



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 199 459** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **B 61 K 9/08**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000107981/28, 03.04.2000

(24) Дата начала действия патента: 03.04.2000

(43) Дата публикации заявки: 10.03.2002

(46) Дата публикации: 27.02.2003

(56) Ссылки: RU 98100628 A 27.10.1999. SU 1576616 A1 07.07.1990. SU 1675146 A1 07.09.1991. WO 96/01159 A 04.01.1996. GB 2077822 A 06.05.81. Реферативный журнал "Металлургия", 1997, №4, 4Д 69.

(98) Адрес для переписки:
654054, г.Новокузнецк, ул. Косыгина, 61-83,
С.В.Чабану

(71) Заявитель:
Чабан Сергей Викторович

(72) Изобретатель: Чабан С.В.

(73) Патентообладатель:
Чабан Сергей Викторович

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ, СКРУЧЕННОСТИ И РАЗНОВЫСОТНОСТИ РЕЛЬСОВ

(57)

Устройство относится к измерительной технике и может быть использовано для бесконтактного измерения пространственных отклонений рельсов в одной или нескольких плоскостях от прямой линии, а также скрученности и разнорысотности рельсов. Устройство содержит механическую часть для крепления измерительных датчиков, механизмы перемещения рельса через зону контроля, импульсные датчики пути на входе и выходе измерительной установки, операционный блок, радиочастотные датчики для бесконтактного измерения расстояния до поверхности рельса и маркеры для автоматической разбраковки продукции, причем операционный блок автоматически выполняет регулярную проверку параметров

радиочастотных датчиков с целью минимизации погрешности измерения, а прямолинейность, скрученность и разнорысотность движущегося рельса рассчитывается аналитически в зависимости от величины текущих зазоров между неподвижными радиочастотными датчиками и контролируемые поверхности рельса. Технический результат - возможность измерения скрученности и разнорысотности рельсов по длине при их поступательном перемещении по транспортному рольгангу на скорости до 3 м/с в условиях запыленности и загазованности атмосферы в зоне контроля, загрязненности поверхности рельса окалиной металлургического происхождения, маслами после их термической обработки и т.п. 7 ил.

RU 2 199 459 C2

RU 2 199 459 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 199 459** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **B 61 K 9/08**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

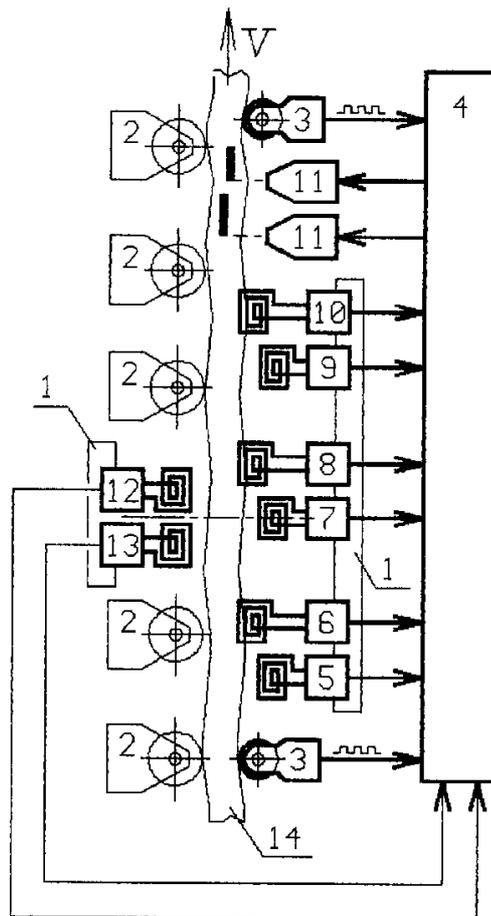
(21), (22) Application: 2000107981/28, 03.04.2000
 (24) Effective date for property rights: 03.04.2000
 (43) Application published: 10.03.2002
 (46) Date of publication: 27.02.2003
 (98) Mail address:
 654054, g.Novokuznetsk, ul. Kosygina, 61-83,
 S.V.Chabanu

(71) Applicant:
 Chaban Sergej Viktorovich
 (72) Inventor: Chaban S.V.
 (73) Proprietor:
 Chaban Sergej Viktorovich

(54) **DEVICE FOR CHECKING LINEARITY, TWIST AND HEIGHT DIFFERENCE OF RAILS**

(57) Abstract:

FIELD: railway transport; measurement facilities. SUBSTANCE: invention relates to non-contact measurements of special deflections of rails in one or several planes from straight line and also twist of rails and difference in rail height. Proposed device contains mechanical part for fastening pickups, mechanisms for moving the rail through check zone, impulse track pickups at inlet and outlet of measuring set, operating unit, radio frequency pickups for non-contact measurements of distance to rail surface and markers for automatically grading of products. Operating unit provides automatic constant monitoring of parameters of radio frequency pickups to bring to minimum errors in measurements. Linearity, twist and height difference in moving rail is calculated analytically depending on value of current clearances between fixed radio frequency pickups and surfaces of rail under checking. Invention makes it possible to check twist and height difference in rails over their length at translational displacement over roll bed at speed up to 3 m/s in dust-laden and gas-contaminated atmosphere in zone of checking and contamination of rail surfaces with scale and oil after heat treatment. EFFECT: enlarged operating capabilities and improved reliability of checking. 7 dwg



Фиг. 1

RU 2 199 459 C2

RU 2 199 459 C2

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для бесконтактного измерения отклонений рельса в одной или нескольких плоскостях от прямой линии с одновременным измерением скрученности и разновысотности рельса.

