

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045345**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.11.16

(51) Int. Cl. **E01B 27/20** (2006.01)
E01B 27/13 (2006.01)

(21) Номер заявки
202200159

(22) Дата подачи заявки
2021.06.09

(54) **МАШИНА И СПОСОБ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ЩЕБЁНОЧНОЙ ПОСТЕЛИ
РЕЛЬСОВОГО ПУТИ**

(31) **A50591/2020**

(56) EP-A1-0616077
EP-A1-0688902
WO-A1-2017144152

(32) **2020.07.09**

(33) **AT**

(43) **2023.03.31**

(86) **PCT/EP2021/065378**

(87) **WO 2022/008151 2022.01.13**

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

(72) Изобретатель:
**Ауэр Флориан, Антони Бернхард,
Бухбауэр Давид (АТ)**

(74) Представитель:
Курышев В.В. (RU)

(57) Изобретение касается машины (1) для уплотнения щебёночной постели (9) рельсового пути (4), включающей в себя машинную раму (2), опирающуюся на рельсовые ходовые механизмы (3), и соединённый с ней стабилизационный агрегат (10), выполненный с возможностью перестановки по высоте, который включает в себя вибрационный привод (16) и ось (17) с ребордными роликами (18), перемещающимися по рельсам (6) рельсового пути (4), расстояние между которыми, простирающееся перпендикулярно к продольному направлению (11) машины, может изменяться с помощью раздвижного привода (19), а также роликовые зажимы (21), устанавливаемые с помощью зажимных приводов (23) напротив рельсов (6). При этом раздвижной привод (19) и/или зажимные приводы (23) установлены для создания нагрузки на рельсы (6) с заданной переменной горизонтальной силой нагрузки (F_B), при этом установлено измерительное устройство (20) для регистрации отклонения ($\Delta_{SL/R}$) головки рельса и/или изменения ширины колеи (s_1 , s_2 , Δ_{s1} , Δ_{s2}) рельсового пути, вызванных переменной силой нагрузки (F_B). Таким образом, с помощью стабилизационного агрегата (10) можно установить, является ли стабильной сама по себе железнодорожная решётка (5).

045345
B1

045345
B1

Техническая область

Заявленное изобретение касается машины для уплотнения щебёночной постели рельсового пути, включающей в себя машинную раму, опирающуюся на рельсовые ходовые механизмы, и соединённый с ней и выполненный с возможностью перемещения по высоте стабилизационный агрегат, который включает в себя вибрационный привод и ось с перемещающимися по рельсам рельсового пути ребордными роликами, расстояние между которыми, простирающееся перпендикулярно к продольному направлению машины, может изменяться с помощью раздвижного привода, а также роликовые зажимы, устанавливаемые с помощью зажимных приводов на рельсах. Дополнительно касается изобретение способа эксплуатации машины.

Уровень техники

Для создания или восстановления заданного положения рельсового пути обрабатывается рельсовый путь вместе с щебёночной постелью с помощью шпалоподбивочной машины. Конкретно определяется положение железнодорожной решётки, расположенной на щебёночной постели, которая состоит из шпал и рельсов, закреплённых на них с помощью крепёжных соединений рельса. В процессе определения положения рельсового пути перемещается шпалоподбивочная машина по рельсовому пути и поднимает железнодорожную решётку с помощью подъёмно-рихтовочного агрегата на заданную позицию, превышающую корректную позицию. Фиксирование нового положения рельсового пути выполняется подбивкой рельсового пути шпалоподбивочным агрегатом. При этом достаточная и прежде всего равномерная несущая способность щебёночной постели является важной основной предпосылкой для стабильности положения рельсового пути при эксплуатации железной дороги.

Как правило, поэтому после процесса подбивки используется машина для стабилизации рельсового пути. С помощью, так называемого, динамического стабилизатора рельсового пути (DGS) нагружается рельсовый путь статической нагрузкой и подвергается вибрации по месту. Вибрация приводит к тому, что зёрна в зерновом пласте становятся мобильными, могут перемещаться и становятся более плотным пластом. Достигнутое таким образом уплотнение щебня повышает сопротивляемость рельсового пути и устраняет обусловленные рабочими условиями проседания рельсового пути. Также достигается и повышение сопротивляемости поперечному смещению благодаря этому уплотнению.

В патенте EP 0616077 A1 описана соответствующая машина с расположенным между двумя рельсовыми ходовыми механизмами стабилизационным агрегатом. Стабилизационный агрегат включает в себя ребордные ролики, которые перемещаются по рельсовому пути и передают произведённые с помощью вибрационного привода вибрации на рельсовый путь. Во время процесса стабилизации прижимаются расположенные на общей оси ребордные ролики с помощью раздвижного привода к внутренней боковой поверхности головки рельса, чтобы предотвратить образование зазора.

Описание изобретения

В основе изобретения лежит задача - улучшить машину указанного выше типа, чтобы во время процесса стабилизации определять слабые места рельсового пути. Далее задачей заявленного изобретения является разработка соответствующего способа.

В соответствии с заявленным изобретением эти задачи решаются благодаря признакам пунктов 1 и 8 формулы изобретения. Зависимые пункты формулы описывают предпочтительные варианты выполнения изобретения.

При этом раздвижной привод и/или зажимные приводы подвергаются воздействию заданной переменной горизонтальной силы нагрузки, передаваемой на рельсы, при этом устанавливается измерительное устройство для регистрации отклонения головки рельса и/или изменения ширины колеи рельсового пути в результате воздействия переменной силы нагрузки. При активировании этого устройства воздействует на рельсы поперек продольного направления машины механическая раздвижная сила с заданной характеристикой и измеряется возникшее изменённое отклонение головки рельса или же изменённая ширина колеи рельсового пути. Таким образом, с помощью стабилизационного агрегата можно определять, оказывается ли железнодорожная решётка стабильной. Для такой проверки нет необходимости в особом прекращении движения по железной дороге, потому что измерения могут выполняться в процессе проводимых мер по обслуживанию пути с помощью стабилизационного агрегата.

