

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039076**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.11.30

(51) Int. Cl. **E01B 35/00** (2006.01)
E01B 27/16 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900084

(22) Дата подачи заявки
2017.10.05

(54) **СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ,
РАСПОЛОЖЕННАЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ**

(31) **A 505/2016**

(56) **AT-B-382410**

(32) **2016.11.04**

AT-B-314579

(33) **AT**

(43) **2019.09.30**

(86) **PCT/EP2017/001174**

(87) **WO 2018/082796 2018.05.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПЛАССЕР ЭНД ТОЙРЕР ЭКСПОРТ
ФОН БАНБАУМАШИНЕН
ГЕЗЕЛЬШАФТ М.Б.Х. (АТ)**

(72) Изобретатель:
**Волланек Самуэль, Фрювирт
Леопольд (АТ)**

(74) Представитель:
Курышев В.В. (RU)

(57) Заявленное изобретение касается системы для измерения положения рельсового пути, установленной на железнодорожной строительной машине (1) для выполнения корректировки железнодорожного пути, содержащей машинную раму (2), перемещающуюся с помощью рельсовых ходовых механизмов (2) по рельсам (4) рельсового пути (5), при этом система включает в себя два внешних относительно продольного направления (6) машины натяжных устройства (12, 13) и среднее натяжное устройство (14) с общим базисом отсчета (15), при этом определено положение натяжных устройств (12, 13, 14) относительно рельсов (4). При этом между внешними натяжными устройствами (12, 13) натянута в качестве базиса отсчета (15) два совмещенных друг с другом шнура (16, 17), причем среднее натяжное устройство (14) включает в себя датчик (25) для определения положения обоих шнуров (16, 17) и при этом данные об их положении направляют в вычислительное устройство (18), чтобы определить положение по высоте каждого рельса (4) и стрелу изгиба кривой рельсового пути. Тем самым оказывается достаточным двух шнуров (16, 17), чтобы определить все параметры положения рельсового пути.

039076 B1

039076 B1

Область техники

Настоящее изобретение касается системы для измерения положения рельсового пути, установленной на железнодорожной строительной машине для выполнения корректуры положения рельсового пути, имеющей машинную раму, перемещающуюся с помощью рельсовых ходовых механизмов по рельсам рельсового пути, при этом система для измерения положения рельсового пути включает в себя два внешних относительно продольного направления машины натяжных устройства и одно среднее натяжное устройство с общим базисом отсчета, при этом положение натяжных устройств определено относительно рельсов. Изобретение касается также способа функционирования такой системы для измерения положения рельсового пути.

Уровень техники

В патенте EP 1 650 348 A2 описана железнодорожная строительная машина, выполненная как машина для очистки рельсового пути. Она включает в себя систему для измерения положения рельсового пути с двумя расположенными друг за другом шнурами как общим базисом отсчета. С помощью переднего измерительного шнура измеряется положение рельсового пути до процесса очистки рельсового пути. После процесса очистки выполняется корректура положения рельсового пути с помощью второго измерительного шнура. При этом положение рельсового пути корректируется согласно стреле изгиба кривой рельсового пути. Положение рельсов по высоте не учитывается.

Железнодорожная строительная машина, выполненная как шпалоподбивочная машина, известна из патента AT 382410 B. Согласно этому патенту для каждого рельса рельсового пути предназначен шнур в качестве общего базиса отсчета. Соответствующее положение рельса определяется при этом с помощью внешних натяжных устройств и передается с помощью передвигаемого рычажного механизма на соответствующий шнур. Таким образом, служат шнуры для соответствующего выравнивания положения рельсов по высоте (положение по высоте) в зоне среднего натяжного устройства. При этом ощупывают вилкообразные ощупывающие элементы среднего натяжного устройства положение обоих шнуров. При таком решении необходимо предоставлять для шнуров, расположенных в верхней части машины, и для передающего рычажного механизма, достаточное свободное пространство.

Описание изобретения

В основе заявленного изобретения лежит задача - улучшить систему для измерения положения рельсового пути и способ указанного выше типа по сравнению с известным уровнем техники.