Известно устройство для измерения прямолинейности и геометрических размеров рельсов Mesameter P SW фирмы MESACON Gesellschaft Fur Messtechnik MBH (Германия) (Реферативный журнал. Металлургия. 1997, N4, 4Д69). Устройство содержит механическую часть с измерительной балкой для крепления измерительных датчиков, механизмы перемещения и фиксации измерительной балки по высоте, механизмы перемещения рельса через зону контроля, импульсные датчики пройденного рельсам пути на входе и выходе измерительной установки, щеточную машину для грубой очистки поверхности рельса от окалины, лазерные датчики для бесконтактного измерения расстояния до контролируемой поверхности и операционный блок для ввода, анализа и отображения информации. Полученная с датчиков информация анализируется по методу Фурье, в результате чего определяются пространственные длины волн и их амплитуды. Недостатками данного устройства являются обязательность очистки рельсов от окалины и прочих загрязнений поверхности, необходимость образцового рельса с жесткими допусками по отклонениям от идеальной плоскости, высокие требования, предъявляемые к механизмам перемещения рельса через зону контроля, низкая скорость контроля (до 1 м/с).

Наиболее близким к предлагаемому устройству является устройство для контроля прямолинейности рельсов (заявка на изобретение 9В100628/28(000233) от 6 января 1999 г., положительное решение на выдачу патента от 29 апреля 1999г.), содержащее механическую часть для крепления измерительных датчиков, механизмы перемещения рельса через зону контроля, операционный блок, импульсные датчики пути на входе и выходе измерительной установки, три и более радиочастотных датчика для бесконтактного измерения расстояния до поверхности рельса в каждой из контролируемых плоскостей и маркеры для автоматической разбраковки продукции. Каждый из радиочастотных датчиков представляет собой последовательно соединенные катушку индуктивности и высокочастотный генератор, выход которого соединен с соответствующим входом операционного блока, причем операционный блок автоматически выполняет регулярную проверку параметров радиочастотных датчиков с целью минимизации погрешности измерения, а прямолинейность движущегося рельса рассчитывается аналитически в зависимости от величины текущих зазоров между неподвижными радиочастотными датчиками и контролируемыми поверхностями рельса. Недостатками данного устройства является отсутствие возможности замера таких важных геометрических параметров, как скрученность и разновысотность рельса по длине.

Задачей, на решение которой направлена заявляемое изобретение, является получение достоверной информации о геометрических

характеристиках контролируемых рельсов, а именно прямолинейности, скрученности и разновысотности для оптимального управлений технологическими режимами правки рельсов при их поступательном перемещении по транспортному ролянгу на высоких скоростях в условиях поточного прокатного производства, для которых характерны запыленность атмосферы в зоне контроля, загрязненность поверхности рельса окалиной металлургического происхождения, маслами после их термической обработки и т.п.

Технический результат достигается тем, что устройства для контроля прямолинейности, скрученности и разновысотности рельсов, содержащее механическую часть для крепления измерительных датчиков, механизмы перемещения рельса через зону контроля, импульсные датчики пути на входе и выходе измерительной установки, операционный блок, соответствующие входы которого соединены с выходами импульсных датчиков пути, маркеры для автоматической разбраковки продукции, входы которых соединены с соответствующими выходами операционного блока, и не менее трех радиочастотных датчиков для анализа прямолинейности в каждой контролируемой плоскости, бесконтактно измеряющих расстояния до поверхности катания и боковой поверхности головки рельса, каждый радиочастотный датчик представляет собой последовательно соединенные катушку индуктивности и высокочастотный генератор, выход которого соединен с соответствующим входом операционного блока, автоматически выполняющего регулярную проверку параметров всех радиочастотных датчиков с целью минимизации погрешности измерения, снабжена двумя дополнительными радиочастотными датчиками для бесконтактного измерения расстояний до нижней поверхности подошвы рельса и расположенными со стороны подошвы под одним из радиочастотных датчиков, который измеряет расстояние до поверхности катания головки рельса, причем дополнительные радиочастотные датчики ориентированы по прямой, перпендикулярной продольной оси рельса и проходящей через плоскость, параллельную плоскости подошвы рельса, а прямолинейность, скрученность и разновысотность рельса рассчитывается аналитически в зависимости от величины текущих зазоров между неподвижными радиочастотными датчиками и соответствующими поверхностями рельса в ходе поступательного движения последнего через зону контроля.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство отличается наличием новых блоков, а именно двумя дополнительными радиочастотными датчиками для бесконтактного измерения расстояния до нижней поверхности подошвы рельса, включенными в вышеуказанные связи с операционным блоком. Дополнительные радиочастотные датчики расположены на одной прямой, перпендикулярной продольной оси рельса и проходящей через плоскость, параллельную плоскости подошвы рельса. Таким образом, заявляемое устройство соответствует критерию изобретения

"новизна".