С помощью заявленного устройства зажимается соответствующий рельс у головки рельса между ребордными роликами и роликовым зажимом. Воздействующая на рельсы благодаря роликовым зажимам зажимная сила согласуется при этом с раздвижной силой. Раздвижная сила и зажимная сила создают изменяющуюся силу нагрузки, которая воздействует дополнительно к динамической ударной силе вибрационного привода на соответствующий рельс. Конкретно достигаются изменения этой силы нагрузки благодаря изменяющейся раздвижной силе или изменяющейся зажимной силе. Вызванное в результате изменения силы нагрузки изменение ширины колеи рельсового пути позволяет в последующем сделать выводы о состоянии соответствующего крепёжного соединения рельса.

По сравнению с безупречной железнодорожной решёткой вызывает повреждённое или недостаточно закреплённое крепёжное соединение рельса при изменении горизонтальной нагрузки большое изменение ширины колеи рельсового пути. Зарегистрированное изменение ширины колеи рельсового пути может, тем самым, служить как характеристика состояния крепёжного соединения рельса. Ослабление

крепёжных соединений рельса вызывается, например, перегрузкой или разрушением вследствие неправильной обработки. Деревянные шпалы устаревают в результате разложения под действием бактерий и погодных влияний, в результате чего крепёжные соединения рельса могут расслабляться. Оптический контроль является в данном случае, как правило, недостаточным.

Дополнительно следует отметить, что места рельсовых путей с бракованными крепёжными соединениями часто невозможно определить с помощью обычных измерительных инструментов обходчиками путей, потому что относительные границы надёжности ещё не нарушены. В случае заявленного изобретения воздействуют динамические ударные силы стабилизационного агрегата таким образом, что могут определяться повреждённые крепёжные соединения рельса. В частности, увеличиваются уже существующие риски в материале компонентов крепёжных соединений рельса, в результате чего их можно ментально определить. Такой суммарный эффект получается непосредственно благодаря предлагаемому применению стабилизационного агрегата для проверки стабильности железнодорожной решётки. Известные системы (Gauge Restraint Measuring System, GRMS) измеряют собственно изменяющуюся ширину колеи рельсового пути благодаря перемещающейся вдоль рельсового пути раздвижной оси с действующими статическими поперечными силами. При этом отсутствуют динамические компоненты, которые способствуют определению повреждённых крепёжных соединений.

В одном предпочтительном варианте выполнения изобретения подаются сигналы управления в управляющее устройство для включения раздвижного привода и зажимных приводов, которые создают периодически изменяемую силу нагрузки. Периодическое изменение силы нагрузки вызывается при этом с частотой, которая отчётливо оказывается ниже, чем частота вибрации вибрационного привода. Обычно приводится стабилизационный агрегат с частотой вибрации в диапазоне между 30 Hz и 35 Hz. Продолжительность периода переменной силы нагрузки составляет, примерно, 1 секунду, так что частота 1 Hz находится значительно ниже частоты вибрации. Таким образом, уменьшается вредное влияние вибрации на отклонение головки рельса, вызванное силой нагрузки. Измеренные величины отклонения или же изменения ширины колеи рельсового пути соответствуют однозначно периодическим низкочастотным характеристикам силы нагрузки.

Предпочтительно соединяется измерительное устройство с осью ребордных роликов. Измерение ширины колеи рельсового пути происходит в результате этого непосредственно по силовой оси раздвижной силы, воздействующей на рельсы, благодаря чему регистрируется непосредственно взаимозависимость между раздвижной силой и шириной колеи рельсового пути.

В другом варианте выполнения изобретения соединяется измерительное устройство с регистрирующим устройством, при этом регистрирующее устройство выполнено для оценки крепёжного соединения рельса и/или изменения ширины колеи рельсового пути. Регистрирующее устройство позволяет выполнить автоматически оценку состояния соответствующего крепёжного соединения рельса.

При этом оказывается предпочтительным, если регистрирующее устройство для оценки зарегистрированных в точке измерения отклонений головки рельса и/или ширины колеи рельсового пути выполнено с возможностью настройки в зависимости от характеристики изменившихся значений нагрузки, чтобы оценить состояние крепёжных соединений рельса, расположенных в точке измерения. Таким образом, регистрируется диаграмма оцениваемой пары значений сила-путь и сравнивается, чтобы на её основе получить характеристики состояния крепёжных соединений рельса.

В другом улучшенном варианте выполнения изобретения предусматривается, что устанавливается блок для определения позиции зарегистрированных по месту отклонений головки рельса и/или изменившейся ширины колеи рельсового пути. Полученные при этом значения в привязке по месту облегчают выполнение компенсации результатов измерений и получение позиции соответствующих крепёжных соединений рельса по объезжаемому рельсовому пути. Также оказывается выгодной регистрация в привязке по месту для целей документирования.

В другом варианте выполнения машины расположены два стабилизационных агрегата друг за другом, при этом каждый стабилизационный агрегат включает в себя измерительное устройство для регистрации отклонений головки рельсового пути, вызываемых соответствующей горизонтальной силой нагрузки, и/или изменения ширины колеи рельсового пути. С помощью такого устройства могут во время непрерывного продвижения машины выполняться измерения в одной и той же точке воздействующих различных сил нагрузки. Сначала измеряет передний стабилизационный агрегат первую силу нагрузки. Как только оказывается задний стабилизационный агрегат в той же самой точке измерения, выполняется второе измерение второй силы нагрузки.

Согласно заявленному способу опускается сначала стабилизационный агрегат с ребордными роликами на рельсы рельсового пути. На последующем этапе нагружаются рельсы с помощью раздвижного привода и/или зажимных приводов заданной переменной горизонтальной силой нагрузки, при этом с помощью измерительного устройства регистрируется отклонение головки рельса и/или изменение ширины колеи рельсового пути, вызываемое под действием силы нагрузки, чтобы на основании этого сделать выводы о состоянии крепёжного соединения рельса. Такое дополнительное использование стабилизационного агрегата не вызывает больших затрат. Выполненный без этого процесс уплотнения объединяется с проверкой состояния крепёжного соединения рельса.

