия пересекает указанную наклонную поверхность клина гасителя колебаний в точке пересечения; а указанная рабочая точка расположена в центральной области указанной наклонной поверхности клина гасителя колебаний, смежной с указанной базисной плоскостью.

2. Клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона, выполненный с возможностью взаимодействия с карманом надрессорной балки, причем указанный клин гасителя колебаний содержит:

фрикционный элемент, который при использовании подвижно взаимодействует с поверхностью износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона, причем указанный фрикционный элемент имеет неметаллическую поверхность износа;

гнездо пружины, которое при использовании взаимодействует с пружиной тележки железнодорожного вагона;

наклонную поверхность клина гасителя колебаний, причем указанная наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет первичный угол альфа, вторичный угол бета и кривизну;

указанная кривизна имеет рабочую точку, в которой указанная наклонная поверхность взаимодействует с карманом надрессорной балки в состоянии покоя;

указанное гнездо пружины имеет осевую центральную линию;

указанный клин гасителя колебаний имеет базисную плоскость, которая перпендикулярна указанной неметаллической поверхности износа и которая содержит указанную осевую центральную линию;

указанная осевая центральная линия пересекает указанную наклонную поверхность клина гасителя колебаний в точке пересечения;

указанный клин гасителя колебаний имеет первую торцевую поверхность и вторую торцевую поверхность, причем указанные первая и вторая торцевые поверхности расположены на расстоянии друг от друга и напротив друг друга;

указанная базисная плоскость расположена посередине между указанными первой и второй торцевыми поверхностями; а

указанная рабочая точка расположена в центральной области, смежной с указанной базисной плоскостью.

3. Клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона, имеющий:

фрикционную поверхность, которая при использовании взаимодействует с пластиной износа боковой рамы тележки железнодорожного вагона;

указанная фрикционная поверхность является неметаллической поверхностью износа;

гнездо пружины, которое при использовании взаимодействует с пружиной, причем указанное гнездо пружины имеет осевую центральную линию; и

наклонную поверхность, которая при использовании взаимодействует с соответствующей поверхностью кармана надрессорной балки тележки железнодорожного вагона;

базисную плоскость, которая перпендикулярна указанной фрикционной поверхности и параллельна указанной осевой центральной линии указанного гнезда пружины;

указанная наклонная поверхность имеет сферическую дугу и радиус кривизны;

указанная наклонная поверхность имеет первичный угол клина гасителя колебаний и поперечный вторичный угол клина гасителя колебаний;

указанная наклонная поверхность имеет рабочую точку, которая в равновесном состоянии взаимодействует с указанным карманом надрессорной балки в

точке катящегося контакта; и

указанный радиус кривизны указанной наклонной поверхности имеет начало, лежащее с одной стороны указанной базисной плоскости, радиус, проходящий через указанное начало, и указанную рабочую точку, расходящуюся с указанной базисной плоскостью под углом скашивания, причем указанный угол скашивания является указанным вторичным углом клина гасителя колебаний, когда указанный радиус рассматривается в плоскости, ориентированной под указанным первичным углом клина гасителя колебаний.

4. Клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона, имеющий размер, обеспечивающий возможность посадки в ответный карман надрессорной балки тележки железнодорожного вагона, причем указанный клин гасителя колебаний содержит:

корпус, причем указанный корпус имеет фрикционную поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с колонкой боковой рамы тележки железнодорожного вагона;

указанная фрикционная поверхность имеет неметаллическую поверхность износа,

указанный корпус имеет гнездо пружины, имеющее размер, обеспечивающий возможность сопряжения с верхним концом пружины тележки железнодорожного вагона;

указанный корпус имеет наклонную поверхность, которая образована с возможностью взаимодействия с соответствующей наклонной поверхностью кармана надрессорной балки;

указанная наклонная поверхность имеет первичный угол клина гасителя колебаний и вторичный угол клина гасителя колебаний;

указанная наклонная поверхность имеет кривизну; и

указанный корпус имеет первую боковую поверхность и противоположную вторую боковую поверхность, а также центральную плоскость, расположенную между указанной первой боковой поверхностью и указанной второй боковой поверхностью;

указанная первая боковая поверхность больше, чем указанная вторая боковая поверхность;

указанная центральная плоскость перпендикулярна указанной фрикционной поверхности;

указанная центральная плоскость пересекает указанную наклонную поверхность; и

указанная наклонная поверхность имеет рабочую точку, которая расположена в указанной центральной плоскости.

5. Клин гасителя колебаний, выполненный с возможностью взаимодействия с карманом надрессорной балки тележки железнодорожного вагона, причем:

указанный клин гасителя колебаний имеет наклонную поверхность, имеющую первичный угол альфа и вторичный угол бета;

указанная наклонная поверхность имеет выпуклую наружу составную поверхность, выполненную с возможностью взаимодействия с карманом надрессорной балки в рабочей точке;

указанный вторичный угол бета определяет направление бокового смещения указанного клина гасителя колебаний;

указанный клин гасителя колебаний имеет фрикционную поверхность, которая при использовании взаимодействует с поверхностью износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона;

указанная фрикционная поверхность имеет неметаллическую поверхность износа;

указанная фрикционная поверхность имеет перпендикулярную плоскость, проходящую через нее, причем указанная перпендикулярная плоскость также проходит в направлении подпружиненного перемещения вверх и вниз клина гасителя колебаний при использовании;

указанная перпендикулярная плоскость также центрирована на указанной неметаллической поверхности износа, и

указанная рабочая точка расположена на указанной перпендикулярной плоскости.

6. Клин гасителя колебаний для тележки железнодорожного вагона, выполненный с возможностью взаимодействия с соответствующим карманом надрессорной балки, причем указанный клин гасителя колебаний содержит:

фрикционный элемент, который при использовании подвижно взаимодействует с поверхностью износа колонки боковой рамы тележки железнодорожного вагона;

указанный фрикционный элемент имеет неметаллическую поверхность износа;

гнездо пружины, которое при использовании взаимодействует с пружиной тележки железнодорожного вагона;

наклонную поверхность клина гасителя колебаний;

указанная наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет первичный угол клина гасителя колебаний и вторичный угол клина гасителя

колебаний;

указанная наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет кривизну;

указанная кривизна имеет рабочую точку;

указанное гнездо пружины имеет осевую центральную линию;

указанный клин гасителя колебаний имеет базисную плоскость, которая перпендикулярна указанной неметаллической поверхности износа и которая содержит указанную осевую центральную линию;

указанная осевая центральная линия пересекает указанную наклонную поверхность клина гасителя колебаний в точке пересечения;

указанная точка пересечения представляет собой центр пятна контакта, которое имеет радиус менее 1,5 дюйма; и

указанная рабочая точка расположена на указанном пятне контакта.

7. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-6, в котором указанная рабочая точка расположена ниже по склону от указанной точки пересечения.

8. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-7, в котором указанная кривизна имеет радиус кривизны в указанной базисной плоскости менее 30 дюймов.

9. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-7, имеющий первую и вторую торцевые поверхности, причем указанная базисная плоскость определена посередине между указанными торцевыми поверхностями, а указанный клин гасителя колебаний является асимметричным.

10. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-9, в котором указанная рабочая точка смещена от указанной неметаллической поверхности износа указанного фрикционного элемента на расстояние от $^{1}/_{8}$ дюйма до $^{5}/_{8}$ дюйма дальше, чем указанная осевая центральная линия.

11. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-10, в котором указанная рабочая точка смещена от указанной неметаллической поверхности износа указанного фрикционного элемента на расстояние от $^{1}/_{4}$ дюйма до $^{3}/_{4}$ дюйма дальше, чем указанная осевая центральная линия.

12. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-11, в котором указанная неметаллическая поверхность износа смещена от указанной осевой центральной линии на первое расстояние x_1; указанная рабочая точка смещена от указанной осевой центральной линии на второе расстояние x_2; а отношение x_1:x_2 находится в одном из диапазонов: (а) от

21:2 до 21:8 и (b) от 10:3 до 40:3.

13. Клин гасителя колебаний по п. 12, в котором указанное отношение составляет 5:1.

14. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-13, в котором указанная неметаллическая поверхность износа имеет общую высоту y_1, а указанная рабочая точка находится в диапазоне от $^3/_8$ y_1 до $^5/_8$ y_1 вдоль высоты указанной неметаллической поверхности износа.

15. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-14, в котором указанная центральная линия указанного гнезда пружины находится в указанной базисной плоскости, и указанная рабочая точка также находится в указанной базисной плоскости.

16. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-15, в котором указанный радиус кривизны находится в диапазоне 20 дюймов +/- 1 дюйм.

17. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-16, в котором указанная центральная линия пересекает указанную наклонную поверхность в базисной точке, указанная базисная точка находится в указанной базисной плоскости, а указанная рабочая точка расположена менее чем в 1 дюйме от указанной базисной точки.

18. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-17, в котором указанная кривизна представляет собой составную кривизну.

19. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-18, в котором указанная кривизна указанной наклонной поверхности клина гасителя колебаний является сферической.

20. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-19, в котором указанная кривизна имеет радиус кривизны менее 35 дюймов.

21. Клин гасителя колебаний по п. 20, в котором указанный радиус находится в диапазоне от 15 до 30 дюймов.

22. Клин гасителя колебаний по п. 20, в котором указанный радиус составляет 20 дюймов +/- $^1/_2$ дюйма.

23. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-22, в котором угол альфа находится в диапазоне от 30° до 50°.

24. Клин гасителя колебаний по п. 23, в котором угол бета находится в диапазоне от 5° до 20°.

25. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-24, в котором указанная наклонная поверхность клина гасителя колебаний имеет пятно контакта, имеющее радиус менее 1 дюйма.

26. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-25, имеющий первую и вторую торцевые стенки; при этом указанная наклонная поверхность клина гасителя колебаний расположена между указанными первой и второй торцевыми стенками; а указанная базисная плоскость расположена посередине между указанными первой и второй торцевыми стенками.

27. Клин гасителя колебаний по п. 26, в котором указанная наклонная поверхность клина гасителя колебаний проходит к указанным первой и второй торцевым стенкам.

28. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-27, включающий в себя внутреннюю перегородку, проходящую между указанной наклонной поверхностью клина гасителя колебаний и указанным фрикционным элементом, а указанная рабочая точка выровнена с указанной внутренней перегородкой.

29. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-28, в котором указанная рабочая точка расположена вдоль указанной базисной плоскости.

30. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-29, который является по меньшей мере частично полым.

31. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-30, в котором указанное гнездо пружины включает в себя выступающий вниз выступ, имеющий размер, обеспечивающий возможность его соосного расположения внутри пружины тележки железнодорожного вагона.

32. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-31, выполненный с возможностью сборки с пружинной группой тележки железнодорожного вагона, причем пружинная группа имеет первую пружину гасителя колебаний, установленную с возможностью взаимодействия с указанным гнездом пружины для указанного клина гасителя колебаний, и по меньшей мере первую основную пружину, причем указанная первая пружина гасителя колебаний имеет большую свободную высоту, чем указанная первая основная

пружина.

33. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-32, в котором указанное гнездо пружины определено в нижней стенке указанного клина гасителя колебаний; при этом указанная нижняя стенка имеет ширину и скругленные в задней части углы, причем указанные углы имеют радиус, который больше чем 0,25 ширины указанной нижней стенки клина гасителя колебаний, а указанная наклонная поверхность клина гасителя колебаний завершается на наружном крае по меньшей мере одного из указанных скругленных углов.

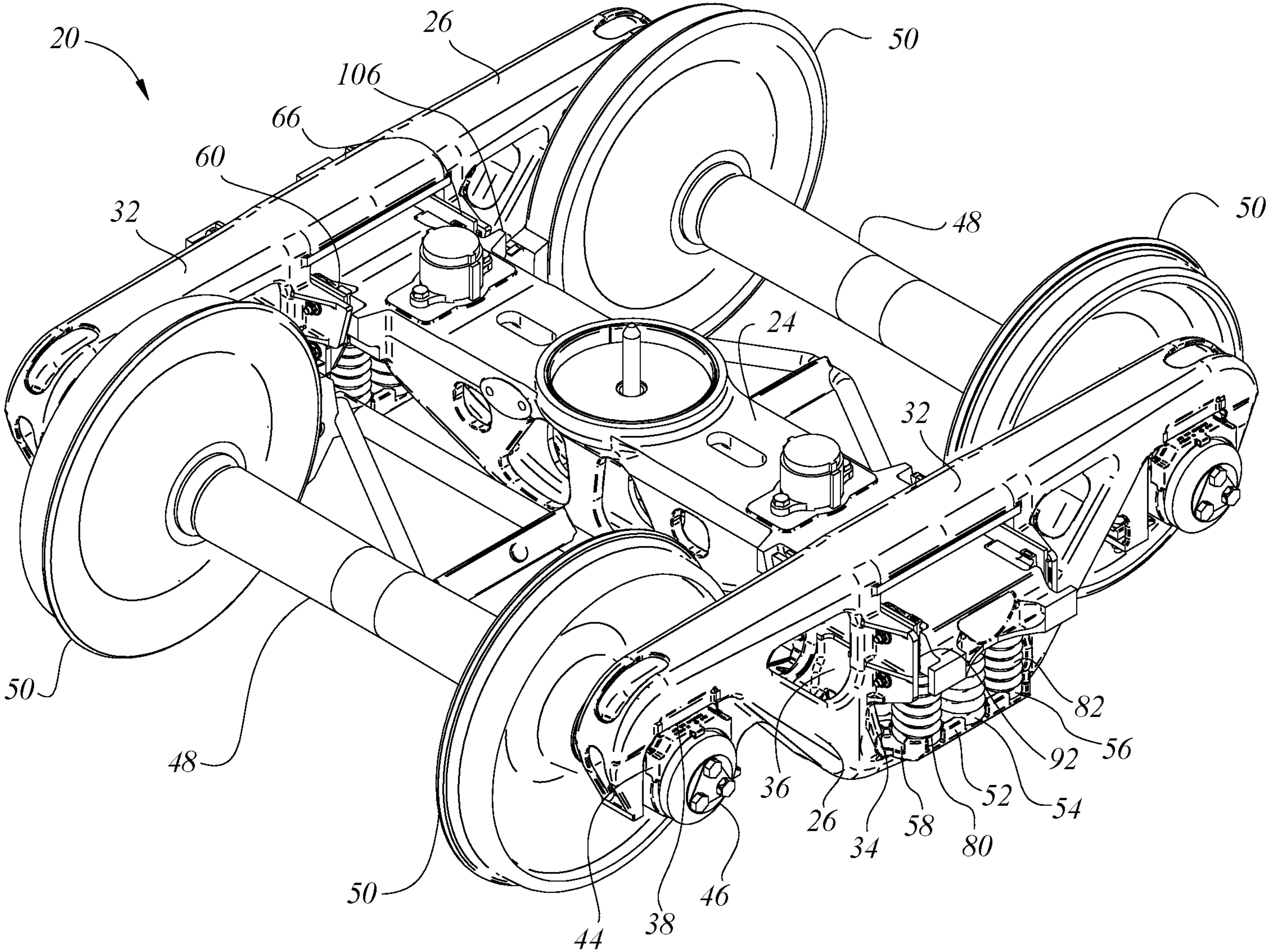
34. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-33, выполненный с возможностью образования набора из четырех указанных клиньев гасителя колебаний для одного конца надрессорной балки тележки железнодорожного вагона, причем указанные четыре клина гасителя колебаний включают в себя два указанных клина гасителя колебаний с левосторонним углом бета и два указанных клина гасителя колебаний с правосторонним углом бета.

