

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **201800569** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2019.06.28

(22) Дата подачи заявки  
2017.06.14

(51) Int. Cl. *E01B 35/06* (2006.01)  
*B61K 9/08* (2006.01)  
*G06K 9/00* (2006.01)  
*E01B 27/16* (2006.01)

**(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ**

(31) А 325/2016

(32) 2016.07.11

(33) АТ

(86) РСТ/ЕР2017/000696

(87) WO 2018/010827 2018.01.18

(71) Заявитель:

**ПЛАССЕР ЭНД ТОЙРЕР ЭКСПОРТ  
ФОН БАНБАУМАШИНЕН  
ГЕЗЕЛЬШАФТ М.Б.Х. (АТ)**

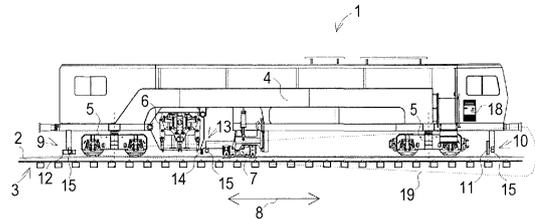
(72) Изобретатель:

**Волланек Самуель, Цаунер Геральд,  
Бюргер Мартин (АТ)**

(74) Представитель:

**Курышев В.В. (RU)**

(57) Изобретение касается системы для измерения рельсового пути (3), которая включает в себя два наружных измерительных устройства (9, 10), расположенных в продольном направлении (8) рельсового пути (3), и расположенное между ними внутреннее измерительное устройство (13), при этом каждое измерительное устройство (9, 10, 13) занимает определённое положение относительно рельсового пути (3), чтобы определять геометрические параметры рельсового пути. При этом включает в себя наружное измерительное устройство (9), одну камеру (12) с диапазоном съёмки (19), при этом в диапазоне съёмки (19) расположены измерительный объект (11) другого наружного измерительного устройства (10) и измерительный объект (14) внутреннего измерительного устройства (13) и при этом камера (12) соединена с расчётным устройством (18) для опознавания образца. Таким образом, определяются с помощью одной единственной камеры (12) все параметры положения рельсового пути (3), которые являются необходимыми для точной выверки и нивелирования рельсового пути (3).



**201800569  
A1**

**201800569  
A1**

# СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ

## Описание

### Область техники

[01] Настоящее изобретение касается системы для измерения рельсового пути, которая включает в себя два наружных измерительных устройства, расположенных в продольном направлении рельсового пути, и расположенное между ними внутреннее измерительное устройство, причём каждое измерительное устройство занимает определённое положение относительно рельсового пути, чтобы определять геометрические параметры рельсового пути. Изобретение касается также способа эксплуатации системы.

### Уровень техники

[02] Измерение рельсового пути выполняется для того, чтобы определить погрешности в расположении рельсов и для целенаправленного выполнения мер по корректировке рельсового пути. Предусмотренная для этого система определяет геометрические параметры рельсового пути такие, как положение рельсового пути в горизонтальном и вертикальном направлении, а также относительное положение по высоте обоих рельсов рельсового пути (превышение высоты, перекашивание) относительно друг друга.

[03] В случае рельсовых путей с щебёночной постелью являются выверка и нивелирование существенными мерами корректировки для достижения желаемого положения рельсового пути. С помощью системы выверки корректируется рельсовый путь в своём горизонтальном положении. Ошибки положения рельсового пути или же рельсов по вертикали устраняются с помощью системы нивелирования.

[04] Предусмотренные для этой цели путевые машины включают в себя рабочие агрегаты, чтобы установить рельсовый путь в необходимой позиции и подбить его. Затем может быть выполнена стабилизация рельсового пути с помощью предусмотренного для этой цели вибрационного агрегата, чтобы обеспечить надёжно последующее положение рельсового пути на щебёночной постели.

[05] Для выверки рельсового пути используется так называемая высота стрелки. В качестве относительного базиса служит, как правило, измерительная тетива, которая натягивается по середине рельсового пути между обоими наружными измерительными устройствами указанной выше системы. Ощупывающий элемент внутреннего измерительного устройства

ощупывает образованную таким образом тетиву, в результате чего получается высота стрелки в этом месте.

[06] Простой способ измерения высоты обоих рельсов может выполняться путём измерения наклона соответствующего измерительного устройства, например, установки отвеса. Для более точного нивелирования рельсового пути такие решения оказываются, однако, неточными.

[07] Обычно над каждым рельсом устанавливается другая измерительная хорда, концы которой соединяются через систему рычагов с наружными измерительными устройствами. Тем самым, уровни обоих измерительных устройств переносятся на соответствующие измерительные хорды. На внутреннем измерительном устройстве предусматривается для каждой измерительной хорды ощупывающий элемент. При этом возникает, как при расположенной по середине рельсового пути измерительной хорде, трудности в том, чтобы избежать столкновения измерительных хорд с рабочими агрегатами.

[08] В известном уровне техники описаны также такие системы для измерения рельсового пути без измерительных хорд. Например, в патенте АТ 515 208 А4 описано измерительное устройство, которое использует машинную раму путевой машины в качестве относительного базиса. К тому же уже давно известны оптические системы для измерения рельсового пути, как, например, в патенте US 3, 107, 168 А.

Описание изобретения.

[09] В основе заявленного изобретения лежит задача добиться улучшения для указанной системы и способа указанного выше типа по сравнению с существующим уровнем техники.

[10] В соответствии с заявленным изобретением эта задача решается с помощью системы согласно пункту 1 формулы и способа согласно пункту 10 формулы. Предпочтительные варианты выполнения изобретения описываются в зависимых пунктах формулы.

[11] При этом включает в себя одно наружное измерительное устройство камеры с диапазоном съёмки, при этом в этом диапазоне съёмки расположены один измерительный объект другого наружного измерительного устройства и один измерительный объект внутреннего измерительного устройства и при этом камера соединена с расчётным устройством для распознавания образца.