В предпочтительном варианте выполнения способа изменяется горизонтальная сила нагрузки периодически с помощью управляющего устройства с частотой, которая оказывается ниже, чем частота вибрации вибрационного привода. При этом модулируется периодический сигнал управления раздвижного привода и/или зажимных приводов с более низкой частотой (например, 1 Hz) на характеристику вибрации вибрационного привода. Периодически изменяемая сила нагрузки является результатом воздействия раздвижной силы ребордных роликов и зажимной силы роликового зажима, установленного снаружи рельсов. Эта изменяемая сила нагрузки накладывается на ударную силу, воздействующую на рельсы, которая вызывается вибрационным приводом. Это является, в частности, целесообразным при работе с одним единственным стабилизационным агрегатом.

Согласно другому варианту выполнения способа нагружаются рельсы с помощью стабилизационного агрегата первой горизонтальной силой нагрузки, при этом рельсы нагружаются дополнительно с помощью другого стабилизационного агрегата второй горизонтальной силой нагрузки. При таком выполнении способа используются оба стабилизационных агрегата для измерения ширины колеи рельсового пути в зависимости от соответствующей силы нагрузки. Благодаря заданным различным горизонтальным силам нагрузки может регистрироваться изменение ширины колеи рельсового пути, характеризующее состояние крепёжных соединений рельса.

При дальнейшем выполнении способа перемещается машина непрерывно вдоль рельсового пути. При этом нагружаются рельсы в области расположения соответствующих крепёжных соединений рельса при продвижении мимо этих крепёжных соединений различными раздвижными силами и измеряется их воздействие на ширину колеи рельсового пути.

Для автоматической оценки результатов оказывается целесообразным, если изменение ширины колеи рельсового пути регистрируется и оценивается в зависимости от изменяющейся силы нагрузки с помощью регистрационного устройства. Например, в регистрационном устройстве устанавливается алгоритм, который сравнивает изменения ширины колеи рельсового пути с заданными граничными значениями.

При другом выполнении этого процесса оцениваются совместно с помощью регистрационного устройства зарегистрированные в одной точке измерения величины отклонения головки рельса и/или величины ширины колеи рельсового пути в зависимости от величин силы нагрузки. При этом составляется на диаграмме путь-сила кривая пары величин в зависимости от их соотношения друг с другом, чтобы сделать выводы о состоянии соответствующего крепёжного соединения.

В другом улучшенном варианте выполнения способа предусматривается, что выполняется с помощью блока определения позиции определение положения измерительного устройства, чтобы зарегистрировать по месту отклонения головки рельса и/или изменения ширины колеи рельсового пути. Полученные, тем самым, по месту результаты позволяют в последующем просто получить заключение о крепёжном соединении рельса.

При этом оказывается целесообразным, если накапливаются полученные по месту зарегистрированные данные для определения состояния соответствующего крепёжного соединения рельса. Накопленные данные используются затем для документирования выполненной проверки рельсового пути.

Краткое описание чертежей

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

На фиг. 1 изображена машина с двумя стабилизационными агрегатами на рельсовом пути в проекции сбоку.

На фиг. 2 изображён стабилизационный агрегат и рельсовый путь в поперечном разрезе.

На фиг. 3 изображена кривая ударной силы и силы нагрузки в зависимости от времени.

На фиг. 4 изображён профиль рельса.

На фиг. 5 изображена диаграмма, относящаяся к фиг. 4.

На фиг. 6 изображён вырез из фиг. 2.

На фиг. 7 изображены кривые сил в зависимости от времени.

На фиг. 8 изображена диаграмма путь-время.

На фиг. 9 изображены стабилизационные агрегаты в проекции сверху.

Описание вариантов выполнения изобретения

Изображённая на фиг. 1 машина 1 является, так называемым, динамическим стабилизатором рельсового пути (DGS) с машинной рамой 2, которая перемещается на рельсовых ходовых механизмах 3 по рельсовому пути 4. Рельсовый путь 4 включает в себя железнодорожную решётку 5, которая состоит из рельсов 6, крепёжных соединений 7 рельса и расположена в щебёночной постели 9. Машина 1 применяется, как правило, после процесса подбивки, чтобы устранить проседания железнодорожной решётки 5 рельсового пути. Изобретение касается также не изображённой на чертеже комбинированной шпалоподбивочной и стабилизационной машины или других путевых машин со стабилизационным агрегатом 10.

На машинной раме 2 машины 1 закреплены в продольном направлении 11 машины друг за другом два стабилизационных агрегата 10. Далее включает в себя машина 1 ходовой привод 12 и измерительную систему 13 для регистрации положения рельсового пути, также кабину 14 для обслуживающего персона-

ла. С помощью переставляемого по высоте привода 15 опускается стабилизационный агрегат 10 из нерабочего положения на рельсы 6.

Каждый стабилизационный агрегат 10 имеет вибрационный привод 16. Вибрации производятся, как правило, с помощью вращающихся дебалансных масс. Дополнительно включает в себя каждый стабилизационный агрегат 10 расположенную поперёк продольного направления 11 машины ось 17 с ребордными роликами 18. В рабочем положении может стабилизационный агрегат 10 перемещаться по рельсам 6 с помощью этих ребордных роликов 18. На оси 17 расположен раздвижной привод 19, с помощью которого может изменяться расстояние между ребордными роликами 18. На фиг. 2 изображена ось 17 с левым и правым ребордным роликом 18 и раздвижным приводом 19.

В соответствии с заявленным изобретением выполнен раздвижной привод 19 для создания нагрузки на рельсы 6 с заданной раздвижной силой F_S . В соответствии с этим служит раздвижной привод 19 собственно не только для достижения прижимания без зазора ребордных роликов 18 к внутренней поверхности соответствующей головки рельса. Более того, раздвижная сила F_S задаётся конкретной величины, которая устанавливается в последующем относительно измеренной ширины s колеи рельсового пути или же разницы Δ_S ширины колеи рельсового пути. Соответствующий рельс 6 нагружается изнутри заданной раздвижной силой F_S .

