

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042262**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.01.27

(21) Номер заявки
202100114

(22) Дата подачи заявки
2019.09.26

(51) Int. Cl. **E01B 27/20** (2006.01)
E01B 33/06 (2006.01)
E01B 35/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ**

(31) **A 331/2018**

(32) **2018.10.24**

(33) **AT**

(43) **2021.08.05**

(86) **PCT/EP2019/075961**

(87) **WO 2020/083599 2020.04.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПЛАССЕР ЭНД ТОЙРЕР ЭКСПОРТ
ФОН БАНБАУМАШИНЕН ГМБХ
(AT)**

(72) Изобретатель:
**Антони Бернхард, Ауэр Флориан,
Копф Фритц, Вилсбек Крцисцтоф
(AT)**

(74) Представитель:
Курышев В.В. (RU)

(56) **WO-A1-2017144152
EP-A1-0666371
GB-A-2250765**

(57) Изобретение касается способа стабилизации рельсового пути (5) с расположенными на щебне (7) рельсового пути шпалами (6) и закрепленными на них рельсами (4) с помощью стабилизационного агрегата (8), который соединен с машинной рамой (2), перемещающейся по рельсовому пути, и включает в себя генератор (13) вибраций, а также перекачивающиеся по рельсам (4) ролики (9, 10), при этом генератор (13) вибраций генерирует, в частности, направленные горизонтально и проходящие в поперечном направлении относительно продольного направления рельсового пути вибрации (15). При этом с помощью сенсоров (18, 19, 20) регистрируется во время одного цикла вибраций через путь вибрации (y_{DGS} , y_S) функция кривой (21) усилия (F , F_B , F_S), воздействующего от стабилизационного агрегата (8) на рельсовый путь (5), при этом с помощью вычислительного устройства (22) готовится по меньшей мере один параметр, с помощью которого выполняется оценка процесса стабилизации и/или свойства щебня (7) рельсового пути. Рабочий процесс стабилизации становится процессом измерения, чтобы определять поведение щебня (7) рельсового пути при нагрузке на него, его деформацию и его изменения на месте.

B1

042262

042262

B1

Область техники

Настоящее изобретение касается способа стабилизации рельсового пути, который имеет расположенные на щебеночной постели рельсового пути шпалы и закрепленные на них рельсы, с помощью стабилизационного агрегата, который соединен с машинной рамой, перемещающейся по рельсам, и включает в себя генератор вибраций, а также перекачывающиеся по рельсам ролики, при этом генератор вибраций производит, в частности, горизонтальные вибрации, направленные в поперечном направлении относительно продольного направления рельсового пути. Изобретение касается также устройства для выполнения способа.

Уровень техники

Стабилизация рельсового пути, называемая также динамической стабилизацией рельсового пути, служит для получения надежного положения рельсового пути после подъема, рихтовки и подбивки рельсового пути на щебеночной постели. При этом с помощью стабилизационного агрегата производятся горизонтальные вибрации и передаются на рельсовый путь, чтобы путем сотрясения рельсового пути добиться надежного сохранения положения рельсового пути. В результате этого сильно уменьшаются проседания в постель рельсового пути, которые проявляются после подъема, рихтовки и подбивки рельсового пути. В дальнейшем существенно повышается сопротивляемость поперечному смещению рельсового пути в щебеночной постели. Стабилизационные агрегаты, как правило, устанавливаются на путевых машинах, которые называются динамическими стабилизаторами рельсового пути (DGS). Соответствующая машина описана, например, в патенте EP 0666371 A1 или DE 4102870 A1.

В публикации WO 2008/009314 A1 описан стабилизационный агрегат с регулируемой силой динамического удара. При этом, однако, может измеряться только вибрация, воздействующая на соответствующую головку рельса рельсового пути, а не результирующая вибрация шпал рельсового пути.

Из патента AT 518373 A1 известен способ стабилизации рельсового пути с щебеночной постелью рельсового пути, при выполнении которого вызванные вибрации рельсового пути регистрируются с помощью камеры, расположенной на машинной раме. На основании полученных изобразительных данных получают в последующем результирующую амплитуду вибрации железнодорожной решетки.

Краткое описание изобретения

В основе заявленного изобретения стоит задача - предложить способ и устройство указанного выше типа с улучшенными характеристиками стабилизации, в частности с оптимальным контролем процесса стабилизации.

В соответствии с заявленным изобретением эти задачи решаются благодаря признакам пп.1 и 12 формулы изобретения. Предпочтительные варианты выполнения изобретения описаны в зависимых пунктах формулы.

