

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039680**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.24

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

(21) Номер заявки
201900486

(22) Дата подачи заявки
2018.05.02

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ УПЛОТНЕНИЯ ЩЕБЁНОЧНОЙ ПОСТЕЛИ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ЩЕБЁНОЧНОЙ ПОСТЕЛИ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ

(31) A 223/2017

(56) AT-A4-515801
WO-A1-2017202484
EP-A1-2770108
WO-A1-2017129215

(32) 2017.05.29

(33) AT

(43) 2020.04.30

(86) PCT/EP2018/061092

(87) WO 2018/219570 2018.12.06

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

(72) Изобретатель:
**Копф Фритц, Адам Дитмар, Антони
Бернхард, Ауэр Флориан, Барбир
Олга, Пистрол Йоханнес (АТ)**

(74) Представитель:
Курьшев В.В. (RU)

(57) Заявленное изобретение касается способа измерения уплотнения щебеночной постели (5) рельсового пути с использованием подбивочного агрегата (7), который включает в себя два расположенных напротив друг друга подбивочных инструмента (8), которые, подвергаясь вибрации (13) во время процесса подбивки (9), опускаются в щебеночную постель (5) рельсового пути и перемещаются навстречу друг другу с помощью вспомогательного движения (18). При этом с помощью расположенных на подбивочном агрегате (7) сенсоров (20, 22, 24) регистрируется кривая функции (28) усилия (21), воздействующего на подбивочный инструмент (8), по крайней мере для одного подбивочного инструмента во время цикла (29) вибраций с использованием пути (23, 27), проделанного подбивочным инструментом (8), при этом выделяется по крайней мере одна характеристика (31-40), с помощью которой выполняется оценка процесса подбивки (9) и/или свойства щебеночной постели (5) рельсового пути. Таким образом, подбивочный агрегат (7) во время его оперативного применения используется как измерительная аппаратура.

B1

039680

039680

B1

Область техники

Настоящее изобретение касается способа измерения уплотнения щебеночной постели рельсового пути с использованием подбивочного агрегата, который включает в себя два расположенных напротив друг друга подбивочных инструмента, которые в процессе подбивки нагружают вибрациями и погружают в щебеночную постель рельсового пути и благодаря вспомогательному движению перемещают на встречу друг к другу. Изобретение касается также устройства, использованного для уплотнения щебеночной постели рельсового пути при выполнении способа.

Уровень техники

Участки рельсового пути с верхним щебеночным слоем нуждаются в регулярной корректировке положения рельсового пути, причем для этого используются, как правило, путевые машины для подбивки рельсового пути или же путевые машины для подбивки стрелочных переводов или универсальные шпалоподбивочные машины. Такие циклически или непрерывно передвигающиеся по рельсовому пути машины включают в себя обычно измерительную систему, подъемно-рихтовочный агрегат и подбивочный агрегат. С помощью подъемно-рихтовочного агрегата выполняется подъем рельсового пути в заданное положение. Для фиксирования нового положения подбивается с помощью находящихся на подбивочном агрегате подбивочных инструментов щебень рельсового пути с обеих его сторон под соответствующей шпалой рельсового пути и уплотняется.

В зависимости от состояния щебня рельсового пути (новый слой, начавшийся износ, заверченный износ) или же в зависимости от степени ухудшенного состояния выполняется соответствующая корректировка положения рельсового пути, чтобы рельсовый путь занял соответствующее окончательное положение после своего проседания. Проседание происходит при этом в данном случае в результате стабилизации с помощью динамического стабилизатора рельсового пути и в каждом случае с помощью заключительной регулируемой нагрузки, создаваемой движущимся составом.

Относительно подбивочных агрегатов для подбивки шпал рельсового пути известны различные конструктивные формы. Например, в патенте АТ 350097 В описан подбивочный агрегат, у которого подсоединены шарнирно гидравлические вспомогательные приводы к вращающемуся эксцентриковому валу для передачи вибрационных движений. Из патента АТ 339358 В известен подбивочный агрегат с гидравлическими приводами, которые в комбинации с функциями вспомогательных приводов служат в качестве генераторов вибрации.

В патенте АТ 515801 А4 описывается способ уплотнения щебеночной постели рельсового пути с помощью подбивочного агрегата, при этом должны быть определены показатели качества упругости щебеночной постели. Для этой цели определяется вспомогательное усилие вспомогательного цилиндра в зависимости от вспомогательного движения и, тем самым, на основании вычисленного расхода энергии определяется этот показатель. Во всяком случае этот показатель имеет небольшое значение, потому что не учитываемая часть энергии, которая теряется в системе, не принимается во внимание. К тому же, использованная также во время процесса подбивки в действительности общая энергия позволяет надежно оценить состояние щебеночной постели.

Краткое описание изобретения

В основе заявленного изобретения лежит задача - создать способ и устройство указанного выше типа, улучшенные по сравнению с известным уровнем техники.

В соответствии с заявленным изобретением эта задача решается с помощью способа согласно п.1 формулы изобретения и устройства согласно п.14 формулы изобретения. Зависимые пункты формулы описывают варианты выполнения изобретения.

Способ характеризуется тем, что с помощью сенсоров, расположенных на подбивочном агрегате, определяют по крайней мере для одного подбивочного инструмента во время одного цикла вибрации кривую функции усилия, воздействующего на подбивочный агрегат, с использованием пути, пройденного подбивочным инструментом, и что в результате этого выделают, по крайней мере, характеристику, с помощью которой выполняют оценку процесса подбивки и/или свойства щебеночной постели рельсового пути. Таким образом, используют подбивочный агрегат во время его оперативной работы как измерительную аппаратуру, чтобы зарегистрировать кривую функции: усилие-путь (рабочая диаграмма) подбивочного инструмента и на основании этого определить необходимую точную характеристику.

Более конкретно, выполняется рабочий процесс уплотнения как процедура измерения, чтобы определять поведение под нагрузкой состояния щебня рельсового пути и его изменение на месте. Благодаря анализу измеренных величин за текущее время и созданию по крайней мере одной характеристики можно оценивать непрерывно качество щебеночной постели и ее плотность уже во время процесса уплотнения. В последующем могут непрерывно согласовываться параметры процесса уплотнения и корректировка положения рельсового пути. Например, можно на основании оценки качества щебеночной постели определять задаваемую величину корректировки положения рельсового пути.