- [12] Благодаря распознаванию образца распознаются измеряемые объекты и определяется их положение относительно друг друга и относительно участка изображения камеры. Таким образом, определяются с помощью одной единственной камеры все параметры положения рельсового пути, которые необходимы для точной выверки и нивелирования. В общем, оказываются необходимыми только несколько системных компонентов, чтобы выполнить измерение рельсового пути. К тому же могут надёжно определяться такие параметры рельсового пути, как стрелка прогиба, протяжённость прогиба соответствующего рельса, перекашивание и расстояние между рельсами.
- [13] В простом выполнении изобретения предусматривается, что измеряемый объект другого наружного измерительного устройства выполнен конструктивно как источник света, и что измеряемый объект внутреннего измерительного устройства выполнен конструктивно как отменяющий объект, который отменяет часть источника света по отношению к камере. Такие измерительные объекты являются простыми и надёжными компонентами, которые являются устойчивыми против сотрясений и пыли. Отменяющий объект может быть простым конструктивным элементом внутреннего измерительного устройства, который по отношению к источнику света отображает характерный силуэт.
- [14] В другом варианте конструктивного выполнения изобретения представляется предпочтительным, когда оба измерительных объекта выполнены конструктивно как отменяющие объекты, которые отменяют соответственно часть источника света по отношению к камере. При этом каждый измерительный объект имеет характерную форму, которая может определяться надёжно с помощью распознавания образца. Источник света служит как плоская фоновая подсветка.
- [15] В другом конструктивном выполнении изобретения предусматривается, что в диапазоне съёмки камеры располагается другой измерительный объект. Тем самым, реализуется так называемая съёмка по четырём точкам, с помощью которой может устанавливаться простым образом опускание рельсового пути. С помощью нескольких измерительных объектов могут определяться дополнительные данные о положении рельсового пути. Одним из измерительных объектов может быть при этом источник света, который благодаря другим измерительным объектам может частично отменяться относительно камеры.
- [16] В качестве разумного дополнения имеет, по крайней мере, один измерительный объект самосветящиеся элементы. Такая мера позволяет выполнить простые и быстрые расчёты с помощью распознавания образца

при затруднённых условиях окружающей среды. Например, делается съёмка двух изображений измерительного объекта непосредственно друг за другом, причём освещение активируется только для одной съёмки. Затем этот измерительный объект сразу же может распознаваться на этой съёмке.

[17] Далее является предпочтительным то, когда, по крайней мере, один измерительный объект или камера выполнены конструктивно с возможностью перемещения на держателе соответствующего измерительного устройства и/или с возможностью поворота. Тем самым, с одной стороны обеспечивается то, что оба измерительных объекта остаются также в пределах коротких радиусов кривой рельсового пути внутри диапазона съёмки камеры. С другой стороны, возможно, тем самым слежение камеры или же измерительных объектов, чтобы, тем самым, камера и измерительные объекты оставались на одной общей оси при движении по кривой.

[18] Для простой конструкции устройства оказывается целесообразным, когда измерительные объекты и камера установлены соответственно на перемещающейся по рельсовому пути измерительной тележке. Соответствующая измерительная тележка прижимается при этом к рельсу, в результате чего задаётся однозначное положение измерительной тележки по отношению к рельсовому пути. Тем самым, определяется положение рельсового пути в соответствующей позиции измерительной тележки благодаря его позиции.

[19] В предпочтительном варианте выполнения изобретения предусматривается, что эта система включает в себя путевую машину, на которой расположены измерительные устройства. При этом необходимо обращать собственно внимание на то, что между камерой и измерительными объектами существует визуальный контакт. Даже если этот контакт прерывается на короткое время рабочим агрегатом, то система продолжает функционировать. Другая ситуация создаётся согласно известному уровню техники в случае коллизии с измерительной хордой.

[20] Выгодным оказывается то, когда путевая машина выполняется конструктивно, как шпалоподбивочная машина и когда измерительный объект расположен для определения корректировки рельсового пути в районе шпалоподбивочного агрегата. Камера расположена на наружном измерительном устройстве и, тем самым, на удалении от рабочих агрегатов (шпалоподбивочный агрегат, подъёмно-рихтовочный агрегат) шпалоподбивочной машины. Внутренний измерительный объект в районе рабочих агрегатов выполняется как простой отключающий объект и, тем самым, является невосприимчивым относительно сотрясений и пыли.

Вследствие этого, внутренний измерительный объект может также располагаться непосредственно на шпалоподбивочном агрегате, где должно замеряться зафиксированное в результате подбивки положение рельсового пути.

[21] В другом варианте выполнения этой системы предназначается, по крайней мере, для одного измерительного устройства система для измерения положения, с помощью которой может определяться положение относительно рельсового пути. Тем самым, измерительное устройство может выполняться без соприкосновения с рельсовым путём. Оценка съёмки камеры показывает положение измерительных устройств относительно друг друга и оценка системы для измерения положения показывает положение выполненного измерительного устройства относительно рельсов. Благодаря трансформации координат рассчитываются на основании этого определённые параметры рельсового пути.

[22] При заявленном способе эксплуатации указанной системы предусматривается, что система перемещается вдоль рельсового пути и что при этом изменения положения измерительных объектов определяются благодаря оценке изображений измерительных объектов, выполненных камерой.

[23] Оценка изображений измерительных объектов выполняется с помощью распознавания образца, при этом определяется положение распознанного измерительного объекта. На основании известных геометрических взаимосвязей между измерительными устройствами рассчитываются, тем самым, различные параметры положения рельсового пути.

[24] Дальнейшее успешное выполнение способа достигается тогда, когда для системы задаётся характерная частота вибрации и когда задаётся частота кадров для камеры, которая оказывается, по крайней мере, в два раза выше, чем характерная частота вибрации. При эксплуатации путевой машины проявляются такие характерные частоты вибрации с такими результирующими колебаниями системы. В последовательности изображений с соответственно высокой частотой кадров могут ограничиваться такие помехи просто расчётным образом. Конкретно определяются колебания системы и рассчитываются.