При этом с помощью, в частности, установленных на стабилизационном агрегате сенсоров регистрируется во время цикла вибрации функция кривой усилия, воздействующего от стабилизационного агрегата на рельсовый путь в направлении вибрации, при этом с помощью вычислительного устройства готовится на ее основании параметр, с помощью которого выполняется оценка процесса стабилизации и/или свойства щебеночной постели рельсового пути. Рабочий процесс стабилизации становится процедурой измерения, чтобы определять на месте характеристики нагрузки - изменения формы щебеночной постели рельсового пути и ее изменения. Благодаря анализу измеряемых величин в текущее время и образованию по меньшей мере одного параметра можно оценивать реальное качество щебеночной постели рельсового пути и плотность щебеночной постели рельсового пути уже во время процесса стабилизации. В последующем могут постоянно на основании этого оцениваться параметры процесса уплотнения и стабилизированного положения рельсового пути.

Таким образом, предлагается способ контролируемого уплотнения с помощью интегрированного в рабочий процесс измерения на стабилизаторе рельсового пути и на обработанном рельсовом пути. Возбужденный динамически стабилизационный агрегат передает вибрации на железнодорожную решетку и ее щебеночную постель, в результате чего происходит уплотнение. Стабилизационный агрегат и щебеночная постель рельсового пути образуют при этом динамическую интерактивную систему, подвижное состояние которой выдает информацию о свойствах щебеночной постели рельсового пути. В результате соответствующего анализа используется система для контроля уплотнения и для оптимизации уплотнения щебеночной постели.

Преимуществом контроля уплотнения, выполняемого во время процесса стабилизации, является постоянный контроль качества выполненной работы по уплотнению и полученной документации. Он служит также оптимизации всего процесса уплотнения совместно с процессом подбивки, который выполняется перед стабилизацией с помощью шпалоподбивочного агрегата. При этом происходит подъем рельсового пути при подбивке рельсового пути с заранее заданной завышенной корректировкой до такого значения, что после оптимального завершения уплотнения щебеночной постели рельсового пути с помощью стабилизационного агрегата происходит такое проседание рельсового пути, которое приводит точно к предусмотренному заданному положению рельсового пути. В частности, в случае комбинированных машин, которые включают в себя как шпалоподбивочный агрегат, так и установленный дополнительно стабилизационный агрегат, необходимо подчеркнуть это преимущество.

Хотя необходимо стремиться по возможности к гомогенному состоянию щебня после уплотнения, однако достижение оптимального конечного уплотнения имеет несомненно преимущество, чтобы мог осуществляться контроль большей части проседания решетки рельсового пути и чтобы положение рельсового пути оставалось в будущем стабильным. Достаточная и прежде всего равномерная несущая способность щебня рельсового пути является при этом существенной основной предпосылкой стабильности положения рельсового пути во время ее эксплуатации.

Сущность заявленного изобретения состоит тем самым в том, чтобы анализировать динамическую интерактивную систему стабилизатор рельсового пути - железнодорожный рельсовый путь и идентифицировать динамические свойства отдельных компонентов. Основное внимание обращается при этом на последовательность изменений в параметрах системы, которые описывают свойства щебня рельсового пути.

Если во время уплотнения щебня рельсового пути с помощью стабилизационного агрегата остаются неизменными все параметры процесса (скорость движения, частота, эксцентриситет, вертикальная нагрузка и т.д.) и динамические свойства железнодорожной решетки (профиль рельса, крепежная система рельсов, масса шпал и их геометрия и т.д.), то следует изменение характеристики вибраций однозначно отнести к изменению свойств щебня рельсового пути. На основании выполненных в соответствии с заявленным изобретением измерений и их анализа могут учитываться также влияния изменений параметров процесса или же свойств железнодорожной решетки или же они могут быть определены.

В другом варианте выполнения способа задается параметр как параметр для управления стабилизационным агрегатом. Достижимое тем самым автоматическое согласование процесса стабилизации позволяет получить быструю реакцию на изменившиеся свойства щебеночной постели. Например, можно на основании оценки качества щебеночной постели подготовить предварительную величину для стабилизации с измененной вертикальной нагрузкой или с согласованной частотой вибрации. Тем самым выполняется автоматически оптимальный выбор частоты динамической вибрации и статической вертикальной нагрузки, которую оказывает стабилизационный агрегат в вертикальном направлении на обработанный рельсовый путь. При этом оказывается выгодным, если происходит автоматическое регулирование параметров процесса.

Таким образом, измеренные величины на основании интегрированного в рабочий процесс динамического контроля уплотнения являются базисом для автоматического регулирования параметров процесса для автоматической оптимальной установки уплотнительного инструмента с учетом заданных свойств щебня в отношении оптимального конечного уплотнения щебня рельсового пути стабилизационным агрегатом.