В соответствии с заявленным изобретением эта задача решается с помощью независимых пп. 1 и 12 формулы. В зависимых пунктах формулы описываются предпочтительные варианты конструктивного выполнения изобретения.

При этом между внешними натяжными устройствами натянуты в качестве общего базиса отсчета два совмещенных друг с другом шнура, при этом среднее натяжное устройство включает в себя датчик для определения положения обоих измерительных шнуров и при этом данные положения направляются к вычислительному устройству, чтобы определить положение по высоте каждого рельса и стрелу изгиба кривой рельсового пути. Для этого достаточно два шнура, чтобы определить все параметры положения рельсового пути. Благодаря вычисленному скручиванию могут быть определены оба параметра положения по высоте рельса. Регистрация бокового положения измерительного шнура показывает стрелу изгиба кривой рельсового пути, при этом с помощью обоих шнуров получается дублирование значений.

В предпочтительном варианте выполнения изобретения в нейтральном положении внешних натяжных устройств направлены оба шнура параллельно друг другу. Определение положения по высоте рельсов выполняется на основании расстояния между шнурами в районе среднего натяжного устройства. Благодаря параллельности шнуров это расстояние определяется простейшим образом. К тому же на обоих внешних натяжных устройствах устанавливают аналогичное по конструкции устройство для натяжения шнуров.

В дальнейшем появляется преимущество в том, если внешнее натяжное устройство снабжается измерителем наклона. В простейшем случае таковым является маятник, с помощью которого измеряется превышение высоты в районе соответствующего натяжного устройства. Тем самым, существенно упрощается оценка замеренных данных положения шнуров, при этом происходит компенсация соответствующих зарегистрированных превышений высот.

Дальнейшее упрощение предусматривается в том, что каждое внешнее натяжное устройство включает в себя устройство для выравнивания наклона, чтобы удерживать оба шнура в позиции относительно оси вращения, проходящей в направлении вдоль машины. Тем самым, может определяться поперечный наклон среднего натяжного устройства непосредственно на основании определенных данных положения шнуров, поскольку превышения высот в районе внешних натяжных устройств будут механически выровнены.

Но оценка особенно упрощается, если каждое внешнее натяжное устройство включает в себя направляющее устройство для бокового смещения, чтобы удерживать в центре рельсового пути шнуры на криволинейном участке пути в районе среднего натяжного устройства. При этом концы шнуров перемещаются в боковом направлении, причем стрела изгиба кривой рельсового пути получается на основании пути перемещения и данных положения шнуров. При этом для шнуров не возникает никакой опасности

столкновения с возможными рабочими агрегатами в районе среднего натяжного устройства.

Для надежного определения данных о положении рельсового пути представляется выгодным, если датчик для определения положения обоих шнуров выполняется как оптический измерительный сенсор. При этом речь идет, например, о линейном лазерном сенсоре, который доступен в виде готового промышленного изделия и имеет достаточную точность замеров.

В выгодном варианте конструктивного выполнения изобретения каждое натяжное устройство выполняется как перемещающаяся по рельсовому пути измерительная тележка. Тем самым, положение натяжных устройств по отношению к рельсам определяется с помощью прижимаемых сбоку рельсов роликовых реборд.

В альтернативном варианте конструктивного выполнения предусматривается, что, по меньшей мере, одно натяжное устройство выполнено в виде измерительной платформы, которая расположена на рельсовом ходовом механизме или на машинной раме и включает в себя два измерительных сенсора, предназначенных для одного рельса. При этом отпадают изнашиваемые конструктивные элементы, как роликовые реборды, и определение положения натяжного устройства относительно рельсов выполняется очень точно.

В случае выполнения железнодорожной строительной машины как шпалоподбивочной машины представляется целесообразным, если среднее натяжное устройство будет расположено на подъемно-рихтовочном агрегате, выполненном с возможностью перемещения к машинной раме. Таким образом, среднее натяжное устройство удерживается по центру рельсового пути.