При этом оказывается выгодным, если задаются характеристики в качестве параметра для автоматического включения подбивочного агрегата. Достижимое при этом автоматическое согласование процесса подбивки позволяет быстро реагировать на изменяющиеся свойства щебеночной постели. Например, может выполняться автоматически несколько дополнительных операций, пока не будет достигнута

заданная степень уплотнения щебня.

В предпочтительном варианте выполнения изобретения предусматривается, что для оценки состояния щебня или состояния уплотнения щебеночной постели в качестве первой характеристики выделяется максимальное усилие, воздействующее на подбивочный инструмент во время цикла вибрации. В этой первой характеристике учитывается, что щебень рельсового пути оказывает только ограниченное усилие сопротивления (сила реакции). Максимальное усилие зависит, с одной стороны, от того, на какой фазе этапа подбивки находится исследуемый цикл вибрации и, с другой стороны, от состояния щебня. Тем самым, первая характеристика является выразительным индикатором как для состояния щебня (новый щебень оказывает более высокое сопротивление), так и для состояния уплотнения (повышение сопротивления в процессе уплотнения).

В предпочтительном другом варианте выполнения изобретения выделяется для оценки состояния уплотнения щебеночной постели из зарегистрированной кривой функции: усилие-путь в качестве второй характеристики амплитуда вибрации, возникающая во время цикла вибрации. Для определения амплитуды вибрации могут определяться обратные точки динамического движения подбивочного инструмента в абсолютных координатах и/или относительных координатах (динамический путь вибрации). При этом учитывается, что как вспомогательное движение, так и динамическое движение подбивочного инструмента являются исключительно неуправляемыми, что обусловлено конструктивными особенностями.

К тому же возникает преимущество в том, что для оценки состояния щебня щебеночной постели для цикла вибрации определяется наступление контакта между подбивочным инструментом и щебнем, а также потеря контакта между подбивочным инструментом и щебнем и что на основании этого определяется третья характеристика. На вспомогательной фазе получается выраженная асимметричная нагрузка на подбивочный инструмент, при этом благодаря вспомогательному движению появляется направление обработки щебня в направлении подбиваемой шпалы. Положение наступления контакта и положение потери контакта зависят при этом от состояния щебня. На кривой функции: усилие-путь образуют, вследствие этого, участок с контактом и участок без контакта, хорошие показатели для качества щебня рельсового пути.

В другом варианте предпочтительного выполнения заявленного изобретения предусматривается, что в качестве четвертой характеристики определяется наклон кривой функции во время фазы нагрузки подбивочного инструмента. Этот наклон рабочей кривой функции на рабочей диаграмме нагрузки показывает сопротивляемость нагрузке и выдает информацию об упругости щебня рельсового пути. Она повышается в процессе уплотнения щебня и используется как доказательство уплотнения.

Выгодным образом используется для оценки состояния щебня в качестве пятой характеристики наклон кривой функции во время фазы разгрузки подбивочного инструмента. Этот наклон рабочей кривой функции на фазе разгрузки рабочей диаграммы следует рассматривать при этом как уменьшение упругости. Новый щебень показывает при разгрузке частично упругое состояние и подпружинивает вместе с подбивочным инструментом при его обратном движении до потери контакта. Старый щебень, напротив, едва ли будет реагировать упруго. Вследствие этого, показатель упругости при разгрузке является хорошим индикатором состояния щебня.

Для определения степени износа представляется преимущество в том, что на основании зарегистрированной кривой функции определяется в качестве шестой характеристики работа по изменению формы, выполненная подбивочным инструментом. Эта работа по изменению формы соответствует при этом площади, ограниченной рабочей кривой функции. Это является той долей работы привода подбивочного агрегата, который передает ее на щебень рельсового пути, чтобы воздействовать на уплотнение, вытеснение, поток щебня и так далее. С помощью этой шестой характеристики можно оптимизировать простым образом эффективность подбивки рельсового пути.

В другом улучшенном варианте выполнения заявленного изобретения предусматривается, что для определения общей упругости щебеночной постели определяется в качестве седьмой характеристики общий наклон кривой функции. На фазе проникновения в щебень рельсового пути воздействует подбивочный инструмент в обоих направлениях, так как в результате отсутствия дополнительного движения так же на его обратной стороне передает он динамические усилия на землю. Благодаря двухстороннему воздействию физический смысл упругости при нагрузке и разгрузке отсутствует и общая упругость представлена наклоном рабочей кривой функции.

При этом оказывается выгодным, если общий наклон определяется линейной регрессией полученной кривой функции, например, по методу самой малой квадратной погрешности.

При дальнейшем выполнении заявленного способа регистрируется кривая функции усилия, воздействующего на подбивочный инструмент, через путь, пройденный подбивочным инструментом, для нескольких циклов вибрации, при этом для каждого из этих циклов вибрации определяется значение характеристики и при этом с помощью кривых функций этих определенных характеристик или же с помощью нескольких кривых характеристик следует вычисление процесса оценки. В зависимости от использованной характеристики можно на основании кривой функции характеристики делать выводы о состоянии щебня и/или состоянии уплотнения.

При этом достигается преимущество тогда, когда на одном участке рельсового пути выполняется

несколько дополнительных операций, при этом для дополнительной операции определяется для каждой характеристики значение цикла вибрации или для каждой характеристики кривая функций параметров нескольких циклов вибраций для оценки состояния уплотнения щебеночной постели и при этом при не достижении заданного состояния уплотнения выполняется последующий вспомогательный процесс. Параметры или же кривая параметров показывают при этом четкие отличия между следующими последовательно друг за другом дополнительными операциями.

В дополнительном варианте выполнения способа предусматривается, что для нескольких процессов подбивки на различных участках вдоль рельсового пути определяется соответственно параметр для цикла вибрации или кривая функций параметров для нескольких циклов вибраций и что на основании этого выполняется оценка успешного пространственного выполнения процесса уплотнения и/или свойства щебеночной постели. Такое расположение кривых функций характеристик при нескольких процессах подбивки дает возможность определить однородность рельсового пути, состояние щебня и успех уплотнения.

