

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 201992741 (13) A1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2020.04.08(51) Int. Cl. B60C 23/06 (2006.01)  
B60T 8/172 (2006.01)(22) Дата подачи заявки  
2018.06.04

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ ПОКРЫШКИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ

(31) 1755767

(72) Изобретатель:

(32) 2017.06.23

Бегу Пьер-Ален, Патюрль Антуан,  
Вашеран Жан-Мишель, Бухадида  
Уссама (FR)

(33) FR

(86) PCT/FR2018/051282

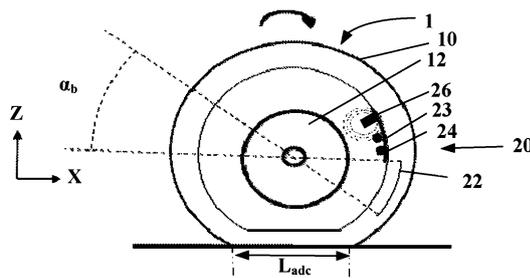
(87) WO 2018/234651 2018.12.27

(74) Представитель:

(71) Заявитель:

Харин А.В., Стойко Г.В., Буре Н.Н.  
(RU)КОМПАНИ ЖЕНЕРАЛЬ ДЭЗ  
ЭТАБЛИССМАН МИШЛЕН (FR)

(57) Изобретение относится к устройству для оценки деформации покрышки пневматической шины, содержащему покрышку пневматической шины с осью вращения, содержащую корону, имеющую радиальную жесткость; причем, когда покрышка пневматической шины входит в состав установленного узла, пятно контакта покрышки пневматической шины имеет размер  $L_{adc}$  в осевом направлении; электронное устройство, содержащее датчик изгиба; отличающемся тем, что датчик изгиба содержит активную часть, имеющую основной размер от 10 до 80% от размера  $L_{adc}$ , причем активная часть датчика расположена на одной линии с короной, тем, что основной размер активной части ориентирован в окружном направлении покрышки пневматической шины, при этом датчик изгиба имеет меньшую жесткость при изгибе, чем радиальная жесткость покрышки пневматической шины.



A1

201992741

201992741

A1

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ ПОКРЫШКИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ

Область техники, к которой относится изобретение

[0001] Настоящее изобретение относится к устройству для оценки деформации покрышки пневматической шины, когда она входит в состав установленного узла, катящегося по грунту.

Уровень техники

[0002] Взаимодействие между шиной и грунтом является важным аспектом. Действительно, покрышка пневматической шины представляет собой первый элемент транспортного средства, входящий в прямой контакт с грунтом. Он имеет первостепенное значение в функциях управления, торможения и сцепления транспортного средства. Бесспорно, он является элементом безопасности транспортного средства. На протяжении многих лет в установленный узел внедрялись электронные устройства, называемые СКДШ (TPMS) (система контроля давления в шинах), для обнаружения изменений в рабочих параметрах установленного узла, которые могут вызвать сбой системы транспортного средства, таких как внутреннее давление или температура полости с жидкостью установленного узла между покрышкой пневматической шины и ободом колеса. В последние годы с помощью новых электронных устройств, называемых датчиками ДКШ (TMS) (датчик контроля шин) отслеживаются дополнительные параметры. Эти новые параметры относятся к фактической геометрии зоны контакта между покрышкой пневматической шины и грунтом, при этом задача состоит в том, чтобы оптимизировать работу систем безопасности транспортного средства, таких как антиблокировочные тормозные системы ABS (АБС) или системы стабилизации транспортного средства, или стабилизатор ESP (СКУ) (система контроля устойчивости).

[0003] Результаты измерения или полезная информация от таких датчиков являются прямым результатом деформации, которую испытывает покрышка пневматической шины вследствие ее контакта с грунтом. Действительно, изначально тороидальная покрышка пневматической шины будет деформироваться в зоне контакта с грунтом, называемой зоной контакта, когда грунт жесткий. Информация о деформации

покрышки является показателем уровня взаимодействия покрышки пневматической шины с грунтом.

[0004] В числе датчиков, упомянутых в документе EP3031632A2, используется детектор движения, для косвенного определения окружных азимутов пневматической шины, соответствующих входу и выходу зоны контакта. Таким образом, выполняется оценка длины зоны контакта, построенная на основе измерения угла между двумя локализованными и непересекающимися точками. Другие датчики, такие как акселерометры, используют изменение радиального ускорения в качестве индикатора этого изменения геометрии. Основным недостатком таких датчиков заключается в избирательном характере измерений. Так, если датчик находится на одной линии с неоднородностью по жесткости или рядом с ней, будь то геометрическая неоднородность, как выбоина в дорожном полотне, или структурная неоднородность, как камень в рыхлом грунте, выполненное измерение будет иметь существенную ошибку по сравнению с непрерывным измерением. Точно так же эта неоднородность может находиться на уровне грунта или на уровне покрышки пневматической шины. Действительно, корона покрышки пневматической шины содержит протектор, который может состоять из ряда продольных или поперечных выемок и выступающих рисунков, создающих высокую неоднородность локальной жесткости покрышки пневматической шины при контакте с грунтом. Кроме того, эти системы оказывают влияние на локальную жесткость покрышки пневматической шины, на которой они установлены, таким образом искажая фактическую деформацию покрышки пневматической шины. Наконец, измерение, учитывающее поперечные неоднородности покрышки пневматической шины на уровне короны, позволило бы повысить надежность измерительной системы.

[0005] Изобретение направлено на создание технического решения, обеспечивающего получение измерения деформации покрышки пневматической шины в отношении зоны контакта при ее контакте с грунтом.

#### Технические определения

[0006] Далее в описании:

- под «осевым направлением» понимают направление продвижения покрышки пневматической шины в фиксированной системе координат,

- под «вертикальным направлением» понимают направление в фиксированной системе координат, проходящее по нормали к грунту,
- под «поперечным направлением» понимают направление, образующее прямой трехгранный угол с вертикальным и осевым направлениями,
- под «установленным узлом» понимают устройство, содержащее по меньшей мере одну покрышку пневматической шины и колесо, состоящее из диска и обода, в установленном и накачанном состоянии,
- под «радиальным направлением» понимают направление вращающейся системы координат, связанной с покрышкой пневматической шины, удаленное от оси вращения покрышки пневматической шины,
- под «окружным направлением» понимают направление вращающейся системы координат, образующее прямой трехгранный угол с поперечным и радиальным направлениями,
- под «срединной плоскостью покрышки пневматической шины» понимают мнимую плоскость, перпендикулярную оси вращения покрышки пневматической шины, разделяющую ее на две одинаковые части.

### Сущность изобретения

[0007] Изобретение прежде всего относится к устройству для оценки деформации покрышки пневматической шины, которое содержит:

покрышку пневматической шины с осью вращения, содержащую корону и две боковины с двумя зонами крепления на концах, имеющую радиальную жесткость, при этом когда указанная покрышка пневматической шины входит в состав узла, установленного при номинальных рабочих условиях, пятно контакта указанной покрышки пневматической шины имеет размер  $L_{adc}$  в осевом направлении, и электронное устройство, содержащее, по меньшей мере, один датчик изгиба.

Устройство для оценки отличается тем, что датчик изгиба содержит активную часть, имеющую основной размер от 10% до 80% от размера  $L_{adc}$ . Кроме того, устройство для оценки отличается тем, что активная часть датчика расположена на одной линии с короной, и тем, что основной размер активной части ориентирован в окружном направлении покрышки пневматической шины. Наконец, устройство для оценки отличается тем, что по меньшей мере один датчик изгиба имеет меньшую жесткость при изгибе, чем радиальная жесткость  $k_{radial}$  покрышки пневматической шины.