[25] Предпочтительным оказывается то, что, по крайней мере, один измерительный объект или камера смещаются и/или поворачиваются при движении по кривой. Для подобного слежения управляется привод соответствующего измерительного устройства в зависимости от

существующего радиуса кривой рельсового пути. Например, оба измерительных объекта и камера направляются друг к другу вдоль общей оси, чтобы определять позиции рельсового пути в точках измерения при необходимых боковых смещениях.

[26] Как альтернатива или в дополнение к этому может быть целесообразным, когда с помощью камеры изображается образец, расположенный на измерительном объекте, изображение которого изменяется характерным образом при изменении положения образца. В таком случае уже нет больше необходимости в боковом слежении на кривых, так как устанавливается смещение соответствующего измерительного объекта на основе изменяющейся съёмки образца.

[27] Предпочтительный вариант выполнения способа предусматривается в том, что управляется рабочий агрегат путевой машины в зависимости от определённого положения измерительного объекта. Таким образом, например, в случае путевой машины определяется положение рельсового пути с помощью отключающего объекта в непосредственной близости от шпалоподбивочного агрегата. В зависимости от этого и при непрерывном сравнении с желаемым необходимым положением рельсового пути происходит включение подъёмно-рихтовочного агрегата путевой машины.

[28] К тому же преимущество получается тогда, когда определяется положение одного измерительного объекта или камеры относительно рельсового пути бесконтактно с помощью измерительной системы положения. Тем самым, отпадают изнашиваемые механические компоненты, как работающие колёса измерительной тележки. Уже простые оптические измерительные системы положения, как линейные лазерные сканеры годятся для этой цели, чтобы определять положение соответствующего измерительного устройства относительно рельсов с достаточной точностью.

Краткое описание чертежей.

[29] Заявленное изобретение поясняется более подробно на примерах его выполнения со ссылкой на прилагаемые чертежи. На чертежах схематически изображено:

На Фиг. 1 изображена путевая машина в проекции сбоку

На Фиг. 2 изображены измерительные устройства на кривой траектории в проекции сверху

На Фиг. 3 изображена схема с измерительной тележкой на кривой траектории

На Фиг. 4 показано изображение измерительного объекта

На Фиг. 5 показано изображение изменённых положений измерительных объектов

На Фиг. 6 показано внутреннее измерительное устройство

На Фиг. 7 показано изображение измерительных объектов с зависимым от положения образцом

На Фиг. 8 показано изображение с изменением положения измерительных объектов с зависимым от положения образцом

На Фиг. 9 показано опознавание образца с определённым изменением положения

На Фиг. 10 показан зависимый от положения образец с определённым изменением положения

На Фиг. 11 показано изображение двух отключающих объектов от источника света

На Фиг. 12 показано изображение с изменениями позиционирования отключающих объектов

Описание вариантов конструктивного выполнения

[30] Путевая машина 1, показанная на Фиг. 1, выполнена конструктивно как шпалоподбивочная машина и перемещается по рельсам 2 рельсового пути 3. Машинная рама 4 путевой машины 1 опирается на ходовые рельсовые механизмы 5 и несёт на себе шпалоподбивочные агрегаты 6 и подъёмно-рихтовочный агрегат 7 в качестве рабочих агрегатов. Также и другие путевые машины, как машины для очистки рельсовых путей или динамические стабилизаторы рельсового пути пригодны для заявленной системы.

[31] В продольном направлении 8 рельсового пути 3 расположены на путевой машине 1 два наружных измерительных устройства 9 и 10. Показанное спереди в рабочем направлении измерительное устройство 10 включает в себя в качестве измерительного объекта 11 плоский световой источник. Световая поверхность этого источника света обращена к камере 12, которая расположена на заднем измерительном устройстве 9.

[32] Между обоими измерительными устройствами 9, 10 расположено внутреннее измерительное устройство 13. На нём крепится другой измерительный объект 14 в непосредственной близости от шпалоподбивочного агрегата 6. При этом речь идёт о характерном геометрическом выступе, который затеняет как отключающий объект часть источника света относительно камеры 12. Это может быть, например, пыль или штампованный лист. С помощью другого измерительного объекта 14 определяется положение рельсового пути 3 в этом месте, так что зафиксированное там с помощью шпалоподбивочных агрегатов 6 положение рельсового пути может сравниваться с заданным необходимым положением рельсового пути.

[33] В первом варианте выполнения изобретения изображены выполненные бесконтактными измерительные устройства 9, 10, 13 относительно рельсового пути 3 (Фиг. 1, 2). При этом включает в себя каждое измерительное устройство 9, 10, 13 систему 15 для измерения положения, чтобы измерять положение рельсов 2 относительно измерительных устройств 9, 10, 13. Соответствующая система 15 для измерения положения включает в себя, например, для каждого рельса 2 линейный лазерный сканнер или другой известный оптико-электрический сенсор.

[34] Со ссылкой на систему координат измерительного устройства 9, 10, 13 определяются, тем самым, во время движения вперёд путевой машины 1 расположенные последовательно друг за другом профили поперечных сечений соответствующего рельса 2. В результате получается модель положения соответствующего рельсового пути 2, с помощью которой рассчитываются координаты определённых измерительных точек 16. Для каждого измерительного устройства 9, 10, 13 получают измерительные точки 16 как точки сечения относительной плоскости 17, направленной перпендикулярно к рельсам 2, с теоретической ходовой кромкой соответствующего рельса 2 (на внутреннем контуре 14 mm под верхней кромкой рельса).

[35] Для расчёта координат измерительной точки включает в себя эта система в качестве расчётного устройства 18 компьютер, который расположен в комнате управления путевой машины 1 и соединён через систему шин с измерительными устройствами 9, 10, 13. При этом задаются точки синхронизации времени, которые позволяют выполнить сравнение по времени результатов измерения.