Измеряется ширина колеи рельсового пути s или же разница Δ_S ширины колеи рельсового пути с помощью измерительного устройства 20. Это измерительное устройство включает в себя, например, электромеханический сенсор пути, который соединён с осью 17. При этом первый компонент сенсора соединён с участком вала, который выполнен с возможностью перемещения в направлении оси и соединён с левым ребордным роликом 18. Второй компонент сенсора соединён с участком вала второго ребордного ролика, выполненным с возможностью перемещения. Если участки валов перемещаются навстречу друг к другу с помощью раздвижного привода 19, то перемещаются также друг к другу компоненты сенсора, благодаря чему измеряется путь перемещения. При прилегающих к головкам рельсов ребордных роликах 18 соответствует этот путь перемещения разнице Δ_S ширины колеи рельсового пути.

Изображённый на фиг. 2 стабилизационный агрегат 10 включает в себя роликовый зажим 21 с зажимными роликами 22, которые прижимаются снаружи к соответствующей головке рельса. Левый зажимной ролик 22 изображён в свободной позиции. Эта позиция используется при работе стабилизационного агрегата 10, чтобы избежать препятствий (например, соединительный стык рельса).

В позиции зажимания оказывают зажимные приводы 23 через зажимные ролики 22 воздействие заданной силы зажимания F_K на рельсы 6, которая противодействует раздвижной силе F_S . При этом согласуются зажимные приводы 23 и раздвижной привод 19 с помощью управляющего устройства 24 таким образом друг с другом, что на каждый рельс 6 воздействует необходимая горизонтальная сила нагрузки F_B .

В предпочтительном варианте выполнения изобретения периодически изменяется сила нагрузки F_B с помощью управляющего устройства 24, как показано на фиг. 3. Например, происходит изменение силы нагрузки F_B согласно обратной тригонометрической функции. Оценивается кривая изменения ширины колеи рельсового пути, соответствующая кривой нагрузки. При этом модулируется периодический сигнал управления раздвижного привода 19 и/или зажимного привода 23 с более низкой частотой (примерно, 1 Hz) на кривую вибрации вибрационного привода. При продвижении вперёд со скоростью стабилизационного агрегата 10, примерно, от 2 до 2,5 км в час и при обычном расстоянии между шпалами проляжется у каждого крепёжного соединения 7 рельса необходимое изменение силы нагрузки F_B .

Частота изменяющейся силы нагрузки F_B оказывается существенно ниже, чем частота вибрации, которая обычно лежит в пределах от 30 Hz до 35 Hz. Инерционность масс при таких частотах может не приниматься во внимание. Также попеременно воздействующая снаружи и изнутри сила нагрузки F_B представляет собой символический вариант. При этом равномерно нагружаются крепёжные соединения 7 рельса, расположенные снаружи рельсового пути и внутри рельсового пути.

На фиг. 4 изображены силы и моменты, которые воздействуют на рельс 6. Изображён рельс 6 в поперечном разрезе (профиль рельса), подошва которого расположена на промежуточной прокладке 25. С помощью стабилизационного агрегата 10 оказывают воздействие на головку рельса поперечная сила Y и вертикальная сила Q . Высота воздействия нагрузки h задаётся с учётом размеров профиля рельса и измеряется от нижней кромки подошвы рельса до проезжей кромки (на 14 мм ниже верхней рабочей поверхности рельса). Поперечная сила Y вызывает момент изгиба в рельсе (относительно плоскости подошвы рельса), который образует в продольном направлении момент вращения.

Момент вращения должен восприниматься несколькими опорными точками рельса. В опорных точках рельса условно развивается в результате скручивания рельса 6 реактивный момент, воздействующий на подошву рельса. Головка рельса отклоняется настолько, пока не сравняется приложенный момент M_t с реактивным моментом M_r . Приложенный момент M_t зависит при этом от поперечной силы Y :

$$M_t = Y \cdot h$$

Реактивный момент M_r (момент, действующий в обратном направлении) возникает в результате воздействия вертикальной силы Q и удерживающей силы F_{Ski} крепёжного соединения 7 рельса, при этом

на плоскости подошвы рельса получается расстояние b между центром подошвы рельса и центром распределения давления:

$$M_r = (Q + 2 \cdot F_{ski}) \cdot b$$

Силы или же моменты вызывают отклонение $\Delta_{SL/R}$ головки рельса и опускание a кромки подошвы рельса. На кромке подошвы рельса устанавливается на промежуточной прокладке 25 напряжение σ_R под действием давления на кромку. Взаимозависимость этих величин представлена на фиг. 5 для различных удерживающих сил F_{ski1} , F_{ski2} , F_{ski3} . В частности на диаграмме справа внизу можно увидеть, что при постоянном прилагаемом моменте M_t^1 отклонение $\Delta_{SL/R1}$, $\Delta_{SL/R2}$, $\Delta_{SL/R3}$ головки рельса возрастает с уменьшением удерживающей силы F_{ski1} , F_{ski2} , F_{ski3} . Прикладываемый постоянный момент M_t^1 при неизменном профиле рельса сводится к постоянной поперечной силе Y . Диаграмма показывает, тем самым, взаимозависимость между поперечной силой Y , отклонением $\Delta_{SL/R}$ головки рельса или же изменением ширины колеи рельсового пути и удерживающей силы F_{ski} , при этом последняя представляет собой состояние крепёжного соединения 7 рельса.

Далее поясняются более подробно воздействующие на стабилизационном агрегате 10 и на рельсы 6 силы со ссылкой на фиг. 6 и 7. Во время стабилизации рельсового пути накладываются сила нагрузки F_B и ударная сила F_V вибрационного привода. На соответствующий рельс 6 воздействует результирующая горизонтальная поперечная сила Y_L , Y_R . Заданные силы F_K , F_S и зарегистрированное отклонение Δ_{SL} головки рельса или же разница ширины колеи рельсового пути подаются в регистрирующее устройство 26. В регистрирующем устройстве 26 установлен алгоритм для оценки состояния соответствующего крепёжного соединения 7 рельса. Для передачи результатов включает в себя регистрирующее устройство 26, например, радио модуль 27.

Предпочтительно подаётся в регистрационное устройство 26 также значение актуальной высоты h приложения нагрузки в результате воздействия горизонтальной поперечной силы Y_L , Y_R (фиг. 4). Для определения высоты h приложения нагрузки оказывается целесообразным, если машина 1 включает в себя сенсоры для автоматического определения профиля рельсов эксплуатируемого рельсового пути 4. Альтернативно к этому выполняется введение значения высоты h приложения нагрузки через входной прибор.