[0008] Под термином «радиальная жесткость покрышки пневматической шины» понимают жесткость при изгибе покрышки пневматической шины в соответствии с радиальной нагрузкой на корону в установленном, накачанном состоянии на жестком колесе.

[0009] Под термином «номинальные рабочие условия» понимают условия приложенной нагрузки и давления в шинах согласно стандарту ETRTO (Европейская техническая организация по шинам и ободам) в зависимости от размеров покрышки пневматической шины. При этих условиях с жестким колесом на жестком и плоском грунте покрышка пневматической шины описывает поверхность контакта с грунтом в статическом состоянии, называемую зоной контакта. Максимальное осевое расстояние обозначается как  $L_{adc}$ , а максимальное поперечное обозначается как  $l_{adc}$ .

[0010] Под термином «датчик изгиба» здесь понимают датчик, подающий сигнал, пропорциональный среднему изгибу, приложенному вдоль его основного направления. Поскольку определена активная часть этого датчика изгиба, имеющая определенный размер, при каждом измерении оценивается средний изгиб активной части датчика изгиба.

[0011] Устройство такого типа решает техническую проблему изобретения, поскольку оно обеспечивает возможность определения общего изменения кривизны, которое будет происходить на уровне углового сектора покрышки пневматической шины между моментами времени, когда этот угловой сектор находится полностью в зоне контакта или полностью вне зоны контакта. Это устройство просто стремится определить результирующий изгиб углового сектора, соответствующего длине от 10% до 80% от  $L_{adc}$  покрышки пневматической шины, имеющей датчик, между первым состоянием в контакте с грунтом и вторым состоянием вне контакта с грунтом. Действительно, при прохождении зоны контакта, например, на твердой поверхности, такой как асфальтовая поверхность, датчик будет иметь плоскую форму, которая отличается от изогнутой формы, когда датчик находится полностью вне зоны контакта. Наконец, датчик является более гибким, чем радиальная жесткость покрышки пневматической шины в рабочих условиях. Таким образом, датчик не изменяет чрезмерно деформируемость покрышки пневматической шины и, следовательно, геометрию зоны контакта.

[0012] Предпочтительно по меньшей мере один датчик изгиба чувствителен к изгибам, составляющим от 0 до 60 градусов.

[0013] Из-за размера активной части датчика изгиба и обычной кривизны покрышки пневматической шины, желательно получать точный сигнал датчика для углов кривизны, составляющих от 0 до 60 градусов, которые будут представлять собой угловой диапазон для измерения при рабочих условиях на покрышке пневматической шины.

[0014] Согласно предпочтительному варианту осуществления, пятно контакта с грунтом покрышки и пневматической шины, входящей в состав узла, установленного при номинальных рабочих условиях, имеет размер  $l_{adc}$  в поперечном направлении, при этом электронное устройство имеет зону измерения, которая проходит в поперечном направлении на расстояние от 10% до 80% от размера  $l_{adc}$  зоны контакта.

[0015] Таким образом, полностью оценивается деформируемость покрышки пневматической шины в осевом направлении, с учетом расхождения в поперечном направлении. Это позволяет, с одной стороны, учитывать точечные неоднородности грунта на большей части поверхности зоны контакта. Таким образом, неоднородность в жесткости в грунте, такая как камень в рыхлом грунте, будет усредняться по окончательному сигналу. Это улучшает качество сигнала датчика, делая его менее зависимым от этих точечных неоднородностей. В результате поперечное расширение зоны измерения электронного устройства обеспечивает частичное устранение этих трудностей. Такое расширение может быть выполнено, с одной стороны, за счет использования одного датчика, имеющего двумерную поверхность, или, с другой стороны, за счет использования нескольких линейных датчиков, расположенных поперечно рядом друг с другом.

[0016] Предпочтительно активная часть по меньшей мере одного датчика изгиба имеет форму поверхности, выбранную из группы, включающей в себя форму квадрата, форму прямоугольника, форму параллелограмма, продолговатую форму, круглую форму, овальную форму и эллиптическую форму.

[0017] Эти конкретные формы позволяют применять как линейный, так и поверхностный датчик. Кроме того, эти формы обеспечивают возможность адаптации к геометрическим особенностям протектора в короне покрышки пневматической шины.

[0018] Согласно предпочтительному варианту осуществления активная часть по меньшей мере одного датчика изгиба расположена на одной линии с зоной короны покрышки пневматической шины, однородной по радиальной жесткости.

[0019] Для улучшения качества измерений кривизны предпочтительно, чтобы активная часть датчика была расположена на одной линии с однородной зоной протектора. Таким образом, датчик изгиба будет видеть только информацию, поступающую от характеристик грунта. Измерение, таким образом, имеет более высокое качество, и обработка происходит немедленно.

[0020] Согласно более предпочтительному варианту осуществления активная часть по меньшей мере одного датчика изгиба расположена на одной линии с элементом рисунка протектора короны покрышки пневматической шины.

[0021] Для увеличения соотношения сигнала/помеха датчика, предпочтительно расположение датчика на одной линии с элементом рисунка, который будет находиться в прямом контакте с грунтом. Таким образом, деформация покрышки пневматической шины, создаваемая грунтом, является максимальной на одной линии с указанным элементом.

[0022] Предпочтительно активная часть по меньшей мере одного датчика изгиба отцентрирована в поперечном направлении относительно короны покрышки пневматической шины.

[0023] Аналогичным образом, для оптимизации сигнала, воспринимаемого датчиком, он должен располагаться в поперечном направлении в центре короны покрышки пневматической шины. Действительно, именно в этом месте деформация покрышки пневматической шины является максимальной в условиях движения по прямой линии, что является наиболее вероятным условием езды.

[0024] Согласно другому варианту осуществления электронное устройство расположено радиально внутри короны покрышки пневматической шины.

[0025] В этой конфигурации по меньшей мере часть электронного устройства расположена внутри покрышки пневматической шины. Следовательно, установка по

меньшей мере части устройства может быть выполнена после изготовления покрышки пневматической шины, что делает работу менее тонкой для компонентов электронного устройства. Кроме того, в случае неисправности электронного устройства всегда есть возможность вмешаться, не нарушая целостность покрышки пневматической шины, что имеет существенное значение. Наконец, когда срок службы покрышки пневматической шины истечет, будет также легко удалить по меньшей мере часть электронного устройства для повторного использования в другой покрышке пневматической шины.

[0026] Согласно другому предпочтительному варианту осуществления активная часть по меньшей мере одного датчика изгиба имеет внешнюю поверхность, соединенную с радиальной внутренней поверхностью короны покрышки пневматической шины.

[0027] При особых обстоятельствах датчик изгиба расположен вне покрышки пневматической шины. Для того чтобы датчик давал как можно более надежную информацию о деформации покрышки пневматической шины, предпочтительно, чтобы активная часть указанного датчика была тесно связана с внутренней поверхностью блока короны. Для этого будут использоваться стандартные средства склеивания, предназначенные для склеивания с резиной, и в зависимости от характеристик внешней поверхности активной части. Таким образом, полное электронное устройство в основном расположено вне конструкции покрышки пневматической шины, так чтобы обеспечить возможность выполнения его полной установки после изготовления покрышки пневматической шины.

[0028] Согласно предпочтительному варианту осуществления по меньшей мере один датчик изгиба представляет собой пассивный и резистивный датчик.

[0029] Датчик такого типа обеспечивает возможность получения средней кривизны покрышки пневматической шины на последовательном угловом секторе достаточно линейным образом, хотя возможно увеличение числа датчиков для поперечного охвата зоны контакта. Деформация покрышки пневматической шины приводит к изгибу датчика, что вызывает изменение сопротивления датчика. Это изменение полного сопротивления датчика пропорционально уровню изгиба покрышки пневматической шины.

