

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202393020 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.06.25

(22) Дата подачи заявки  
2023.11.24

(51) Int. Cl. F27B 7/42 (2006.01)  
G01B 11/24 (2006.01)  
G01B 11/27 (2006.01)  
G01B 21/20 (2006.01)  
G01B 21/24 (2006.01)

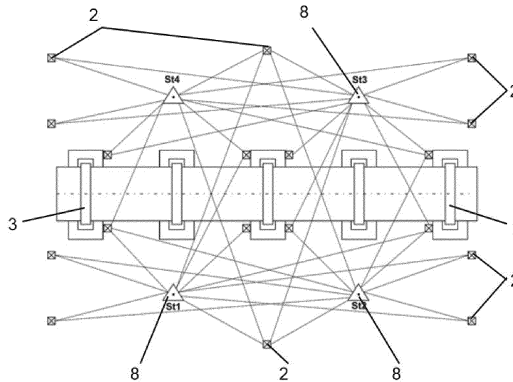
(54) СПОСОБ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЫВЕРКИ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ

(96) 2023000213 (RU) 2023.11.24

(71)(72) Заявитель и изобретатель:  
КОПЫТОВ АЛЕКСЕЙ  
НИКОЛАЕВИЧ (RU)

(74) Представитель:  
Луцковский М.Ю. (RU)

(57) Изобретение относится к вращающейся печи барабанного типа, т.е. горизонтальной или с малым наклоном. Технический результат достигается тем, что в способе динамической выверки вращающейся печи создают опорную геодезическую сеть, затем определяют среднее положение центров вращения бандажей, для чего в качестве трекера на торцевую поверхность бандажа наносят полосу, затем определяют средние величины миграции бандажей и определяют потолочный зазор, затем определяют положение геометрической оси корпуса печи, затем определяют положение роликовых опор относительно оси вращающейся печи, после чего на основании результатов измерений определяют фактическое положение оси ролика и определяют его разворот относительно оси вращения печи для последующей настройки печи на ход и регулировки реакции опоры, причем все замеры осуществляют во время рабочего движения печи. Таким образом, заявленное изобретение за счет примененных в нем технологий, совокупности их характеристик и взаимосвязей положительно влияет на результаты замеров и обеспечивает повышение срока службы вращающейся печи.



202393020  
A1

202393020  
A1

### Способ динамической выверки вращающейся печи

Изобретение относится к вращающимся печи барабанного типа, т.е. горизонтальные или с малым наклоном

Известна тройная лазерная система выравнивания вращающейся печи, которая включает в себя способ съемки вращающегося цилиндрического тела из положения, примыкающего к нему, включающий размещение средства измерения ближнего расстояния на первой станции, прилегающей к упомянутому телу, для получения скоординированных триангуляционных измерений, по существу, одновременно с вращающейся поверхностью упомянутого тела, приведения в действие упомянутого ближнего средства измерения расстояния для обеспечения упомянутых измерений и вычисления центра вращения упомянутого тела относительно упомянутого измерительного средства. Способ, включающий в себя установку первой точки отсчета, удаленной от упомянутого средства измерения, установку на ней средства измерения на удаленном расстоянии и точное расположение упомянутого средства измерения на близком расстоянии относительно указанной точки отсчета, чтобы обеспечить связь между указанными измерениями триангуляции относительно указанной исходной точки. Способ, включающий этап перемещения упомянутого средства измерения ближнего расстояния вдоль упомянутого корпуса на вторую станцию, расположенную рядом с упомянутой первой станцией, приведение в действие упомянутого средства измерения дальнего расстояния для определения местоположения упомянутого средства измерения ближнего расстояния относительно к указанной исходной точке и приводят в действие упомянутое средство измерения ближнего расстояния для получения данных триангуляции для указанной второй станции. Способ, включающий в себя перемещение упомянутого средства измерения дальнего расстояния в дополнительное место в качестве второй точки отсчета измерения на линии прямой видимости с указанным перемещенным средством измерения ближнего расстояния и определение триангулированного соотношения между упомянутой первой и упомянутой второй опорной точкой, чтобы обеспечить преобразование данных о расстоянии, относящихся к упомянутой второй исходной точке, для связи с упомянутой первой исходной точкой, и преобразование упомянутых данных триангуляции для указанной второй станции в упомянутую первую исходную точку. Способ, включающий этапы определения множества межосевых расстояний до упомянутой осевой линии цилиндра от соответствующего множества станций и построения графика упомянутых значений центров относительно общей базовой точки для определения отклонений упомянутых центров от общей прямой оси. Способ, в котором упомянутое средство измерения ближнего расстояния содержит три устройства измерения ближнего расстояния; при этом каждое упомянутое устройство измерения ближнего расстояния приводится в действие неоднократно во время вращения упомянутого корпуса, чтобы обеспечить вращательный цикл измерения расстояния для каждого упомянутого устройства; включая этапы усреднения упомянутого вращательного цикла измерений для получения его среднего значения; указанные средние значения измерений используются для расчета центра вращения указанного тела на указанной первой станции. [US5491553 (A) — 1996-02-13].