[36] Для расчёта координат измерительной точки используются наряду с результатами измерений также и геометрические параметры путевой машины 1. Оценка упрощается, когда измерительные устройства 9, 10, 13 направлены всегда перпендикулярно к рельсам. Самым простым образом это

происходит благодаря расположению наружных измерительных устройств 9, 10 на поворотной раме соответствующего рельсового ходового механизма 5.

[37] Камера 12 имеет диапазон съёмки 19, который устанавливается с помощью параметров камеры как фокусное расстояние объектива и размер датчика изображения. К тому же определяет рамка объектива глубину резкости в пределах диапазона съёмки 19. В основном камера 12 направлена в направлении обоих измерительных объектов 11, 14. Тем самым они располагаются в диапазоне съёмки 19 камеры 12.

[38] На Фиг. 2 изображены три измерительных устройства 9, 10, 13 на кривой траектории. В этом примере конструктивного выполнения сохраняют заднее и внутреннее измерительное устройство 9, 13 свою позицию относительно машинной рамы 4. Переднее измерительное устройство 10 выполнено с возможностью перемещения в поперечном направлении держателя 20, чтобы оба измерительных объекта 11, 14 оставались направленными к камере 12 на общей оси 21. Для этого предусмотрен, например, шпиндельный привод, который настраивается с помощью регулирования внешнего измерительного объекта 11 во время движения по кривой траектории. Альтернативно этому может быть выполнено также с возможностью перемещения измерительное устройство 10 относительно машинной рамы 4. Путь перемещения используется для расчёта координат измерительных точек 16.

[39] Система 15 для измерения положения может отпадать, в том случае, когда измерительное устройство 9, 10, 13 выполнено конструктивно как измерительная тележка и направляется с помощью колёс 22 по рельсовому пути 3 (Фиг. 3). При этом колёса 22 должны прижиматься боковой частью к рельсам 2, чтобы соответствующее измерительное устройство имело однозначное положение относительно рельсов 2. В этом случае расчёт координат может выполняться проще, потому что отпадает оценка системой 15 для измерения положения. Однако, в этом случае повышаются расходы на обслуживание по причине подвижных конструктивных элементов.

[40] Для применения на узких кривых камера 12 и наружный измерительный объект 11 расположены с возможностью перемещения в поперечном направлении. При таком регулируемом слежении остаются оба измерительных объекта 11, 14 и камера 12 направленными по одной общей оси 21. К тому же камера 12 и наружный измерительный объект 11 направляются соответственно по одному держателю 20 и могут перемещаться с помощью сервопривода. В случае путевой машины 1 измерительные устройства 9, 10, 13 соединены вместе в таком варианте конструктивного выполнения с помощью соответствующей подвижной конструкции.

[41] Целесообразным может оказаться целенаправленный поворот камеры 12, чтобы удерживать измерительные объекты 11, 14 на одной центральной визуальной оси 37. При расчёте координат измерительных точек 16 учитывается также затем соответствующий горизонтальный и/или вертикальный угол поворота. Иначе оказывается недостаточным включение в расчёты определённых путей перемещения камеры 12 или же измерительных объектов 11, 14.

[42] Примеры выполненных камерой 12 изображений 23 измерительных объектов 11, 14 показаны на Фиг. 4, 5, 7, 8, 11 и 12. При этом изображения 23 на фигурах 4 и 5 являются результатом системы расположения, показанной на Фиг. 2. Изображения 23 оцениваются с помощью опознавания образца. Для этого уже давно известны соответствующие системы камер и решения с математическим обеспечением.

[43] Положение опознанных измерительных объектов 11, 14 определяется на примере заданных базовых систем. Как правило, устанавливается для камеры 12 в визуальной плоскости датчика первая базовая система с осью координат  $x - x_0$ , осью координат  $y - y_0$  и началом координат  $U_0$ . Координаты всех опознанных элементов соотносятся с этой первой базовой системой.

[44] Для системы 15 для измерения положения при определении позиций измерительных объектов 11, 14 по отношению к рельсу 3 предусматриваются собственные базовые системы. Конкретно предназначается вторая базовая система с осью координат  $x - x_1$ , осью координат  $y - y_1$  и началом координат  $U_1$  для внутреннего измерительного объекта, выполненного как отключающий объект. Третья базовая система с осью координат  $x - x_2$  с осью координат  $y - y_2$  и началом координат  $U_2$  предназначается для наружного измерительного объекта 14, выполненного как источник света.

[45] Измерительные точки 16 на рельсах 2 определяются сначала с помощью соответствующей системы 15 для измерения положения в соответствующей базовой системе и трансформируется на первую базовую систему. При этом получают через известные геометрические соотношения также координаты  $z$  измерительных пунктов 16. Для синхронизации результатов измерения используется модель рельсов, образованная с помощью 15 для измерения положения. Эта необходимость отпадает, если измерительные устройства 9, 10, 13 всегда направлены перпендикулярно к рельсам 2 и все измерительные точки 16 могут определяться одновременно.

[46] В любом случае является целесообразной относительное или абсолютное расположение измерительных точек 16 относительно географических координат рельсового пути 3. При этом определённые в

первой базовой системе координаты измерительных точек переносятся на систему координат более высокого порядка путевой машины 1 или рельсового пути 3. Определена эта система координат более высокого порядка известным образом с помощью межотраслевой системы измерения, с помощью системы-GNSS и/или с помощью неподвижных точек, расположенных рядом с рельсом 3.

[47] Изображение 23 на Фиг. 4 показывает, когда измерительные устройства 9, 10, 13 расположены на прямом рельсовом пути 3 без перекашивания. Затем располагается силуэт 24 внутреннего измерительного объекта 14, возникающий в результате отключения, по центру над световой поверхностью 25, которая образуется передним измерительным объектом 11. При этом речь идёт о юстировке, например, для исходной позиции. Силуэт 24 и световая поверхность могут оцениваться как геометрические фигуры на рисунке с помощью опознавания образца. Для этого, как правило, угловые точки или точки пересечения кромок фигур опознаются с оценочными линиями и соотносятся друг с другом.