Сравнение заявляемого решения с другими техническими решениями показывает, что радиочастотные датчики для бесконтактного измерения расстояния до контролируемой поверхности. (Справочник по средствам автоматики /Под ред. В. Э. Низе и И.В.Антика. М.: Энергоатомиздат, 1983 г., с. 90, с. 93) широко известны. Известно также, что применяемый в прототипе принцип регулярной проверки параметров радиочастотных датчиков с целью минимизации погрешности измерений позволяет применять эти датчики для контроля прямолинейности рельсов в условиях повышенной загрязненности, в частности, в заявляемом устройстве указанное свойство позволяет разместить дополнительные радиочастотные датчики под подошвой, с поверхности которой в ходе транспортировки рельса непрерывно осыпается отслоившаяся окалина. Однако после того, как дополнительные радиочастотные датчики были сориентированы в пространстве указанным образом и включены в указанные связи с остальными элементами схемы, устройство приобрело новые свойства, а именно благодаря размещению дополнительных радиочастотных датчиков по прямой, перпендикулярной продольной оси рельса, появилась возможность измерять текущий угол наклона подошвы рельса в поперечной плоскости, а связав полученные таким образом замеры с информацией, поступившей от импульсных датчиков пути, оценить величину скрученности рельса по его длине. Кроме того, одновременно обрабатывая операционным блоком информацию о рабочем зазоре одного из радиочастотных датчиков прямолинейности вертикальной плоскости и информацию о зазорах, расположенных под ним с противоположной стороны рельса дополнительных радиочастотных датчиков, можно оценить текущее значение высоты рельса, а связав это значение с информацией, поступившей от импульсных датчиков пути, оценить величину разновысотности рельса. Полученные таким образом синергетические эффекты позволяют сделать вывод о соответствии технического решения условию "изобретательского уровня".

На фиг.1 представлена блочная функциональная электрическая схема устройства, на фиг.2 - вариант расположения элементов устройства в зоне контроля (соответственно виды сбоку и прямо), на фиг.3 и 4 - примеры зависимости частот радиочастотных датчиков от величины рабочего зазора в различных плоскостях контроля, на фиг.5 и 6 - графические пояснения к проявлениям скрученности рельса и к алгоритмам ее оценки, на фиг.7 - примеры графиков скрученности нескольких рельсов, полученных с помощью заявляемого устройства.

Устройство для контроля прямолинейности, скрученности и разновысотности рельса содержит механическую часть для крепления измерительных датчиков 1, механизмы перемещения рельса через зону контроля 2, импульсные датчики пути 3 на входе и выходе

измерительной установки, операционный блок 4, соответствующие входы которого соединены с выходами импульсных датчиков пути 3, радиочастотные датчики для бесконтактного измерения расстояния до контролируемой поверхности (маркеры для автоматической разбраковки продукции 11, входы которых соединены с соответствующими выходами операционного блока 4, дополнительные радиочастотные датчики 12 и 13 для бесконтактного измерения расстояния до поверхности подошвы рельса), выход каждого из радиочастотных датчиков 5-10, 12, 13 соединен с соответствующим входом операционного блока 4.

Техническая реализация устройства может быть выполнена следующим образом. Механическая часть для крепления измерительных датчиков 1 изготавливается из стального уголка или швеллера и закрепляется неподвижно на фундаменте (на фиг.2 показана условно). Механизмы перемещения рельса через зону контроля 2 могут представлять собой ролики транспортного рольганга, форма которых (фиг. 2) ограничивает свободу перемещения рельса в горизонтальной плоскости (с целью устранения возможности выхода величины зазора H_y за допустимые пределы). В качестве импульсных датчиков пути 3 может применяться устройство, представляющее собой фотозлектрический узел, формирующий импульсы при вращении прижатого к поверхности рельса прорезиненного диска так, чтобы на пройденный рельсом определенный отрезок пути приходился один импульс.

Операционный блок 4 может быть выполнен на базе персонального компьютера, дополненного специальной платой для ввода/вывода частотной (дискретной) информации и соответствующим программным обеспечением (Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера IBM PC. Под общей редакцией Ю.В.Новикова. Практ. пособие - М.: ЭКОМ. 1998). Каждый из радиочастотных датчиков для бесконтактного измерения расстояния до контролируемой поверхности 5-10, 12, 13 представляет собой катушку индуктивности, подключенную к соответствующим входам высокочастотного генератора, выполненного по типовой схеме (Справочник радиолюбителя конструктора. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1983. с. 274, рис.7.4). Каждая из катушек жестка связана с механической частью для крепления измерительных датчиков 1. Форма и количество витков катушки индуктивности выбирается из условий оптимизации механических и метрологических параметров установки при заданных граничных значениях величин рабочих зазоров H_z , H_y (фиг.2), H_{12} , H_{13} (фиг.6), а также известных величинах допустимых произвольных перемещений рельса вдоль осей Y и Z (фиг. 2) во время контроля. Для обострения диаграммы направленности катушки дополнительных радиочастотных датчиков 12 и 13 помещают в чашки от броневых ферритовых сердечников. (Справочник радиолюбителя конструктора. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1983 с. 421, рис.12.29.в). В качестве маркеров 11

для автоматической разбраковки продукции может быть использован любой управляемый краскоотметчик дефектов, например, по а.с. СССР 1226264, МКИ4 G 01 N 27/82, G 01 N 29/04.

Устройство работает следующим образом. Контролируемый рельс 14 транспортируется с помощью механизмов перемещения рельса 2 через зону контроля в положении на подошве, при этом между неподвижными радиочастотными датчиками 5±10, 12, 13 и поверхностью рельса имеются зазоры H_z , H_y , H_{12} , H_{13} , величина которых должна исключать возможность повреждения катушек радиочастотных датчиков (на практике 10±30 мм). Радиочастотные датчики 5±10 разделены на группы, которые используются для измерения прямолинейности рельса в определенной плоскостях. В каждой группе должно быть не менее трех радиочастотных датчиков. Так радиочастотные датчики 5, 7, 9 служат для замера прямолинейности поверхности катания рельса (в вертикальной плоскости), а радиочастотные датчики 6, 8, 10 для замера прямолинейности боковой поверхности (в горизонтальной плоскости).