Для повышения точности измерения оба шнур направлены на принимаемый или на излучаемый от железнодорожной строительной машины лазерный луч. Тем самым, может удлиняться простым образом базис отсчета.

К тому же оказывается выгодным, если вычислительное устройство будет включать в себя фильтр нижних частот, чтобы фильтровать вибрации соответствующего шнура. Тем самым, гасятся вредные вибрации, которые вызываются, например, рабочими агрегатами железнодорожной строительной машины.

В заявленном способе предусматривается, что с помощью датчика для определения положения обоих шнуров определяется положение шнуров в области среднего натяжного устройства и что с помощью вычислительного устройства рассчитывается положение по высоте каждого рельса и стрела изгиба кривой рельсового пути. Все параметры рельсового пути определяются, тем самым, с наименьшим количеством выполняемых приемов способа.

При этом оказывается целесообразным, если для каждого внешнего натяжного устройства определяется наклон, и он используется в расчетах. С помощью датчика для определения положения обоих шнуров оказывается достаточным измерение положения в одном месте соответствующего шнура.

При выполнении заявленного способа предусматривается, что для каждого внешнего натяжного устройства определяется боковое смещение, которое включается в расчеты. Тем самым сохраняется расположение шнуров в районе среднего натяжного устройства по центру рельсового пути.

Получается следующее улучшение способа в том, что с помощью расчетного устройства заглушается вибрация соответствующего шнура за верхними пределами заданной границы частоты. Для определения граничной частоты используются типичные частоты вибрации рабочих агрегатов.

Краткое описание чертежей

Заявленное изобретение описывается ниже более подробно на примерах его выполнения со ссылкой на прилагаемые чертежи. На чертежах схематически изображено:

- на фиг. 1 изображен вид сбоку на железнодорожную строительную машину;
- на фиг. 2 изображены компоненты системы для измерения положения рельсового пути;
- на фиг. 3 изображен вид сбоку на систему для измерения положения рельсового пути;
- на фиг. 4 изображена деталь внешнего измерительного устройства;
- на фиг. 5 изображен геометрически процесс измерения.

Описание вариантов выполнения изобретения

Изображенная на фиг. 1 железнодорожная строительная машина 1 для выполнения корректуры положения рельсового пути имеет машинную раму 3, опирающуюся на рельсовые ходовые механизмы 2, и может перемещаться по рельсам 4 рельсового пути 5. Между обоими рельсовыми ходовыми механизмами 2 расположена сателлитная рама 7 с возможностью перемещения в продольном направлении 6 машины относительно машинной рамы 3. С этой сателлитной рамой 7 соединены в качестве рабочих агрегатов шпалоподбивочный агрегат 8 для подбивки рельсового пути 5 и непосредственно перед ним в рабочем направлении 9 подъемно-рихтовочный агрегат 10.

Для определения погрешностей положения рельсового пути предусмотрена система 11 для измерения положения рельсового пути. Она включает в себя два внешних относительно продольного направления 6 машины натяжных устройства 12, 13, которые в рабочем направлении 9 показаны как переднее натяжное устройство 12 и заднее натяжное устройство 13. Между ними расположено среднее натяжное устройство 14 для определения положения рельсового пути в районе рабочих агрегатов 8, 10. В качестве общего базиса отсчета 15 натянута между обоими внешними натяжными устройствами 12, 13 первый шнур 16 и совмещенный с ним второй 17.

В предпочтительном варианте конструктивного выполнения изобретения направляют шнуры 16, 17 таким образом, что их концы натягиваются на одном и том же расстоянии относительно друг друга на соответствующих натяжных устройствах 12, 13. Тем самым, проходят шнуры 16, 17 при нейтральном положении внешних натяжных устройств 12, 13 (без перекручивания) параллельно относительно друг друга.

В дальнейшем включает в себя система 11 для измерения положения рельсового пути вычислительное устройство 18, которое, например, выполняется как компьютер и соединено с натяжными устройствами 12, 13, 14 через шинную систему. Необязательно располагается на переднем натяжном устройстве 12 приемник лазера 19, чтобы принимать лазерный луч 20. Он излучается от удаленного базисного датчика, чтобы расширить базис отсчета 15.