[48] Узнаваемость измерительных объектов 11, 14 облегчается, когда они имеют избыточные элементы. Это проявляется при силуэтах 24, полученных с помощью крестообразного отключающего объекта, с их двенадцатью геометрически расположенных угловыми точками. Но также остаётся узнаваемой квадратная световая поверхность 25, когда угол закрывается, например, пылью или препятствием 26 ( Фиг. 5 ). Таким препятствием 26 может быть, например, подвижная конструкция 5, которая перемещается по кривой, частично, между камерой 12 и измерительным объектом 11.

[49] Движение по кривой показано на изображении 23, согласно Фиг. 5. При этом происходит, обычно, перекашивание и перемещение измерительных устройств 9, 10, 13 относительно друг друга. Перекашивание обусловлено превышением уровня или возвышением на рельсовом пути 3, которые определяются представленной системой. Для определения бокового смещения световая поверхность 25 наружного измерительного объекта 10 отслеживается в поперечном направлении, так что средние точки световой поверхности 25 и силуэта 24 всегда располагаются на общей вертикальной оси 26. Расстояние между этой осью 26 и осью  $y - y_0$  первой базовой системы показывает при этом поперечное смещение внутреннего измерительного объекта 14. Поперечное смещение переднего измерительного объекта 11 получается дополнительно в результате смещения этого измерительного объекта 11 по отношению к держателю 20.

[50] Для определения перекашивания оценивается опрокидывание световой поверхности 25 или же силуэта 24. Сначала оценивается первый угол опрокидывания  $\alpha_1$ , на который опрокидывается силуэт 24 на

изображении 23. Второй угол опрокидывания  $\alpha_2$ , на который опрокидывается световая поверхность 25 на изображении 23. К тому же оцениваются результаты измерений системы 15 для измерения положения. С помощью расчётного устройства 18 рассчитываются значения перекашивания рельсового пути 3.

[51] Положения по высоте рельсового пути 3 и обоих рельсов 2 определяются аналогично с помощью оценки позиций световой поверхности 25 и силуэта 24 на изображениях 23, а также систем 15 для определения положения. Конкретно показывают перемещения измерительных объектов 11, 14 в направлении – у и трансформированные координаты измерительных точек 16 значения по высоте для рельсов 2. Если соответствующее измерительное устройство 9, 10, 13 представляет собой измерительную тележку, направляемую по рельсам, то значения по высоте определяются на основании значений перемещения и значений опрокидывания измерительных объектов 11, 14.

[52] На Фиг. 6 показано внутреннее измерительное устройство 13 в проекции спереди. Это измерительное устройство 13 соединяется выгодным образом с подъёмно-рихтовочным агрегатом 7 или с рамой шпалоподбивочного агрегата. Таким образом, измерительное устройство 13 перемещается в поперечном направлении во время движения по кривой или следует за перекадываемым рельсовым путём с помощью подъёмно-рихтовочного агрегата 7.

[53] Измерительное устройство 13 выполнено относительно рельсов 2 бесконтактным и включает в себя, поэтому, систему 15 для измерения положения. При этом направлен, например, каждый линейный лазерный сканнер против каждого рельса, чтобы определить координаты положения измерительных точек 16 в базовой системе измерительного устройства 13. Выгодным образом началом этой базовой системы является средняя точка измерительного объекта 14, который монтируется на поперечном держателе 28 измерительного устройства 13.

[54] Благодаря оценке результатов измерения системы 15 для измерения положения и описанному выше определению измерительного объекта 14 по отношению к камере 12 определяется завышение 29 внешнего рельса 2 по отношению к внутреннему рельсу 2.

[55] Слежение наружного измерительного объекта 11 для определения поперечного перемещения может быть отменено, если на измерительном объекте 11 расположен характерный образец 30. Соответствующие изображения 23 представлены на фигурах 7 и 8. При этом образует, например, ось у -  $y_0$  первой базовой системы оценочную линию 31, на

основании которой определяется поперечное положение полученного изображения образца 30.

[56] Полученный участок изображения выбирается при этом таким образом, что всегда получается и оценивается только часть образца 30. Вследствие этого, в качестве измерительного объекта 11 устанавливается широкий источник света, который выступает сбоку за пределы участка изображения. Выгодным образом образец 30 располагается в зоне источника света, который не затеняется внутренним измерительным объектом 14. При этом может быть также целесообразным, устанавливать несколько камер 12, чтобы соответствовать диапазону съёмки 19. Такая ситуация действительно также для других вариантов выполнения изобретения.

[57] Также и внутренний измерительный объект 14 может иметь характерный образец 30 для определения изменений положения. Например, в измерительном объекте 14, выполненном в виде листа, теснятся геометрические фигуры, так что источник света переднего измерительного объекта 11 просвечивается. При этом речь идёт о так называемом маркере Fiducial, который может идентифицироваться с помощью опознавания образца и оценки изображения.

[58] Когда оба измерительных устройства 11, 14 имеют характерный образец 30, то могут сразу опознаваться нежелательные колебательные движения камеры 12. Затем перемещаются измерительные объекты 11, 14 собственно с учётом соотношения удалённости в этом же направлении. Подобная оценка интерпретируется тогда не как движение измерительных объектов 11, 14, но как колебательное движение камеры 12.

[59] Другие нежелательные помехи, как вибрация, могут отфильтровываться благодаря соответствующей высокой частоте кадров. При этом частота кадров должна быть настолько высокой, чтобы могли полностью проявляться на изображениях определённые объекты благодаря движениям, возникающим в результате вибраций. К тому же может оказаться целесообразным, чтобы предусматривать систему камер с интегрированной стабилизацией изображения.

[60] В другом варианте выполнения изобретения выполняется измерительный объект 14 с самостоятельно светящимися элементами. При этом расположены, например, характерным образом светодиоды, которые могут хорошо определяться с помощью камеры 12. Тем самым, улучшается опознание изображения в тяжёлых окружающих условиях, например, ночью или при сильном запылении.