В одном выгодном варианте выполнения заявленного изобретения вращаются при активном возбудителе вибраций по меньшей мере две эксцентриковые массы при согласованных друг с другом фазовых положениях и при заданной частоте вращения. Тем самым оказывается возможным простым образом согласование передачи вибраций в рельсовый путь, при этом задается измененное фазовое положение или же измененная частота вращения. Благодаря перераспределению эксцентриковой массы можно плавно согласовывать результирующий эксцентриситет.

При этом выгодным образом определяется усилие возбуждения вибраций на основании вращающейся массы, эксцентриситета и частоты вращения. Поскольку масса и эксцентриситет известны, то оказывается достаточной постоянная регистрация частоты вращения, чтобы на ее основании подготовить усилие возбуждения вибраций. В случае эксцентриковых масс с регулируемым эксцентриситетом направляется также и эта величина для определения усилия возбуждения вибраций.

В качестве первого выгодного параметра готовится наклон функции кривой для определения свойства твердости щебня. Этот наклон рабочей линии рабочей диаграммы в качестве сопротивляемости нагрузке выдает информацию о несущей способности щебня рельсового пути. Она возрастает в процессе стабилизации и используется как доказательство уплотнения или же стабилизации. При этом оказывается выгодным, если определяется общий наклон путем линейной регрессии зарегистрированной функции кривой, например, по методу наименьшей ошибки квадрата скорости.

Кривизна кривой функции готовится выгодным образом как второй параметр, чтобы определить характеристики затухания. Например, необходимо определить коэффициент затухания также вибрирующей массы рельсового пути. Константа жесткости, коэффициент затухания и также вибрирующая масса рельсового пути находятся в зависимости от модуля упругости при сдвиге щебня рельсового пути через закономерности механического состояния почвы, который может определяться путем обратного счета. Модуль упругости при сдвиге щебня рельсового пути является важным параметром для оценки твердости щебня и тем самым состояния уплотнения щебня рельсового пути.

В другом выгодном определении параметров предусматривается, что по меньшей мере для одной функции кривой усилия, воздействующего от стабилизационного агрегата на рельсовый путь по соответствующему направлению вибрации, определяется описанная площадь с помощью круговой интеграции по соответствующему периоду времени как динамически передаваемая работа. Для передаваемой от стабилизационного агрегата на рельсы работы и передаваемой от рельсов на щебеночную постель рельсового пути работы получается за единицу отрезка времени соответственно выполненная работа. Эти значе-

ния работы корреспондируют как между собой, так и с мощностью двигателя стабилизационного агрегата.

При этом оказывается предпочтительным, если в вычислительном устройстве задается модальная масса стабилизационного агрегата, при этом путем учета произведения этой модальной массы на ускорение стабилизационного агрегата определяется воздействующее на рельсы усилие и при этом функция кривой воздействующего на рельсы усилия определяется через путь вибрации стабилизационного агрегата. Выгодным образом определяется при этом ускорение вибрационного агрегата как подготовленная вторая характеристика пути вибрации.

В другом улучшенном варианте выполнения способа предусмотрено, что в вычислительное устройство вводится модальная масса вибрирующих шпал, в частности, с вибрирующим участком шпал, что благодаря учету произведения этих модальных масс на ускорение шпал определяется усилие, действующее не щебеночную постель рельсового пути и что определяется функция кривой усилия, воздействующего на щебеночную постель рельсового пути через путь вибрации шпалы. При этом оказывается выгодным, если путь вибрации регистрируется бесконтактным сенсором, установленным на машинной раме.

Получается дополнительная информация о состоянии рельсового пути, если в вычислительное устройство вводится механическая модель стабилизационного агрегата и подвергающийся вибрации участок рельсового пути и если с помощью этой модели рассчитываются биомеханические параметры. Зарегистрированные с помощью сенсоров измеренные данные позволяют, таким образом, сделать выводы о динамических свойствах компонентов системы, подверженных вибрации.

В другом варианте выполнения способа предусмотрено, что регистрация функции кривой усилия выполняется с использованием пути вибрации, в то время как стабилизационный агрегат работает на месте. В частности, для целей калибровки и теста оказывается целесообразным останавливать путевую машину, включающую в себя стабилизационный агрегат, во время процесса измерений.

Заявленное устройство для выполнения описанного способа имеет стабилизационный агрегат, который закреплен на машинной раме и включает в себя генератор вибраций, а также перекачивающиеся по рельсам ролики, при этом на устройстве располагаются сенсоры для регистрации функции кривой усилия, воздействующего стабилизационным агрегатом на рельсовый путь по направлению пути вибрации, при этом измерительные сигналы сенсоров направляются к вычислительному устройству и при этом вычислительное устройство установлено для определения параметров, подготовленных на основании функции кривой. Таким образом, используется стабилизационный агрегат во время своего оперативного применения дополнительно как измерительная аппаратура, чтобы зарегистрировать функцию кривой - усилие - путь (рабочая диаграмма) агрегата и подготовить на ее основании надежный параметр.