Согласно фиг. 2 расположены оба шнура 16, 17 в горизонтальной плоскости параллельно друг другу. На обоих внешних натяжных устройствах 12, 13 они натянуты с возможностью бокового смещения. Для этой цели соединяется, например, соответствующее натяжное устройство 21 через шпиндель 22 с двигателем 23. Боковое смещение происходит на криволинейном участке пути, чтобы удерживать шнуры 16, 17 в районе среднего натяжного устройства 14 по центру 24 рельсового пути. Двигатели 23 включаются в зависимости от оценки положения шнура, которое определяется с помощью датчика 25 для определения положения обоих шнуров, расположенного на среднем натяжном устройстве 14.

Датчик 25 для измерения положения обоих шнуров выполняется выгодным образом как линейный лазерный сканнер и определяет положение шнуров 16, 17 в горизонтальном направлении и в вертикальном направлении. Тем самым, определяются две оси координат z, y для определения точек измерения 26 рельсов в трехмерной системе координат. Третья ось координат x определяет положение соответствующей точки измерения 26 рельсов в продольном направлении 6 машины. Для этого используются известные расстояния между натяжными устройствами 12, 13, 14 и оцениваются данные измерителя пути.

На внешних натяжных устройствах 12, 13 расположен соответственно измеритель наклона 27. Тем самым, при превышении высоты рельсового пути 5 определяется соответствующий наклон соответствующего натяжного устройства 12, 13 и используется при расчете положения рельсового пути. Выгодным образом выполняется выравнивание наклона внешних натяжных устройств 12, 13. Затем остаются шнуры 16, 17 всегда направленными в одной плоскости, так что наклон среднего натяжного устройства 14 может всегда определяться непосредственно по результатам измерения положения обоих шнуров 16, 17.

В примере конструктивного выполнения изобретения, согласно фиг. 2, выполнено среднее натяжное устройство 14 как измерительная тележка. Направление движения вдоль соответствующей кромки рельса происходит с помощью двух роликов 28 реборды, которые прижаты к внутренней поверхности рельса для предотвращения зазора. На соответствующей кромке рельса определяется положение замеряемой точки 26 рельса. Во время движения вперед железнодорожной строительной машины 1 определяется положение рельсового пути на основании замеряемой точки 26 рельса. Один из роликов 28 реборды может использоваться как измерительное колесо для измерения пройденного пути.

Оба внешних натяжных устройства 12, 13 выполнены как бесконтактные измерительные платформы относительно рельсов 4. При этом к каждому рельсу 4 направлен сенсор 29 для измерения положения рельсового пути, чтобы определять положение соответствующей измерительной платформы по отношению к каждому рельсу 4. В данном случае также применяются выгодным образом линейные лазерные сканнеры.

Внешние натяжные устройства 12, 13 смонтированы или на машинной раме 3 или на переднем или же на заднем рельсовом ходовом механизме 2. Последний является модифицированным натяжным устройством 21 с компенсирующим приспособлением по длине для шнуров 16, 17 при движении по криволинейному участку пути. В качестве альтернативы могут также все натяжные устройства 12, 13, 14 выполняться как измерительные тележки.

На фиг. 3 показаны шнуры 16, 17, расположенные в вертикальной плоскости. Расположенное на переднем рельсовом ходовом механизме 2 переднее натяжное устройство 12 включает в себя приемник 19 лазера, измеритель наклона 27, два сенсора 29 для измерения положения рельсового пути и натяжное устройство 21 для натяжения измерительных шнуров 16, 17.

На заднем рельсовом ходовом механизме 2 расположено заднее натяжное устройство 13. Также и оно выполнено бесконтактным относительно рельсового пути 5 и соединено через натянутые шнуры 16, 17 с передним натяжным устройством 12. Расположенное между ними натяжное устройство 14 направляется с помощью роликов 28 реборды по рельсовому пути 5 и определяет положение шнуров 16, 17 с помощью датчика 25 для определения положения обоих измерительных шнуров.

