



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 140 077** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **G 01 N 29/20, G 01 S 15/32**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98122881/09, 23.12.1998

(24) Дата начала действия патента: 23.12.1998

(46) Дата публикации: 20.10.1999

(56) Ссылки: SU 575565 A1, 05.10.77. SU 1758541 A1, 30.08.92. US 3791199 A, 12.02.74. US 4299128 A, 10.11.81. US 4843847 A, 04.07.89. DE 3331468 A2, 07.03.85. FR 2455741 A1, 02.01.81.

(98) Адрес для переписки:  
117036, Москва, ул.Шверника, 4, Акустический институт им.акад.Н.Н.Андреева, Исаеву Н.С.

(71) Заявитель:

Унитарное государственное предприятие  
Акустический институт им.акад.Н.Н.Андреева

(72) Изобретатель: Васильев Н.А.,  
Лупанов В.Н.

(73) Патентообладатель:

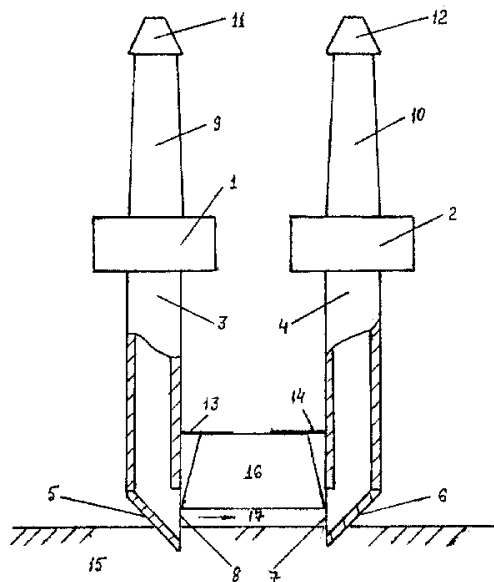
Унитарное государственное предприятие  
Акустический институт им.акад.Н.Н.Андреева

(54) СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЗАЗОРА МЕЖДУ ШПАЛОЙ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ НАСЫПЬЮ И АКУСТИЧЕСКИЙ ЗОНД ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАЗОРА МЕЖДУ ШПАЛОЙ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ НАСЫПЬЮ

(57) Реферат:

Изобретение относится к прикладной акустике и может использоваться для обнаружения локальных дефектов. Достижимый технический результат - оперативное получение объективных данных о наличии дефектов. В способе контроля звуковые волны направляют вертикально по звукопроводу к подошве шпалы, изменяют направление звука так, чтобы звук, проходя вдоль подошвы шпалы, попадал в окно приемного звукопровода, изменяют направление звуковых колебаний на вертикальное, направляя их к приемному тракту, а величину зазора определяют по степени затухания звука. Акустический зонд содержит передающий тракт с излучателем звуковых волн и приемный тракт с приемником звуковых волн и измерительным устройством. Излучатель звуковых волн акустически связан с передающим звукопроводом, в конце которого установлен под углом акустический отражатель. Приемник звуковых волн акустически связан с приемным звукопроводом, имеющим акустический отражатель, расположенный под

углом к оси звукопровода. 2 н. п. и 8 з. п. ф-лы, 1 ил.





(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 140 077** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **G 01 N 29/20, G 01 S 15/32**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98122881/09, 23.12.1998

(24) Effective date for property rights: 23.12.1998

(46) Date of publication: 20.10.1999

(98) Mail address:  
117036, Moskva, ul.Shvernika, 4,  
Akusticheskij institut im.akad.N.N.Andreeva,  
Isaevu N.S.

(71) Applicant:  
Unitarnoe gosudarstvennoe predpriatie  
Akusticheskij institut im.akad.N.N.Andreeva

(72) Inventor: Vasil'ev N.A.,  
Lupanov V.N.