Выгодным образом располагают на устройстве по меньшей мере один измерительный сенсор для измерения пути. Тем самым можно зарегистрировать позицию устройства на железнодорожном пути простым образом и соответственно можно готовить параметры. Соответствующее нанесение на бумагу результатов измерений осуществляется с учетом позиций, так что состояние рельсового пути документируется по всему обработанному участку.

В другом улучшенном варианте выполнения устройства предусмотрено, что вычислительное устройство соединяется с устройством управления, чтобы управлять стабилизационным агрегатом в зависимости от параметров. Измененные свойства рельсового пути приводят тем самым автоматически к согласованию процесса стабилизации, чтобы обеспечить на обработанном участке рельсового пути равномерное качество уплотнения щебня.

Для определения производимых стабилизационным агрегатом усилий вычислительное устройство включает в себя предпочтительно накопительное устройство, в котором накапливаются модальные массы стабилизационного агрегата и стабилизированного рельсового пути. Персоналу, обслуживающему рельсовый путь, обычно известны данные о шпалах и рельсах, установленных в зоне проведения работ. В данном случае выполняется первоначально пробная поездка для проведения измерений. Для этого устройство включает в себя, например, лазерный сканнер для определения рельсов и шпал.

Краткое описание чертежей

Изобретение поясняется далее более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи. На чертежах схематически изображено следующее.

На фиг. 1 показана путевая машина со стабилизационным агрегатом.

На фиг. 2 показан поперечный разрез по рельсовому пути со стабилизационным агрегатом.

На фиг. 3 показан вид сверху на рельсовый путь со стабилизационным агрегатом.

На фиг. 4 показано поперечное сечение по рельсовому пути с приложенными динамическими усилиями с помощью стабилизационного агрегата.

На фиг. 5 показана рабочая диаграмма.

На фиг. 6 показана динамическая модель для описания динамической интеракции стабилизационного агрегата и рельсового пути на щебень.

Описание вариантов выполнения изобретения

Изображенное на фиг. 1 устройство 1 выполнено конструктивно как путевая машина (динамиче-

ский стабилизатор рельсового пути DGS) и включает в себя машинную раму 2, которая может перемещаться на рельсовых ходовых механизмах 3, опираясь на рельсы 4 рельсового пути 5. Рельсы 4 закреплены на шпалах 6 и образуют вместе с ними железнодорожную решетку, которая располагается на щебне 7 рельсового пути. С машинной рамой 2 соединены предпочтительно два стабилизационных агрегата 8, чтобы передавать в противоположных направлениях равные вибрации. В простых конструктивных исполнениях предусмотрен только один стабилизационный агрегат 8.

Стабилизационный агрегат 8 включает в себя ребордные ролики 9 и прижимные ролики 10 для удержания железнодорожной решетки. Конкретно осуществляется удержание рельсов 4 благодаря прижимным роликам 10 с помощью зажимного механизма 11. При этом прижимаются преимущественно ребордные ролики 9 с помощью блокируемых телескопических осей 12 изнутри по направлению к рельсам 4. Стабилизационный агрегат 8 сообщает локальные вибрации железнодорожной решетке, которая направляет их далее на щебень 7 рельсового пути. Вибрации приводят к тому, что зерна в скоплении зерен становятся мобильными, сами перемещаются и превращаются в более плотный слой. В случае нового щебня 7 рельсового пути без значительной доли мелких частиц это может привести к смещению потока щебня 7, который дополнительно усиливает эффект уплотнения. Благодаря уплотнению щебня 7 рельсового пути повышается его плотность и его жесткость и могут заранее контролироваться происходящие при уплотнении щебня проседания.

На фиг. 2 показано поперечное сечение по полотну железной дороги со стабилизационным агрегатом 8, воздействующим на рельсовый путь 5. Стабилизационный агрегат 8 возбуждается динамически с помощью генератора 13 вибраций (направленный вибратор) в горизонтальной плоскости в поперечном направлении к оси 14 рельсового пути. Через прижимные ролики 10 и ребордные ролики 9 эти горизонтальные вибрации 15 передаются на рельсы 4 и через крепежные элементы 16 - на шпалы 6. Соответствующая шпала 6 передает произведенные таким образом вибрации в данном случае через подошву 17 шпал на щебень 7 рельсового пути, под действием которых он уплотняется.