Недостатком данного аналога заключается отсутствие замеров геометрической оси корпуса вращающейся печи.

Также известен метод «горячей выверки» положения оси вращающейся печи, в котором описан Способ определения положения оси вращающейся обжиговой печи, отличающийся тем, что фиксируют две вспомогательные линии A1-A2 и B1-B2 по обе стороны от печи на расстоянии от ее корпуса, измеряют расстояние L между упомянутыми линиями, осуществляют цикл измерений, согласно которому на первой опоре печи устанавливают измерительное устройство, содержащее нивелирную рейку, оборудованную отсчетным оптическим устройством, и направляющую, закрепленную двумя держателями на нивелирной рейке, при этом на направляющей установлены две подвижные каретки, соединенные между собой регулировочным винтом, к боковой стенке одной каретки прикреплена рама, в которой установлены уровневый прибор вертикального проектирования, а также два взаимно перпендикулярных индикатора уровня и подвижное зеркало, причем к боковой стенке второй каретки прикреплены указатель и рамка с индикатором часового типа для определения расстояния от образующей бандажа печи до шкалы нивелирной рейки, причем измерительный стержень индикатора часового типа опирается на опорную площадку рамы, а вне фундамента печи устанавливают точный прибор вертикального проектирования так, чтобы его целевая ось падала на миллиметровую шкалу отсчетного оптического устройства, а затем выровненную нивелирную рейку устанавливают перпендикулярно образующей первого бандажа печи, после чего целевую ось уровневого прибора вертикального проектирования направляют на образующую первого бандажа печи и во время движения печи проводят цикл измерений, для чего одновременно считывают значения  $f_i$  на индикаторе часового типа, значения  $t_i$  на миллиметровой шкале отсчетного оптического устройства и значения  $k_i$  на нивелирной рейке, после чего упомянутый цикл измерений повторяют с другой стороны печи относительно соответствующей образующей первого бандажа и второй вспомогательной линией B1-B2, рассчитывают расстояние  $s_i$  между образующей первого бандажа печи и первой вспомогательной прямой A1-A2, рассчитывают расстояние  $s_{i1}$  между образующей первого бандажа печи и второй вспомогательной линией B1-B2, после чего рассчитывают диаметр бандажа  $D_i$  и координату  $u_i$  оси вращения печи для первого бандажа печи по формулам [RU2665024 (C1) — 2018-08-24].

Недостатком данного аналога является отсутствие замеров и расчетов среднего положения центров вращения бандажей в вертикальной плоскости.

Наиболее близкое техническое решение описано в способе "горячей выверки" оси вращающейся печи и опорных роликов и измерительное устройство для его осуществления, описывающий способ «горячей выверки» оси вращающейся печи и опорных роликов относительно двух вспомогательных прямых, расположенных, по одной, вдоль обеих сторон печи на известном расстоянии друг от друга, отличающийся тем, что на первой опоре печи устанавливается на штативе нивелирная рейка, оборудованная отсчетным оптическим устройством с миллиметровой шкалой и измерительным устройством с уровневым прибором вертикального проектирования и индикатором часового типа, а вблизи первой постоянной прямой A1-A2, вне фундамента печи, на втором штативе устанавливается точный прибор вертикального проектирования так, чтобы его целевая ось падала на миллиметровую шкалу отсчетного оптического устройства, а затем, известным способом, при помощи уровневого прибора вертикального проектирования, выровненная нивелирная рейка вместе с измерительным устройством и отсчетным оптическим устройством устанавливается перпендикулярно образующей

первого бандажа печи, после чего целевая ось прибора вертикального проектирования направляется на образующую первого бандажа печи и во время движения печи одновременно считываются значения на индикаторе часового типа, значения на миллиметровой шкале отсчетного оптического устройства и значения на нивелирной рейке, после чего на место точного прибора вертикального проектирования устанавливается теодолит и определяется угол поворота, а затем по формулам рассчитывается расстояние между образующей первого бандажа печи и первой вспомогательной прямой, после чего описанный цикл измерений и расчетов повторяется с другой стороны печи относительно соответствующей образующей первого бандажа и второй вспомогательной прямой В1-В2 и по формулам рассчитываются диаметр первого бандажа и координата  $u_1$  оси печи в исследуемом сечении, а затем такие же измерения и расчеты поочередно выполняются для всех остальных бандажей печи, а из разницы координат  $u_1$  рассчитываются значения поправок для перемещения опорных роликов печи на каждой опоре. [RU2014130928 (A) — 2016-02-20].