Целесообразным является также автоматическая регистрация позиций шпал (точки опоры рельсов 6), чтобы определить расстояние между шпалами. Частота характеристики горизонтальной силы нагрузки F_B (фиг. 3) согласуется при этом с определённым расстоянием между шпалами и с движением вперёд стабилизационного агрегата 10. Согласование происходит таким образом, что на каждое крепёжное соединение 7 рельса воздействует одна и та же сила нагрузки F_B .

Воздействующая на соответствующий рельс 7 вертикальная сила Q задаётся предпочтительно с одной периодической характеристикой. При этом включаются переставляемые по высоте приводы 15 с помощью одного периодического сигнала управления, чтобы стабилизационный агрегат 10 опирался на машинную раму 2 с переменной силой. Частота характеристики горизонтальной силы нагрузки F_B согласуется при этом с характеристикой вертикальной силы Q . Таким образом, учитываются различные уровни предварительного напряжения при совместном прижимании промежуточных прокладок 25. При этом может затем контролироваться опрокидывающее пружинящее действие крепёжного соединения 7 рельса (пружинящее действие промежуточной прокладки 25).

При выполненном согласно фиг. 6 измерении оказывается раздвижная сила F_S , которая воздействует на соответствующий рельс 6, больше, чем действующая снаружи сила зажимания F_K . В соответствии с этим направлена результирующая сила нагрузки F_B наружу. В результате этого происходит увеличение ширины колеи s рельсового пути. В данном случае превышает изменение ширины колеи рельсового пути допустимый размер, потому что расположенное в точке измерения крепёжное соединение 7 рельса оказывается бракованным. В конкретном примере правое болтовое крепление расположенного на подошве рельса держателя не затянуто. В результате этого поворачивается рельс 6 в нагруженной зоне наружу.

Примеры характеристик отдельных сил F в течение времени t изображены на фиг. 7. Для большей наглядности указываются в трёх временных фазах I, II, III различные соответственно постоянные силы F_{B0} , F_{B1} , F_{B2} . В то время как ударная сила F_V синхронно действует на оба рельса 6, отжимает сила нагрузки F_B рельсы друг от друга или же прижимает друг к другу. Под действием ударной силы F_V возникает вибрация нагруженного участка железнодорожной решётки в поперечном направлении рельсового пути. Сила нагрузки F_B действует внутри железнодорожной решётки 5. В результате этого возникают отклонения $\Delta_{SR/L}$ головки рельса или же изменения ширины колеи рельсового пути, размеры которых зависят от упругого состояния рельсов 6 и от состояния крепёжных соединений 7 рельса.

На первой фазе I сила нагрузки F_B равна нулю. Раздвижная сила F_S и зажимная сила F_K равны между собой, так что соответствующий рельс 6 без воздействия поперечной силы оказывается собственно напряжённым. Характеристика ударной силы F_V изображена тонкой сплошной линией. На первой фазе I распределяется действие ударной силы F_V равномерно на оба рельса 6. Тем самым, воздействует на каждый рельс 6 в качестве результирующей поперечной силы Y_L , Y_R половина значения ударной силы F_V .

На второй фазе II задаётся изменённая раздвижная сила F_S , на основании которой возникает воздей-

ствующая на соответствующий рельс 6 первая сила нагрузки F_{B1L} , F_{B1R} . Как эквивалент заданной изменённой раздвижной силы может также задаваться изменённая зажимная сила F_K . Также заданная результирующая первая сила нагрузки F_{D1L} , F_{D1R} может быть целесообразной в качестве эквивалента. При этом изменяются, например, в контуре регулирования раздвижная сила F_S и/или зажимная сила F_K пока не установится сила нагрузки F_{B1L} , F_{B1R} .

Согласно фиг. 7 действует соответствующая сила нагрузки F_{B1L} , F_{B1R} в направлении наружу, потому что первая раздвижная сила F_{S1} оказывается больше, чем зажимная сила F_K . Конкретно левая первая сила нагрузки F_{B1L} направлена против правой первой силы нагрузки F_{B1R} . Показанные на диаграмме силы, направленные налево, изображены положительными, и силы, направленные направо, изображены как отрицательные. В дальнейшем силы F_{B1L} , Y_{1L} , действующие на левый рельс 6, обозначены штрихпунктирной линией и силы F_{B1R} , Y_{1R} , действующие на правый рельс 6, обозначены штриховой линией.

На третьей фазе III задаёт управляющее устройство 24 вторую раздвижную силу F_{S2} , которая оказывается больше, чем первая раздвижная сила F_{S1} . Соответствующая зажимная сила F_K остаётся при этом неизменной, так что действующая на соответствующий рельс 6 вторая сила нагрузки F_{B2L} , F_{B2R} аналогично направлена наружу. Изменяющаяся сила нагрузки F_{D2L} , F_{D2R} может также задаваться благодаря изменению соответствующей силы зажимания F_K . При различных величинах сил нагрузки F_{B1L} , F_{B1R} , F_{B2L} , F_{B2R} может регистрироваться изменение ширины колеи s рельсового пути благодаря вторым различным состояниям нагрузки.

Воздействующая на второй рельс 6 поперечная сила Y_{1L} , Y_{2L} является суммарной силой от половины ударной силы F_V и левой силы нагрузки F_{B1L} , F_{B2L} . На правый рельс 6 действует поперечная сила Y_{1R} , Y_{2R} , которая представляет собой суммарное значение половины ударной силы F_V и действующей в противоположном направлении правой силы нагрузки F_{B1R} , F_{D2R} . В направлении наружу составляют обе поперечные силы Y_{1L} , Y_{1R} или же Y_{2L} , Y_{2R} суммарное значение, равное опять полной ударной силе F_V , при этом силы нагрузки F_{B1L} , F_{B1R} или же F_{B2L} , F_{B2R} , действующие в железнодорожной решётке 5, взаимно увеличиваются и приводят к изменению ширины колеи s рельсового пути.