[0030] Согласно другому предпочтительному варианту осуществления по меньшей мере один датчик изгиба представляет собой активный и пьезоэлектрический датчик.

[0031] Это другой тип датчика, который чувствителен к изгибу покрышки пневматической шины и который хорошо подходит для активных частей формы поверхности. Сигнал, излучаемый датчиком, в данном случае изменение нагрузки, пропорционален изгибу активной части датчика.

[0032] Согласно конкретному варианту осуществления электронное устройство содержит по меньшей мере один датчик для измерения параметров установленного узла, входящий в состав группы, включающей в себя датчик температуры, датчика давления и акселерометр.

[0033] Датчик изгиба вполне может быть соединен с другими измерительными датчиками. В частности, датчики аналогичны электронным устройствам контроля параметров зоны контакта, таким как датчик температуры или датчик давления. Эти измерения рабочих параметров установленного узла в сочетании с измерением деформации покрышки пневматической шины, обеспечивают возможность получения доступа к дополнительной информации из установленного узла для обнаружения прокола или дополнительной нагрузки, приложенной к установленному узлу. Наконец, установка электронного устройства на блоке короны является предпочтительным положением для соединения электронного устройства с акселерометрическими датчиками.

[0034] Согласно другому конкретному варианту осуществления электронное устройство содержит по меньшей мере одно радиочастотное передающее устройство.

[0035] Если электронное устройство изначально предназначено для измерения деформации покрышки пневматической шины, необходимо также обеспечить передачу этой информации другим защитным устройствам установленного узла. Эти защитные устройства расположены либо в установленном узле, таком как СКДШ или ДКШ, либо на транспортном средстве. Следовательно, это радиочастотное передающее устройство содержит модуль приемника и его выделенную антенну, которые работают на собственных радиочастотах диапазона УВЧ (ультравысокие частоты) для передачи данных и диапазона НЧ (низкие частоты) для возбуждения защитных устройств.

[0036] Согласно второму конкретному варианту осуществления электронное устройство содержит по меньшей мере одно радиочастотное приемное устройство.

[0037] Другая конфигурация представляет собой конфигурацию, в которой электронное устройство содержит радиочастотное приемное устройство. В этом случае электронное устройство получает дополнительную информацию либо со стороны защитных устройств типа СКДШ, или ДКШ, либо от устройств запроса со стороны транспортного средства или пассажиров для выполнения такой задачи, как возбуждение электронного устройства, сохранение измерений или передача блока измерений.

#### Краткое описание чертежей

[0038] Изобретение станет более понятно при прочтении нижеследующего описания, приведенного исключительно в качестве примера и со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых одинаковыми номерами позиций везде обозначены идентичные элементы и на которых:

На фиг. 1 показан вид в аксонометрии и в радиальном разрезе покрышки пневматической шины, образующей часть устройства для оценки деформации покрышки пневматической шины.

На фиг. 2a, 2b и 2c показаны виды в меридианном сечении устройства для оценки покрышки пневматической шины, установка электронного устройства которой проходит в радиальном направлении.

На фиг. 3a, 3b и 3c показаны виды в радиальном разрезе устройства для оценки деформации покрышки пневматической шины, установка электронного устройства которой проходит в поперечном направлении.

На фиг. 4 показан вид в аксонометрии устройства для оценки деформации покрышки пневматической шины, содержащей датчик изгиба пьезоэлектрического типа.

На фиг. 5 показан сигнал датчиков изгиба в соответствии с различными установочными положениями и различными уровнями деформируемости покрышки пневматической шины.

#### Осуществление изобретения

[0039] На фиг. 1 показано устройство 1 для оценки деформации покрышки пневматической шины, содержащее покрышку 10 пневматической шины и колесо 12. Оно также содержит электронное устройство, расположенное внутри покрышки 10 пневматической шины, не показанное на этом чертеже. Установленный узел имеет первую фиксированную систему координат. Началом отсчета системы координат является центр покрышки 10 пневматической шины, заданный пересечением оси 11 вращения покрышки 10 пневматической шины и срединной плоскости 13 покрышки 10 пневматической шины. Продольная ось, обозначенная как  $X$ , проходит в направлении перемещения покрышки 10 пневматической шины по грунту в условиях езды по прямой. Вертикальная ось, обозначенная как  $Z$ , проходит по нормали к грунту. Наконец, поперечная ось  $Y$  направлена вдоль оси 11 вращения покрышки 10 пневматической шины в условиях езды по прямой. Вторая система координат, связанная с покрышкой 10 пневматической шины, представляет собой вращающуюся систему координат. Начало отсчета системы координат и поперечная ось  $Y$  идентичны началу отсчета и поперечной оси фиксированной системы координат. Но она содержит радиальную ось, обозначенную как  $R$ , удаленную в радиальном направлении от оси вращения 11, и окружную ось, обозначенную как  $T$ , образующую прямой трехгранный угол с поперечной осью  $Y$  и радиальной осью  $R$ .

[0040] Покрышка 10 пневматической шины туристического и фургонного типа, например, размера 205/55R16 91 V, содержит корону, обозначенную как  $S$ , имеющую продолжение в виде двух боковин, обозначенных как  $F$ , с зонами крепления на ободе колеса 12 на концах, обозначенными как  $B$ . Эта покрышка пневматической шины гладкого типа находится в состоянии установки на колесо 12 из листового металла с размером 6,5J16 и вылетом 20 мм. Установленный узел накачивают до номинального рабочего давления в 2,1 бар. Он подвергается номинальной нагрузке в 400 кг на плоском и жестком грунте. Пятно контакта с грунтом покрышки 10 пневматической шины задает зону контакта. Эта зона контакта вписана в прямоугольник, стороны которого, соответственно, попарно параллельны продольной оси  $X$  и поперечной оси  $Y$ . Размер вдоль направления  $X$  определяет длину зоны контакта, обозначенную как  $L_{adc}$ . Размер вдоль направления  $Y$  определяет ширину этой зоны контакта, обозначенную как  $l_{adc}$ .

[0041] Фиг. 2а, 2b и 2с представляют собой виды в меридианном сечении покрышки 10 пневматической шины, установленной на колесе 12. На каждом виде

проиллюстрирован примерный неограничивающий вариант установки электронного устройства 20 в устройстве 1 для оценки деформации покрышки пневматической шины.

[0042] На фиг. 2а электронное устройство 20 содержит датчик изгиба, представленный его активной частью 22, модуль 23 управления и аккумулятор 24, гальванически соединенные друг с другом посредством электронной платы. Проводная связь 30 между модулем 23 управления и внешним устройством, расположенным снаружи установленного узла, осуществляется через токосъемное контактное кольцо. Эта проводная связь 30 передает измерения прямо на внешнее устройство. В этой конфигурации электронное устройство 20 скрыто внутри короны S покрышки 10 пневматической шины, поэтому снаружи покрышки 10 пневматической шины расположены только проводные соединения 30 с внешним устройством.

[0043] На фиг. 2b электронное устройство 20 содержит те же элементы, что и на фиг. 2а. Однако с модулем 23 управления гальванически связано радиочастотное передающее устройство 26. Таким образом, передача данных между электронным устройством 20 и внешним устройством выполняется посредством радиочастотной связи в диапазоне УВЧ и, более конкретно, на следующих собственных частотах передачи: 433 МГц, 860 МГц или 920 МГц. Кроме того, здесь электронное устройство 20 содержит датчик для измерения параметров установленного узла типа датчика давления, не показанный на фиг. 2b. Указанный датчик гальванически связан с модулем 23 управления посредством электронной платы. В этой конфигурации активная часть 22 датчика изгиба расположена внутри короны S. Однако неактивная часть датчика изгиба, модуль 23 управления, аккумулятор 24, датчик для измерения параметров установленного узла и радиочастотное передающее устройство 26 закреплены на внутренней поверхности короны S. Таким образом, активная часть 21 защищена внутри покрышки 10 пневматической шины, при этом другие компоненты могут быть легко заменены в течение срока службы устройства 1 для оценки.