Стрела изгиба кривой рельсового пути на криволинейных участках пути может определяться простым образом, если переднее и заднее натяжное устройство 12, 13 включают в себя соответственно боковое направляющее устройство (боковое направление согласно фиг. 4). Для этого оценивается сначала с помощью сенсора 29 для измерения положения рельсового пути, расположенного внутри криволинейного участка пути, положение натяжного устройства 12 относительно внутреннего рельса 4. Конкретно сенсор 29 для измерения положения рельсового пути выполнен как линейный лазерный сканнер для двухмерного определения поверхности рельсов. С помощью вычислительного устройства 18 выполняет-

ся расчет расстояния 30 до рельса 4. Вместе с измеренными данными сенсором 29 для измерения положения рельсового пути, расположенного снаружи криволинейного участка пути, может определяться ширина колеи рельсового пути 5.

Боковое положение шнуров 16, 17 относительно натяжного устройства 14 остается неизменным благодаря боковому направляющему приспособлению натяжного устройства 21 на переднем и/или заднем натяжном устройстве 12, 13. Для этого оцениваются непрерывно данные датчика 25 для определения положения обоих измерительных шнуров и включаются соответственно моторы 23 для бокового направляющего приспособления. На основании смещений 31 натяжных устройств 21 и полученных расстояний 30 до рельсового пути 5 может определяться известным образом стрела изгиба кривой рельсового пути проезжаемого криволинейного участка пути. К тому же определяется и оценивается положение шнуров 16, 17 относительно среднего натяжного устройства 14.

На фиг. 5 изображены два расположенных друг над другом и проходящих параллельно шнура 16, 17, положение которых определяется с помощью датчика 25 для определения положения обоих измерительных шнуров. В качестве базовой системы используется, например, система координат x, y, z , связанная со средним натяжным устройством 14, при этом начало координат располагается над серединой 21 рельсового пути. Тем самым определяется положение по высоте рельсов 4. К тому же выполняется вместе с приспособлением для бокового направления внешних натяжных устройств 12, 13 уточнение стрелы изгиба кривой рельсового пути.

Исходя из скручивания рельсового пути 5, которое выражается в определенных координатах z_1, z_2 на оси z , определяется положение по высоте рельсов 4 простым образом. Известными являются расстояние 30 между рельсами, расстояние 32 между шнурами, и координаты z_1, z_2 на оси z шнуров 16, 17. Из этого вытекает относительная высота 33 рельса 4 по отношению к среднему положению по высоте рельсового пути 5 согласно следующей геометрической зависимости:

$$\text{высота} = \text{расстояние между рельсами,} \\ (z_1 - z_2) / \text{расстояние между шнурами.}$$

С помощью такой же геометрической зависимости может определяться с помощью известной ширины колеи простым образом также превышение высоты рельса 4. Среднее положение по высоте рельсового пути 5 может определяться на оси координат - $y - y_1, y_2$ шнуров 16, 17. С учетом бокового регулирования внешних натяжных устройств 12, 13 может определяться с помощью координат z - значения z_1, z_2 стрела изгиба кривой рельсового пути.

Все описанные расчеты выполняются с помощью вычислительного устройства 18, которое выполнено как компьютер и предназначено для выполнения расчетов. Для этого все необходимые геометрические величины железнодорожной строительной машины 1, как расстояния между натяжными устройствами 12, 13, 14, могут быть вызваны из накопителя данных. Через шинную систему получает компьютер сигналы замеренных величин сенсорами 29 для измерения положения рельсового пути, измерителем наклона 27 и датчиком 25 для определения положения обоих измерительных шнуров.