На фиг. 8 изображена зависимость ширины колеи рельсового пути s от раздвижной силы F_S или же результирующей силы нагрузки F_B . На первой фазе I согласно фиг. 7 остаётся измеренная ширина колеи s_0 рельсового пути неизменной. На второй фазе II задаётся первая увеличенная раздвижная сила F_{S1} , в результате чего возникает действующая на соответствующий рельс 6 первая сила нагрузки F_{B1L} , F_{B1R} . При этом измеряется с помощью измерительного устройства 20 возникающая новая ширина колеи s_1 рельсового пути или же постоянно увеличивающаяся вторая раздвижная сила F_{S2} . Благодаря результирующим увеличенным силам нагрузки F_{B2L} , F_{B2R} увеличивается ширина колеи s рельсового пути до более высокой величины s_2 и получается вторая разница Δs_2 ширины колеи рельсового пути.

Уже на основании первой разницы Δs_1 ширины колеи рельсового пути можно сделать выводы о качестве крепёжных соединений 7 рельса, расположенных в точке измерения. В частности разница Δs_2 обоих значений ширины колеи s_1 , s_2 рельсового пути при различных состояниях нагрузки образует характеристику для оценки соответствующего крепёжного соединения рельса. Выразительными являются также характеристики возрастания кривой значений ширины колеи рельсового пути в зависимости от изменений нагрузки.

Для регистрации в привязке по месту изменения ширины колеи рельсового пути включает в себя машина 1 для этой цели блок 28 для определения позиции. Например, модуль - GNSS, который расположен на крыше машины 1. Для определения позиции актуальной точки измерения оценивается относительное положение стабилизационного агрегата 10 или же измерительного устройства 20 относительно модуля - GNSS. Блок 28 для определения позиции может располагаться также непосредственно на стабилизационном агрегате 10 или на рельсовом ходовом механизме 3.

В одном простом варианте выполнения изобретения отображаются результаты измерения измерительного устройства 20 для обслуживающего персонала в кабине 14 в режиме реального времени. Обслуживающий персонал может реагировать непосредственно на это и документировать бракованное крепёжное соединение 7 рельса. С помощью блока 28 для определения позиции могут накапливаться данные измерений или же данные оценки измерений с учётом соответствующей позиции. Таким образом, документируются автоматически состояния крепёжных соединений 7 рельса по всему проезжаемому машиной 1 участку рельсового пути 4. По радио модулю 27 выполняется передача результатов на центральный пульт в случае необходимости, чтобы организовать обслуживание бракованных крепёжных соединений 7 рельса.

Для эффективной и точной проверки состояния крепёжных соединений 7 рельса включает в себя машина 1 два расположенных друг за другом стабилизационных агрегата 10, как показано на фиг. 1 и фиг. 9. Соответствующий стабилизационный агрегат 10 приводится с заданной раздвижной силой F_S и имеет собственное измерительное устройство 20. При этом включаются раздвижные приводы 19 соответствующей передней оси 17 с помощью соответствующего управляющего устройства 24. Например, для переднего стабилизационного агрегата 10 задаётся первая раздвижная сила F_{S1} , которая создаёт постоянную первую силу нагрузки F_{B1L} , F_{B1R} . Заданная вторая раздвижная сила F_{S2} заднего стабилизацион-

ного агрегата 10 вызывает постоянную вторую силу нагрузки F_{D2L} , F_{B2R} .

С помощью обоих измерительных устройств 20 выполняются привязанные к позиции измерения соответствующей ширины колеи s_1 , s_2 рельсового пути. Зарегистрированные значения ширины колеи s_1 , s_2 рельсового пути подаются в регистрационное устройство 26, чтобы определить привязанную к позиции характеристику. Выразительным индикатором для состояния крепёжных соединений рельса является разница ширины колеи s_1 , s_2 вследствие действия различных сил нагрузки F_{B1L} , F_{B1R} , F_{B2L} , F_{B2R} .

На фиг. 8 изображён результат измерения исправных крепёжных соединений 7 рельса штриховой линией. Измеренная ширина колеи s_1 , s_2 рельсового пути и разница ширины колеи Δ_{S1} , Δ_{S2} рельсового пути являются результатом нормальной характеристики упругости железнодорожной решётки 5. При бракованном состоянии крепёжного соединения 7 рельса получаются, исходя из существующей ширины колеи s_0 рельсового пути, изменившиеся измеренные величины ширины колеи s_1' , s_2' рельсового пути и разницы Δ_{S1}' , Δ_{S2}' (штрихпунктирная линия на фиг. 8). Также и соотношения измеренных величин s_1' , s_2' , Δ_{S1}' , Δ_{S2}' между собой отличаются от результатов, полученных с исправленными крепёжными соединениями 7 рельса. Например, возрастает ширина колеи s рельсового пути в случае слабых крепёжных соединений рельса уже при незначительном повышении раздвижной силы F_S .

Результаты измерений представляют собой, тем самым, действующий базис данных для образования характеристик, которые служат для оценки состояния соответствующего крепёжного соединения 7 рельса. В самом простом случае при одинаково увеличенной раздвижной силе F_S оценивается разница Δ_{S1} относительно нормальной ширины колеи s_0 . При бракованном крепёжном соединении 7 рельса определяется более высокая разница Δ_{S1} .