В одном конструктивном исполнении, показанном в качестве примера, генератор 13 вибраций включает в себя вращающиеся эксцентриковые массы (балансы) с согласованными между собой фазовыми положениями. Предпочтительно эксцентриковые массы вращаются в разные стороны с одинаковой скоростью, при этом эксцентриковые усилия в вертикальном направлении поднимаются навстречу друг другу и в горизонтальном направлении усиливаются. В результате изменения соответствующего фазового положения или эксцентриситета может регулироваться воздействие эксцентриковых масс. Для того чтобы определить значение действующего эксцентриситета, частоту и фазовое положение возбуждаемых динамических вибраций, постоянно регистрируются позиции вращающихся эксцентриковых масс с помощью технических измерительных средств. В случае альтернативных генераторов 13 вибраций выполняется определение динамического возбуждения вибраций соответствующим пригодным образом.

В соответствии с заявленным изобретением регистрируется с помощью установленных на стабилизационном агрегате 8 сенсоров 18, 19, 20 во время цикла вибрации функция кривой 21 усилия F , F_S , F_B , воздействующего от стабилизационного агрегата 8 на рельсовый путь 5 на пути вибрации u_{DGS} , u_S (горизонтальное смещение). На конструкции согласно фиг. 2 сенсор 18 измеряет движение стабилизационного агрегата 8 и сенсор 19 измеряет позицию вращающихся эксцентриковых масс генератора 13 вибраций. Как пример, с помощью сенсора ускорения 18 определяется сначала ускорение \ddot{u}_{DGS} и соответственно путем интеграции скорость вибрации \dot{u}_{DGS} и путь вибрации u_{DGS} стабилизационного агрегата 8 и тем самым также головок рельсов.

Предпочтительно определяется с помощью бесконтактного сенсора 20 подвижное состояние шпал 6 в направлении действия стабилизационного агрегата 8. При этом речь идет, например, о направленной на подвергаемую вибрации шпалу 6 камере с автоматической оценкой изображения. Таким образом, регистрируется смещение или же путь вибрации u_S соответствующей шпалы 6.

Преимущественно устанавливается для оценки в режиме реального времени на путевой машине вычислительное устройство 22, в которое направляются сигналы сенсора или же данные, зарегистрированные с помощью сенсоров 18, 19, 20. При этом речь идет, например, о промышленном компьютере с накопительным устройством. В накопительном устройстве накапливаются структурные данные устройства 1 и обрабатываемого рельсового пути 4, а также динамическая модель. В вычислительном устройстве 22 устанавливается математическое обеспечение, с помощью которого рабочая программа разрабатывается и оценивается. При этом в вычислительное устройство 22 подаются результаты измерений измерительного датчика 23 для измерения пути, чтобы привести в соответствие рабочие программы отдельных циклов вибрации с соответствующей позицией на рельсовом пути 5. В другом варианте выполнения изобретения располагается вычислительное устройство 22 на центральном пульте управления, при этом между путевой машиной и центральным пультом управления монтируется система передачи данных.

Со ссылкой на фиг. 4 поясняется взаимная связь между усилием-перемещением (рабочие программы), которая возникает на основании выполненных в соответствии с заявленным изобретением измерений. Возбуждаемое стабилизационным агрегатом 8 усилие F с помощью генератора 13 вибраций является произведением действующего эксцентриситета (эксцентриковая масса m умноженная на эксцентриситет e) и квадрата частоты кругового возбуждения ω , умноженного на синус произведения частоты круго-

вого возбуждения ω и времени t :

$$F = m \times e \times \omega^2 \times \sin(\omega \times t)$$

Как амплитуда, так и положение фаз известно на основании выполненных измерений. Выполненное с помощью технических измерительных средств определение фазовых положений служит в качестве ссылки на другие фазовые положения и поэтому в расчетах принимается как нулевое значение.

Измерения выполняются, как правило, технически интегрировано во время работы движущегося стабилизационного агрегата 8, однако для калибровочных и тестовых целей могут выполняться измерения стоя на месте, чтобы выполнять постоянно процесс уплотнения.

Смещение в горизонтальном направлении y_{DGS} стабилизационного агрегата 8 и его элементов с соответствующими фазовыми положениями известно на основании выполненных измерений. Масса M_{DGS} стабилизационного агрегата 8 и модальная масса M_S подверженных вибрациям шпал 6 известны в соответствии с их конструктивными данными. Масса рельсовых головок может добавляться модально к массе M_{DGS} стабилизационного агрегата 8, и масса рельсовых оснований - к модальной массе M_S подвергаемых вибрации шпал 6.