Недостатком наиболее близкого технического решения является отсутствие метода определения среднего положения центров вращения бандажей и определения средней величины миграции бандажей во время движения вращающейся печи, а также отсутствие замеров и расчетов среднего положения центров вращения бандажей в вертикальной плоскости.

Технической проблемой, решаемой заявленным изобретением, является устранение недостатков аналогов.

Задача изобретения – повысить срок эксплуатации вращающейся печи.

Технический результат заявленного изобретения заключается в повышении срока эксплуатации вращающейся печи.

Указанный технический результат достигается тем, что в способе динамической выверки вращающейся печи, в котором создают опорную геодезическую сеть, которая включает в себя места установки измерительных приборов для измерения оси вращения печи, места установки инструментов для измерения оси корпуса печи, места стоянок приборов для измерения положения роликовых опор, рам опорных роликов и элементов привода печи, а также положения мест закрепления опорных геодезических знаков, затем определяют среднее положение центров вращения бандажей для чего в качестве трекера на торцевую поверхность бандажа наносят полосу, после чего осуществляют засечку на опорные пункты геодезической сети, после чего производят 10-20 циклов измерений по центру нанесенной полосы, по окончании которых производят засечку на пункты геодезической сети, после чего проводят такие же измерения на следующих бандажах с других стоянок геодезической сети, после чего на основании полученных измерений аппроксимируют окружности, определяют координаты центров каждого из бандажей, строят фактическую ось вращающейся печи, проходящую через центр каждого из бандажей и определяют отклонения положения оси вращения печи, затем определяют средние величины миграции бандажей и определяют потолочный зазор для чего выбирают подходящий выступающий элемент, при прохождении данного выступающего элемента на бандаже ставится метка напротив этого выступающего элемента, замеры производятся от 2 до 5 оборотов, на основе полученных данных вычисляют среднюю величину миграции бандажа за один оборот, после чего вычисляют величину потолочного зазора для каждого бандажа, для чего величину миграции бандажа делят на число  $\pi$ , затем

определяют положение геометрической оси корпуса печи для чего тахеометр устанавливают таким образом, чтобы угол падения луча визирования на поверхность корпуса был от  $45^\circ$  до  $135^\circ$  и пересекал корпус в горизонтальной плоскости, проходящей через ось печи, где замеры производят в безотражательном режиме в течении одного оборота печи по каждому из выбранных сечений печи, причем работа на каждой стоянке тахеометра начинается и заканчивается засечкой на опорные пункты геодезической сети, после чего на основании полученных данных производится анализ отклонений центров вращений поперечных сечений корпуса от оси вращения и анализ отклонений от цилиндричности корпуса вращающейся печи, затем определяют положение роликовых опор относительно оси вращения печи, после чего на основании результатов измерений определяют фактическое положение оси ролика и определяют его разворот относительно оси вращения печи для последующей настройки печи на ход и регулировки реакции опоры, причем все замеры осуществляют во время рабочего движения печи.

В частности, засечку на опорные пункты геодезической сети осуществляют с заранее выбранной стоянки с помощью тахеометра.

В частности, для определения положения роликовых опор относительно оси вращающейся печи используют откалиброванный инструмент с тахеометром или метод обкатки элементов роликовой опоры по окружности.

В частности, в качестве откалиброванного инструмента используют геодезическую рейку.

В частности, в качестве откалиброванного инструмента используют V-блок с отражателем.

В частности, при обкатке элементов роликовой опоры по окружности измерения производят на геодезический знак в виде сферической призмы.

В частности, при обкатке элементов роликовой опоры 1 по окружности в качестве объекта измерений выступают цапфы вала.

Предложенное изобретение иллюстрируется изображениями.

На фиг. 1 изображена геодезическая сеть для вращающейся печи;

На фиг. 2 изображено нанесение линии на торцевую поверхность бандажа;

На фиг. 3 изображено наведение перекрестия по центру линии;

На фиг. 4 изображено движение центра бандажа во время вращения печи;

На фиг. 5 изображена схема измерения корпуса

На фиг. 6 изображен вид сверху на роликовые опоры при горизонтальном нивелировании.

На фиг. 7 изображен вид сбоку на роликовые опоры при вертикальном нивелировании.

На фиг. 8 изображено вертикальное нивелирование и определение плановой координаты оси ролика при помощи V-блока с отражателем.

На фиг. 9 изображено определение центра крышки подшипника при помощи обкатки по окружности.

На фиг. 10 изображено определение центров цапфы вала.