35. Клин гасителя колебаний по любому из пп. 1-33, выполненный с возможностью сборки с карманом надрессорной балки.

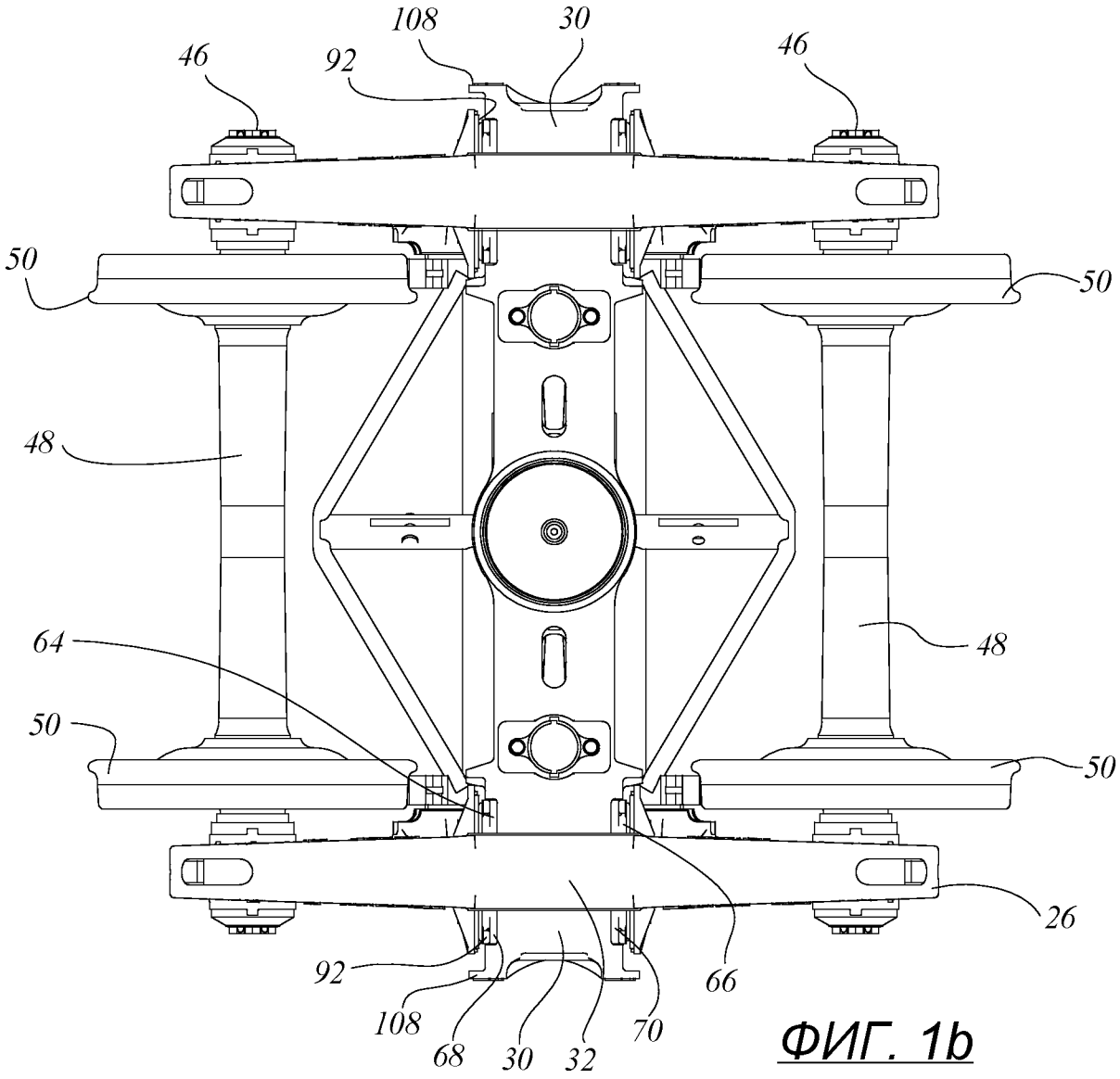
36. Тележка железнодорожного вагона, имеющая сочетание клина гасителя колебаний по любому из пп. 1-35 и по меньшей мере одного устройства самоуправления.

37. Тележка железнодорожного вагона по п. 36, в которой устройство самоуправления включает в себя коромысло, расположенное между буксовой опорой боковой рамы и подшипником оси колесной пары.

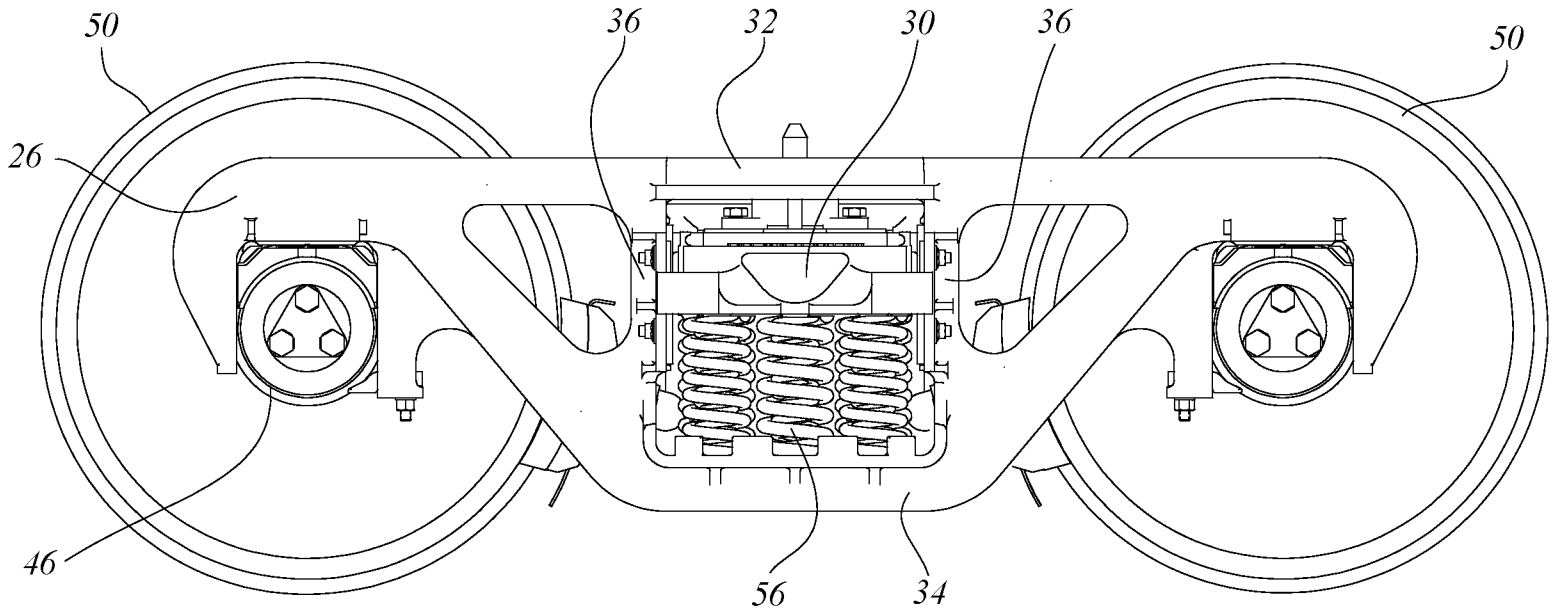
38. Тележка железнодорожного вагона по п. 37, имеющая боковую раму, установленную с возможностью качания в боковом направлении, при этом указанная боковая рама имеет боковую жесткость $\mathbf{k_{pendulum}}$ качания; причем указанная тележка железнодорожного вагона имеет надрессорную балку, установленную на пружинных группах, и указанные пружинные группы имеют боковую жесткость $\mathbf{k_{springshear}}$, при этом $\mathbf{k_{pendulum}}$ меньше, чем $\mathbf{k_{springshear}}$.