Заявленное устройство для выполнения указанного способа включает в себя подбивочный агрегат с двумя расположенными напротив друг друга подбивочными инструментами, которые соединены соответственно с помощью поворотного рычага со вспомогательным приводом и вибрационным приводом, при этом по крайней мере на одном поворотном рычаге и/или на его соответствующем подбивочном инструменте расположены сенсоры для регистрации кривой функции усилия, воздействующего на подбивочный инструмент на пути, пройденном подбивочным инструментом, при этом измерительные сигналы сенсоров поступают в вычислительное устройство и при этом вычислительное устройство выполнено для вычисления характеристик, определяемых на основании кривой функции.

При этом оказывается выгодным, если в держателе подбивочного инструмента расположить по крайней мере один измерительный сенсор. Тем самым, измерительный сенсор защищен от помех и измеряет с высокой точностью усилия, воздействующие на подбивочный инструмент. При этом простым образом компенсируется изгиб подбивочного инструмента. Дополнительно располагаются сенсоры для измерения ускорения или же сенсоры для измерения расстояния, которые измеряют путь, проделанный подбивочным инструментом.

Краткое описание чертежей

Заявленное изобретение поясняется далее на примерах его выполнения со ссылкой на приложенные чертежи. На чертежах схематически изображено:

- на фиг. 1 изображен подбивочный агрегат,
- на фиг. 2 изображен подбивочный инструмент и поворотный рычаг с сенсорами,
- на фиг. 3 изображена кривая функции: усилие-путь (рабочая диаграмма) для нового щебня,
- на фиг. 4 изображена кривая функции: усилие-путь для старого щебня,
- на фиг. 5 изображена кривая функции: усилие-путь при проникновении в щебень,
- на фиг. 6 изображена диаграмма 3D функции: усилие-путь для нескольких циклов вибрации для нового щебня,
- на фиг. 7 изображена диаграмма 3D функции: усилие-путь для нескольких циклов вибрации для старого щебня,
- на фиг. 8 изображен срез по диаграмме 3D, согласно фиг. 6,
- на фиг. 9 изображен срез по диаграмме 3D, согласно фиг. 7,
- на фиг. 10 изображены кривые функции максимального усилия для двух вспомогательных процессов,
- на фиг. 11 изображены кривые функции жесткости под действием нагрузки для двух вспомогательных процессов,
- на фиг. 12 изображены кривые функции упругости под действием разгрузки для двух вспомогательных процессов,
- на фиг. 13 изображены кривые функции положения точки возникновения контакта для двух вспомогательных процессов,
- на фиг. 14 изображены кривые функции положения точки отсутствия контакта для двух вспомогательных процессов,
- на фиг. 15 изображена кривая функции максимального усилия для нового щебня,
- на фиг. 16 изображена кривая функции упругости под нагрузкой для нового щебня,
- на фиг. 17 изображена кривая функции упругости при отсутствии нагрузки для нового щебня,
- на фиг. 18 изображена кривая функции максимального усилия для старого щебня,
- на фиг. 19 изображена кривая функции упругости под нагрузкой для старого щебня,
- на фиг. 20 изображена кривая функции упругости при отсутствии нагрузки для старого щебня.

Описание выполнения вариантов изобретения

На фиг. 1 показан рельсовый путь 1 с решеткой рельсового пути, состоящей из шпал 2, рельсов 3 и крепежных деталей 4, который расположен на щебеночной постели 5. На обрабатываемом участке 6 рельсового пути 1 расположен подбивочный агрегат 7. Этот агрегат включает в себя два расположенных напротив друг друга подбивочных инструмента 8 (подбивки), которые во время процесса подбивки 9

охватывают шпалу 2. При этом вдоль шпалы 2 располагаются обычно четыре пары поворотных рычагов с соответственно двумя парами подбивочных инструментов.

Каждый подбивочный инструмент соединен через поворотный рычаг 10 с вспомогательным приводом 11 и вибрационным приводом 12. Вибрации 13 производятся, например, с помощью вращающегося эксцентрикового вала. Корпус эксцентрикового вала вместе с вращающимся приводом закреплен на держателе 14 инструмента, на котором также закреплены шарнирно оба поворотных рычага 10. Альтернативно может быть также расположен на соответствующем шарнирном узле вибрационный привод 12. На такой не изображенной конструкции перемещаются подбивочные инструменты 8 вдоль эллиптической траектории.

Каждый поворотный рычаг 10 воздействует как двуплечий рычаг, при этом на нижнем плече рычага крепится соответствующий подбивочный инструмент 8 на держателе 15 подбивочного инструмента. Верхнее плечо рычага соединено с вибрационным приводом 12 через вспомогательный привод 11, выполненный конструктивно как гидравлический цилиндр.

При подбивке рельсового пути 1 сначала поднимают решетку 4 рельсового пути, в результате чего под шпалами 2 образуются полые пространства 16. Подбивочный агрегат 7 располагается на обрабатываемом участке 6 над шпалой 2 и с помощью вибрационного привода 12 включаются в работу подбивочные инструменты 8, выполняя вибрационные движения 13. Конкретно производимые вибрации 13 быстро открывают и закрывают подвижные клещеобразные подбивочные инструменты 8 с небольшой амплитудой (вибрации). При это не существует никакого контакта с щебнем 17.

Собственно процесс подбивки 9 состоит из нескольких фаз. Во время первой фазы фиксатор 14 инструмента с подбивочными инструментами 8 погружается в шпальный ящик, находящийся рядом со шпалой 2. Соответствующий подбивочный инструмент 8 проникает вертикально в щебеночную постель 5, при этом вибрации 13 или же динамические движения способствуют вытеснению щебня 17.

Во время опускания начинается время второй фазы: вспомогательное движение 18 и соответствующий подбивочный инструмент 8 движется к шпале 2. Опускание заканчивается при определенной глубине проникновения и вспомогательное движение 18 продолжается. Во время вспомогательного движения 18 щебень 17 подбивается с помощью подбивочного инструмента 8 под шпалу 2, уплотняется и, в данном случае, вытесняется сбоку. При этом на вспомогательное движение 18, которое в основном служит для транспортировки щебня, накладываются вибрации 13 (вибрация с частотой примерно 35 Hz). При таком динамическом уплотнении щебня 17 может быть вызван также так называемый поток щебня.