Если от усилия возбуждения F вычесть инерционные усилия компонентов стабилизационного агрегата, то могут определяться усилие возбуждения F_S на шпалу 8 и усилие возбуждения F_B на щебень 7 рельсового пути как

$$F_B = F - \ddot{y}_{DGS} \times M_{DGS} - \ddot{y}_S \times M_S$$

$$F_S = F - \ddot{y}_{DGS} \times M_{DGS}$$

На основании соотношений между этими усилиями F , F_B , F_S и соответствующих путей вибрации или же смещений y_{DGS} , y_S могут быть подготовлены действительные рабочие диаграммы, показанные на фиг. 5. Они выдают информацию о соотношениях жесткости (наклон линии) и соотношениях затухания (кривизна), а также о выполненной системой работе на один цикл возбуждения (описанные поверхности A_1 и A_2).

$$A_1 = \int F_B \times dy_S$$

$$A_2 = \int F_S \times dy_{DGS}$$

Также могут считываться и соотношения амплитуд F усилий F , F_B , F_S и соотношения \dot{y} путей вибрации y_{DGS} , y_S в системе.

Для того чтобы с помощью определенных на основании измерений и их анализа амплитуд и фазовых положений определять динамические свойства компонентов системы, используется механическая модель согласно фиг. 6. При этом подключаются соответствующие компоненты системы для серийного моделирования.

Известное благодаря технике измерения возбуждаемое усилие F воздействует на модальную массу M_{DGS} стабилизационного агрегата 8, которое вызывает смещение y_{DGS} . Стабилизационный агрегат 8 через рельсы 4 и рельсовые крепежи 16 связан со шпалами 6 (модальная масса M_S и смещение y_S). При этом упругость рельсов 4 и рельсовых крепежей 16 моделируется с помощью элемента Келвин-Фогта (Kelvin-Voigt) (пружина k_S и амортизатор c_S расположены параллельно).

Шпалы 6 расположены на щебне 7 рельсового пути, который моделируется как трущийся элемент g_B в данном случае совместно вибрирующей массы M_B и Келвин-Фогт элемента (Kelvin-Voigt) (пружина k_B и амортизатор c_B расположены параллельно).

Трущийся элемент g_B описывает при этом динамическое сопротивление поперечному смещению.

Константа жесткости пружины k_B , коэффициент амортизатора c_B и вибрирующая совместно масса M_B находятся во взаимосвязи через механические закономерности полотна железной дороги с модулем смещения G_B щебня 7 рельсового пути, который может определяться путем обратного вычисления. Модуль смещения G_B щебня 7 рельсового пути является наряду с информацией, получаемой из рабочей диаграммы (фиг. 5), одним из самых важных параметров для оценки жесткости щебня и тем самым состояния уплотнения щебня 7 рельсового пути. Он определяется постоянно на основании выполняемых технических измерений (фиг. 2) путем обратного вычисления с помощью механической модели (фиг. 6).

Если работают последовательно друг за другом два или более стабилизационных агрегата 8 на одной путевой машине, то может применяться описанный принцип измерения на каждом из этих стабилизационных агрегатов 8. Полученные независимо друг от друга результаты приводятся в соответствие друг с другом, в результате чего может предоставляться и использоваться дополнительная информация о состоянии щебня рельсового пути, его плотности, его жесткости, происходящем проседании и т.д. Поэтому оказывается предпочтительным, если расположено последовательно друг за другом несколько стабилизационных агрегатов 8 и если измерительные сигналы расположенных на стабилизационных агрегатах 8 сенсоров 18, 19, 20 подаются в одно общее вычислительное устройство 22.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ стабилизации рельсового пути (5) со шпалами (6), расположенными на щебне (7) рельсового пути, и с закрепленными на них рельсами (4) с помощью стабилизационного агрегата (8), который соединен с перемещающейся по рельсам (4) машинной рамой (2) и включает в себя генератор (13) вибраций, а также перекачивающиеся по рельсам (4) ролики (9, 10), при этом генератор (13) вибраций генерирует, в частности, горизонтальные проходящие в поперечном направлении относительно продольного направления рельсового пути вибрации (15), отличающийся тем, что

в вычислительном устройстве (22) задают функцию, которая описывает соотношение жесткости и затухания в щебеночной постели, при этом в вычислительное устройство (22) подают результаты измерений измерительного датчика (23) для измерения пути, чтобы привести в соответствие рабочие диаграммы отдельных циклов вибрации с соответствующей позицией на рельсовом пути (5), при этом с помощью сенсоров (18, 19, 20) регистрируют во время одного цикла вибраций функцию кривой (21) усилия (F , F_B , F_S), воздействующего от стабилизационного агрегата (8) на рельсовый путь (5) на пути вибрации (y_{DGS} , y_S), и

с помощью вычислительного устройства (22) готовят на ее основании по меньшей мере один параметр, с помощью которого выполняют оценку процесса стабилизации и/или свойства щебня (7) рельсового пути, который задают как параметр управления стабилизационным агрегатом.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве параметра задают параметр для управления стабилизационным агрегатом (8).