[0044] На фиг. 2с электронное устройство 20 не содержит датчик для измерения параметров установленного узла, гальванически соединенное с модулем управления. С другой стороны, установленный узел содержит защитное устройство типа ДКШ или СКДШ с датчиком 28 этого типа. И электронное устройство 20 содержит радиочастотное приемное устройство 27. При этом радиочастотный приемный модуль 27 выполнен с возможностью перехвата сигналов, испускаемых защитным устройством, для получения

информации о параметрах установленного узла, поступающей от датчика 28. Затем электронное устройство 20 передает по радиочастотам информацию от датчика изгиба и датчика для измерения параметров установленного узла 28 на устройство, внешнее по отношению к установленному узлу.

[0045] В другой конфигурации, не показанной здесь, электронное устройство 20 содержит все элементы электронного устройства 20 с фиг. 2b. Кроме того, с модулем 23 управления гальванически соединен радиочастотный приемный модуль 27. Таким образом, в этой конфигурации роль радиочастотного приемного модуля 27 состоит в активации электронного устройства 20 по команде, поступающей от водителя или транспортного средства, переданной посредством радиосвязи на частоте 125 кГц. При отсутствии этой команды электронное устройство 20 находится в режиме ожидания для экономии аккумулятора 24. Когда электронное устройство 20 активировано, оно начинает сбор данных в течение предварительно заданного периода времени, соответствующего нескольким оборотам колеса.

[00046] Следует отметить, что на всех фиг. 2a, 2b и 2c активная часть 22 датчика изгиба охватывает угловые секторы  $\alpha_a$ ,  $\alpha_b$  и  $\alpha_c$ , которые соответственно составляют 20%, 50% и 10% от длины  $L_{adc}$  зоны контакта, ограниченной угловым сектором  $\beta$ . Следует отметить, что другие компоненты электронного устройства 20 не обязательно расположены на одной линии с активной частью 22 датчика изгиба. Действительно, они расположены в угловом секторе во вращающейся системе координат, расположенной позади относительно направления продвижения покрышки 10 пневматической шины. Таким образом, эти компоненты мало изменяют радиальную жесткость покрышки 10 пневматической шины на одной линии с активной частью 22 датчика изгиба.

[0047] На фиг. 3a, 3b и 3c показаны различные неограничивающие варианты поперечной установки электронного устройства 20 в устройстве 1 для оценки деформации покрышки пневматической шины. На этих чертежах электронное устройство 20 устройства 1 для оценки расположено вне конструкции покрышки 10 пневматической шины и радиально внутри покрышки 10 пневматической шины, установленной на колесе 12 и имеющей ось 11 вращения и срединную плоскость 13. Протектор 14 короны S покрышки 10 пневматической шины, задающий при номинальных рабочих условиях зону контакта, характеризуется, среди прочего, шириной  $l_{adc}$ .

[0048] На фиг. 3а показано устройство 1 для оценки в случае покрышки 10 пневматической шины, не имеющей выемок или элементов, выступающих из протектора 14 короны S, при этом покрышка 10 пневматической шины является гладкой. В этом конкретном случае активная часть датчика 21 изгиба электронного устройства 20 отцентрирована в поперечном направлении относительно ширины короны S, хотя поперечное смещение было бы возможным без значительного изменения сигнала датчика 21 изгиба. Кроме того, ширина активной части датчика 21 составляет 60% от размера ширины  $L_{adc}$  зоны контакта, так чтобы обеспечить отклик покрышки 10 пневматической шины.

[0049] На фиг. 3b показана покрышка 10 пневматической шины ребристого типа, имеющая 3 окружные канавки 16a, 16b и 16c, равноудаленные друг от друга. Центральная канавка 16b центрирована по ширине короны S. В этом случае активная часть 22 датчиков изгиба расположена на одной линии с окружным ребром, которое является однородной зоной с точки зрения радиальной жесткости. Поскольку ширина ребра небольшая, здесь электронное устройство 20 содержит два линейных датчика изгиба, то есть узких в поперечном направлении, расположенных на одной линии с центральными ребрами. Зона измерения электронного устройства 20 проходит в поперечном направлении более чем на 40% от ширины  $l_{adc}$  зоны контакта через две зоны измерения, проходящие по отдельности на 10% от размера  $l_{adc}$ . В этом конкретном случае другие компоненты электронного устройства 20 расположены между активными частями 22 каждого датчика изгиба. Это действительно область, не представляющая большого интереса для измерения, поскольку она не подвергается прямому воздействию жесткости грунта, по которому катится установленный узел.

[0050] Фиг. 3c представляет собой конфигурацию, в которой протектор 14 короны S покрышки 10 пневматической шины имеет широкие рисунки, каждый из которых представляет приблизительно 30% от размера  $l_{adc}$  бананообразной формы, начинающиеся от центра ширины  $l_{adc}$  короны S и проходящие в поперечном направлении под углом 45 градусов относительно оси X. Сочетание банановидного рисунка, удаляющегося в положительном поперечном направлении, и другого, удаляющегося в отрицательном поперечном направлении, образует треугольный элемент. Здесь покрышка пневматической шины содержит 20 треугольных элементов, равномерно распределенных по окружности колеса. Активная часть 22 датчика изгиба расположена на одной линии с одним из этих рисунков на ширине 15% от размера  $l_{adc}$ . Кроме того, поперечное

положение этого датчика изгиба центрировано относительно поперечного размера бананообразного рисунка. В этом радиальном разрезе серая зона представляет собой поперечную внешнюю часть бананообразного рисунка.

[0051] Таким образом, на фиг. 3а, 3b и 3с активная часть 22 датчика изгиба расположена на одной линии с однородной в отношении радиальной жесткости зоной покрышки 10 пневматической шины.

[0052] Фиг. 4 представляет собой вид в аксонометрии электронного устройства 20, содержащего датчик 21 изгиба пьезоэлектрического типа, выполненный с возможностью установки на внутренней поверхности покрышки пневматической шины. Это электронное устройство 20 содержит удерживающую накладку 114 из эластомерного материала, основной функцией которой является удерживание пьезоэлектрического датчика 21 изгиба. Другая функция этой накладки 114 состоит в том, чтобы закрепить электронное устройство 20 на внутренней поверхности покрышки пневматической шины. Для этого накладка имеет нижнюю закрытую поверхность 114а' соединения с покрышкой пневматической шины. Для крепления этой поверхности 114а' к покрышке пневматической шины используют химические средства склеивания, хорошо известные специалистам в данной области техники. Эти средства химически совместимы с эластомерами как покрышки пневматической шины, так и накладки 114.

[0053] Верхняя поверхность 114а'' удерживающей накладки 114 имеет сужающуюся кольцевую структуру 114а вблизи концов накладки 114, и выпуклую кольцевую структуру 114b, соединенную с сужающейся структурой 114а в направлении к центру накладки 114. Эта выпуклая структура 114b вместе с нижней поверхностью 114а' образует выемку, выполненную с возможностью размещения в ней и удерживания датчика 21 изгиба посредством промежуточной детали 112.