20
26
106
66
60
32
50
48
50
24
32
50
48
50
36
26
34
58
80
52
54
92
56
82
44
38
46

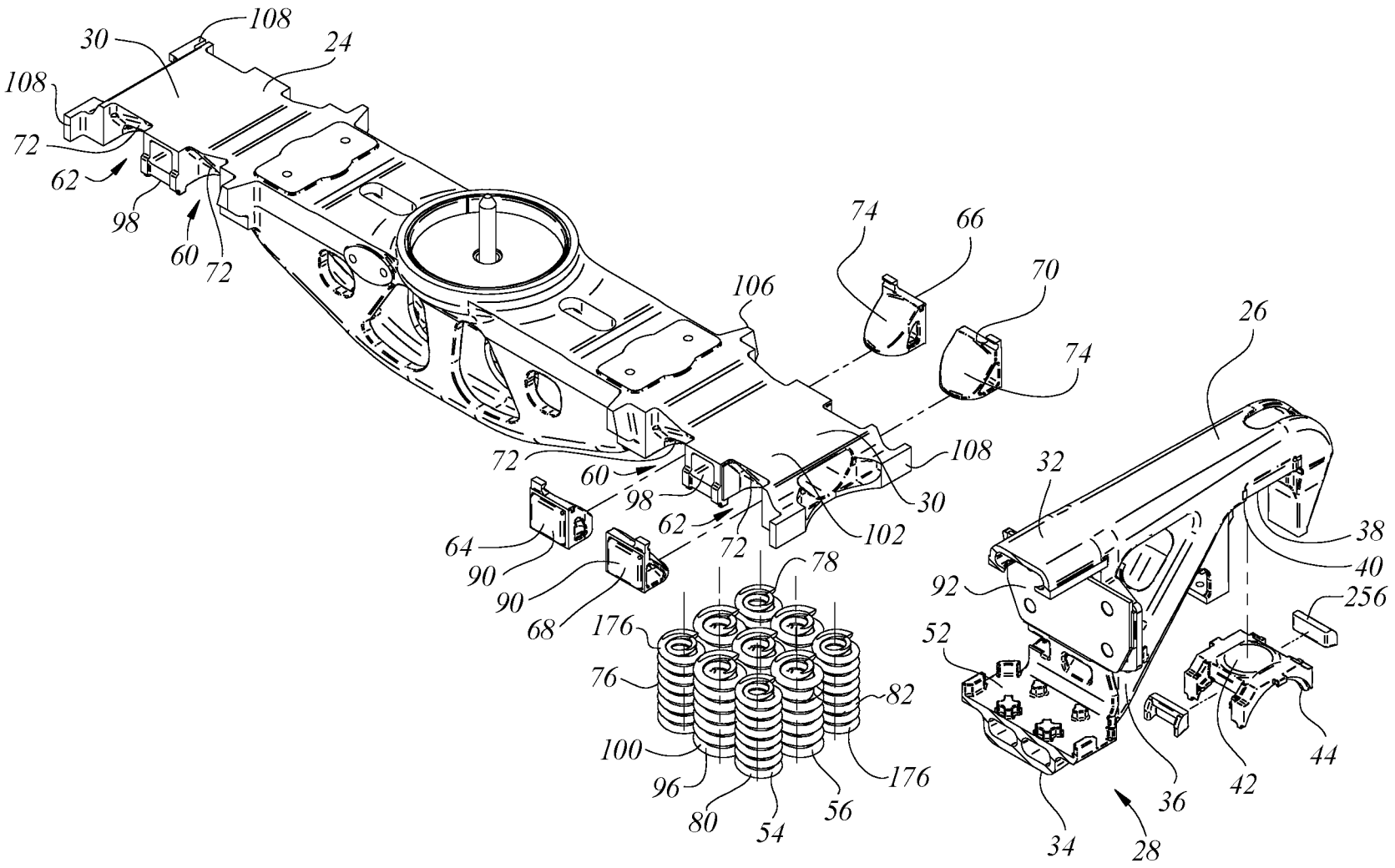
ФИГ. 1а



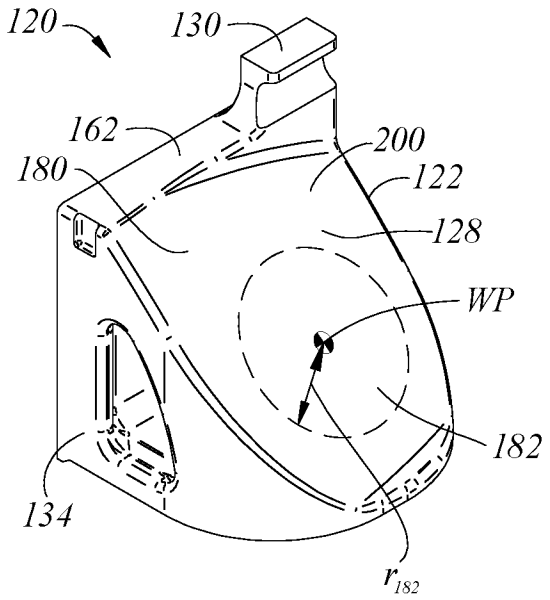
ФИГ. 1b



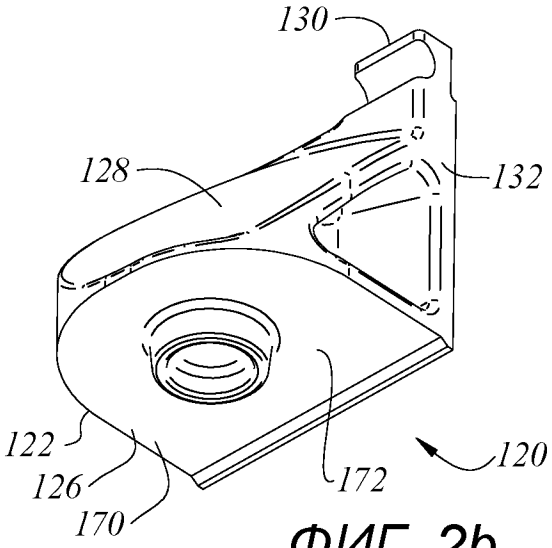
ФИГ. 1c


30
108
24
108
72
62
98
60
72
106
74
66
70
74
26
72
60
98
62
72
108
30
102
32
38
40
92
256
64
90
90
68
78
176
76
82
100
96
80
54
56
176
52
44
42
36
34
28