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что при активном генераторе (13) вибраций вращаются по меньшей мере две эксцентриковые массы с согласованными друг с другом фазовыми положениями и с заданной угловой частотой.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что определяют усилие (F) возбуждения вибрации на основании вращающейся массы, эксцентриситета и угловой частоты.

5. Способ по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что для определения соотношения затвердевания готовят в качестве первого параметра наклон функции кривой (21).

6. Способ по одному из пп.1-5, отличающийся тем, что для определения соотношения затухания готовят в качестве второго параметра кривизну функции кривой (21).

7. Способ по одному из пп.1-6, отличающийся тем, что для по меньшей мере одной функции кривой (21) усилия (F , F_B , F_S), воздействующего от стабилизационного агрегата (8) на рельсовый путь (5), определяют через соответствующий путь вибрации (y_{DGS} , y_S) описанную площадь (A_1 , A_2) с помощью угловой частоты через соответствующий период возбуждения вибрации в качестве динамически выполненной работы.

8. Способ по одному из пп.1-7, отличающийся тем, что в вычислительном устройстве (22) задают модальную массу (M_{DGS}) стабилизационного агрегата (8), благодаря учету произведения этой модальной массы (M_{DGS}) на ускорение стабилизационного агрегата (8) определяют усилие (F_S), воздействующее на рельсы (4), и определяют функцию кривой (21) усилия (F_S), воздействующего на рельсы, через путь вибрации (y_{DGS}) стабилизационного агрегата (8).

9. Способ по одному из пп.1-8, отличающийся тем, что задают в вычислительном устройстве (22) модальную массу (M_S) вибрирующих шпал (6), в частности, с вибрирующим участком рельсов (4),

благодаря учету произведения этой модальной массы (M_S) на ускорение шпал (6) определяют усилие (F_B), действующее на щебень (7) рельсового пути, и определяют функцию кривой (21) усилия (F_B), действующего на щебень (7) рельсового пути, через путь вибрации (y_S) шпалы (6).

10. Способ по одному из пп.1-9, отличающийся тем, что в вычислительное устройство (22) вводят механическую модель стабилизационного агрегата (8) и участка рельсового пути, подвергающегося вибрации, и с помощью этой модели рассчитывают механические параметры железнодорожного полотна.

11. Способ по одному из пп.1-10, отличающийся тем, что выполняют регистрацию функции кривой (21) усилия (F , F_B , F_S) через путь вибрации (y_{DGS} , y_S) в то время, когда стабилизационный агрегат эксплуатируется в неподвижном состоянии.

12. Устройство (1) для выполнения способа по одному из пп.1-11, включающее в себя стабилизационный агрегат (8), который крепится на машинной раме (2), и генератор (13) вибраций, а также ролики (9, 10), перекачивающиеся по рельсам (4), отличающееся тем, что

на устройстве (1) установлены сенсоры (18, 19, 20) для регистрации функции кривой (21) усилия (F , F_B , F_S), воздействующего от стабилизационного агрегата (8) на рельсовый путь, через путь вибрации (y_{DGS} , y_S),

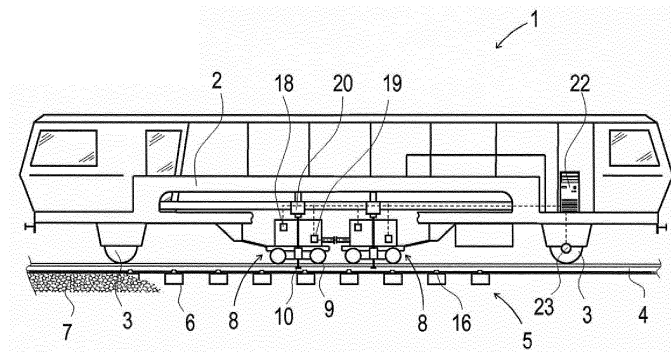
измерительные сигналы сенсоров (18, 19, 20) подают в вычислительное устройство (22), и

вычислительное устройство (22) установлено для определения параметра, который готовится на основании функции кривой (21).

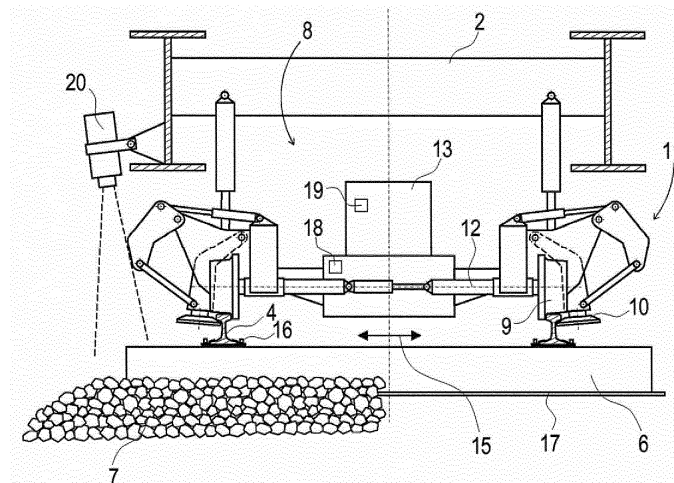
13. Устройство по п.12, отличающееся тем, что установлен по меньшей мере один измерительный сенсор (23) для измерения пути.