На фигурах обозначено: 1 – роликовая опора, 2 – геодезический знак, 3 – бандаж, 4 – центр вращения, 5 – полоса, 6 – баллончик, 7 – штатив, 8 – тахеометр, 9 – перекрестье, 10 – выступающий элемент, 11 – луч визирования, 12 – горизонтальная плоскость, 13 – рейка, 14 - V-блок с отражателем.

В настоящей заявке под динамической выверкой вращающейся печи подразумевается определение геометрической оси корпуса печи, определение оси корпуса вращения печи, определение цилиндричности корпуса печи, определение положения роликовых опор и формы накатанной поверхности роликов во время движения вращающейся печи.

Согласно изобретению, в способе динамической выверки вращающейся печи, создают опорную геодезическую сеть (фиг.1), которая включает в себя места установки измерительных приборов для измерения оси вращения печи, места установки инструментов для измерения оси корпуса печи, места стоянок приборов для измерения положения роликовых опор 1, рам роликовых опор 1 и элементов привода печи, а также положения мест закрепления опорных геодезических знаков 2. Все места стоянок выбираются исходя из условия видимости элементов печи: бандажей 3, корпуса, роликовых опор 1, привода. Создание опорной геодезической сети необходимо для оптимизации процесса измерения что обеспечивает высокую точность расчетов при дальнейшей корректировке геометрических параметров вращающейся печи, обеспечивая тем самым повышение срока эксплуатации вращающейся печи.

Затем определяют среднее положение центров вращения 4 бандажей 3 для чего в качестве трекера на торцевую поверхность бандажа наносят полосу 5 (фиг. 2). Полоса 5 наносится, например, с помощью баллончика 6 с краской. Для создания плотной тонкой полосы 5 могут использоваться насадки. Во избежание смещения полосы баллончик 6 ставится на головку геодезического штатива 7. После чего осуществляют засечку на опорные пункты геодезической сети. После чего производят 10-20 циклов измерений по центру нанесенной полосы 5. Центр полосы 5 выбирают визуально при помощи перекрестья 9 оптической трубы тахеометра 8 (фиг. 3). Количество измерений обычно выбирается от 10 до 20. Для этого видимый сектор делят на необходимое количество частей (визуально). За каждым выбранным положением производят наблюдения в режиме трекинга в течение одного оборота печи (то есть каждое измерение будет включать в себя множество точек, их количество зависит от скорости трекинга и скорости вращения печи). Начало измерения совпадает с прохождением временного репера (например, трубы пылевозврата) через горизонт печи. По окончании замеров производят засечку на пункты геодезической сети, после чего проводят такие же измерения на следующих бандажах 3 с других стоянок геодезической сети. После чего на основании полученных измерений аппроксимируют окружности, определяют координаты центров вращения 4 каждого из бандажей 3 (фиг. 4), строят фактическую ось вращающейся печи, проходящую через центр вращения 4 каждого из бандажей 3, и определяют отклонения положения оси вращения печи. Определение среднего положения центра вращения 4 каждого бандажа 3 позволяет определить отклонение положения оси вращения печи и при необходимости изменить положение бандажа 3 роликовыми опорами 1, выровняв общую геометрию вращающейся печи, исключив увеличения механических нагрузок на различные узлы печи, такие подшипники роликовых опор 1, поверхности катания бандажей 2 и роликов, что увеличивает их срок службы, а соответственно повышает общий срок эксплуатации вращающейся печи.

Затем определяют средние величины миграции бандажей 3 и определяют потолочный зазор для чего выбирают подходящий выступающий элемент 10, например край подбандажной пластины, башмака и т.д. Потолочный зазор – это разница в

диаметрах внутреннего и внешнего кольца. При прохождении данного выступающего элемента 10 на бандаже 3 ставится метка, например мелом, напротив этого выступающего элемента 10. Через один оборот измеряют линейкой величину опережения подбандажной обечайки относительно бандажа 3. Замеры производятся от 2 до 5 оборотов, диапазон количества оборотов для замеров выверено опытным путем и определено как наиболее релевантный диапазон и достаточный для расчетов. На основе полученных данных вычисляют среднюю величину миграции бандажа 3 за один оборот, после чего вычисляют величину потолочного зазора для каждого бандажа 3, для чего величину миграции бандажа 3 делят на число  $\pi$ . Число  $\pi$  необходимо для расчетов, так как миграция измеряется в разнице длин окружностей, соответственно при переходе от длин к диаметрам окружностей нужно деление на  $\pi$ . Полученные величины плано-высотного положения отражают среднее положение оси вращения печи, что позволяет реагировать на отклонения оси и корректировать ее, снижая тем самым аномальные механические нагрузки на узлы печи, что увеличивает срок их службы, а соответственно повышает общий срок эксплуатации вращающейся печи.