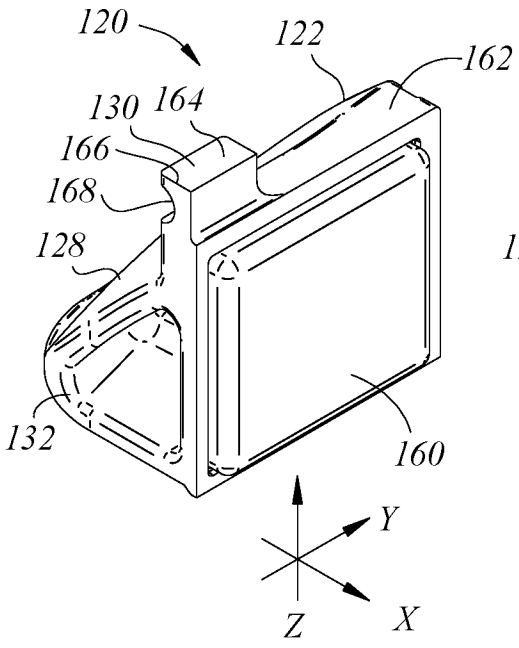
ФИГ. 1d



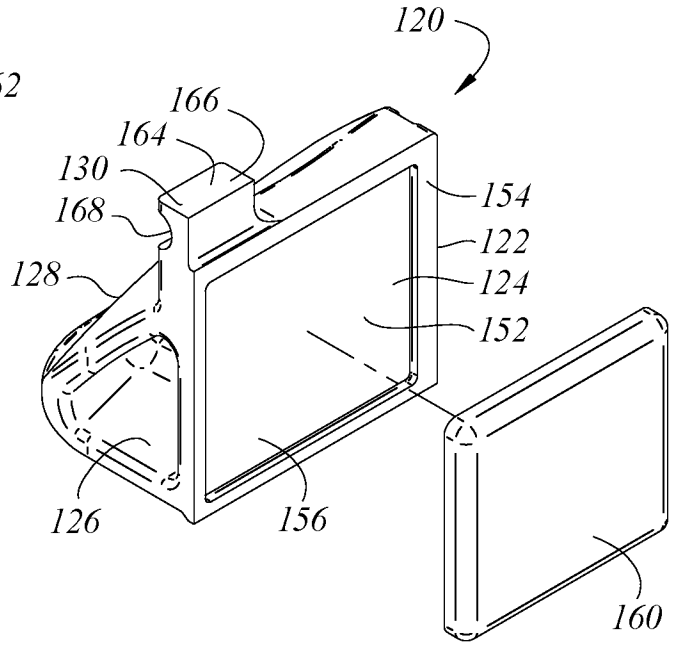
ФИГ. 2a



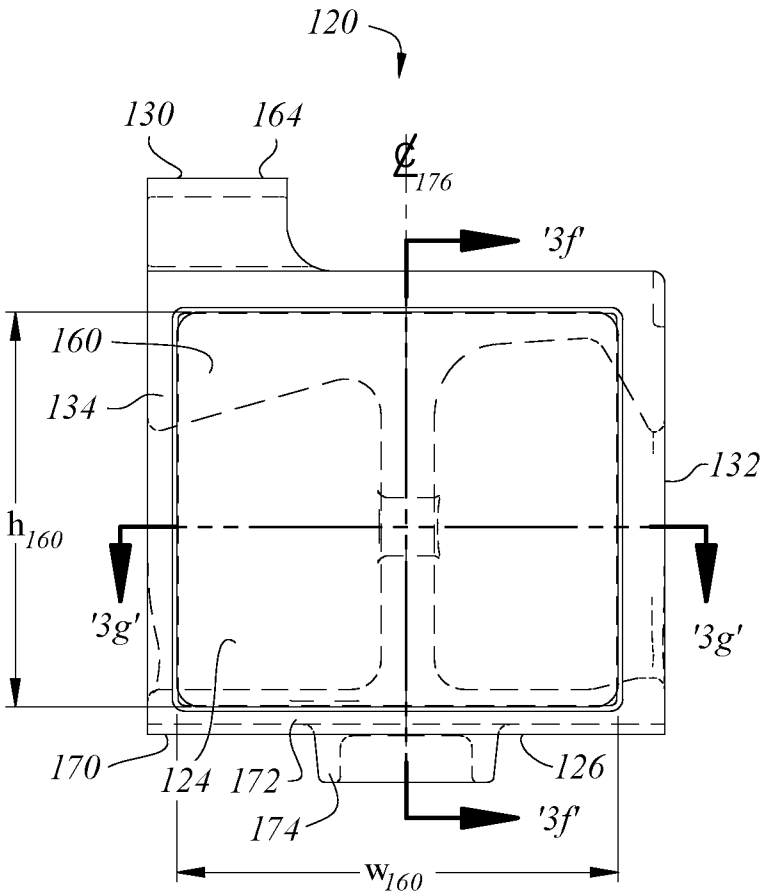
ФИГ. 2b



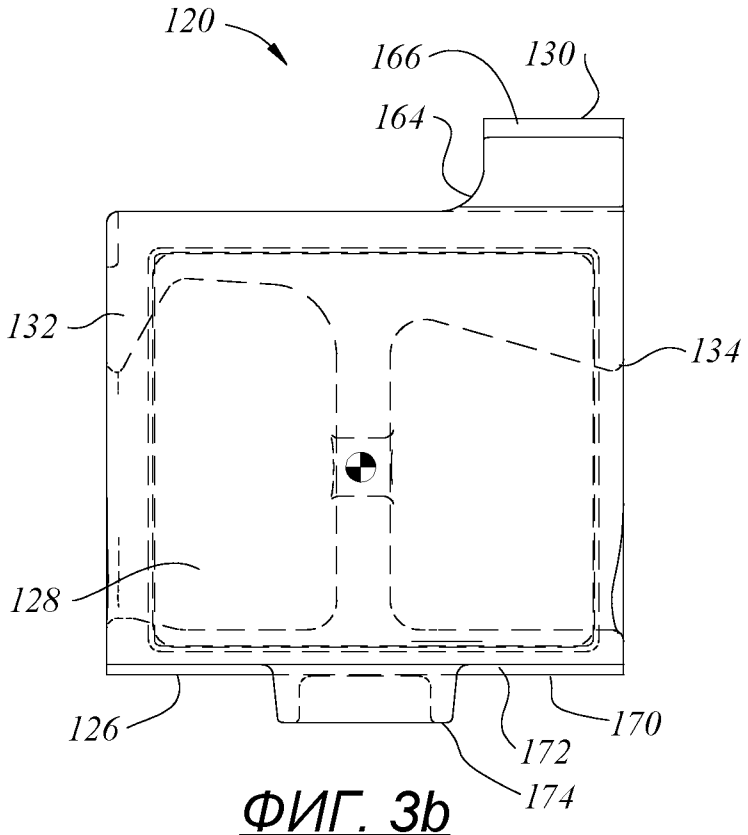
ФИГ. 2c



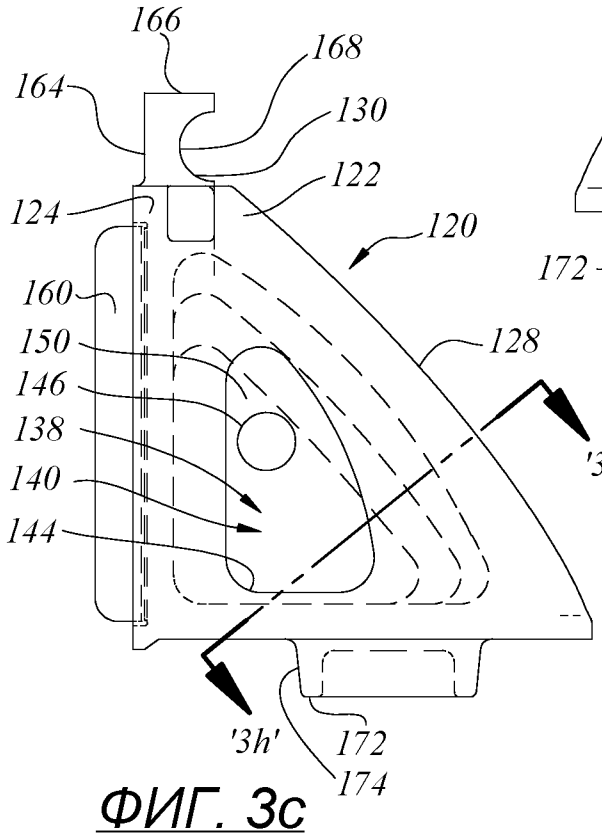
ФИГ. 2d


120
130
164
℄176
'3f'
160
134
132
h160
'3g'
'3g'
170
124
172
126
174
'3f'
w160

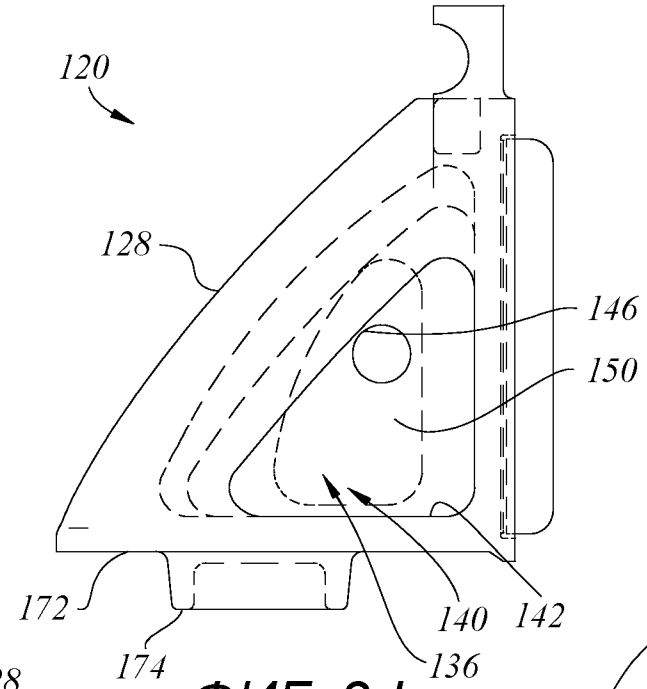
ФИГ. 3a