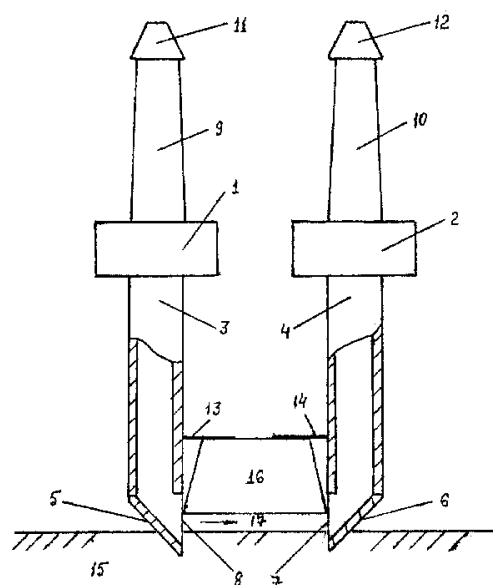
(73) Proprietor:  
Unitarnoe gosudarstvennoe predpriatie  
Akusticheskij institut im.akad.N.N.Andreeva

(54) **METHOD TESTING CLEARANCE BETWEEN TIE AND RAILWAY EMBANKMENT AND ACOUSTIC SONDE FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

FIELD: applied acoustics, detection of local defects. SUBSTANCE: sound waves in accordance with method are directed vertically over acoustic line to tie foot, direction of sound is so changed that sound passing along tie foot hits window of receiving acoustic line, direction of acoustic vibrations is changed to vertical one by their direction to receiving path and magnitude of clearance is determined by degree of dying down of sound. Acoustic sonde for implementation of method has transmitting path with sound wave radiator and receiving path with sound wave detector and measuring device. Sound wave radiator is acoustically coupled to transmitting acoustic line in which end acoustic reflector is mounted at angle. Sound wave detector is acoustically coupled to receiving acoustic line that has acoustic reflector arranged at angle with reference to axis of acoustic line. EFFECT: generation of objective data on presence of defects. 10

cl, 1 dwg



Настоящее изобретение относится к области прикладной акустики, а именно к акустической дефектоскопии и может быть использовано для оперативного контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью без прекращения движения поездов.

Из заявки Японии N 52-30864 (МПК В 61 К 9/08, 1977 г.) известна подвижная вагонная измерительная лаборатория, снабженная несколькими нагрузочными устройствами, которые при использовании располагаются вдоль железнодорожного пути и создают механическую нагрузку на определенном рельсовом участке, а также измерительным блоком, с помощью которого определяется степень деформации рельсового пути относительно его стандартной прямолинейности, происходящей при воздействии нагрузки. При контроле состояния путей используются следующие виды механических воздействий: только вертикальное усилие различной величины, горизонтальное и вертикальное усилия, вертикальное усилие и вибрационное воздействие, только горизонтальное усилие, горизонтальное усилие и вибрационное воздействие, только вибрационное воздействие, вертикальное и горизонтальное усилия и вибрационное воздействие. Измерения осуществляют посредством блока, позволяющего непрерывно определять степень деформации рельсового пути.

Однако использование указанной лаборатории и способа контроля, осуществляемого с ее помощью, не позволяет достоверно установить причину деформации рельсового пути и, тем более, обнаружить наличие зазора между шпалой и железнодорожной насыпью, поскольку при движении вагонной лаборатории и воздействии усилий этот зазор, как правило, исчезает.

Из патента США N 4932618, 1990 г., известен датчик для определения состояния сегмента рельсового пути, содержащий приспособление, устанавливаемое на тележке вагона, которое создает в рельсах первое звуковое колебание. От рельсов принимают второе звуковое колебание. С помощью компаратора сравнивают оба колебания, после чего осуществляется преобразование результата сравнения в величины, характеризующие состояние исследуемого участка рельсов.

С помощью этого датчика также невозможно осуществлять контроль зазора между шпалой и железнодорожной насыпью.

Из заявки Франции N 2561779 (1985 г.) известны способ и устройство для неразрушающего контроля состояния железнодорожных рельсов, содержащее каретку, перемещаемую по рельсу вместе с подвижным составом. На каретке размещен по меньшей мере один приемопередающий ультразвуковой узел с зондом, находящимся в акустическом контакте с поверхностью головки рельса. Один из зондов закреплен неподвижно на каретке, а другой зонд может перемещаться на ползуне, приводимом в движение силовым цилиндром, управляемым в функции энергии, принятой приемопередающим узлом.