[0054] Здесь пьезоэлектрический элемент 21 выполнен за одно целое с промежуточной деталью 112 на его концах. Промежуточный элемент 112 жестко прикреплен к накладке 114. Активная часть пьезоэлектрического элемента 21 подает электрический сигнал, который может быть проанализирован и который пропорционален изгибу накладки 114. На промежуточной детали 112 установлена печатная плата 120, содержащая различные компоненты на ее верхней поверхности 120b, такие как модуль управления, датчик для измерения давления. Печатная плата 120 дополнительно содержит

основание 40, выполненное с возможностью размещения перезаряжаемого аккумулятора. Заряд этого аккумулятора выполняется с использованием второго пьезоэлектрического элемента, не показанного на этом чертеже.

[0055] Пьезоэлектрический элемент 21 состоит из многослойной структуры, содержащей пьезоэлектрический слой между двумя проводящими слоями. Материал пьезоэлектрического слоя содержит по меньшей мере один элемент группы, включающей в себя берлинит, кварц, топаз, слоновую кость, галлий, титанат, цирконат-титанат, ниобат калия, ниобат лития, ниобат натрия, танталит лития и поливинилиденфторид (ПВДФ). Проводящие слои состоят из проводящих материалов, таких, как медь, золото, серебро, алюминий или аналогичные материалы.

[0056] Конечно, в конкретных резистивных датчиках могут быть использованы другие типы датчиков изгиба, полное сопротивление которых пропорционально изгибу активной части датчика. Датчики такого типа имеют различную длину активной части и чувствительность, которые изменяются в зависимости от размера. Датчики марки Spectrasymbol, имеющие обозначения FS-L-0095-103-ST или FS-L-0055-253-ST, полностью подходят для устройств данного типа.

[0057] На фиг. 5 показаны сигналы датчиков изгиба пьезоэлектрического типа, когда они установлены на покрышке пневматической шины марки Michelin Multibib в размере 650/60 R38 при езде на тракторе Fendt Turbomatik Favorit 614 LSA. Эта покрышка пневматической шины имеет два ряда перемычек, расположенных на боковых частях протектора, смещенных под углом друг относительно друга. Действительно, каждая перемычка имеет начало в центре короны и проходит в направлении под углом 30 градусов наружу.

[0058] Первый датчик изгиба расположен на внутренней резиновой поверхности покрышки пневматической шины, причем активная часть датчика закреплена на одной линии с перемычкой. Для оптимизации ответа на сигнал, этот датчик изгиба расположен как можно ближе к центру в протекторе. Второй датчик изгиба расположен на одной линии с зоной между перемычками. Этот датчик также максимально центрирован относительно ширины короны.

[0059] Эти устройства для оценки деформации покрышки пневматической шины будут катиться на двух типах грунта разной жесткости. Первый грунт представляет собой битумную дорогу высокой жесткости. Вторым грунтом представляет собой сельскохозяйственное поле без обработки и без вспашки в течение некоторого времени. Таким образом, деформация, которую испытывает покрышка пневматической шины между двумя зонами, различна, и ожидается, что датчик изгиба может компенсировать эти явления.

[0060] Установленный узел накачивают до давления в 1,6 бар, и трактор едет с постоянной скоростью 10 км/ч как на дороге, так и в поле.

[0061] Кривые 201 и 203, обозначенные жирной линией, отображают сигнал первого датчика изгиба, активная часть которого расположена на одной линии с перемычкой протектора. Кривые 202 и 204, обозначенные тонкой линией, отображают сигналы второго датчика изгиба, расположенного в зоне между перемычками. Кривые 201 и 202, обозначенные сплошной линией, соответствуют езде по дороге, а кривые 203 и 204, обозначенные пунктиром, соответствуют езде в поле.

[0062] Наблюдаемые сигналы представляют собой среднее значение выходных данных датчика изгиба за 10 оборотов колеса при полном обороте колеса, выраженное в вольтах, поэтому это косвенное измерение изгиба датчика, поскольку наблюдаемый сигнал пьезоэлектрического датчика здесь равен напряжению, пропорциональному изменению изгиба, а не непосредственно абсолютному изгибу датчика. Вершина углов расположена в вертикальном направлении, в соответствии с положительными  $Z$  в фиксированной системе координат. Сильное изменение около 180 градусов соответствует сигналу датчика в зоне контакта.

[0063] Очевидно, что сигнал первого датчика изгиба является надлежащим по сравнению с ожидаемым. Кроме того, показано сильное изменение его сигнала, которое пропорционально жесткости грунта и, следовательно, деформации покрышки пневматической шины. С другой стороны, сигнал второго датчика недостаточно различим. Прежде всего, амплитуда сигнала второго датчика изгиба намного меньше, чем у первого датчика. Кроме того, сигнал второго датчика практически одинаков и не зависит от характеристик почвы. Следовательно, оказалось, что для оптимального функционирования устройства для оценки деформации покрышки пневматической шины

предпочтительно расположение датчика на одной линии с элементом рисунка, входящего в контакт с грунтом. Однако оба датчика дают надежную информацию относительно геометрии зоны контакта, что также является важным и существенным критерием при оценке деформации покрышки пневматической шины.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство (1) для оценки деформации покрышки пневматической шины, содержащее:

покрышку (10) пневматической шины с осью (11) вращения, содержащую корону (S) и две боковины (F) с двумя зонами (B) крепления на концах, имеющую радиальную жесткость  $k_{\text{radial}}$ ,

при этом когда указанная покрышка (10) пневматической шины входит в состав установленного узла при номинальных рабочих условиях, пятно контакта с грунтом указанной покрышки (10) пневматической шины имеет размер  $L_{\text{adc}}$  в осевом направлении, электронное устройство (20), содержащее по меньшей мере один датчик (21) изгиба,

отличающееся тем, что по меньшей мере один датчик (21) изгиба содержит активную часть (22), имеющую основной размер от 10% до 80% от размера  $L_{\text{adc}}$ , при этом активная часть (22) датчика расположена на одной линии с короной (S), причем основной размер активной части (22) ориентирован в окружном направлении покрышки (10) пневматической шины, при этом по меньшей мере один датчик (21) изгиба имеет меньшую жесткость при изгибе, чем радиальная жесткость  $k_{\text{radial}}$  покрышки (10) пневматической шины.

2. Устройство (1) по п. 1, в котором по меньшей мере один датчик (21) изгиба чувствителен к изгибам, составляющим от 0 до 60 градусов.

3. Устройство (1) по пп. 1 или 2, в котором пятно контакта с грунтом указанной покрышки (10) пневматической шины, входящей в состав установленного узла при номинальных рабочих условиях, имеет размер  $l_{\text{adc}}$  в поперечном направлении, при этом электронное устройство (20) имеет зону измерения, проходящую в поперечном направлении на расстояние от 10% до 80% от размера  $l_{\text{adc}}$ .

4. Устройство (1) по любому из пп. 1-3, в котором активная часть (22) по меньшей мере одного датчика (21) изгиба имеет форму поверхности, выбранную из группы, включающей в себя форму квадрата, форму прямоугольника, форму параллелограмма, продолговатую форму, круглую форму, овальную форму и эллиптическую форму.

5. Устройство (1) по любому из пп. 1-4, в котором активная часть (22) по меньшей мере одного датчика (21) изгиба расположена на одной линии с зоной короны (S) покрышки (10) пневматической шины, однородной по радиальной жесткости.

6. Устройство (1) по любому из пп. 1-5, в котором активная часть (22) по меньшей мере одного датчика (1) изгиба расположена на одной линии с элементом рисунка протектора (14) короны (S) покрышки (10) пневматической шины.

7. Устройство (1), установленное по любому из пп. 1-6, в котором активная часть (22) по меньшей мере одного датчика (21) изгиба отцентрирована в поперечном направлении относительно короны (S) покрышки (10) пневматической шины.

8. Устройство (1) по любому из пп. 1-7, в котором по меньшей мере часть электронного устройства (20) расположена радиально внутри относительно короны (S) покрышки (10) пневматической шины.