120
166
130
164
132
134
128
126
172
170
174

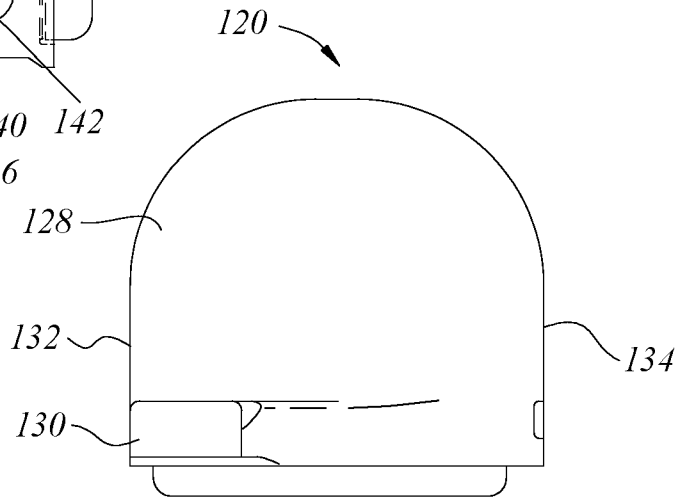
ФИГ. 3b



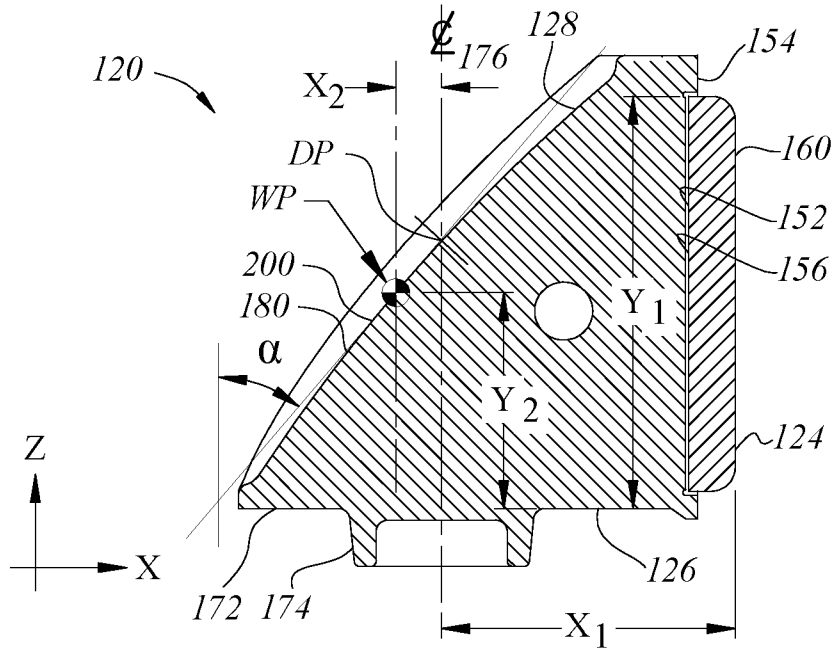
ФИГ. 3c



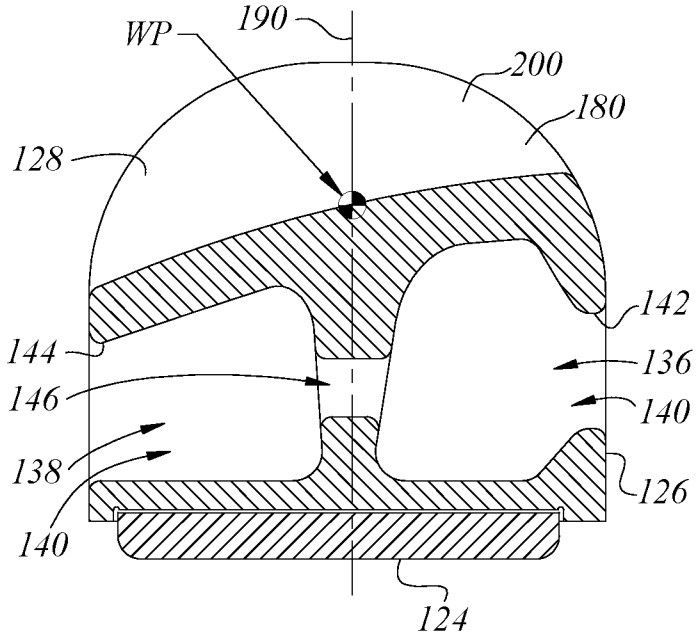
ФИГ. 3d



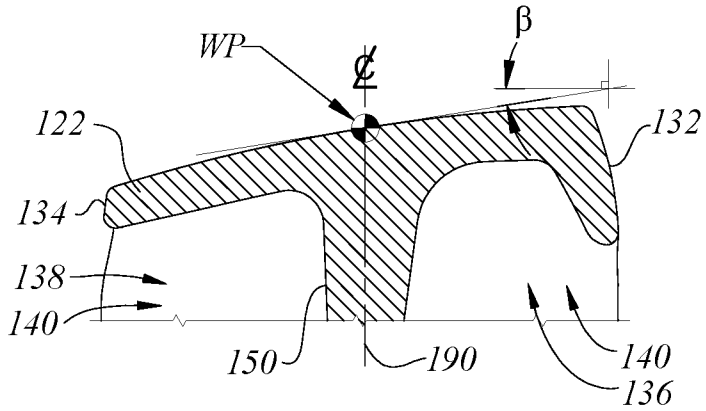
ФИГ. 3e



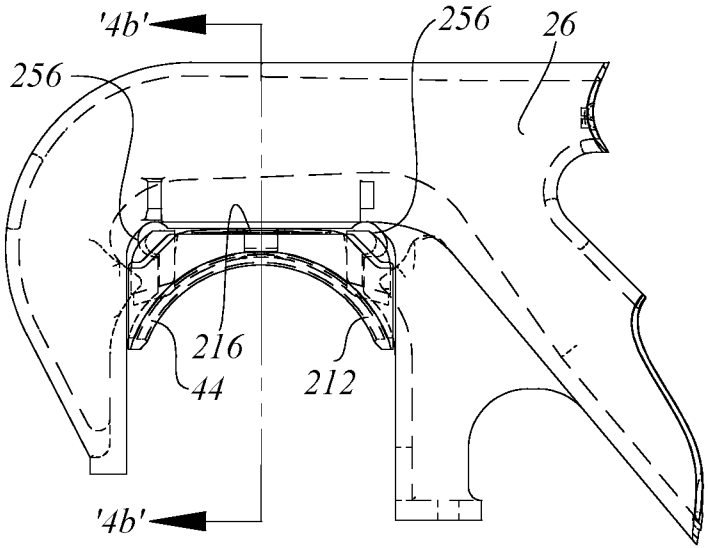
ФИГ. 3f



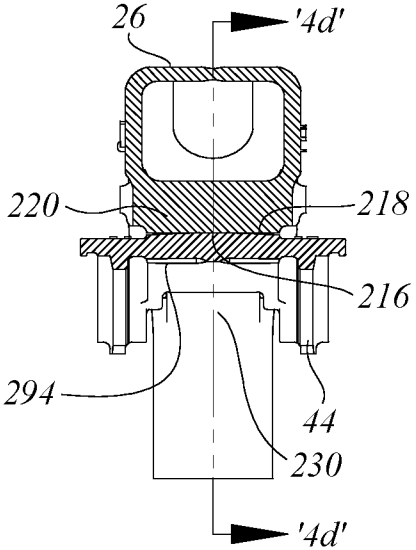
ФИГ. 3g



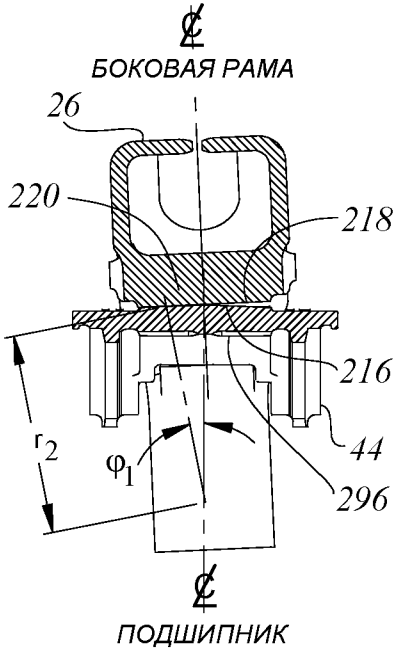