С помощью представленного динамического измерения может использоваться каждый соответствующий динамический стабилизатор рельсового пути для определения состояния крепёжных соединений 7 рельса непосредственно перед местом проверки. Способ оказывается настолько точным, что могут определяться отдельные слабые крепёжные соединения 7 рельса. Благодаря дополнительной информации о состоянии крепёжных соединений рельса 6 повышается надёжность рельсового пути после выполненного ремонта. В частности, при стабилизации рельсового пути в его новом положении случается так, что крепёжные соединения 7 рельса оказываются ещё не затянутыми прочно. Заявленное изобретение, вследствие этого, оказывается при оценке нового положения рельсового пути особенно предпочтительным.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Машина (1) для уплотнения щебёночной постели (9) рельсового пути (4), включающая в себя машинную раму (2), опирающуюся на рельсовые ходовые механизмы (3), и соединённый с ней выполненный с возможностью перестановки по высоте стабилизационный агрегат (10), который включает в себя:

вибрационный привод (16),

ось (17) с перемещающимися по рельсам (6) рельсового пути (4) ребордными роликами (18), расстояние между которыми, простирающееся перпендикулярно к продольному направлению (11) машины, может изменяться с помощью раздвижного привода (19), и

роликовый зажим (21), установленный с возможностью регулирования с помощью зажимных приводов (23) относительно рельсов (6),

отличающаяся тем, что

раздвижной привод (19) и/или зажимные приводы (23) выполнены для создания нагрузки на рельсы (6) с заданной переменной горизонтальной силой нагрузки (F_B), и что установлено измерительное устройство (20) для регистрации отклонения ($\Delta_{SL/R}$) головки рельса, вызываемого переменной силой нагрузки (F_B), и/или изменения ширины колеи (s_1 , s_2 , Δ_{S1} , Δ_{S2}) рельсового пути.

2. Машина (1) по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит управляющее устройство (24) для включения раздвижного привода (19) и зажимных приводов (23) путём создания сигналов управления, которые вызывают периодически изменяющуюся силу нагрузки (F_S).

3. Машина (1) по п.1 или 2, отличающаяся тем, что измерительное устройство (20) соединено с осью (17) ребордных роликов (18).

4. Машина (1) по одному из пп.1-3, отличающаяся тем, что измерительное устройство (20) соединено с регистрирующим устройством (26), и что регистрирующее устройство (26) для оценки крепёжного соединения (7) рельса оборудовано на основе зарегистрированного отклонения ($\Delta_{SL/R}$) головки рельса и/или изменения ширины (s_1 , s_2 , Δ_{S1} , Δ_{S2}) колеи рельсового пути.

5. Машина по п.4, отличающаяся тем, что регистрирующее устройство (26) выполнено для оценки зарегистрированных в точке измерения отклонений ($\Delta_{SL/R}$) и/или значений ширины колеи (s_0 , s_1 , s_2 , s_1' , s_2') рельсового пути в зависимости от характеристики изменённых значений нагрузки (F_{B0} , F_{B1} , F_{B2}), чтобы оценивать состояние расположенных в точке измерения крепёжных соединений (7) рельса.

6. Машина (1) по одному из пп.1-5, отличающаяся тем, что дополнительно содержит устройство для определения позиции (28) для регистрации в привязке по месту отклонений ($\Delta_{SL/R}$) головки рельса и/или

изменения ($s_1, s_2, \Delta s_1, \Delta s_2$) ширины колеи рельсового пути.

7. Машина по одному из пп.1-6, отличающаяся тем, что дополнительно содержит второй стабилизационный агрегат, при этом два стабилизационных агрегата (10) расположены друг за другом, и что каждый стабилизационный агрегат (10) включает в себя измерительное устройство (20) для регистрации отклонений ($\Delta_{SL/R}$) головки рельса и/или изменения ($s_1, s_2, \Delta s_1, \Delta s_2$) ширины колеи рельсового пути, вызванных соответствующей горизонтальной силой нагрузки (F_{B1}, F_{B2}).

8. Способ эксплуатации машины (1) по одному из пп.1-7, при этом стабилизационный агрегат (10) с ребордными роликами (18) опускают на рельсы (6) рельсового пути (4), отличающийся тем, что нагружают рельсы (6) с помощью раздвижного привода (19) и/или зажимных приводов (23) с заданной переменной горизонтальной силой нагрузки (F_B) и с помощью измерительного устройства (20) регистрируют отклонение ($\Delta_{SL/R}$) головки рельса и/или изменение ширины колеи (s) рельсового пути, чтобы на этом основании сделать выводы о состоянии крепёжного соединения (7) рельсового пути.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что изменяют горизонтальную силу нагрузки (F_B) периодически с помощью управляющего устройства (28) с частотой, которая оказывается ниже, чем частота вибрации вибрационного привода (16).

10. Способ по п.8 или 9, отличающийся тем, что нагружают рельсы (6) с помощью стабилизационного агрегата (10) первой горизонтальной силой нагрузки (F_{B1}) и что рельсы (6) нагружают с помощью другого стабилизационного агрегата (10) второй горизонтальной силой нагрузки (F_{B2}).

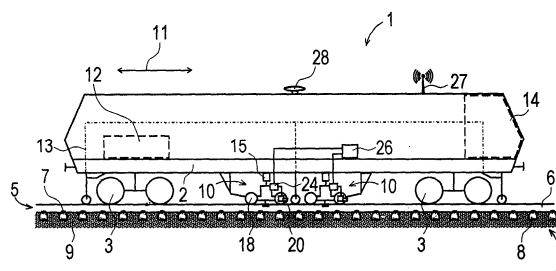
11. Способ по одному из пп.8-10, отличающийся тем, что перемещают машину (1) непрерывно вдоль рельсового пути (4).

12. Способ по одному из пп.8-11, отличающийся тем, что регистрируют с помощью регистрационного устройства (26) изменение ширины колеи (s) рельсового пути в зависимости от изменяющейся силы нагрузки (F_B) и оценивают.

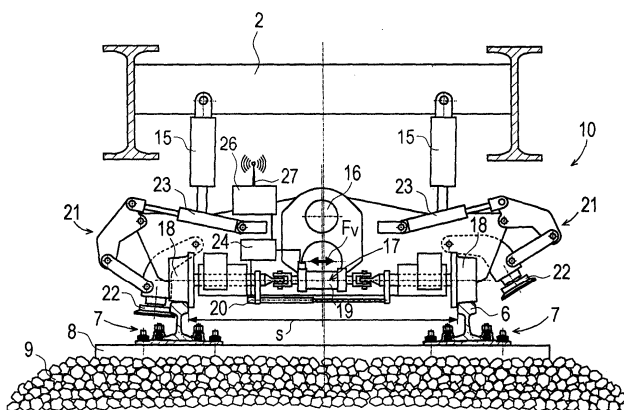
13. Способ по п.12, отличающийся тем, что оценивают с помощью регистрационного устройства (26) зарегистрированные в точке измерения значения отклонения ($\Delta_{SL/R}$) головки рельса и/или значения ширины колеи ($s_0, s_1, s_2, s_1', s_2'$) совместно в зависимости от различных значений сил нагрузки (F_{B0}, F_{B1}, F_{B2}).