9. Устройство (1) для оценки деформации покрышки пневматической шины по любому из пп. 1-8, в котором активная часть (22) по меньшей мере одного датчика (21) изгиба имеет внешнюю поверхность, соединенную с радиальной внутренней поверхностью короны (S) покрышки (10) пневматической шины.

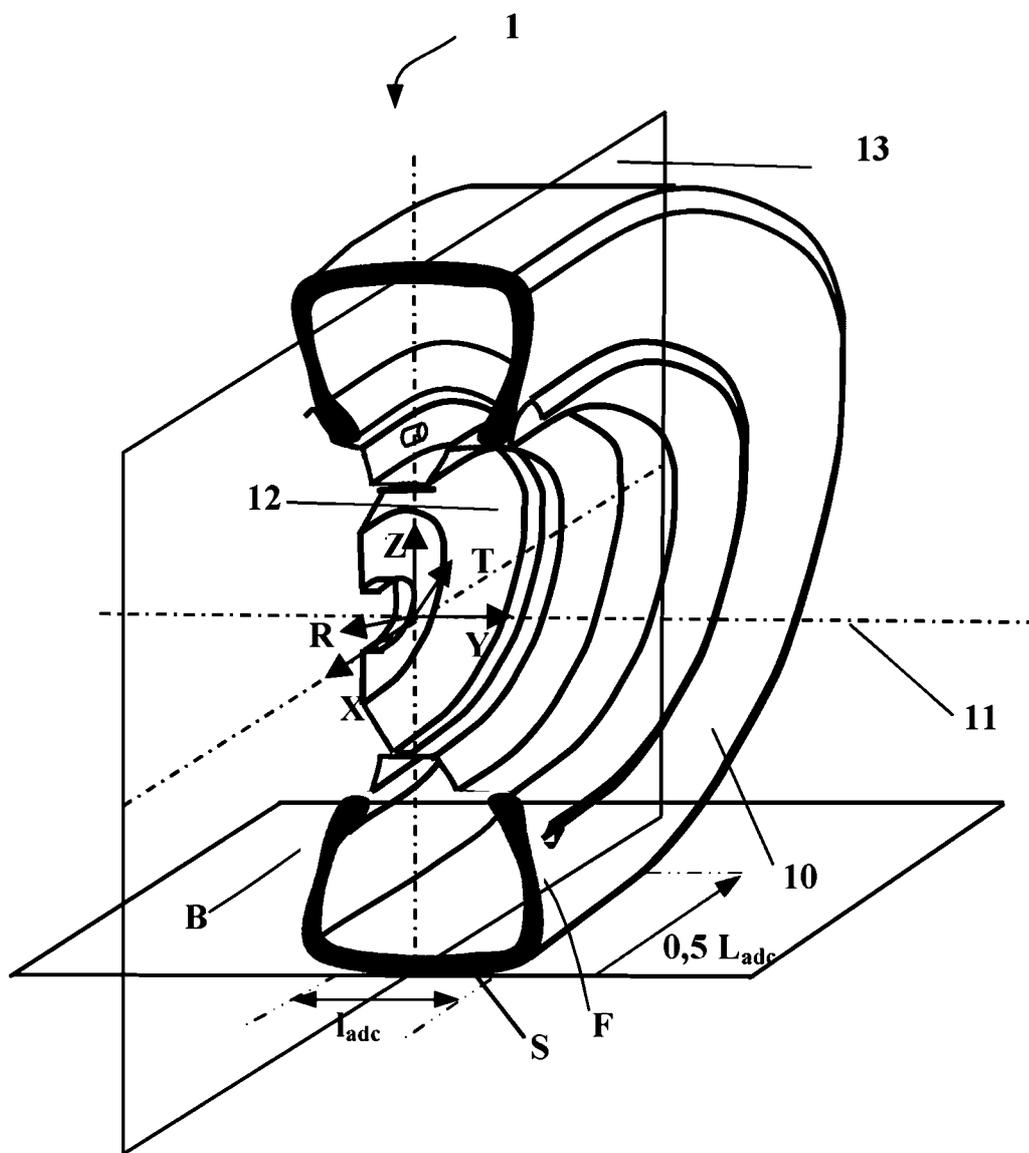
10. Устройство (1) по любому из пп. 1-9, в котором по меньшей мере один датчик (21) изгиба представляет собой пассивный и резистивный датчик.

11. Устройство (1) по любому из пп. 1-10, в котором по меньшей мере один датчик (21) изгиба представляет собой активный и пьезоэлектрический датчик.

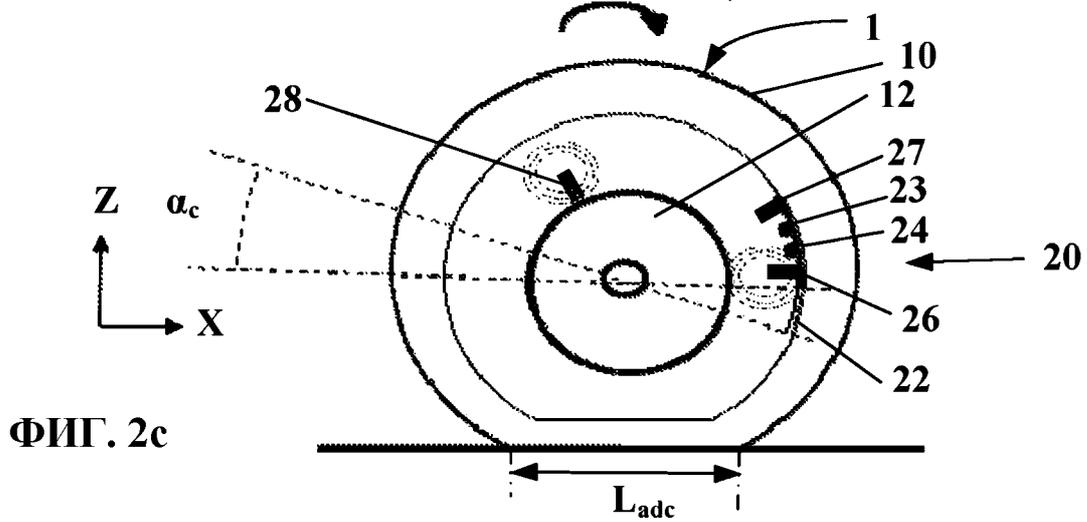
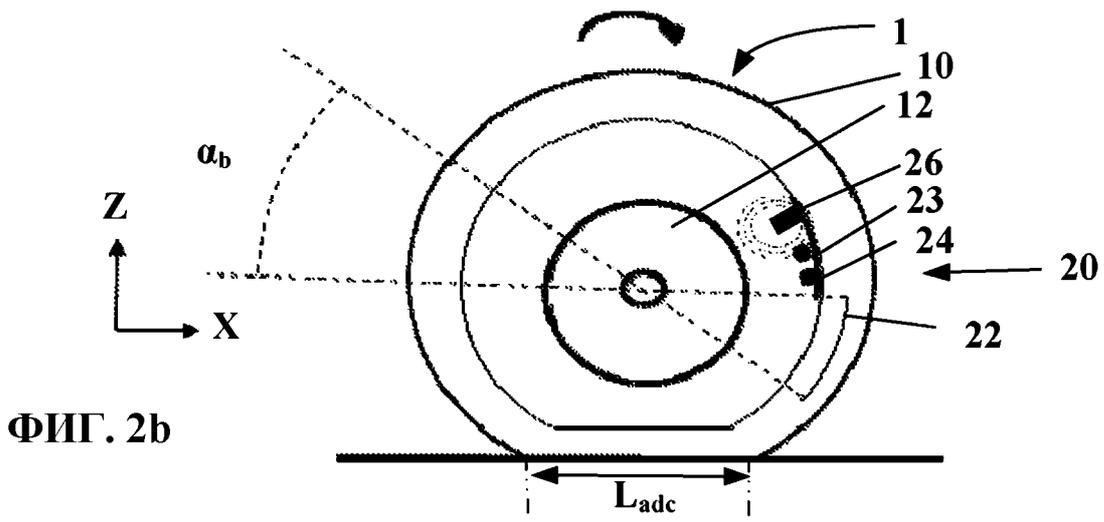
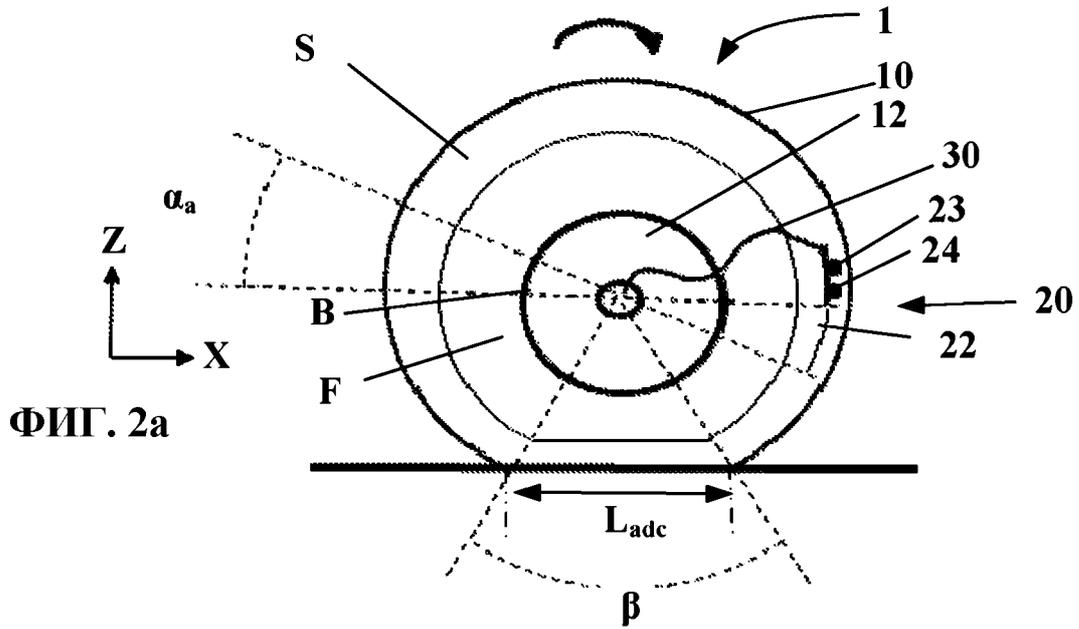
12. Устройство (1) по любому из пп. 1-11, в котором электронное устройство (20) содержит по меньшей мере один датчик для измерения параметров установленного узла (28), выбранный из группы, включающей в себя датчик температуры, датчик давления и акселерометр.