ФИГ. 3h



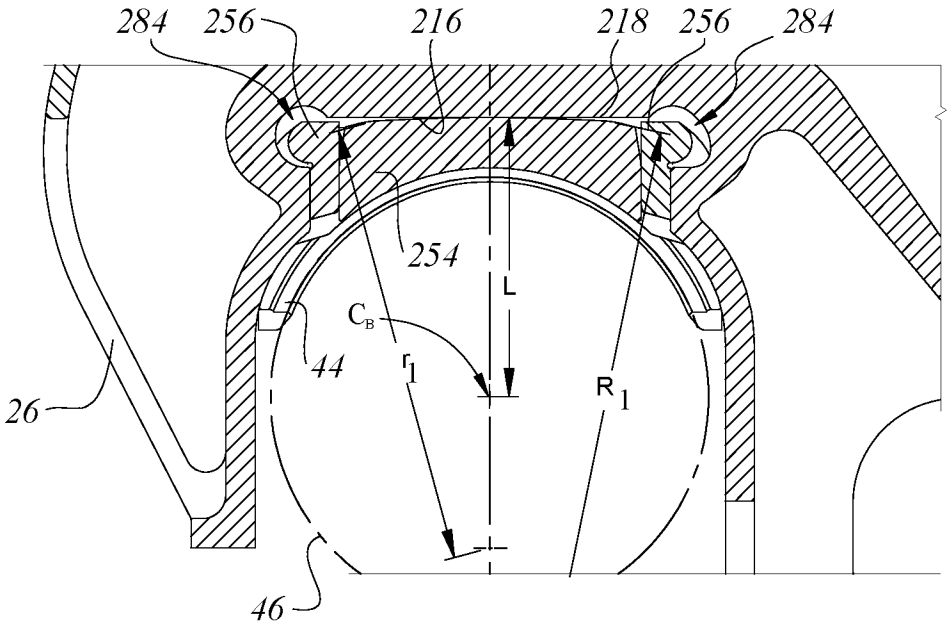
ФИГ. 4a



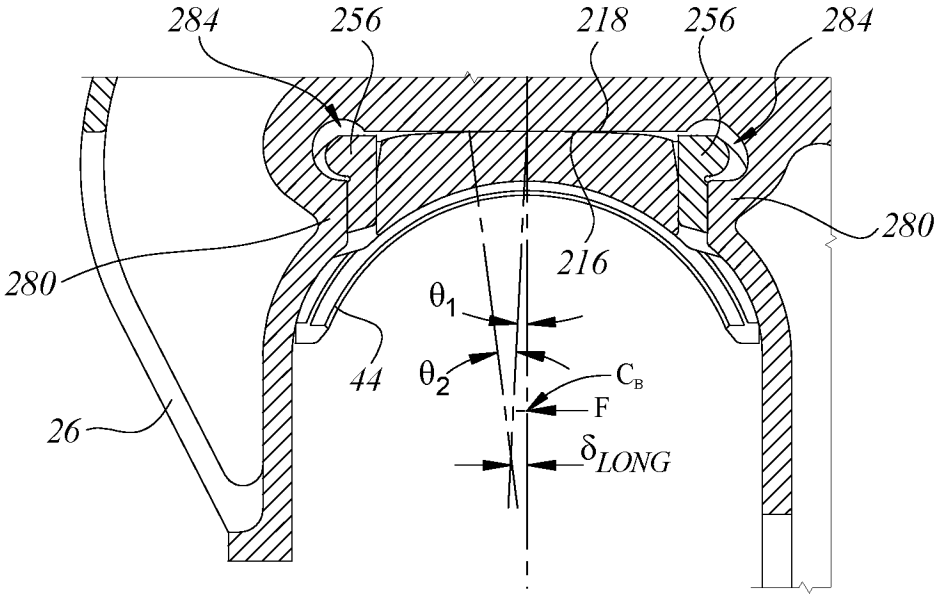
ФИГ. 4b



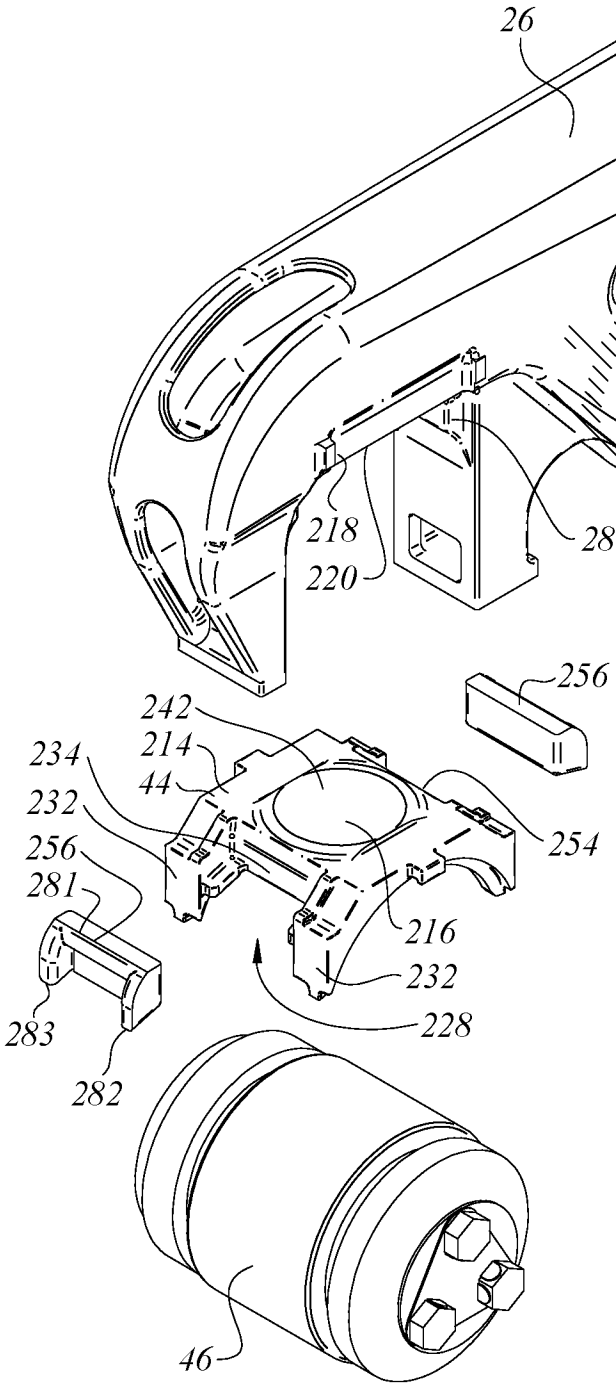
ФИГ. 4c


284
256
216
218
256
284
254
L
$C_в$
44
r_1
R_1
26
46

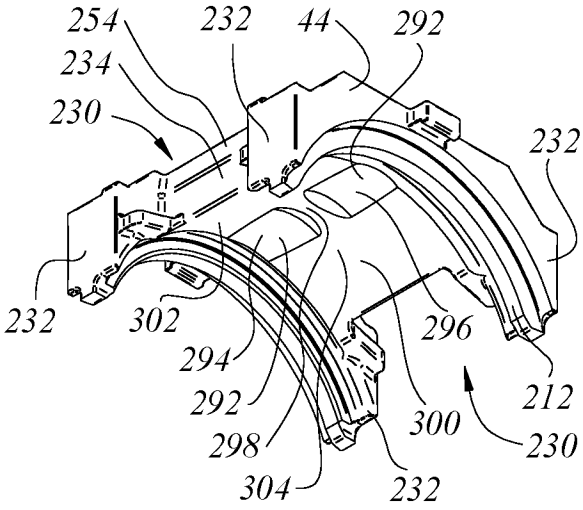
ФИГ. 4d


284
256
218
256
284
280
280
216
θ_1
θ_2
44
$C_в$
F
δ_{LONG}
26

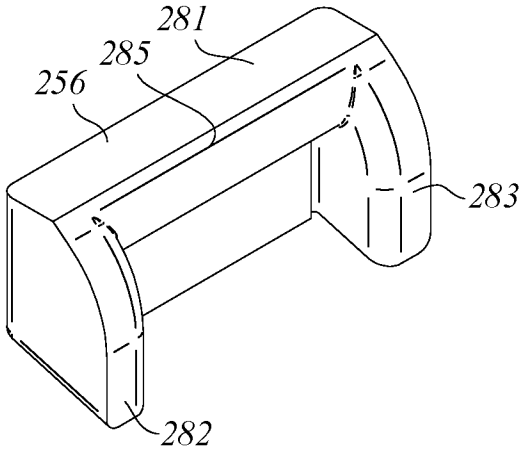