Прежде чем соответствующий подбивочный инструмент 8 коснется шпалы 2, начинается во время третьей фазы обратное движение. Фиксатор 14 инструмента вместе с подбивочными инструментами 8 движется вверх и обратное движение 19 (противоположенное вспомогательное движение) открывает клещеобразные расположенные напротив подбивочные инструменты 8.

В держателе 15 подбивочного инструмента расположен измерительный сенсор 20. Альтернативно могут располагаться также сенсоры (полоски для измерения растяжения) на оси подбивочного инструмента 8, предназначенного для выполнения измерений. Измеряется при этом горизонтальное относительно щебня 17 контактное усилие 21 (фиг. 2). При этом поворотные рычаги 10 обеспечиваются сенсорами 22 для измерения ускорения (в зависимости от типа машины могут применяться по одному или по два сенсора 22 для измерения ускорения на каждый поворотный рычаг 10). Абсолютный вспомогательный путь 23 измеряется с помощью сенсора 24 для измерения пути (например, лазерный сенсор).

Путевые машины имеют часто несколько подбивочных агрегатов 7. В таком случае каждый из этих агрегатов 7 оборудован выгодным образом сенсорами 20, 22, 24.

Зарегистрированные с помощью сенсоров 20, 22, 24 измерительные сигналы 25 направляются в вычислительную машину 26. Эта вычислительная машина 26 оборудована для обработки измерительных сигналов, чтобы оценить усилие, воздействующее на рассматриваемый подбивочный инструмент 8 на основании пути, пройденного подбивочным инструментом. Конкретно определяется при этом горизонтальное контактное усилие 21 на основании пути 27 вибрации в форме кривой функции 28: усилие-путь (рабочая диаграмма).

Для того чтобы определить динамический путь 27 вибрации, определяются сначала пути вибрации сенсорами 22 для измерения ускорения путем двойного интегрирования сигналов ускорения. Благодаря известным геометрическим соотношениям определяется путь 27 вибрации на свободном конце подбивочного инструмента (пластина подбивки).

На основании выполненного измерения усилия на оси подбивочного инструмента 8 определяются срезающие усилия (моменты, вертикальное усилие, поперечное усилие). На основании этого вычисляется усилие реакции щебня 17 на вызываемое его смещение. Изгиб подбивочного инструмента 8 может простым образом компенсироваться измеренным усилием. С помощью определенных движений подбивочного инструмента выполняется к тому же компенсация инерционного усилия массы подбивочного инструмента 8.

Результатом сигналов сенсоров является кривая функции: усилие-путь 28 для отдельных циклов вибрации 29 вспомогательного процесса. Это соотношение между движением подбивочного инструмента и контактным усилием 21 используется в дальнейшем для оценки процесса уплотнения и состояния щебня 17 или же щебеночной постели 5.

Например, кривые функции: усилие-путь 28 для одного цикла вибрации 29 представлены на фиг. 3-5. При этом на оси абсцисс обозначен путь 27 вибрации и на оси ординат указано контактное усилие 21. Кривая функции: усилие-путь 28 представлена в форме рабочей линии 30. Эти рабочие диаграммы имеют отличительные признаки, которые позволяют сделать выводы относительно условий, при которых проводятся измерения. В частности, можно сделать выводы относительно соответствующей рабочей фазы (опускание, вспомогательное движение или обратное движение), состояния уплотнения и состояния щебня (новый, свежий рассыпанный щебень или же старый, грязный, слежавшийся щебень). На фиг. 3 показывает рабочая диаграмма новый щебень, который имеет острые кромки и более плотное зацепление. На фиг. 4 показана рабочая диаграмма для старого щебня с закругленными кромками, с меньшим зацеплением, с высоким уплотнением и с более высокой долей мелких частиц. Отличительные признаки (размер зерен) рабочих диаграмм позволяют выполнить автоматическое распределение по категориям состояния как новый щебень, щебень с ограниченной продолжительностью использования и щебень с завершенным или же законченным сроком использования.

Используемые в качестве характеристики отличительные признаки являются таковыми как максимальное усилие 31, амплитуда вибрации 32, передняя точка возврата 33, задняя точка возврата 34, точка наступления контакта 35, точка потери контакта 36, наклон 37 рабочей линии 30 во время фазы нагрузки (жесткость против нагрузки), наклон 38 рабочей линии 30 во время фазы разгрузки (упругость при разгрузке), общий наклон 39 рабочей линии и выполненная работа (40) при изменении формы в виде поверхности, ограниченной рабочей линией 30. Для определения этих характеристик 31-40 могут использоваться вместо относительных путей 27 вибрации также и абсолютные вспомогательные пути 23.

Интегрированное измерение и определение характеристики и основанная на этих данных оценка состояния щебня позволяет выполнять постоянный контроль качества и оптимизацию параметров процесса подбивки 9. Может оцениваться состояние щебня 17 рельсового пути на примере двух граничных состояний - нового щебня из раздробленного камня и старого щебня, находящегося в состоянии окончания срока своей эксплуатации. В зависимости от качества щебня, влияния внешней среды и состояния почвы проходит состояние щебня все промежуточные ступени, при этом при выполнении ремонтных работ может выполняться подготовка щебня или же смешивание щебня. Конкретно может устанавливаться, что новый щебень 17 является чистым, имеет острые кромки и имеет определенное распределение зерен по размерам. Старый щебень 17, напротив, является грязным, имеет закругленные кромки и имеет в результате загрязнения, износа, разрушения зерен и наличия мелких частиц из почвы измененное распределение зерен по размерам.

К тому же интегрированное определение упругости щебня и основанная на этом оценка состояния уплотнения позволяет выполнять постоянный контроль качества и оптимизацию параметров процесса подбивки 9. Можно оценивать состояние уплотнения щебня 17 рельсового пути на основании специфических свойств щебня. Свободно разбросанный щебень располагается как рыхлый щебень и имеет большие свободные пространства, а также малую упругость. При нагрузке возникают относительно большие деформации, которые, по крайней мере, являются необратимыми. Упругость такого не подбитого щебня является небольшой. Уплотненный щебень, напротив, располагается плотно и имеет небольшой объем пор. Благодаря подбивке возможные деформации в дальнейшем удаляются, в результате чего появляются только незначительные деформации под нагрузкой. Они являются в большей части упругими, т.е. реверсивными. Уплотненный щебень имеет большую упругость.