Указанные способ и устройство позволяют осуществлять непрерывный контроль состояния головки рельса, но не зазора

между шпалой и железнодорожной насыпью. К тому же контроль не является оперативным. Требуется подготовка специального вагона. Выполнение процедуры контроля требует значительных материальных затрат.

5 Наиболее близким аналогом данного изобретения по совокупности признаков (прототипом) является способ контроля состояния жесткого покрытия, основанный на излучении и приеме звуковых волн, 10 определении степени затухания звука в контролируемом зазоре и нахождении размера зазора по степени затухания звука (см. авторское свидетельство СССР N 575565, 1977 г.). Устройство для контроля жесткого покрытия, реализующее способ, 15 содержит передающий и приемный тракты, при этом передающий тракт включает в себя излучатель звуковых волн, а приемный тракт - приемник звуковых волн с измерительным устройством в виде последовательно соединенных амплитудного детектора и 20 регистратора амплитуды.

При использовании указанных способа и устройства необходимо иметь доступ к зазору, что делает невозможным проведение измерений без выемки балласта по обеим 25 сторонам шпалы. Это значительно повышает стоимость выполнения измерительных операций. Кроме того, оставляет желать лучшего оперативность.

Заявляемое изобретение направлено на устранение вышеуказанных недостатков.

30 Достигаемый технический результат, который может быть получен при осуществлении изобретения, заключается в получении объективных данных контроля, повышении оперативности контроля, уменьшении его трудоемкости и снижении 35 стоимости работ.

Наконец, еще один дополнительный технический результат заключается в отсутствии влияния состояния соседних шпал на результаты контроля.

40 Вышеуказанные технические результаты обеспечиваются способом контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью, основанным на излучении и приеме звуковых волн, определении степени затухания звука в контролируемом зазоре и нахождении 45 размера зазора по степени затухания звука, в котором излучаемые звуковые волны направляют вертикально по передающему звукопроводу к подошве шпалы, в области которой изменяют направление звука так, чтобы звук распространялся вдоль подошвы шпалы по направлению к окну приемного 50 звукопровода, на глубине, равной глубине излучения, изменяют направление звуковых волн на вертикальное вверх и обеспечивают их прием на выходе приемного звукопровода, при этом величину промежутка уточняют по 55 результатам калибровки затухания на стенде.

В настоящем изобретении также 60 предусмотрен акустический зонд для контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью, содержащий передающий и приемный тракты, в котором передающий тракт включает в себя излучатель звуковых волн, а приемный тракт - приемник звуковых волн с измерительным устройством в виде последовательно соединенных амплитудного детектора и регистратора амплитуды, передающий тракт 65 размещен в контейнере, излучатель звуковых

волн акустически связан с передающим звукопроводом, в конце которого установлен под углом к оси звукопровода акустический отражатель, а приемный тракт размещен в другом контейнере, приемник звуковых волн акустически связан с приемным звукопроводом, включающим в себя акустический отражатель у окна, расположенный под углом к оси звукопровода, при этом каждый из звукопроводов снабжен ограничителем, обеспечивающим проникновение звукопровода на заданную глубину контролируемой насыпи путем фиксации ограничителя на верхней поверхности шпалы.

На поясняющем чертеже приведена структурная схема устройства - акустического зонда, позволяющего реализовать способ контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью.

На данной структурной схеме приняты следующие обозначения:

1 - контейнер с передающим трактом, включающим в себя излучатель звуковых волн;

2 - контейнер с приемным трактом, включающий в себя приемник звуковых волн с измерительным устройством в виде последовательно соединенных амплитудного детектора и регистратора амплитуды;

3 - передающий звукопровод;

4 - приемный звукопровод;

5, 6 - акустические отражатели;

7, 8 - заслонки;

9, 10 - патрубки контейнеров с передающим и приемным трактами;

11, 12 - ручки;

13, 14 - ограничители;

15 - контролируемая насыпь;

16 - шпала;

17 - зазор между шпалой и насыпью.

На представленном чертеже передающий и приемный звукопроводы изображены частично в сечении, а стрелкой указано направление распространения звуковой волны при осуществлении контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью с помощью акустического зонда. Для упрощения чертежа не показан балласт между верхней поверхностью и подошвой шпалы.