Затем определяют положение геометрической оси корпуса печи. Геометрическая ось корпуса печи – это линия, проходящая через геометрические центры поперечных сечений обечаек. В идеальном случае эта ось должна совпадать с осью вращения печи. На практике геометрическая ось корпуса печи будет иметь отклонения от оси вращения, что приводит к биениям, которые можно измерить при помощи тахеометра 8. Для этого тахеометр 8 устанавливают таким образом, чтобы угол падения луча визирования 11 на каждое сечение поверхности корпуса печи был в диапазоне от  $45^\circ$  до  $135^\circ$  и пересекал корпус печи в горизонтальной плоскости 12, проходящей через ось печи (фиг. 5). Измерения, выполненные под острым углом, зачастую могут содержать ошибки. Замеры производят в безотражательном режиме в течении одного оборота печи по каждому из выбранных сечений печи, причем работа на каждой стоянке тахеометра 8 начинается и заканчивается засечкой на опорные пункты геодезической сети, после чего на основании полученных данных производится анализ отклонений центров вращений 1 поперечных сечений корпуса печи от оси вращения и анализ отклонений от цилиндричности корпуса вращающейся печи. Анализ отклонений от цилиндричности корпуса вращающейся печи и определение величины нецилиндричности корпуса печи, например овальности позволяет своевременно реагировать на данные отклонения и принимать решения о необходимости проведения ремонтных работ, существенно увеличивая срок службы вращающейся печи.

Затем определяют положение роликовых опор 1 относительно оси вращения печи. Это необходимо для анализа схемы наклона и разворота роликовых опор 1, а также расчета центральных углов. На основании результатов измерений определяют фактическое положение оси ролика и определяют его разворот относительно оси вращения печи для последующей настройки печи на ход, регулировки реакции опоры, планирования мероприятий по механической обработке поверхностей катания и замене роликовых опор 1, снижая тем самым риск непредвиденной поломки роликовых опор 1, что приведет к незапланированной остановке печи, а также снижая риск повреждений корпуса печи, что существенно влияет на повышение срока эксплуатации вращающейся печи.

Все замеры осуществляют во время рабочего движения печи, что позволяет осуществлять раннее планирование мероприятий по ремонту. Также во время

осуществления замеров работающего оборудования отсутствует необходимость учета источников тепла и температурных поправок, что увеличивает точность произведенных расчетов, и позволяет минимизировать ошибки при осуществлении ремонта печи, обеспечивая тем самым увеличение срока эксплуатации вращающейся печи.

Для определения положения роликовых опор относительно оси вращающейся печи используют откалиброванный инструмент с тахеометром 8 или метод обкатки элементов роликовой опоры 1 по окружности.

В качестве откалиброванного инструмента используют геодезическую рейку 13 (фиг. 6, фиг. 7). В качестве рейки 13 может быть использован любой откалиброванный инструмент: линейка, уголок, марка-столбик, вешка. Элементы для нивелирования: крышка подшипника, цапфа вала. Каждый элемент должен иметь известный радиус для возможности расчета положения оси ролика. Также в качестве откалиброванного инструмента могут использовать V-блок с отражателем 14 (фиг.8), который представляет собой магнитную цель с пленочным отражателем, смонтированную на магнитную базу с пузырьковым уровнем. Использование геодезической рейки 13 или V-блока с отражателем 14 в качестве откалиброванного инструмента при необходимости может дополнительно влиять на повышение срока эксплуатации вращающейся печи за счет точности расчетов при использовании откалиброванного инструмента, а соответственно более точно планировать мероприятия по ремонту вращающейся печи, при необходимости дополнительно обеспечивая тем самым повышение срока эксплуатации вращающейся печи.

При обкатке элементов роликовой опоры по окружности измерения производят на геодезический знак 2 в виде сферической призмы (фиг.9), используемую в качестве отражателя, что при необходимости может дополнительно влиять на точность определения центра окружности элементов роликовой опоры 1, что в свою очередь может дополнительно влиять на точность планирования мероприятий по ремонту вращающейся печи, повышающих срок эксплуатации вращающейся печи.

При обкатке элементов роликовой опоры 1 по окружности в качестве объекта измерений выступают цапфы вала роликовой опоры 1 (фиг. 10), что дополнительно может влиять на точность произведения общих расчетов по определению центра окружности элементов роликовой опоры, что в свою очередь может дополнительно влиять на точность планирования мероприятий по ремонту вращающейся печи, повышающих срок эксплуатации вращающейся печи.