Определенные характеристики 31-40 цикла 29 вибраций характеризуют процесс подбивки 9 в такой степени, что можно сделать простым образом выводы о состоянии щебня рельсового пути и процессе уплотнения. Для этого изображаются либо характеристики 31-40, либо сравниваются с ранее определенной схемой оценки. Отдельные характеристики 31-40 могут задаваться как параметры для управления подбивочным агрегатом 7. Для этой цели передаются данные вычислительного устройства 26 на систему управления 41 машиной.

В приведенном ниже в качестве примера описании процессов приводится в упрощенном виде интерпретация кривых функции 28: усилие-путь. Для лучшего понимания не делается отсылка на существующие вспомогательные соотношения. Больше всего подчеркивается взаимосвязь характеристик 31-40 и оцениваемые свойства с явно выраженными соотношениями.

Максимальное усилие 31 является хорошим индикатором, как для состояния щебня, так и для состояния уплотнения. Амплитуда 32 вибрации определяется точками возврата 33, 34 динамического движения подбивочного инструмента. С возрастанием сопротивления щебня 17 возникает незначительное уменьшение амплитуды 32 вибрации, в результате чего такая вторая характеристика является хорошим индикатором состояния уплотнения.

Точка 35 наступления контакта и точка 36 потери контакта разделяют на кривой функции 28: усилие - путь участок с контактом при наличии постоянного усилия между подбивочным инструментом 8 и щебнем 17 от участка без контакта. На рабочей диаграмме видно, что подбивочный инструмент 8 наступает при своем движении вперед на щебень 17, контактное усилие 21 повышается до максимума 31 и после этого опять падает, потому что подбивочный инструмент 8 достигает передней точки возврата 33 и начинает опять двигаться обратно. При этом обратном движении теряет подбивочный инструмент кон-

такт с щебнем 17, отжатым в рабочем направлении, и продолжает остаточное обратное движение с уменьшенным силовым воздействием. Только после смены направления движения позади точки возврата 34 движется подбивочный инструмент 8 опять в рабочем направлении, чтобы снова вступить в контакт с щебнем рельсового пути. На фиг. 3 и 4 точно показано, что положение контактных точек 35, 36 зависит от состояния щебня. Индикаторами качества щебня является, следовательно, положение линии контакта и линии потери контакта.

Упругость при нагрузке на щебень 17 рельсового пути является соотношением между усилием и вызванным им изменением формы. На кривой функции 28: усилие-путь представляется она как наклон рабочей линии 30 на линии нагрузки. Упругость под действием нагрузки является существенной характеристикой для оценки упругости щебня рельсового пути. Она повышается в процессе уплотнения щебня и используется как доказательство уплотнения.

Упругость при отсутствии нагрузки представляется как наклон рабочей линии 30 на фазе разгрузки. На фиг. 4 уменьшается контактное усилие 21 в результате уменьшения скорости изменения формы уже перед точкой возврата 34, хотя изменение формы возрастает. В результате такого не упругого состояния имеет старый щебень 17 рельсового пути небольшую часто даже негативную упругость при отсутствии нагрузки. В результате этого упругость при отсутствии нагрузки используется как индикатор состояния щебня.

Площадь, ограниченная рабочей линией 30, соответствует выполненной работе 40 по изменению формы. При относительном пути вибрации x_{rel} контактного усилия F и продолжительности цикла T вибрации вычисляется работа W по изменению формы согласно следующей формуле:

$$W = \int_T F \cdot dx_{rel}$$

Эффективность подбивки рельсового пути может оптимизироваться с помощью этой характеристики, если подбивочный агрегат 7 работает таким образом, что работа 40 по изменению формы достигает своего максимума.

На фиг. 5 показана рабочая диаграмма на фазе проникновения, на которой подбивочный инструмент 8 воздействует, примерно, в обоих направлениях. При этом рабочая линия 30 представляет собой овал. Соппротивление щебня 17 может описывать его упругость, которая представляет собой наклон этого овала. Конкретно, представляет собой общий наклон 39 как наклон линии 42, которая определяется линейной регрессией по методу наименьшего квадрата погрешности.

В одном предпочтительном варианте выполнения изобретения рассчитываются все характеристики 31-40 для цикла 29 вибраций и оценивается кривая функции всего дополнительного процесса. На фиг. 6 и 7 изображены эти процессы в виде пространственной диаграммы. Ось - x и ось - y соответствуют абсциссе и ординате на фиг. 3-5. На третьей оси указывается время вспомогательного процесса (последствие циклов 29 вибраций). На фиг. 6, например, ясно показано, что в случае нового щебня 17 максимальное усилие 31 отчетливо возрастает при увеличении времени 43 вспомогательного процесса.

На фиг. 8 показаны те же самые результаты измерений, как и на фиг. 6, а на фиг. 9 показаны те же самые результаты измерений, как и на фиг. 7. Во всяком случае представляет собой здесь кривая функции усилия как изолинии 45 (изоритмы) равного усилия 21. Расстояние между этими линиями показывает наклон 37, 38 на рабочей диаграмме (например, жесткость под нагрузкой). Кривая функции и размеры характеризуют процесс уплотнения в новом щебне 17 (фиг. 8) и в старом щебне 17 (фиг. 9). Показаны здесь также линия положения 46 точек 35 наступления контакта и линия положения 47 точек 36 потери контакта. Для соответствующего постоянного контактного усилия 21 изображено поле с другой штриховкой с увеличенным значением величины. Как соответствующая экспликация показана на фиг. 8.

На фиг. 10-14 изображены кривые функции для оценки циклов 29 вибрации с двумя вспомогательными процессами на участке 6 рельсового пути 1. При этом речь идет о дискретных кривых тех характеристик (значения соответствующих параметров 31-40), которые определяются при соответствующем цикле 29 вибраций. Кривые функции для первого вспомогательного процесса 48 и для второго вспомогательного процесса 49 показаны совместно на соответствующей диаграмме и начинаются соответственно с первым циклом 29 вибраций соответствующего вспомогательного процесса 48, 49. Сравнение кривых функции процессов делает возможным сделать выводы относительно уплотнения щебня 17 и служит как критерий для решения относительно того, сколько необходимо выполнить процессов 9 подбивки на каждый участок 6 рельсового пути. Различие между первым и вторым вспомогательными процессами 48, 49 можно отчетливо увидеть и, тем самым, выполняется второй процесс 49.