- [61] Получается простая оценка, когда характерный образец 30 имеет треугольник 32 ( Фиг. 9, 10). Одна сторона треугольника 32 направлена при этом горизонтально в нейтральном положении системы. Над треугольником 32 и под ним расположены горизонтальные линии 33, чтобы определить опрокидывание образца 30.
- [62] Определение образца 30 описывается на примере со ссылкой на Фиг. 9 и 10. При этом кромка заснятого камерой 12 изображения 23 представлена заштрихованной. В центре изображения 23 расположена оценочная линия 31. Слева и справа от неё предусматриваются другие оценочные линии 34. Оценочные линии 31, 34 используются для опознания образца, в то время как с помощью соответствующего математического обеспечения для оценки изображения выполняется поиск точек пересечения этих оценивающих линий 31, 34 с кромками треугольника 32 и линиями 33. Опознанные точки 35 обозначены на фигурах 9 и 10 небольшими квадратами.
- [63] Такая схема служит не только для последующей оценки изображения, но также для настройки системы обслуживающим персоналом. К тому же компьютер обеспечивается наряду с математическим обеспечением для опознания образца и оценки изображения ещё другими программами. Например, подготавливаются определённые координаты положения измерительных точек 16 для управления машиной и накапливаются в накопителе данных для их сохранения и документации.
- [64] На основании опознанных точек 15 определяется высота 36 треугольника 32 и накапливается как характерная величина для существующего поперечного положения образца 30. Соответствующая оценочная система преобразована в математическое обеспечение для опознания образца и оценки изображения. Также пригодны другие формы для способа оценки, как ромбы и трапеции.
- [65] Для определения изменения положения образца 30 происходит на актуализированном изображении 23 ( Фиг. 10 ) новое опознание образца и оценка изображения. Опрокидывание образца 30 показано на примере точек 35, опознанных вдоль параллельных линий 30. Тем самым, можно оценивать также определённую высоту 36 треугольника 32 на величину, которая не соответствует опрокинутому треугольнику 32. Эта величина является репрезентативной для актуализированного поперечного положения образца 30.
- [66] Описанные варианты выполнения изобретения представляют собой только некоторые варианты, возможные в объёме заявленного изобретения. Например, расположено согласно другому варианту выполнения изобретения более двух измерительных объектов 11, 14, чтобы определить другие данные

положения. С тремя измерительными объектами может выполняться, так называемое измерение в четырёх точках, причём оцениваются координаты измерительных объектов и камеры 12. Например, установлены два затеняющих объекта и один определяющий положение источник света или три отключающих объекта. Тем самым, могут определяться, в частности, проседания рельсового пути 3.

[67] На фигурах 11 и 12 показаны изображения 23 измерительных объектов 11, 14, выполненных как два отключающих объекта, которые возвышаются как образцы 38, 39 относительно заднего освещения 40. К тому же со стороны камеры 12 расположен за обоими отключающими объектами источник света. Этот источник света не должен иметь характерные признаки для опознания образца.

[68] Собственно отключающие объекты имеют характерную форму, причём один отключающий объект может располагаться непосредственно на световой поверхности светового источника. Оба отключающих объекта могут располагаться также дистанционно от источника света, причём расстояние между отключающими объектами и камерой 12 могут использоваться для определения положения.

[69] На Фиг. 11 показано нейтральное положение отключающих объектов. Каждый отключающий объект производит крестообразный образец 38, 39. Положения начальных координат  $U_1$ ,  $U_2$  и направление крестов опознаются благодаря опознанию образца. При изменении положения опознаются изменённые позиции начальных координат  $U_1$ ,  $U_2$  и изменённое направление крестов и выполняется расчёт новых координат измерительных объектов 11, 14.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для измерения рельсового пути ( 3 ), которая включает в себя два наружных измерительных устройства ( 13 ), расположенных в продольном направлении ( 8 ) рельсового пути ( 3 ), и расположенное между ними внутреннее измерительное устройство ( 13 ), при этом каждое измерительное устройство ( 9, 10, 13 ) имеет определённое положение относительно рельсового пути ( 3 ), чтобы определять геометрические параметры рельсового пути,

отличающаяся тем, что

одно наружное измерительное устройство ( 9 ) включает в себя камеру ( 12 ) с диапазоном съёмки ( 19 ), что в диапазоне съёмки ( 19 ) расположены измерительный объект ( 11 ) другого наружного измерительного устройства ( 10 ) и измерительный объект ( 14 ) внутреннего измерительного устройства ( 13 ) и что камера ( 12 ) соединена с расчётным устройством ( 18 ) для опознания образца.

2. Система по п. 1,

отличающаяся тем, что

измерительный объект ( 11 ) другого наружного измерительного устройства ( 10 ) выполнен как источник света и что измерительный объект ( 14 ) внутреннего измерительного устройства ( 13 ) выполнен как отключающий объект, который затеняет часть источника света относительно камеры ( 12 ).

3. Система по п. 1,

отличающаяся тем, что

оба измерительных объекта ( 11, 14 ) выполнены как отключающие объекты, которые соответственно затеняют часть источника света относительно камеры ( 12 ).

4. Система по одному из п. п. 1 – 3,

отличающаяся тем, что

в диапазоне съёмки ( 19 ) камеры ( 12 ) расположен другой измерительный объект.

5. Система по одному из п. п. 1 – 4,

отличающаяся тем, что

по крайней мере, один измерительный объект ( 11, 14 ) имеет самостоятельно светящиеся элементы.

6. Система по одному из п. п. 1 – 5,

отличающаяся тем, что

по крайней мере, один измерительный объект ( 11, 14 ) или камера ( 12 ) выполнены на держателе ( 20 ) соответствующего измерительного устройства ( 9, 10, 13 ) с возможностью перемещения и/или поворота.

7. Система по одному из п. п. 1 – 6,

отличающаяся тем, что

измерительные объекты ( 11, 14 ) и камера ( 12 ) расположены соответственно на измерительной тележке, перемещающейся по рельсовому пути.