Засечку на опорные пункты геодезической сети осуществляют с заранее выбранной стоянки с помощью тахеометра, что при необходимости может дополнительно влиять на точность расчетов, при определении среднего положение центров вращения бандажей, что может дополнительно влиять на точность расчетов при выравнивании геометрии корпуса печи и соответственно на повышение срока эксплуатации вращающейся печи.

Таким образом, способ динамической выверки вращающейся печи, в котором создают опорную геодезическую сеть, которая включает в себя места установки измерительных приборов для измерения оси вращения печи, места установки инструментов для измерения оси корпуса печи, места стоянок приборов для измерения положения роликовых опор 1, рам опорных роликов и элементов привода печи, а также положения мест закрепления опорных геодезических знаков 2, затем определяют среднее положение центров вращения 4 бандажей 3 для чего в качестве трекера на торцевую



поверхность бандажа 3 наносят полосу 5, после чего с заранее выбранной стоянки с помощью тахеометра 8 осуществляют засечку на опорные пункты геодезической сети, после чего производят 10-20 циклов измерений по центру нанесенной полосы 5, по окончании которых производят засечку на пункты геодезической сети, после чего проводят такие же измерения на следующих бандажах 3 с других стоянок геодезической сети, после чего на основании полученных измерений аппроксимируют окружности, определяют координаты центров каждого из бандажей 3, строят фактическую ось вращающейся печи, проходящую через центр каждого из бандажей 3 и определяют отклонения положения оси вращения печи, затем определяют средние величины миграции бандажей 3 и определяют потолочный зазор для чего выбирают подходящий выступающий элемент 10, при прохождении данного выступающего элемента 10 на бандаже 3 ставится метка напротив этого выступающего элемента 10, замеры производятся от 2 до 5 оборотов, на основе полученных данных вычисляют среднюю величину миграции бандажа 3 за один оборот, после чего вычисляют величину потолочного зазора для каждого бандажа 3, для чего величину миграции бандажа 3 делят на число  $\pi$ , затем определяют положение геометрической оси корпуса печи для чего тахеометр 8 устанавливают таким образом, чтобы угол падения луча визирования 11 на каждое сечение поверхности корпуса был в диапазоне от  $45^\circ$  до  $135^\circ$  и пересекал корпус в горизонтальной плоскости 12, проходящей через ось печи, где замеры производят в безотражательном режиме в течении одного оборота печи по каждому из выбранных сечений печи, причем работа на каждой стоянке тахеометра 8 начинается и заканчивается засечкой на опорные пункты геодезической сети, после чего на основании полученных данных производится анализ отклонений центров вращений поперечных сечений корпуса от оси вращения и анализ отклонений от цилиндричности корпуса вращающейся печи, затем определяют положение роликовых опор 1 относительно оси вращения печи с помощью откалиброванного инструмента и тахеометра 8 или методом обкатки элементов роликовой опоры 1 по окружности, после чего на основании результатов измерений определяют фактическое положение оси ролика и определяют его разворот относительно оси вращения печи для последующей настройки печи на ход и регулировки реакции опоры, причем все замеры осуществляют во время рабочего движения печи позволяет повысить срок эксплуатации вращающейся печи.

Примеры реализации.

Первый пример реализации.

Определили места стоянок прибора для измерения оси вращения, определили места стоянок инструмента для измерения оси корпуса печи, определили места стоянок для измерения положения роликовых опор, рам опорных роликов и элементов привода печи, определили положения мест закрепления опорных геодезических знаков. Все элементы геодезической сети смонтировали таким образом, чтобы с каждой стоянки было от трех до четырех видимых пунктов. На холодный и на горячий конец печи смонтировали по два геодезических знака 2. Они задают ориентацию инструмента в пространстве и имеют больший размер относительно других пунктов для лучшего наблюдения. Промежуточные геодезические знаки 2 закрепили на колоннах и в нижней части опор печи. Промежуточные геодезические знаки 2 задают положение инструмента в пространстве. Места закрепления геодезических знаков 2 для определения положения роликовых опор 1 установили в верхней части роликовых опор 1. Для стационарных геодезических знаков 2