Как следует из приведенного чертежа, акустический зонд для контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью содержит контейнер 1 с передающим трактом, включающим в себя излучатель звуковых волн, другой контейнер 2 с приемным трактом, включающим в себя приемник звуковых волн с измерительным устройством в виде последовательно соединенных амплитудного детектора и регистратора амплитуды (непоказанных), передающий звукопровод 3 и приемный звукопровод 4. Излучатель звуковых волн (непоказанный) акустически связан с передающим звукопроводом 3, в конце которого установлен под углом к оси звукопровода 3 акустический отражатель 5. Приемник звуковых волн (непоказанный) акустически связан с приемным звукопроводом 4, включающим в себя акустический отражатель 6 у окна, которое может быть закрыто заслонкой 7, выполненной из звукопрозрачного материала для предотвращения попадания материала насыпи на акустический отражатель. Окно

передающего звукопровода 3 также может быть снабжено заслонкой 8, выполненной из звукопрозрачного материала. К верхней части контейнера 1 прикреплен патрубок 9, а к верхней части контейнера 2 - патрубок 10. Патрубок 9 имеет ручки 11, а патрубок 10 - ручки 12. В патрубках 9 и 10 размещены гальванические элементы питания, а на боковых поверхностях патрубков 9 и 10 закреплены выключатели и сигнальные элементы. Передающий звукопровод 3 снабжен ограничителем 13, а приемный звукопровод - ограничителем 14. Ограничители 13 и 14 обеспечивают проникновение звукопроводов 3 и 4 на заданную глубину контролируемой насыпи 15 путем фиксации ограничителей 13 и 14 на верхней поверхности шпалы 16.

Акустический отражатель 5 может быть расположен под углом к оси передающего звукопровода, лежащим в диапазоне значений  $30^\circ - 60^\circ$ , а акустический отражатель 6 под углом к оси приемного звукопровода 4, также лежащим в диапазоне углов  $30^\circ - 60^\circ$ .

Наиболее предпочтительным является угол  $45^\circ$ .

Также предпочтительным является выполнение передающего звукопровода 3 и приемного звукопровода 4 в виде металлических трубок, имеющих, предпочтительно, круговую форму в поперечном сечении, однако возможно использование трубок и прямоугольной (в том числе квадратной) формы в поперечном сечении или, например, эллиптической.

Предпочтительно, трубка изготовлена из алюминия.

Контейнер 1 может быть расположен внутри передающего звукопровода 3, тогда как контейнер 2 может быть расположен внутри приемного звукопровода 4.

При осуществлении способа контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью передающий звукопровод 3 и приемный звукопровод 4 вводят вертикально в насыпь по разные стороны шпалы 16. Для этого корпуса контейнеров 1 и 2 используют как опоры для ноги, придерживая звукопроводы 3 и 4 за ручки 11 и 12 соответственно. Звукопроводы 3 и 4 продвигают вниз до тех пор, пока ограничители 13 и 14 не лягут на верхнюю поверхность шпалы 16. Когда это произойдет, окна звукопроводов 3 и 4 будут обращены к зазору 17 между шпалой 16 и железнодорожной насыпью 15. Ограничители 13 и 14 имеют форму прямоугольных пластинок. При продвижении звукопроводов 3 и 4 вниз следят, чтобы указанные пластинки ограничителей 13 и 14 были перпендикулярны к продольной оси шпалы 16. Заслонки 7 и 8 препятствуют попаданию балласта в звукопроводы 3 и 4. Для облегчения введения звукопроводов 3 и 4 можно предварительно высверлить в насыпи отверстия до нужной и даже до большей глубины (поскольку глубина введения звукопроводов 3 и 4 задается ограничителями 13 и 14), в которые уже вводить звукопроводы 3 и 4. Более того, сами отверстия можно использовать в качестве звукопроводов. Кроме того, вводимые в насыпь концы звукопроводов 3 и 4 можно снабдить заостренными наконечниками.