8. Система по одному из п. п. 1 – 7,

отличающаяся тем, что

система включает в себя путевую машину ( 1 ), на которой расположены измерительные устройства ( 9, 10, 13 ).

9. Система по п. 8,

отличающаяся тем, что

по крайней мере, для одного измерительного устройства ( 9, 10, 13 ) предназначается система для измерения положения, с помощью которой может определяться положение рельсового пути ( 3 ).

10. Способ эксплуатации системы по одному из п. п. 1 – 9,

отличающийся тем, что

перемещают систему вдоль рельсового пути ( 3 ) и что при этом оценивают изменения положения измерительных объектов ( 11, 14 ) с помощью оценки изображений измерительных объектов ( 11, 14 ), сделанных камерой ( 12 ).

11. Способ по п. 10,

отличающийся тем, что

задают для системы характерную частоту вибрации и что задают для камеры ( 12 ) частоту кадров, которая является, по крайней мере, в два раза выше, чем характерная частота вибрации.

12. Способ по п. п. 10 или 11,

отличающийся тем, что

перемещают и/или поворачивают, по крайней мере, один измерительный объект ( 11, 14 ) или камеру ( 12 ) при движении по кривой.

13. Способ по одному из п. п. 10 – 12,

отличающийся тем, что

снимают с помощью камеры ( 12 ) изображение образца ( 30 ), расположенного на измерительном объекте ( 11, 14 ), которое изменяется характерным образом при изменении положения образца ( 3 ).

14. Способ по одному из п. п. 10 – 13,

отличающийся тем, что

управляют рабочим агрегатом ( 6, 7 ) путевой машины ( 1 ) в зависимости от определённого положения измерительного объекта ( 11, 14 ).

15. Способ по одному из п. п. 10 – 14,

отличающийся тем, что

определяют бесконтактным образом положение, по крайней мере, одного измерительного объекта ( 11, 14 ) или камеры ( 12 ) по отношению к рельсовому пути ( 3 ) с помощью системы ( 15 ) для измерения системы.



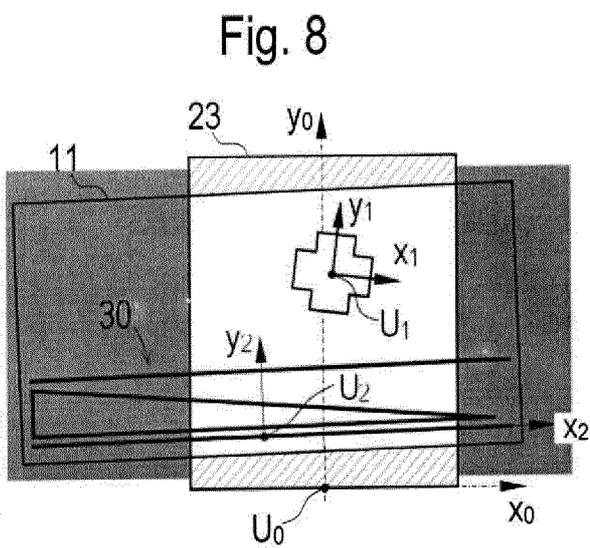
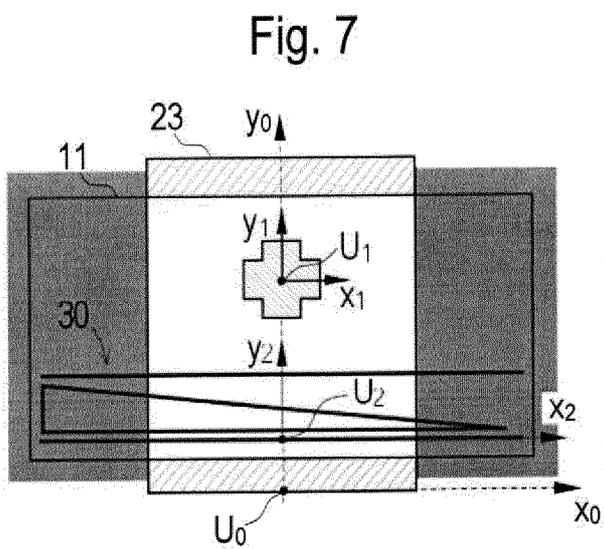
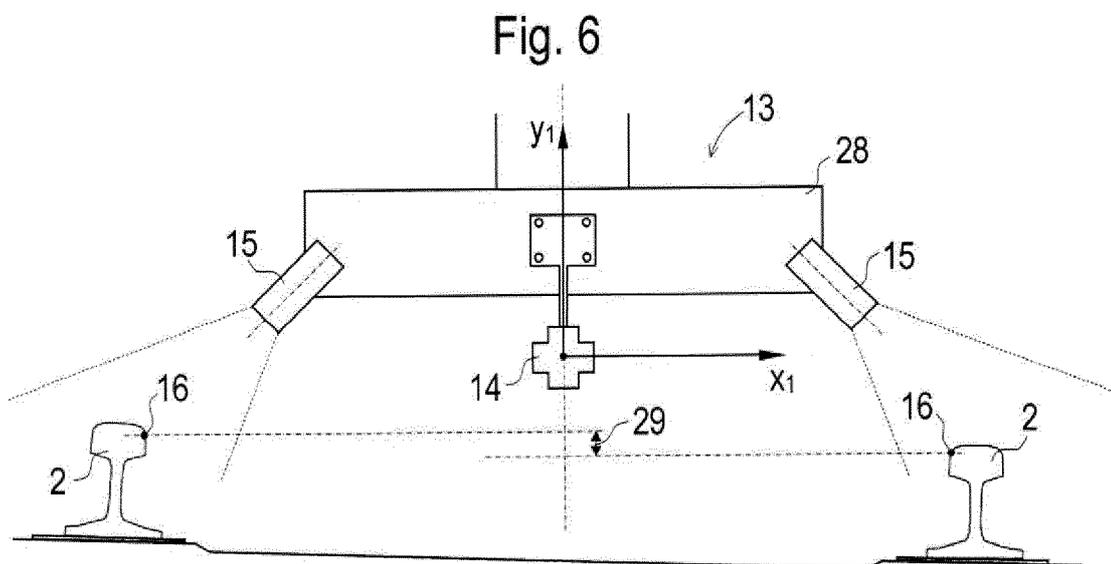
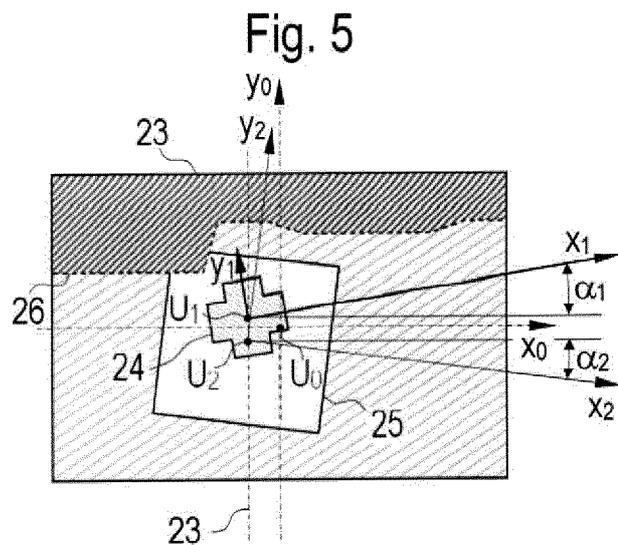
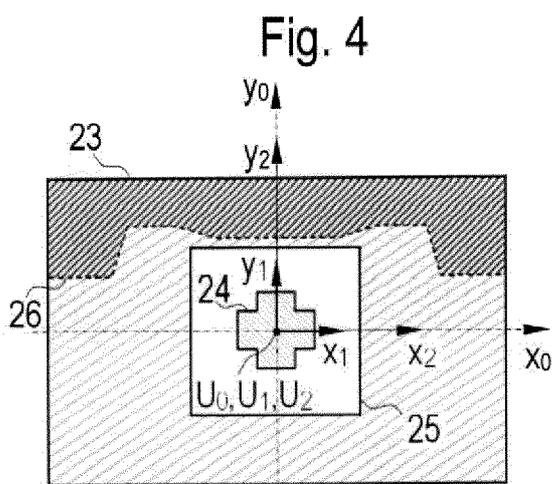