14. Способ по одному из пп.8-13, отличающийся тем, что выполняют с помощью блока (28) для определения позиции измерительного устройства (20), чтобы зарегистрировать в привязке по месту отклонения ($\Delta_{SL/R}$) головки рельса и/или изменения ширины колеи ($s_1, s_2, \Delta s_1, \Delta s_2$) рельсового пути.

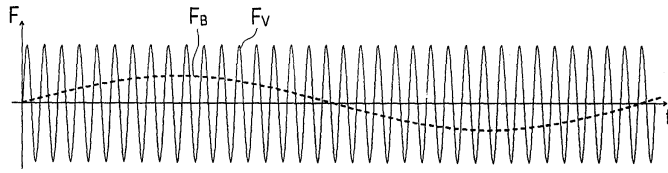
15. Способ по п.14, отличающийся тем, что накапливают данные оценки для определения состояния соответствующего крепёжного соединения (7) рельса, полученные в привязке по месту.



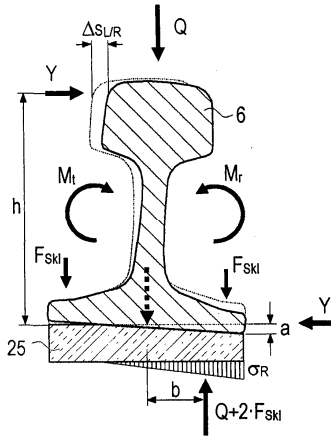
Фиг. 1



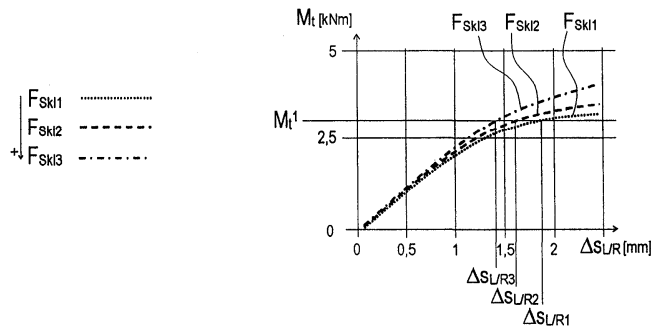
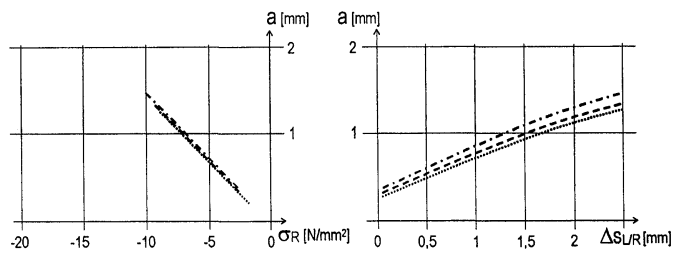
Фиг. 2



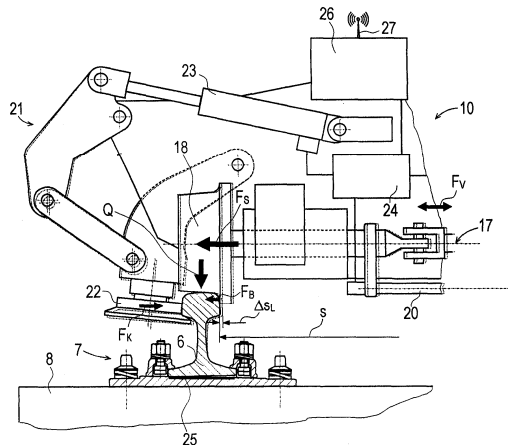
Фиг. 3



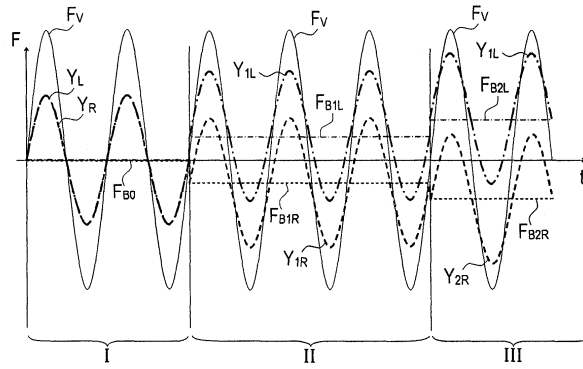
Фиг. 4



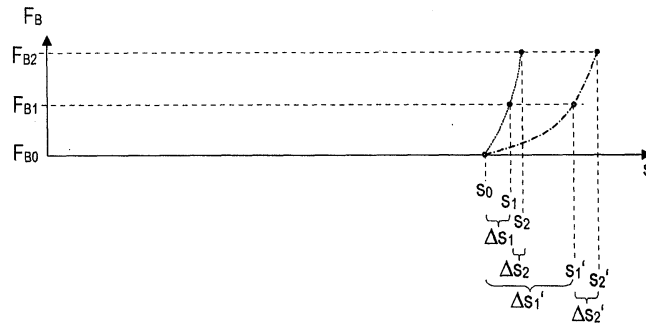
Фиг. 5



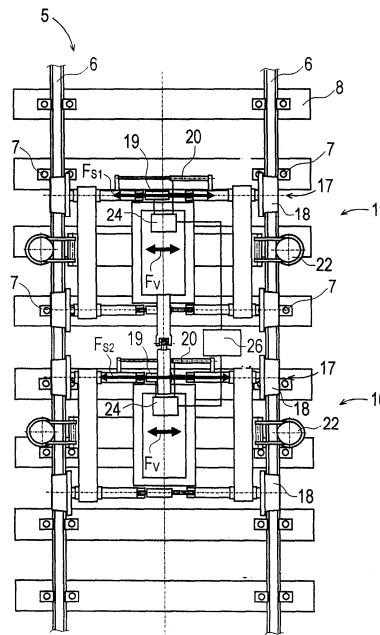
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9