Используя эти данные, компьютер рассчитывает в точное время сигналы управления для включения двигателей 23 для управления боковым смещением и в данном случае для компенсации наклона натяжных устройств 21. При этом определяются действительные пути перемещения или же действительные углы поворота натяжных устройств 21 и направляются обратно в компьютер. С помощью этих данных и данных сенсора выполняется описанный расчет положения рельсового пути.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для измерения положения рельсового пути, расположенная на железнодорожной строительной машине (1) для выполнения корректировки положения рельсового пути, содержащей машинную раму (3), перемещающуюся с помощью рельсовых ходовых механизмов (2) по рельсам (4) рельсового пути (5), при этом система (11) для измерения положения рельсового пути имеет по крайней мере два шнура (16, 17) и один датчик (25) для определения положения обоих шнуров (16, 17) и включает в себя два внешних относительно продольного направления (6) машины натяжных устройства (12, 13) и среднее натяжное устройство (14) с общим базисом отсчета (15), при этом положение натяжных устройств (12, 13, 14) определено относительно рельсов (4), отличающаяся тем, что указанные два совмещенных друг с другом шнура (16, 17) расположены между внешними натяжными устройствами (12, 13) и натянуты в качестве общего базиса отсчета (15), при этом оба внешних натяжных устройства (12, 13) включают в себя, соответственно, направляющее устройство для бокового смещения, имеющее измерительный сенсор (29) для измерения положения рельсового пути, и причем среднее натяжное устройство (14) включает в себя датчик (25) для определения положения обоих шнуров (16, 17) в горизонтальном и вертикальном направлении, при этом данные положения рельсового пути направлены к расчетному устройству (18), соединенному с натяжными устройствами (12, 13, 14), чтобы определить положение по высоте каждого рельса (4) и стрелу изгиба кривой рельсового пути.

2. Система для измерения положения рельсового пути по п.1, отличающаяся тем, что оба шнура (16, 17) расположены параллельно относительно друг друга при нейтральном положении внешних натяжных

устройств (12, 13).

3. Система для измерения положения рельсового пути по п.1 или 2, отличающаяся тем, что каждое внешнее натяжное устройство (12, 13) включает в себя измеритель наклона (27).

4. Система для измерения положения рельсового пути по пп.1-3, отличающаяся тем, что каждое внешнее натяжное устройство (12, 13) включает в себя устройство для выравнивания наклона, чтобы удерживать оба шнура (16, 17) в позиции относительно оси вращения, проходящей в продольном направлении (6) машины.

5. Система для измерения положения рельсового пути по одному из пп.1-4, отличающаяся тем, что каждое внешнее натяжное устройство (12, 13) включает в себя направляющее устройство для бокового смещения, чтобы удерживать шнуры (16, 17) на криволинейном участке пути по центру (24) рельсового пути в районе среднего натяжного устройства (14).

6. Система для измерения положения рельсового пути по одному из пп.1-5, отличающаяся тем, что датчик (25) для определения положения обоих шнуров выполнен как оптический измерительный сенсор.

7. Система для измерения положения рельсового пути по одному из пп.1-6, отличающаяся тем, что каждое натяжное устройство (12, 13, 14) выполнено как направляемая по рельсовому пути измерительная тележка.

8. Система для измерения положения рельсового пути по одному из пп.1-6, отличающаяся тем, что по крайней мере одно натяжное устройство (12, 13, 14) выполнено как измерительная платформа, которая расположена на рельсовом ходовом механизме (2) или на машинной раме (3) и включает в себя два измерительных сенсора (29) для измерения положения рельсового пути, предназначенных, соответственно, для одного рельса (4).

9. Систем для измерения положения рельсового пути по одному из пп.1-8, отличающаяся тем, что среднее натяжное устройство (14) расположено на подъемно-рихтовочном агрегате (10), выполненном с возможностью перемещения к машинной раме (3).

10. Система для измерения положения рельсового пути по одному из пп.1-9, отличающаяся тем, что оба шнура (16,17) направлены к лазерному лучу (20), излучаемому или принимаемому от железнодорожной строительной машины (1).