использовали светоотражающие пленки, для временных геодезических знаков 2 использовали поворотные марки. Затем для определения среднего положения центров вращения 4 бандажей 3 на торцевую поверхность бандажа в качестве трекера нанесли полосу 5, после чего с заранее выбранной стоянки с помощью тахеометра 8 осуществили засечку на опорные пункты геодезической сети, после чего произвели 10 замеров по центру нанесенной полосы 5, по окончании которых произвели засечку на пункты геодезической сети, после чего провели такие же измерения на следующих бандажах 3 с других стоянок геодезической сети, после чего на основании полученных измерений построили окружности бандажей 3, определили координаты центров каждого из бандажей 3, построили фактическую ось вращающейся печи, проходящую через центр каждого из бандажей 3 и определили отклонения положения оси вращения печи. Затем для определения средней величины миграции бандажей 3 и определения потолочного зазора выбирают подходящий выступающий элемент 10, а именно подбандажную пластину. При прохождении данного выступающего элемента 10 на бандаже 3 поставили метку напротив этого выступающего элемента 10, произвели замеры за 2 оборота, на основе полученных данных вычислили среднюю величину миграции бандажа 3 за один оборот, после чего вычислили величину потолочного зазора для каждого бандажа 3, для чего величину миграции бандажа 3 разделили на число  $\pi$ . Затем для определения положения геометрической оси корпуса печи тахеометр 8 установили таким образом, чтобы угол падения луча визирования 11 на каждое сечение поверхности корпуса был в диапазоне от  $45^\circ$  до  $135^\circ$  и пересекал корпус в горизонтальной плоскости 12, проходящей через ось печи. Замеры произвели в безотражательном режиме в течении одного оборота печи по каждому из выбранных сечений печи, причем работа на каждой стоянке тахеометра 8 начиналась и заканчивалась засечкой на опорные пункты геодезической сети, после чего на основании полученных данных был произведен анализ отклонений центров вращений 4 поперечных сечений корпуса от оси вращения и анализ отклонений от цилиндричности корпуса вращающейся печи. Затем определили положения роликовых опор 1 относительно корпуса вращающейся печи с помощью геодезической рейки 13 и тахеометра, после чего на основании результатов измерений определили фактическое положение оси ролика и определили его разворот относительно оси вращения печи для последующей настройки печи на ход и регулировки реакции опоры, причем все замеры осуществляли во время рабочего движения печи.

С помощью реализованного способа горячей выверки вращающейся печи во время движения печи определили отклонение от допуска положения оси вращения печи. На основании данных расчетов была проведена регулировка роликовых опор 1 для выравнивания общей геометрии корпуса печи, что увеличило срок эксплуатации вращающейся печи на 8%.

Второй пример реализации.

Определили места стоянок прибора для измерения оси вращения, определили места стоянок инструмента для измерения оси корпуса печи, определили места стоянок для измерения положения роликовых опор, рам опорных роликов и элементов привода печи, определили положения мест закрепления опорных геодезических знаков. Все элементы геодезической сети смонтировали таким образом, чтобы с каждой стоянки было от трех до четырех видимых пунктов. На холодный и на горячий конец печи смонтировали по два геодезических знака 2. Они задают ориентацию инструмента в пространстве и имеют

большой размер относительно других пунктов для лучшего наблюдения. Промежуточные геодезические знаки 2 закрепили на колоннах и в нижней части опор печи. Промежуточные геодезические знаки 2 задают положение инструмента в пространстве. Места закрепления геодезических знаков 2 для определения положения роликовых опор 1 установили в верхней части роликовых опор 1. Для стационарных геодезических знаков 2 использовали светоотражающие пленки, для временных геодезических знаков 2 использовали поворотные марки. Затем для определения среднего положения центров вращения 4 бандажей 3 на торцевую поверхность бандажа в качестве трекера нанесли полосу 5, после чего с заранее выбранной стоянки с помощью тахеометра 8 осуществили засечку на опорные пункты геодезической сети, после чего произвели 15 замеров по центру нанесенной полосы 5, по окончании которых произвели засечку на пункты геодезической сети, после чего провели такие же измерения на следующих бандажах 3 с других стоянок геодезической сети, после чего на основании полученных измерений построили окружности бандажей 3, определили координаты центров каждого из бандажей 3, построили фактическую ось вращающейся печи, проходящую через центр каждого из бандажей 3 и определили отклонения положения оси вращения печи. Затем для определения средней величины миграции бандажей 3 и определения потолочного зазора выбирают подходящий выступающий элемент 10, а именно подбандажную пластину. При прохождении данного выступающего элемента 10 на бандаже 3 поставили метку напротив этого выступающего элемента 10, произвели замеры за 2 оборота, на основе полученных данных вычислили среднюю величину миграции бандажа 3 за один оборот, после чего вычислили величину потолочного зазора для каждого бандажа 3, для чего величину миграции бандажа 3 разделили на число  $\pi$ . Затем для определения положения геометрической оси корпуса печи тахеометр 8 установили таким образом, чтобы угол падения луча визирования 11 на каждое сечение поверхности корпуса был в диапазоне от  $45^\circ$  до  $135^\circ$  и пересекал корпус в горизонтальной плоскости 12, проходящей через ось печи. Замеры произвели в безотражательном режиме в течении одного оборота печи по каждому из выбранных сечений печи, причем работа на каждой стоянке тахеометра 8 начиналась и заканчивалась засечкой на опорные пункты геодезической сети, после чего на основании полученных данных был произведен анализ отклонений центров вращений 4 поперечных сечений корпуса от оси вращения и анализ отклонений от цилиндричности корпуса вращающейся печи. Затем определили положения роликовых опор 1 относительно корпуса вращающейся печи с помощью V-блока с отражателем 14 и тахеометра 8, после чего на основании результатов измерений определили фактическое положение оси ролика и определили разворот относительно оси вращения печи для последующей настройки печи на ход и регулировки реакции опоры, причем все замеры осуществляли во время рабочего движения печи.