ФИГ. 4e


26
218
220
280
256
242
214
234
44
232
256
281
254
216
232
228
283
282
46

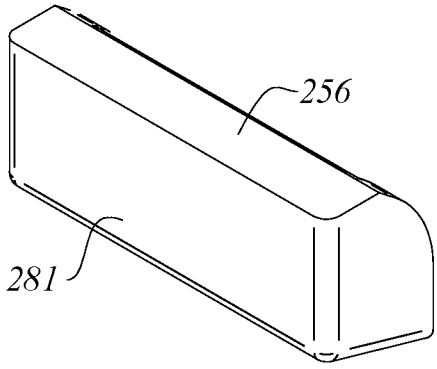
ФИГ. 5a


254
232
44
292
234
230
232
232
302
296
294
292
212
300
298
230
304
232

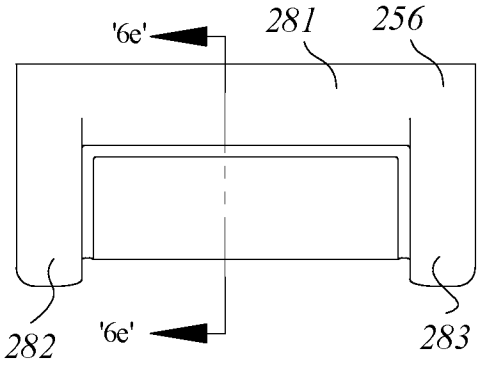
ФИГ. 5b



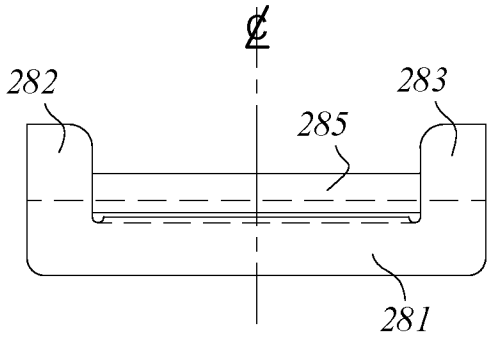
ФИГ. 6a



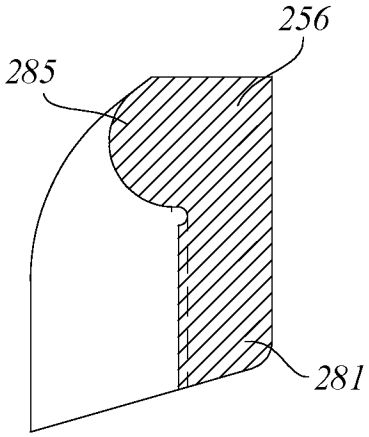
ФИГ. 6b



ФИГ. 6c



ФИГ. 6d



ФИГ. 6e