Каждый из радиочастотных датчиков имеет собственную, уникальную зависимость вырабатываемой им частоты от величины рабочего зазора, или т.н. "частотно-зазорную" характеристику. "Частотно-зазорная" характеристика радиочастотных датчиков 5, 7, 9, 12, 13 может быть описана двумерной зависимостью, вариант которой представлен на фиг.3. Здесь по оси абсцисс отложены величины рабочего зазора H_z в микронах, а по оси ординат - соответствующая этим зазорам частота сигнала F , которая формируется на выходе указанных радиочастотных датчиков. Операционный блок 4, измерив текущую частоту сигнала F_i , поступившего от радиочастотного датчика и, зная "частотно-зазорную" характеристику последнего, может точно определить величину текущего рабочего зазора датчик-рельс.

Замеры зазоров в группе радиочастотных датчиков для оценки прямолинейности рельса в горизонтальной плоскости осуществляются несколько иначе. Поскольку проекция рельса на вертикальную плоскость не является симметричной, то "частотно-зазорная" характеристика радиочастотных датчиков 6, 8, 10 может быть описана трехмерной зависимостью (поверхность в трехмерном пространстве), вариант которой представлен на фиг.6. Здесь по оси абсцисс отложены величины рабочего зазора H_y в микронах, по оси аппликат - величина смещения рельса в вертикальной плоскости H_z в микронах, а по оси ординат соответствующая этим зазорам и смещениям частоты сигнала F , который формирует на своем выходе один из радиочастотных датчиков 6, 8, 10. Таким образом, операционный блок 4, измерив текущую частоту сигнала F_i , поступившего от этого радиочастотного датчика, зная его трехмерную "частотно-зазорную" характеристику и величину вертикального смещения рельса H_{zi} , информацию о котором он только что получил от соседнего датчика "вертикальный" группы (радиочастотные датчики 5, 7, 9), может определить величину

текущего рабочего зазора H_{yi} между радиочастотным датчиком и находящейся под ним боковой поверхностью) рельса.

Полученная таким образом информация с радиочастотных датчиков 5±10 используется для оценки прямолинейности рельса, которая рассчитывается операционным блоком 4 аналитически, как и в устройстве-прототипе, по одному или нескольким известным алгоритмам решения подобных задач.

Информация с дополнительных радиочастотных датчиков 12 и 13 используется для оценки скрученности рельса. В соответствии с нормативными требованиями величина скрученности рельса в положении "на подошве" определяется по величине зазора T между поверхностью, на которой располагается контролируемый рельс, и одним из краев подошвы рельса (фиг.5). Операционный блок 4, получив информации с радиочастотных датчиков 12 и 13, определяет величины зазоров H_{12} и H_{13} (фиг.6). При этом справедливы выражения

$$t = H_{13} - H_{12} \quad (1)$$

$$d = \arctg \frac{t}{b}; \quad (2)$$

$$T_j = t \cdot \frac{B}{b} \cdot \cos d, \quad (3)$$

где t - величина разности рабочих зазоров радиочастотных датчиков 13 и 12, мкм;

H_{13} , H_{12} - величины рабочих зазоров радиочастотных датчиков 13 и 12, соответственно, мкм;

α - угол наклона оси текущего сечения рельса к вертикальной оси Z , град. ;

T_j - оценка величины скрученности текущего 7-го сечения рельса, мм;

B - ширина подошвы рельса, мм;

b - расстояние между осями радиочастотных датчиков 12 и 13, мм.

При прохождении рельсом очередного отрезка с одного из датчиков пути 3 поступает соответствующий импульс, и операционный блок 4 запоминает очередной результат вычислений T_j в соответствующем массиве. Одновременно запоминается информация о текущей высоте рельса (фиг.6), которая при малых изменениях углов α с достаточной точностью может быть определена из выражения

$$H_{Rj} = H_B - \left(H_z + \frac{H_{12} + H_{13}}{2} \right) \quad (4)$$

где H_{Rj} - оценка высоты текущего сечения рельса, мкм;

H_B - расстояние между радиочастотным датчиком 7 и линией установки радиочастотных датчиков 12 и 13, мкм;

H_z - зазор между радиочастотным датчиком 7 и поверхностью катания рельса.

После выхода очередного рельса из зоны контроля операционный блок 4 усредняет полученные замеры по формулам

$$R_T = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N T_j \quad (5)$$

$$R_H = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N H_{Rj} \quad (6)$$

где R_T - величина систематической погрешности при оценке скрученности рельса,

которая связана с непараллельностью линии расстановки дополнительных радиочастотных датчиков па отношению к плоскости механизмов перемещения рельса через зону контроля, мкм;

$R_{\text{ц}}$ - средняя высота рельса, мкм;

N - количество выполненных замеров на проконтролированном рельсе.