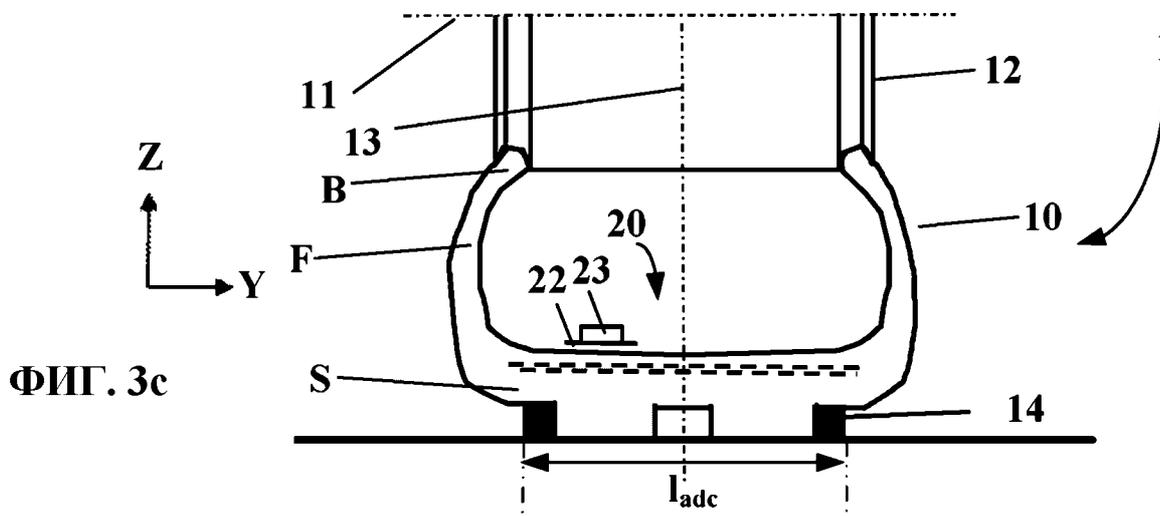
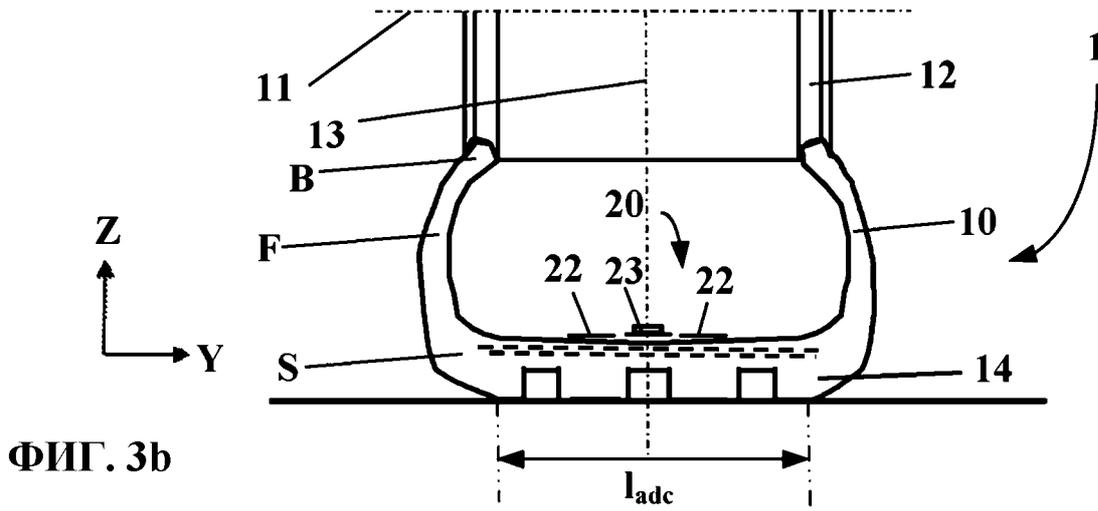
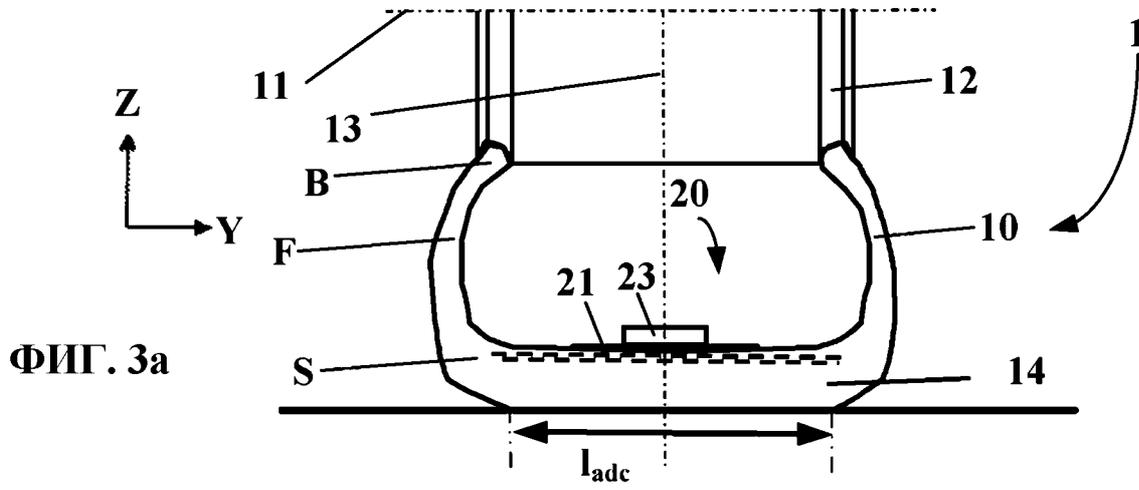
13. Устройство (1) по любому из пп. 1-12, в котором электронное устройство (20) содержит по меньшей мере одно радиочастотное передающее устройство (26).