На фиг. 15-20 изображены кривые функции параметров для выполнения нескольких процессов подбивки 9 или же позиций шпал на нескольких следующих последовательно друг за другом участках 6 вдоль рельсового пути 1 (пространственная обработка). Соответствующая диаграмма показывает опять для каждого процесса подбивки 9 параметры двух процессов 47, 48 подбивки. Эти пространственные процессы позволяют сделать заключение о равномерности рельсового пути 1, состоянии щебня и успехе уплотнения.

Прежде всего, на рельсовых путях 1 со старым щебнем (фиг. 18-20) и не подбитыми шпалами существуют часто существенные и небольшие в пространстве отличия между условиями размещения отдель-

ных шпал 2. Эти условия воздействуют также на состояние щебня 17 и создают в основном гетерогенные соотношения, на это можно реагировать во время проведения процесса подбивки 9 путем задаваемых измененных параметров. Во всяком случае, сохраняется гетерогенность старого рельсового пути 1. Вследствие этого, служит гетерогенность, оцененная на примере показанных кривых функций параметров, как критерий для задаваемых интервалов подбивки.

Благодаря оценке характеристик 31-40 для участка рельсового пути можно также оценить, когда необходимо выполнять следующую обработку (подбивку) этого участка рельсового пути, чтобы сохранить удовлетворительным положение рельсового пути. Тем самым задается индикатор для актуальной оценки цикла продолжительности эксплуатации рельсового пути 1. Со всевозрастающим уменьшением интервалов подбивки уменьшаются сроки эксплуатации рельсового пути 1 и должны предприниматься меры по его санированию. Предлагаемый способ дает возможность тем самым получить характеристики 31-40, которые пригодны также для надежного планирования ремонтных работ на рельсовом пути.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ измерения уплотнения щебеночной постели (5) рельсового пути с использованием подбивочного агрегата (7), который включает в себя два расположенных напротив друг друга подбивочных инструмента (8), которые во время процесса подбивки (9) нагружают вибрациями (13) и погружают в щебеночную постель (5) и благодаря вспомогательному движению (18) перемещают навстречу друг другу с помощью вспомогательного движения,

отличающийся тем, что с помощью расположенных на одном поворотном рычаге (10) и/или относящемуся к нему подбивочным инструменте (8) подбивочного агрегата (7) сенсоров (20, 22, 24) определяют по крайней мере для одного подбивочного инструмента (8) во время цикла (29) вибрации кривую (28) функции воздействующего горизонтального относительно щебня (17) контактного усилия (21) на подбивочный инструмент (8), используя путь (23, 27), проделанный подбивочным инструментом (8), и что на основании этого выделяют по крайней мере одну из характеристик, а именно максимальное усилие (31), или амплитуду вибрации (32), или переднюю точку возврата (33), или заднюю точку возврата (34), или точку наступления контакта (35), или точку потери контакта (36), или наклон (37) рабочей линии (30), или наклон (38) рабочей линии (30), или общий наклон (39) рабочей линии (30), или выполненную работу (40), которая является индикатором состояния уплотнения, с помощью которой выполняют оценку процесса подбивки (9) и/или определяют свойство щебеночной постели (5) рельсового пути, а именно качество щебеночной постели рельсового пути и ее плотность.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что характеристики (31-40) задают в качестве параметра для управления подбивочным агрегатом (7).

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что для оценки состояния щебня или состояния уплотнения щебеночной постели (5) выделяют в качестве первой характеристики максимальное усилие (31), воздействующее во время цикла (29) вибрации на подбивочный инструмент (8).

4. Способ по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что для оценки состояния уплотнения щебеночной постели (5) выделяют в качестве второй характеристики амплитуду (32) вибрации, создаваемую во время цикла (29) вибрации.

5. Способ по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что для оценки состояния щебня щебеночной постели (5) для цикла (29) вибрации определяют наступление контакта между подбивочным инструментом (8) и щебнем (17), и что на основании этого выделяют третью характеристику.

6. Способ по одному из пп.1-5, отличающийся тем, что для оценки упругости щебеночной постели (5) выделяют в качестве характеристики наклон (37) кривой функции (28) во время фазы нагрузки подбивочного инструмента (8).

7. Способ по одному из пп.1-6, отличающийся тем, что для оценки состояния щебня щебеночной постели (5) выделяют в качестве пятой характеристики наклон (38) кривой функции (28) во время фазы разгрузки подбивочного инструмента (8).

8. Способ по одному из пп.1-7, отличающийся тем, что для определения степени износа на основании первой зарегистрированной кривой функции (28) выделяют в качестве шестой характеристики работу (40) по изменению формы, выполненную с помощью подбивочного инструмента (8).

9. Способ по одному из пп.1-8, отличающийся тем, что для определения общей упругости щебеночной постели (5) выделяют в качестве седьмой характеристики общий наклон (39) кривой функции (28).

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что определяют общий наклон (39) путем линейной регрессии зарегистрированной кривой функции (28).

11. Способ по одному из пп.1-10, отличающийся тем, что определяют кривую функции (28) горизонтального относительно щебня (17) контактного усилия (21), воздействующего на подбивочный инструмент (8), используя путь (23, 27), проделанный подбивочным инструментом для нескольких циклов (29) вибраций процесса подбивки (9), что определяют параметр для каждого из этих циклов (29) вибраций и что выполняют с помощью кривой функции параметра процесс оценки.