Заключительным этапам является окончательное уточнение полученных результатов по формулам (7) и (8), при этом из замеров скрученности убирается систематическая погрешность R_{T} , а из замеров разновысотности - неопределенность значений H_{B} и α

$$T_j^* = T_j - R_{\text{T}} \quad (7);$$

$$H_{R_j}^* = H_{R_j} - R_{\text{H}},$$

где T_j^* - уточненное значение j -го элемента массива скрученности для данного рельса, мкм (j меняется от 1 до N);

$H_{R_j}^*$ - величина разновысотности в j -ом элементе массива разновысотности для данного рельса, мкм (j меняется от 1 до N).

Полученные уточненные значения скрученности и разновысотности, а также непрямолинейности рельса сравниваются с заданными предельными уровнями, после чего операционный блок 4 с помощью маркеров 11 производит разбраковку рельсов по сортам.

На фиг. 7 представлены диаграммы скрученности объемнозакаленных рельсов типа Р65 длиной 25 м, полученные на заявляемом устройстве с применением приведенного выше алгоритма. По горизонтальной оси отложена координата текущего сечения рельса в мм, по вертикальной оси - скрученность рельса относительно виртуальной идеальной поверхности, в мкм (микронах). Скорость транспортировки каждого рельса в ходе контроля изменялась от 1,3 м/с (на входе) до 2,5 м/с (на выходе).

Межосевое расстояние b (фиг.6) для повышения точности и чувствительности контроля должно быть соизмеримо с шириной подошвы контролируемого рельса, однако его верхнее значение ограничивается амплитудой возможных случайных поперечных смещений рельса вдоль оси Y (фиг.2) и определяется неравенствам

$$b \leq B - (2+3) \cdot r - 2 \cdot A_y, \quad (9)$$

где r - радиус катушек радиочастотных датчиков 12, 13, мкм;

A_y - максимально-возможная амплитуда поперечных смещений рельса во время контроля, мкм.

Радиочастотным датчикам присущ такой серьезный недостаток, как медленный дрейф "частотно-зазорной" характеристики при изменении внешних условий (температура окружающей среды, влажность, атмосферное давление, старение элементов электрической схемы т.п.). Для устранения влияния этого фактора в предлагаемой устройстве, также как и прототипе, предусмотрена возможность автоматической регулярной проверки параметров радиочастотных датчиков с целью минимизации погрешности измерения. Указанная задача решается следующим образом. После того, как очередной рельс покидает зону контроля, операционный блок измеряет у каждого радиочастотного датчика значение асимптотической частоты F ,

соответствующей бесконечному удалению рельса от соответствующего радиочастотного датчика, и сравнивает измеренное значение с соответствующей величиной F_a (фиг.3), которая была получена при калибровке данного датчика. Если в результате сравнения этих двух величин выявляется разница ΔF_a , то все последующие вычисления зазоров H_z , H_y , H_{12} , H_{13} выполняются с коррекцией на величину ΔF_a для соответствующего датчика.

Калибровка каждого радиочастотного датчика, т.е. снятие его "частотно-зазорной" характеристики осуществляется отдельно на образцах всех типов рельсов (S49, P50, UIC60, P65 и т.п.) любым известным способом, гарантирующим требуемую точность, например, на специальном стенде, оснащенный прецизионным управляемым домкратом, перемещающим образец рельса относительно датчика в двух плоскостях. Результат калибровки по каждому радиочастотному датчику и типу рельса запоминается на магнитном носителе.

Перед началом контроля в операционный блок 4 вводится информация о расстановке и ориентации радиочастотных датчиков, их "частотно-зазорные" характеристики, полученные при калибровке на том типе рельса, который предполагается подвергать контролю, пространственное расположение маркеров, величины "браковочных" уровней по каждой из плоскостей и т.п., затем дают операционному блоку 4 команду уточнить величины ΔF_a для каждого из радиочастотных датчиков, после чего приступают к контролю рельсов.

Формула изобретения:

Устройство для контроля прямолинейности, скрученности и разновысотности рельсов, содержащее механическую часть для крепления измерительных датчиков, механизмы перемещения рельса через зону контроля, импульсные датчики пути на входе и выходе измерительной установки, операционный блок, соответствующие входы которого соединены с выходами импульсных датчиков пути, маркеры для автоматической разбраковки продукции, входы которых соединены с соответствующими выходами операционного блока, и не менее трех радиочастотных датчиков для анализа прямолинейности в каждой контролируемой плоскости, бесконтактно измеряющих расстояния до поверхности катания и боковой поверхности головки рельса, каждый радиочастотный датчик представляет собой последовательно соединенные катушку индуктивности и высокочастотный генератор, выход которого соединен с соответствующим входом операционного блока, автоматически выполняющего регулярную проверку параметров всех радиочастотных датчиков с целью минимизации погрешности измерения, отличающееся тем, что в него введены два дополнительных радиочастотных датчика для бесконтактного измерения расстояний до нижней поверхности подошвы рельса и расположенных со стороны подошвы под одним из радиочастотных датчиков, который измеряет расстояние до поверхности катания головки рельса, причем дополнительные

радиочастотные датчики сориентированы по прямой, перпендикулярной продольной оси рельса и проходящей через плоскость, параллельную плоскости подошвы рельса, а прямолинейность, скрученность и разновысотность рельса рассчитывается

аналитически в зависимости от величины текущих зазоров между неподвижными радиочастотными датчиками и соответствующими поверхностями рельса в ходе поступательного движения последнего через зону контроля.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