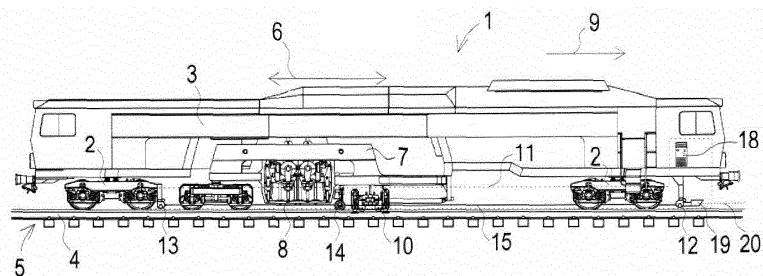
11. Система для измерения положения рельсового пути по одному из пп.1-10, отличающаяся тем, что вычислительное устройство (18) включает в себя фильтр нижних частот, чтобы фильтровать определенные вибрации соответствующего шнура (16, 17).

12. Способ функционирования системы для измерения положения рельсового пути по одному из пп.1-11, отличающийся тем, что определяют с помощью датчика (25) для определения положения обоих шнуров (16,17) в районе среднего натяжного устройства (14) и что рассчитывают с помощью вычислительного устройства (18), соединенного с натяжными устройствами (12, 13, 14), положение по высоте каждого рельса (4) и стрелу изгиба кривой рельсового пути.

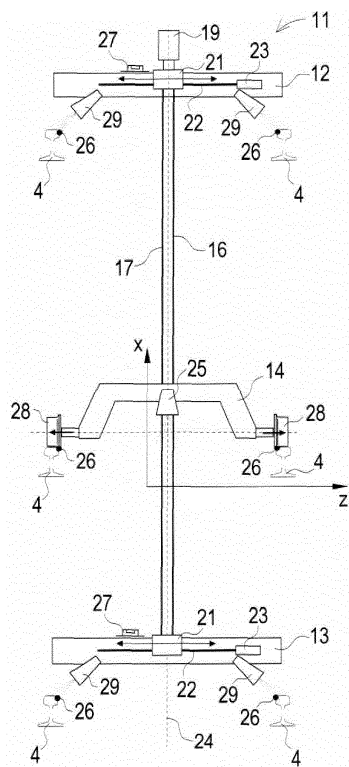
13. Способ по п.12, отличающийся тем, что определяют для каждого внешнего натяжного устройства (12, 13) наклон и используют его в расчетах.

14. Способ по п.12 или 13, отличающийся тем, что определяют боковое смещение (31) для каждого внешнего натяжного устройства (12, 13) и используют его в расчетах.

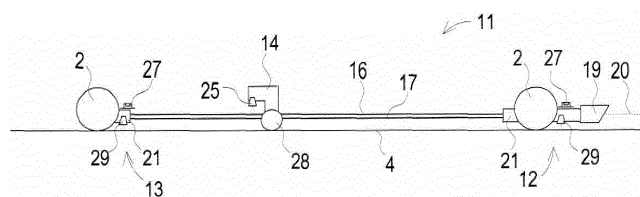
15. Способ по одному из пп.12-13, отличающийся тем, что с помощью вычислительного устройства (18) заглушают вибрации соответствующих шнуров (16,17) в зоне выше заранее заданной граничной частоты.



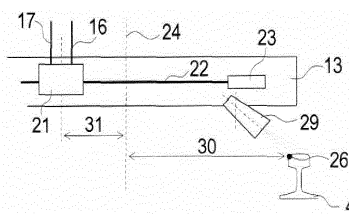
Фиг. 1



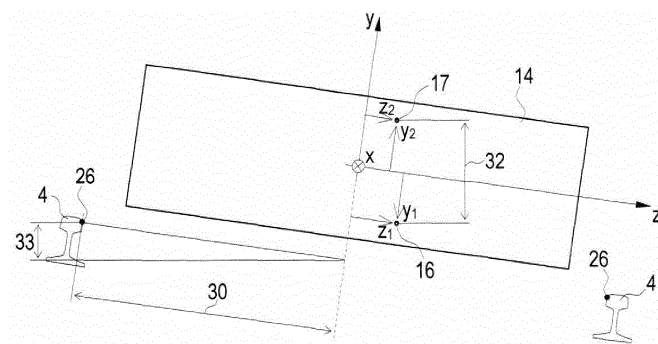
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