12. Способ по одному из пп.1-11, отличающийся тем, что выполняют на одном участке (6) рельсо-

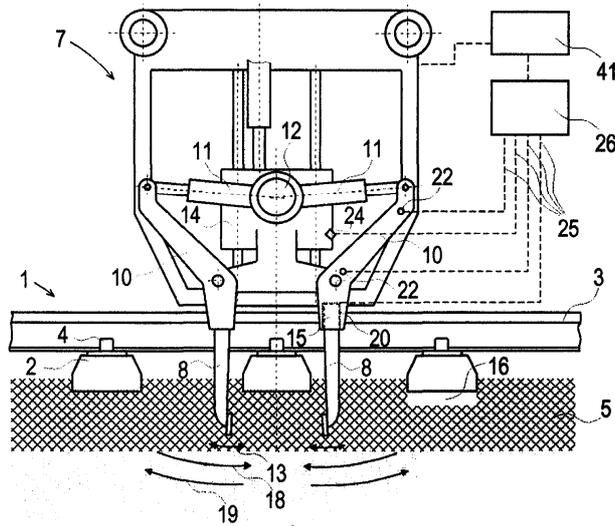
вого пути несколько вспомогательных процессов (48, 49), что для каждого вспомогательного процесса (48, 49) определяют параметр для одного цикла (29) вибраций или кривую функции параметра для нескольких циклов (29) вибраций для оценки состояния уплотнения щебеночной постели (5) и что в случае не достижения заданного состояния уплотнения выполняют последующий вспомогательный процесс.

13. Способ по одному из пп.1-12, отличающийся тем, что определяют для нескольких процессов подбивки (9) на различных участках (6) вдоль рельсового пути (1) соответствующий параметр для цикла (29) вибраций или кривую функции параметра для нескольких циклов (29) вибраций и что на основании этого выполняют оценку протекания в пространстве успешного уплотнения и/или свойства щебеночной постели (5).

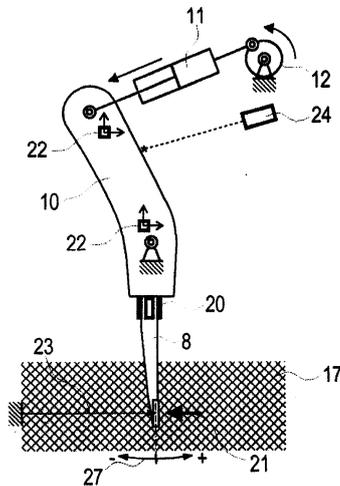
14. Устройство для выполнения способа по одному из пп.1-13 с помощью имеющего сенсоры подбивочного агрегата (7), который включает в себя два расположенных напротив друг друга подбивочных инструмента (8), которые соединены соответственно через поворотный рычаг (10) со вспомогательным приводом (11) и вибрационным приводом (12),

отличающееся тем, что по крайней мере на одном поворотном рычаге (10) и/или относящемся к нему подбивочном инструменте (8) расположены сенсоры (20, 22, 24) для регистрации кривой функции (28) горизонтального относительно щебня (17) контактного усилия (21), воздействующего на подбивочный инструмент (8), используя путь (23, 27), проделанный подбивочным инструментом, что установлено вычислительное устройство (26), в которое подают измерительные сигналы (25) сенсоров (20, 22, 24) и что вычислительное устройство (26) оборудовано для вычисления характеристик (31-40), выделенных из кривой функции (28).

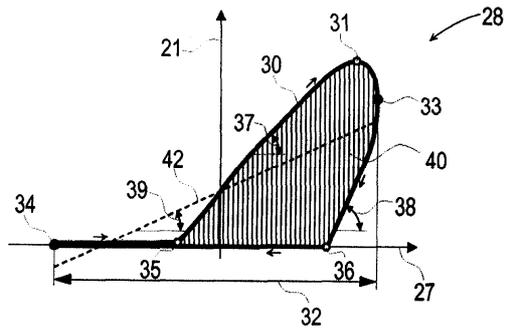
15. Устройство по п.14, отличающееся тем, что в держателе (15) подбивочного инструмента расположен по крайней мере один измерительный сенсор (20).