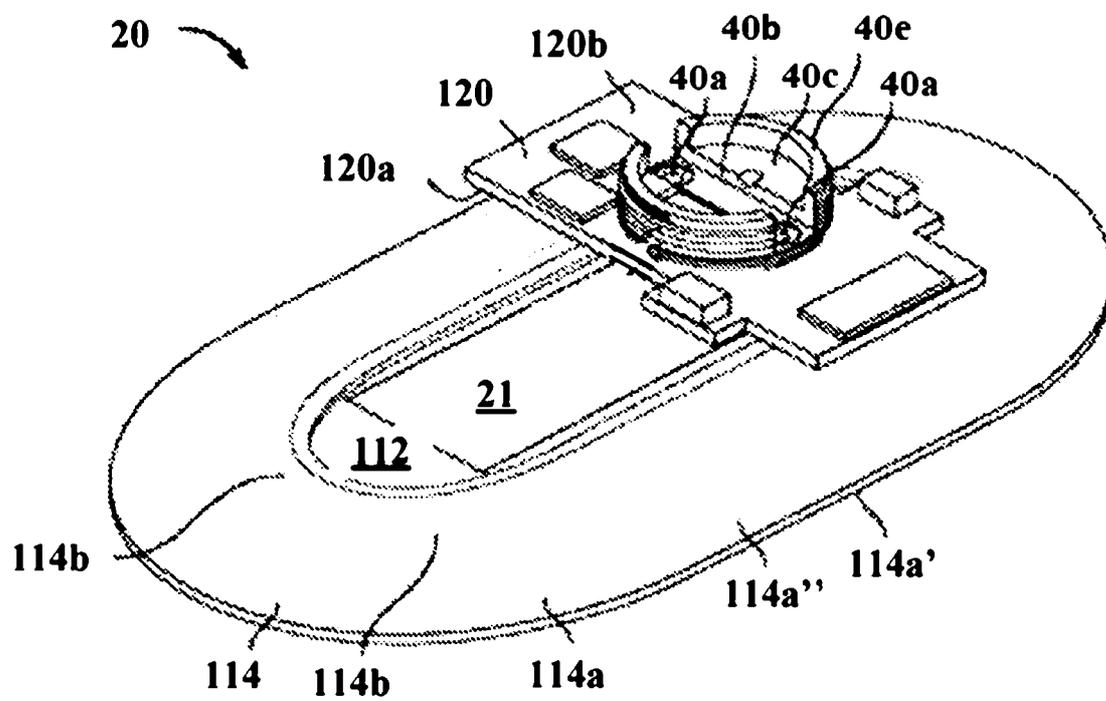
14. Устройство (1) по любому из пп. 1-13, в котором электронное устройство (20) содержит по меньшей мере одно радиочастотное приемное устройство (27).



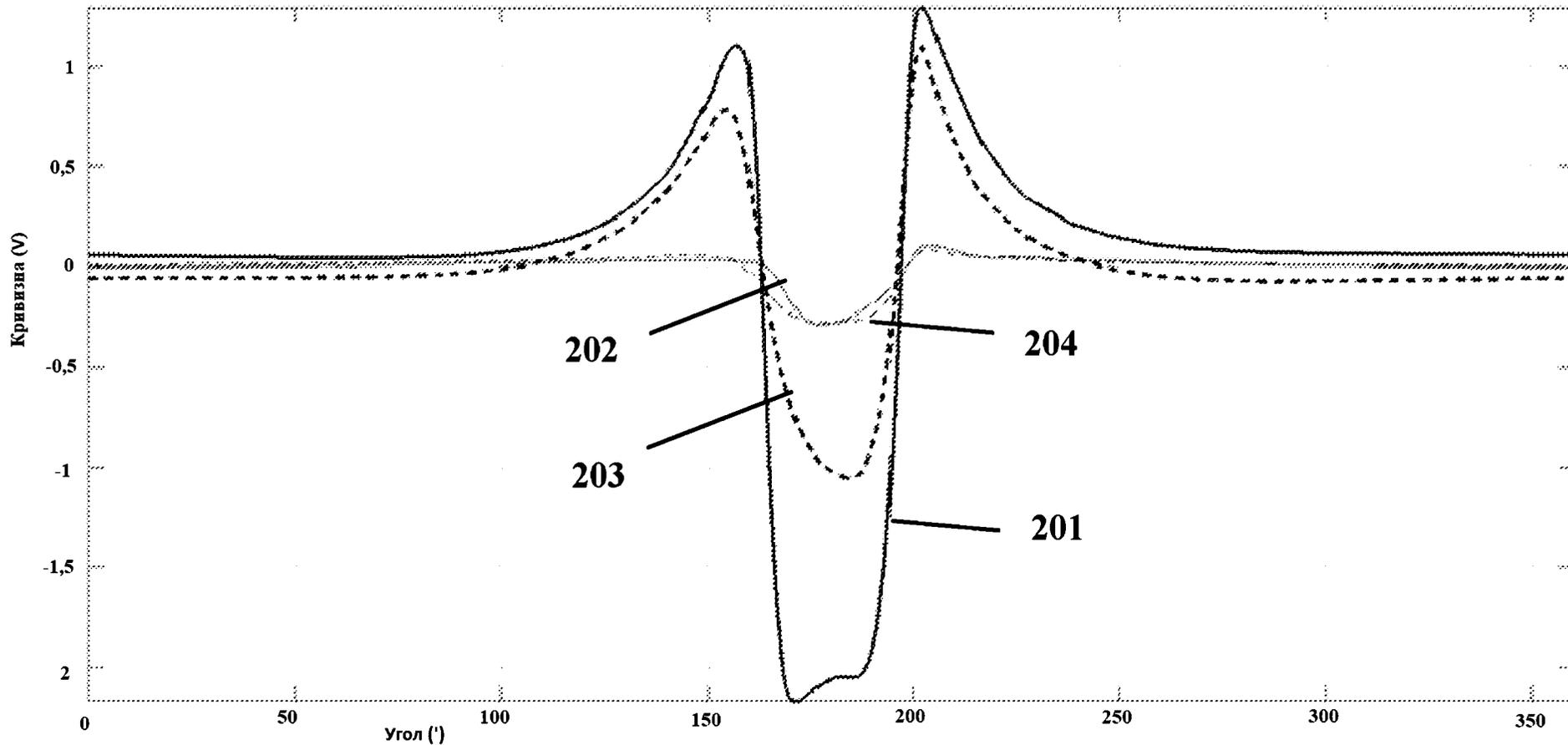
ФИГ. 1







ФИГ. 4



ФИГ. 5