14. Устройство по п.12 или 13, отличающееся тем, что вычислительное устройство (22) связано с устройством управления, чтобы управлять стабилизационным агрегатом (8) в зависимости от параметров.

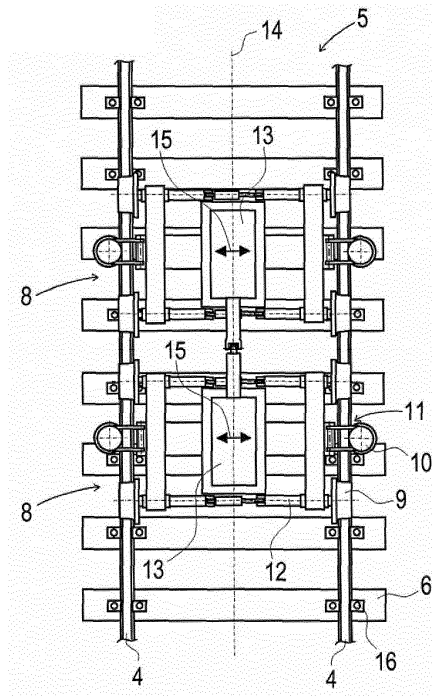
15. Устройство по одному из пп.12-14, отличающееся тем, что вычислительное устройство (22) включает в себя накопительное устройство, в котором накапливаются модальные массы (M_{DGS} , M_S) стабилизационного агрегата (8) и стабилизируемого рельсового пути (5).



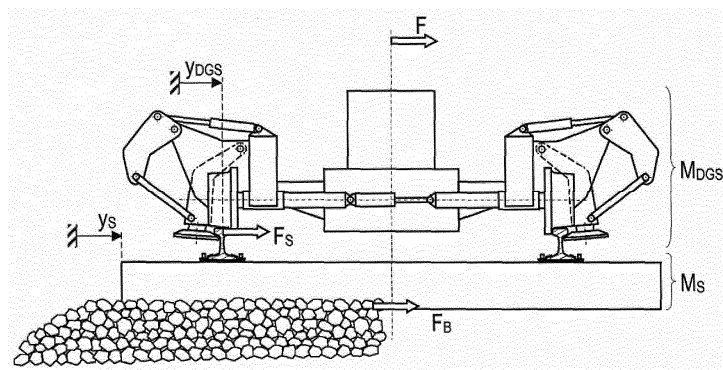
Фиг. 1



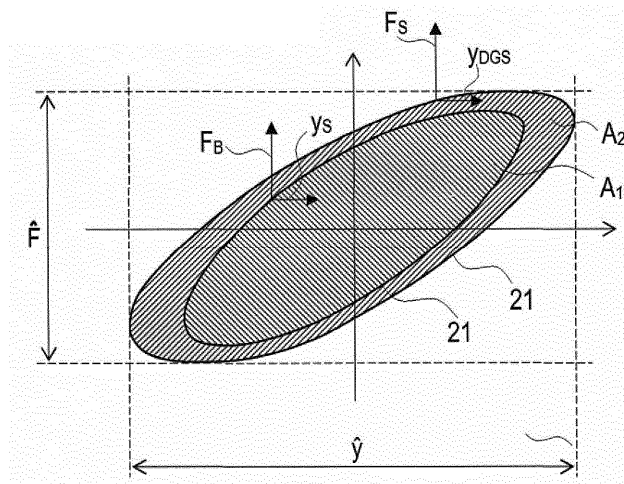
Фиг. 2



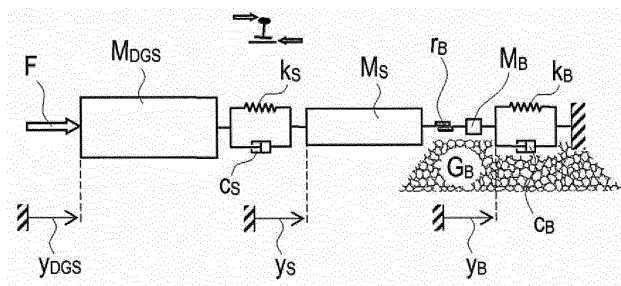
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