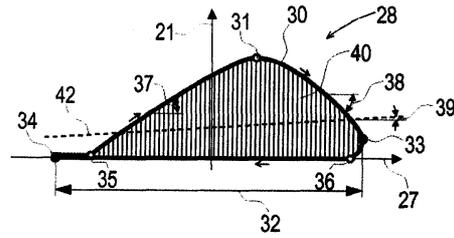
Фиг. 1



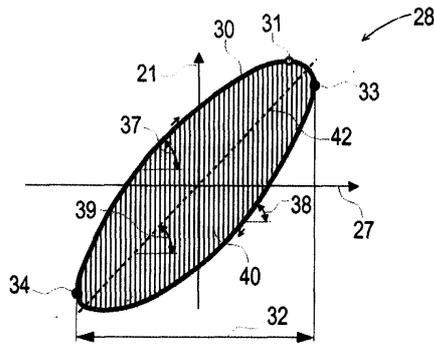
Фиг. 2



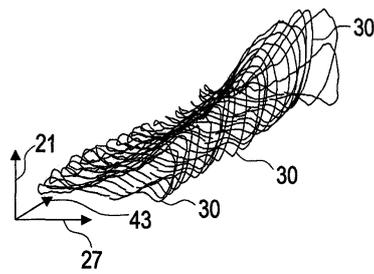
Фиг. 3



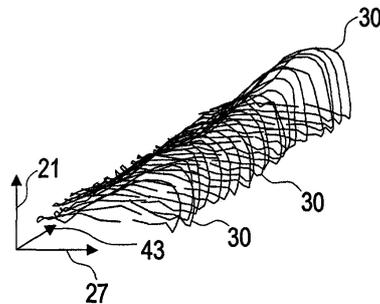
Фиг. 4



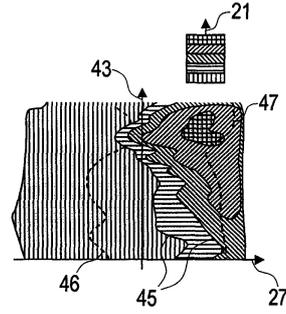
Фиг. 5



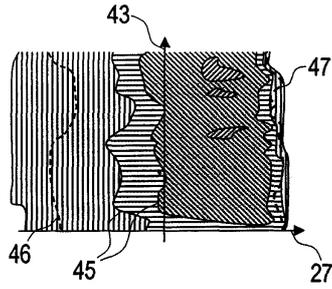
Фиг. 6



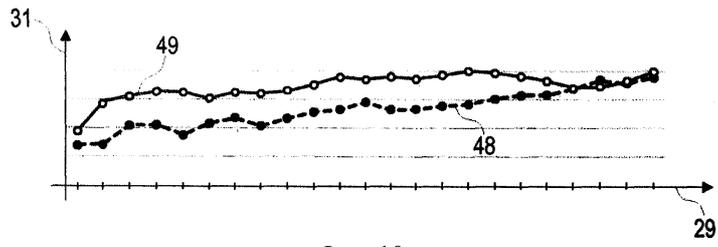
Фиг. 7



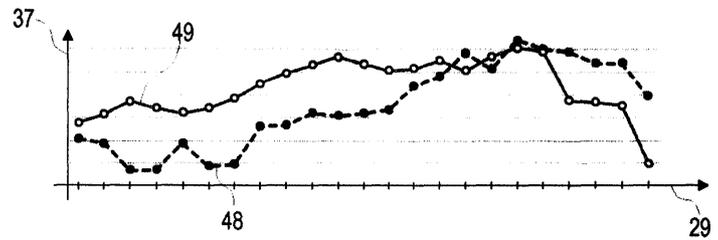
Фиг. 8



Фиг. 9



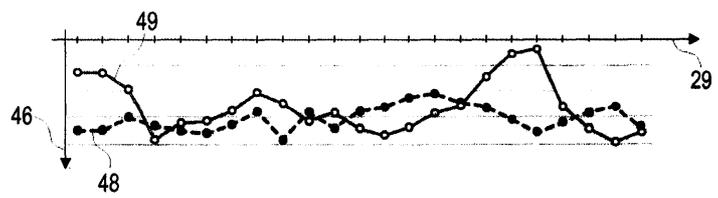
Фиг. 10



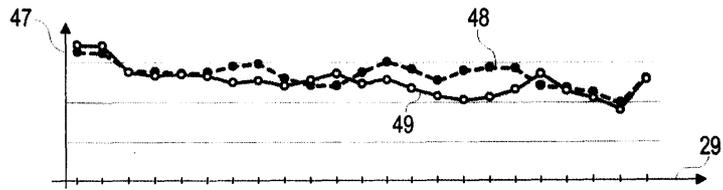
Фиг. 11



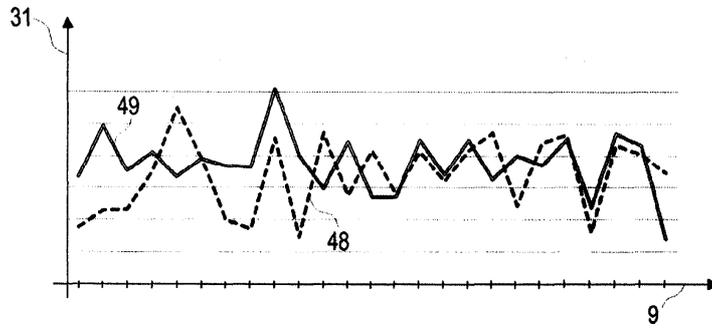
Фиг. 12



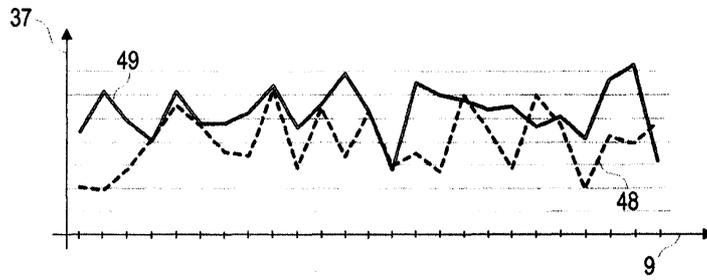
Фиг. 13



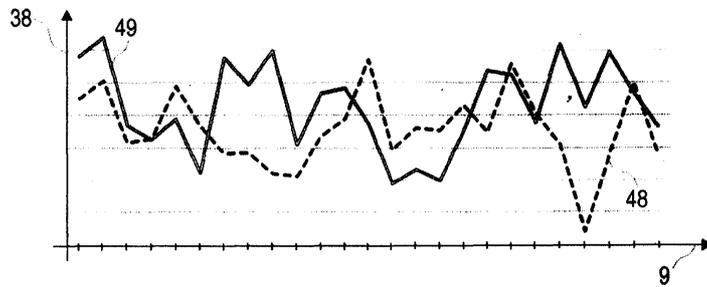
Фиг. 14



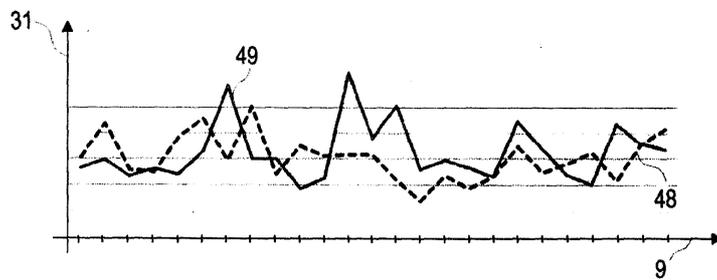
Фиг. 15



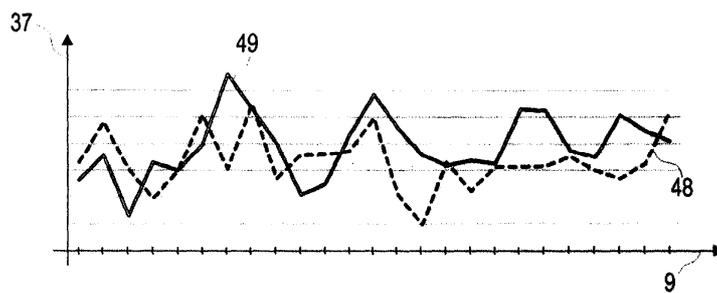
Фиг. 16



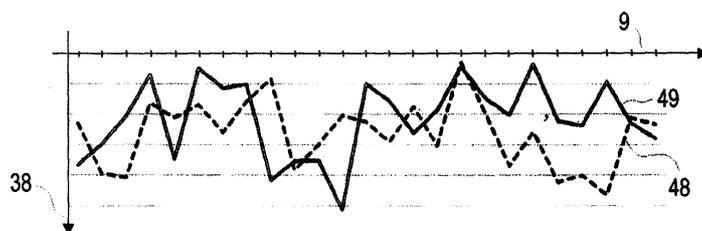
Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20