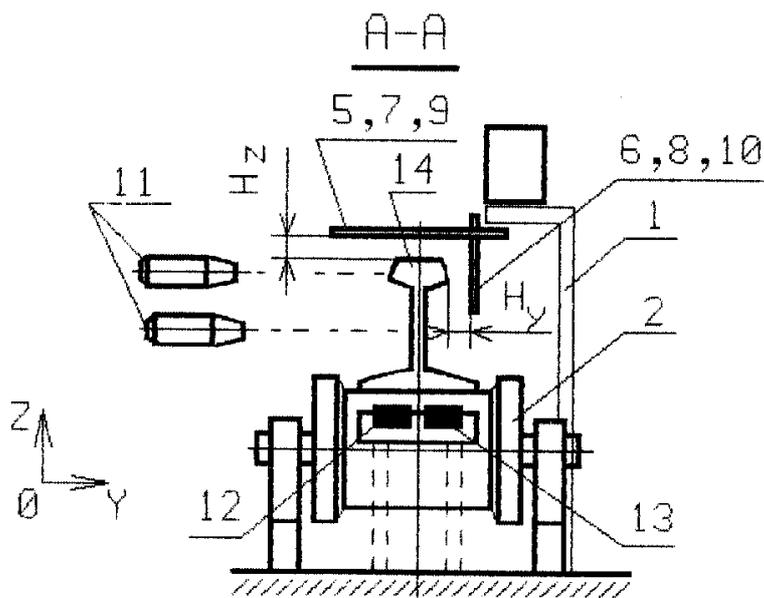
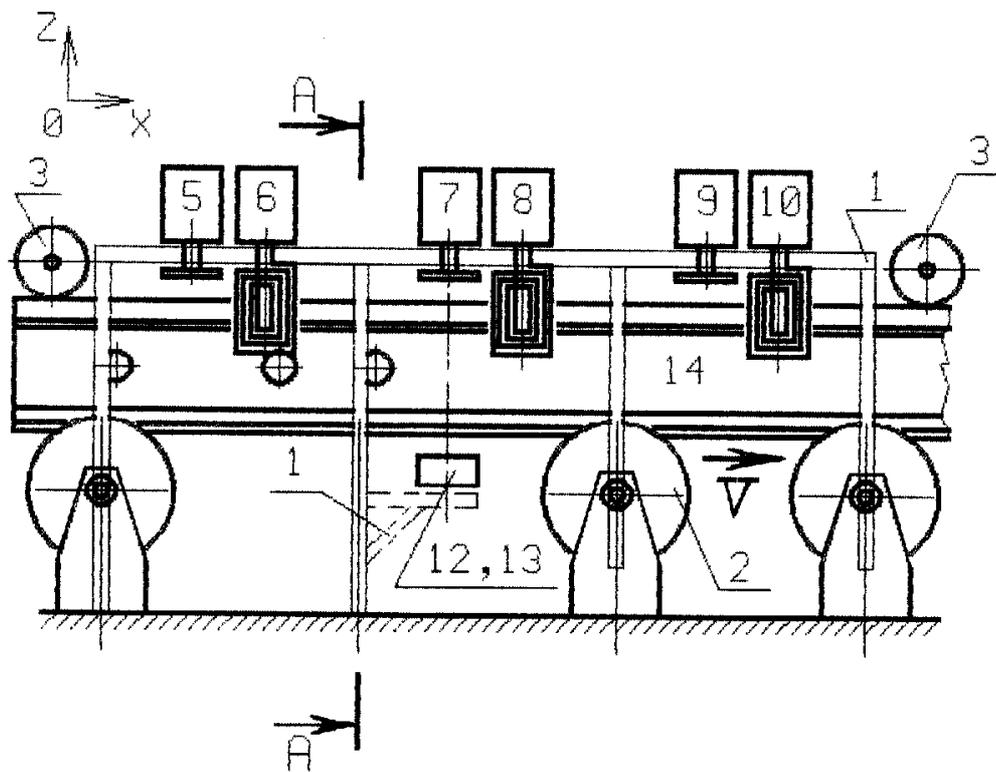
50