После того, как звукопроводы 3 и 4 установлены соответствующим образом, подают питание на передающий тракт и на приемный тракт. При этом в зазор 17 непрерывно излучаются звуковые волны, которые после прохождения зазора 17 отражаются акустическим отражателем 6 и поступают на приемник звуковых волн с измерительным устройством. Вращая звукопроводы 3, 4 вокруг своей оси в небольшом диапазоне углов друг относительно друга, добиваются получения максимального из возможных сигналов, руководствуясь показаниями регистратора амплитуды приемника звуковых волн. С целью экономии источников питания можно использовать импульсный режим работы. Чтобы определить размер зазора используют результаты калибровки на стенде, которые с достаточной степенью точности имитируют реальные условия. Частоту звуковых волн, размер окон передающего звукопровода 3 и приемного звукопровода 4 выбирают такими, чтобы для зазоров 17 всех возможных размеров и при допустимых отклонениях в положениях звукопроводов 3 и 4 пучок излучаемых звуковых волн перекрывал зазор 17 и все прошедшие через зазор 17 звуковые волны попадали в приемный звукопровод 4. Предусмотрена возможность регулировки в некоторых пределах мощности излучения и частоты звуковых волн.

Акустический зонд для контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью испытывался на стенде и полигоне ВНИИ железнодорожной техники. Как при измерениях на стенде, так и при измерениях в реальных условиях, точность измерений составляла  $\pm 1$  мм при зазоре размером 10 мм. В реальных условиях измерения проводились без прекращения движения. Указанное позволяет сделать вывод о соответствии предлагаемой группы изобретений условию промышленной применимости, а отсутствие в уровне техники технических решений с указанной совокупностью существенных признаков, установленное в результате проведенного патентного поиска, позволяет сделать заключение о соответствии ее условиям новизны и изобретательского уровня.

#### Формула изобретения:

1. Способ контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью, основанный на излучении и приеме звуковых волн, определении степени затухания звука в контролируемом зазоре и нахождении размера зазора по степени затухания звука, отличающийся тем, что излучаемые звуковые волны направляют вертикально по передающему звукопроводу к подошве шпалы, в области которой изменяют направление звука так, чтобы звук

распространялся вдоль подошвы шпалы по направлению к окну приемного звукопровода, на глубине, равной глубине излучения, изменяют направление звуковых колебаний на вертикальное кверху и обеспечивают их прием на выходе приемного звукопровода, при этом величину зазора уточняют по результатам калибровки затухания на стенде.

2. Акустический зонд для контроля зазора между шпалой и железнодорожной насыпью, содержащий передающий и приемный тракты, в котором передающий тракт включает в себя излучатель звуковых волн, а приемный тракт - приемник звуковых волн с измерительным устройством в виде последовательно соединенных амплитудного детектора и регистратора амплитуды, отличающийся тем, что передающий тракт размещен в контейнере, излучатель звуковых волн акустически связан с передающим звукопроводом, в конце которого установлен под углом к оси звукопровода акустический отражатель, а приемный тракт размещен в другом контейнере, приемник звуковых волн акустически связан с приемным звукопроводом, включающим в себя акустический отражатель у окна, расположенный под углом к оси звукопровода, при этом каждый из звукопроводов снабжен ограничителем, обеспечивающим проникновение звукопровода на равную заданную глубину контролируемой насыпи путем фиксации ограничителя на верхней поверхности шпалы.

3. Акустический зонд по п.2, отличающийся тем, что в конце передающего звукопровода отражатель установлен под углом от 30 до 60° к оси звукопровода.

4. Акустический зонд по п.2, отличающийся тем, что акустический отражатель у окна приемного звукопровода расположен под углом от 30 до 60° к оси звукопровода.

5. Акустический зонд по п.2, отличающийся тем, что передающий звукопровод выполнен в виде металлической трубки.

6. Акустический зонд по п.5, отличающийся тем, что приемный звукопровод выполнен в виде металлической трубки.

7. Акустический зонд по п.6, отличающийся тем, что металлическая трубка имеет круговую форму в поперечном сечении.

8. Акустический зонд по п.6, отличающийся тем, что трубка изготовлена из алюминия.

9. Акустический зонд по п.2, отличающийся тем, что контейнер передающего тракта расположен в передающем звукопроводе.

10. Акустический зонд по п.9, отличающийся тем, что контейнер приемного тракта расположен в приемном звукопроводе.