Fig. 9

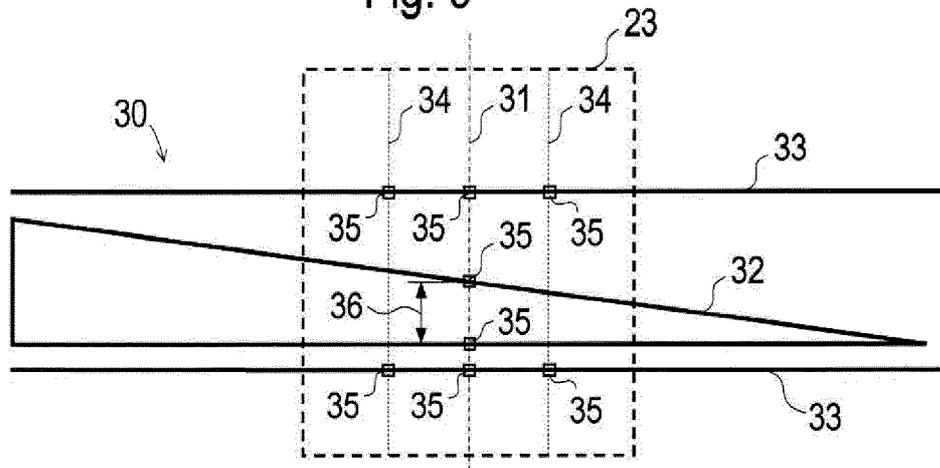


Fig. 10

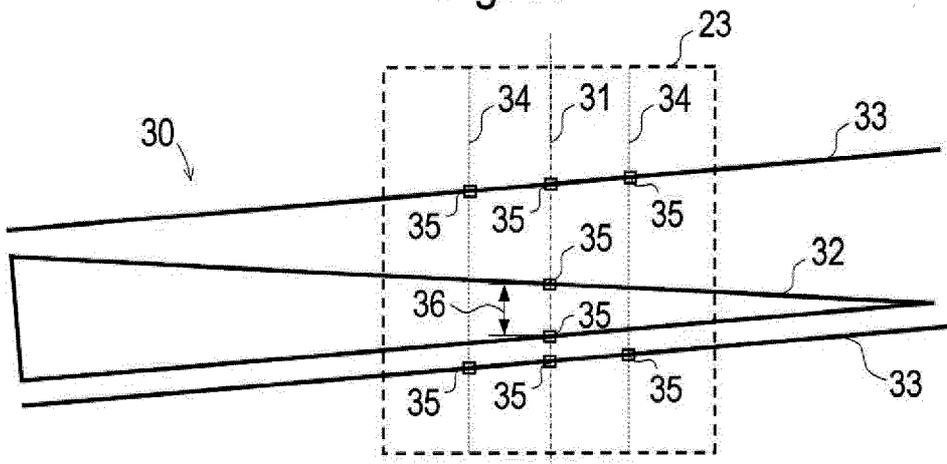


Fig. 11

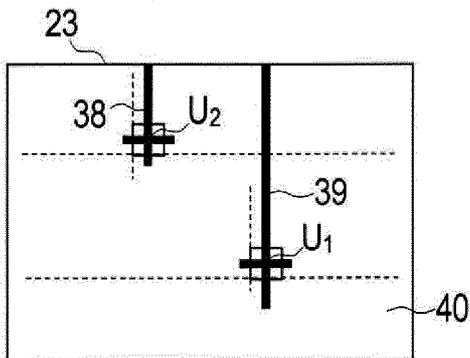


Fig. 12