55

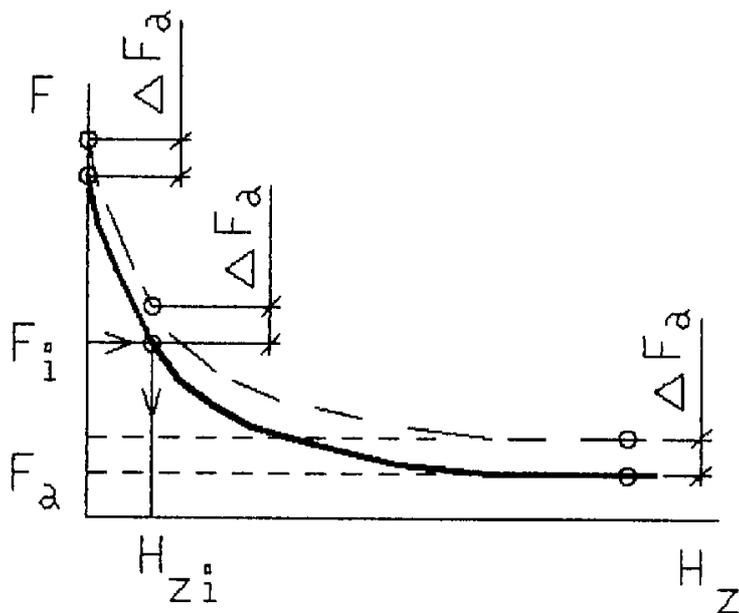
60

RU 2199459 C2

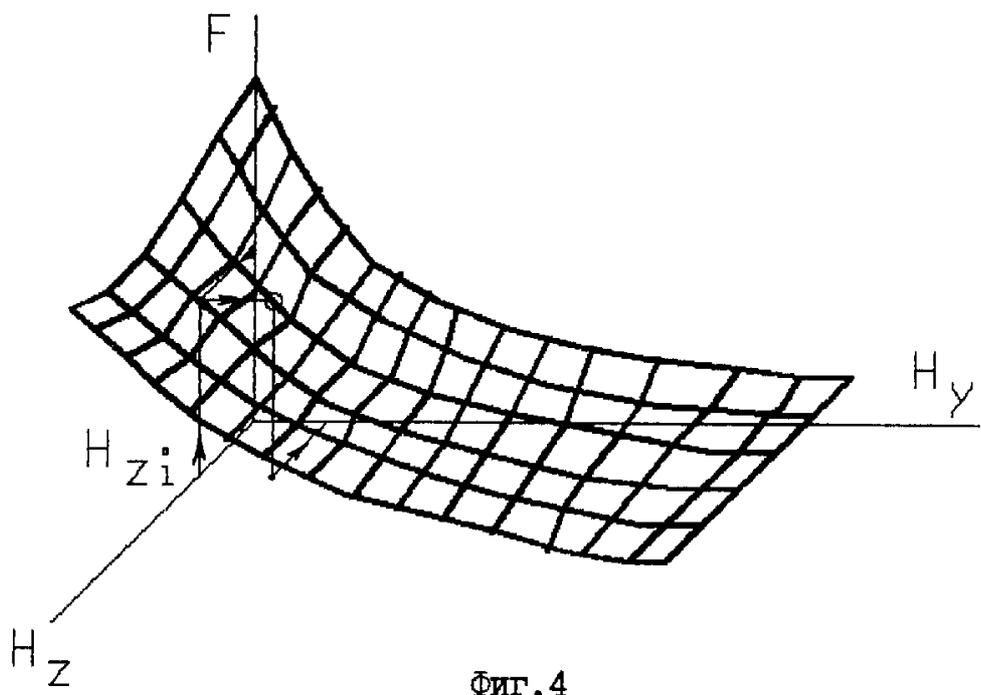
RU 2199459 C2



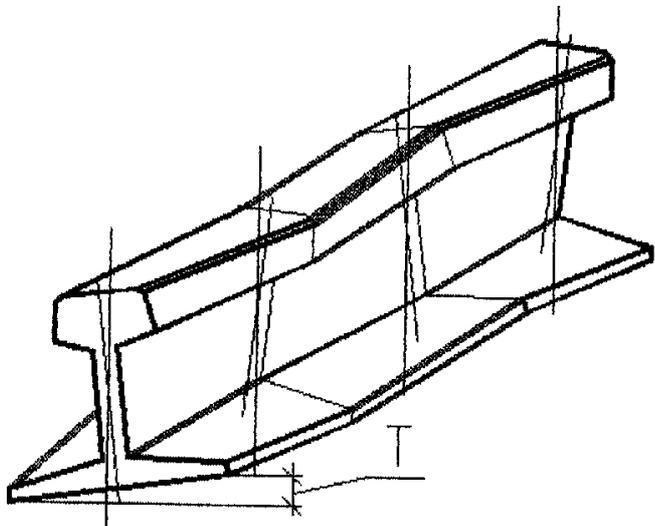
Фиг.2



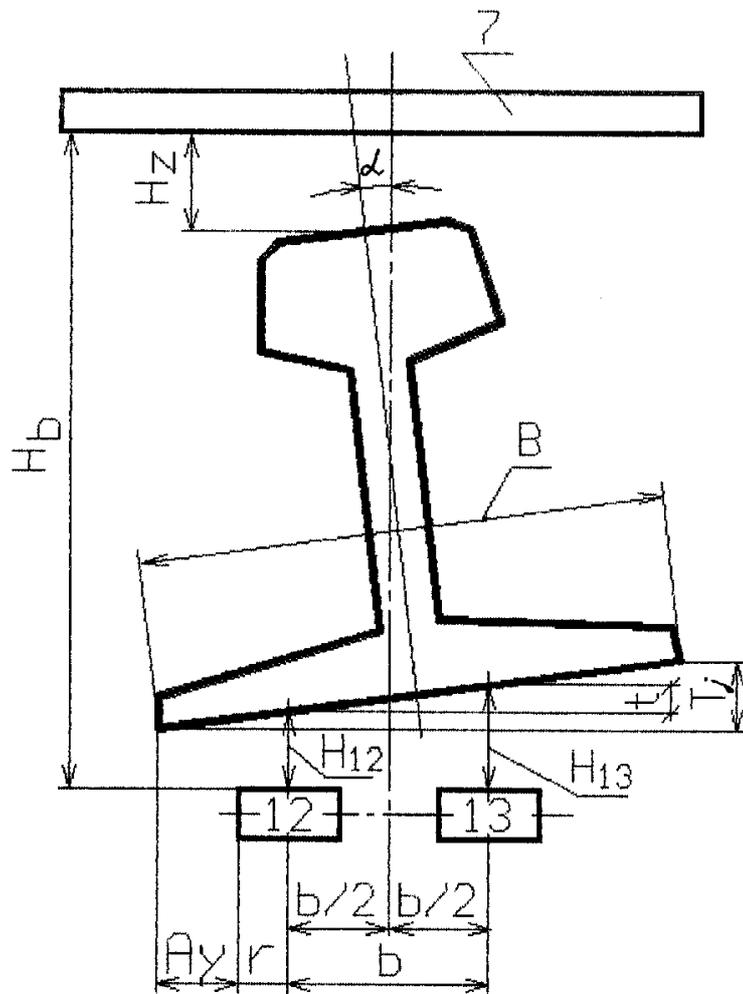
Фиг.3



Фиг.4

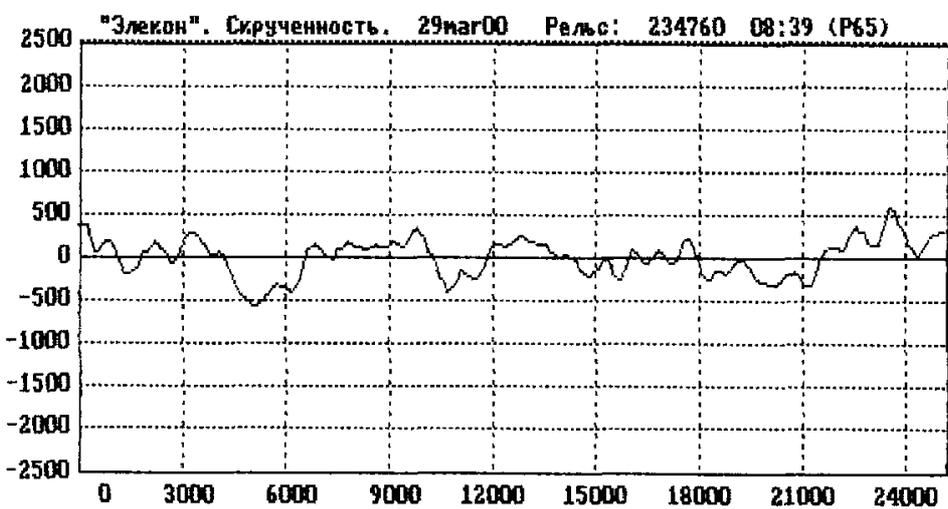
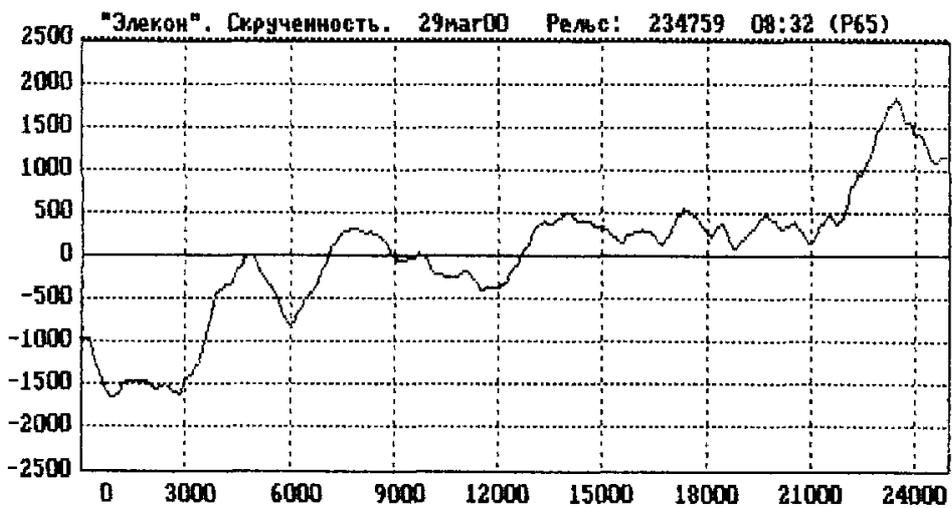
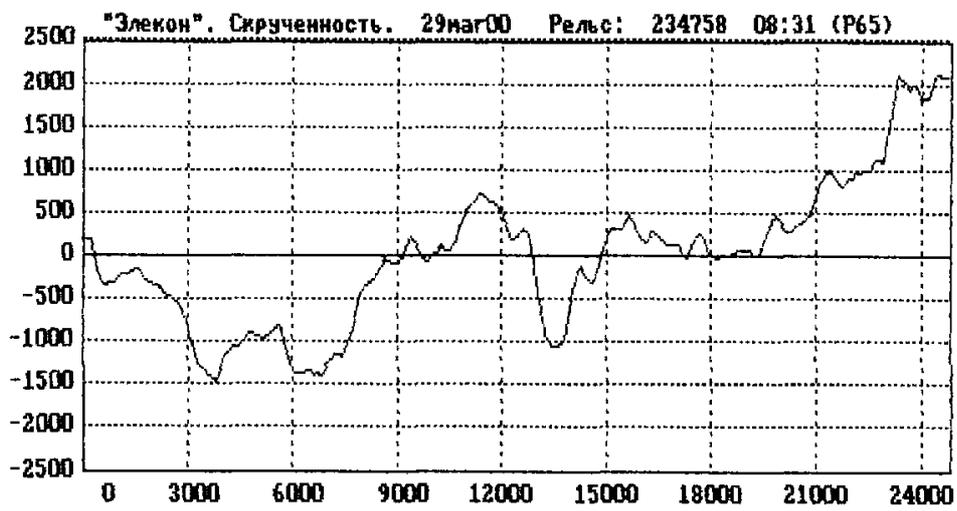


Фиг.5



Фиг.6

RU 2199459 C2



ФИГ.7

RU 2199459 C2