С помощью реализованного способа горячей выверки вращающейся печи во время движения печи определили отклонения от цилиндричности в пролетах 2-3. Своевременное обнаружение данных отклонений позволили произвести ремонт данного участка печи, что увеличило срок эксплуатации вращающейся печи на 11%.

Третий пример реализации.

Определили места стоянок прибора для измерения оси вращения, определили места стоянок инструмента для измерения оси корпуса печи, определили места стоянок для измерения положения роликовых опор, рам опорных роликов и элементов привода печи,

определили положения мест закрепления опорных геодезических знаков. Все элементы геодезической сети смонтировали таким образом, чтобы с каждой стоянки было от трех до четырех видимых пунктов. На холодный и на горячий конец печи смонтировали по два геодезических знака 2. Они задают ориентацию инструмента в пространстве и имеют больший размер относительно других пунктов для лучшего наблюдения. Промежуточные геодезические знаки 2 закрепили на колоннах и в нижней части опор печи. Промежуточные геодезические знаки 2 задают положение инструмента в пространстве. Места закрепления геодезических знаков 2 для определения положения роликовых опор 1 установили в верхней части роликовых опор 1. Для стационарных геодезических знаков 2 использовали светоотражающие пленки, для временных геодезических знаков 2 использовали поворотные марки. Затем для определения среднего положения центров вращения 4 бандажей 3 на торцевую поверхность бандажа в качестве трекера нанесли полосу 5, после чего с заранее выбранной стоянки с помощью тахеометра 8 осуществили засечку на опорные пункты геодезической сети, после чего произвели 20 замеров по центру нанесенной полосы 5, по окончании которых произвели засечку на пункты геодезической сети, после чего провели такие же измерения на следующих бандажах 3 с других стоянок геодезической сети, после чего на основании полученных измерений построили окружности бандажей 3, определили координаты центров каждого из бандажей 3, построили фактическую ось вращающейся печи, проходящую через центр каждого из бандажей 3 и определили отклонения положения оси вращения печи. Затем для определения средней величины миграции бандажей 3 и определения потолочного зазора выбирают подходящий выступающий элемент 10, а именно подбандажную пластину. При прохождении данного выступающего элемента 10 на бандаже 3 поставили метку напротив этого выступающего элемента 10, произвели замеры за 2 оборота, на основе полученных данных вычислили среднюю величину миграции бандажа 3 за один оборот, после чего вычислили величину потолочного зазора для каждого бандажа 3, для чего величину миграции бандажа 3 разделили на число  $\pi$ . Затем для определения положения геометрической оси корпуса печи тахеометр 8 установили таким образом, чтобы угол падения луча визирования 11 на каждое сечение поверхности корпуса был в диапазоне от  $45^\circ$  до  $135^\circ$  и пересекал корпус в горизонтальной плоскости 12, проходящей через ось печи. Замеры произвели в безотражательном режиме в течении одного оборота печи по каждому из выбранных сечений печи, причем работа на каждой стоянке тахеометра 8 начиналась и заканчивалась засечкой на опорные пункты геодезической сети, после чего на основании полученных данных был произведен анализ отклонений центров вращений 4 поперечных сечений корпуса от оси вращения и анализ отклонений от цилиндричности корпуса вращающейся печи. Затем определили положения роликовых опор 1 относительно корпуса вращающейся печи методом обкатки элементов роликовой опоры 1 по окружности, после чего на основании результатов измерений определили фактическое положение оси ролика и разворот относительно оси вращения печи для последующей настройки печи на ход и регулировки реакции опоры, причем все замеры осуществляли во время рабочего движения печи.

С помощью реализованного способа горячей выверки вращающейся печи во время движения печи определили отклонения от цилиндричности в пролетах 4-5. Своевременное обнаружение данных отклонений позволили произвести ремонт данного участка печи, что увеличило срок эксплуатации вращающейся печи на 13%.

Таким образом, заявленное изобретение, за счет примененных в нем технологий, совокупности их характеристик и взаимосвязей положительно влияет на результаты замеров и обеспечивает повышение срока службы вращающейся печи.

## Формула изобретения

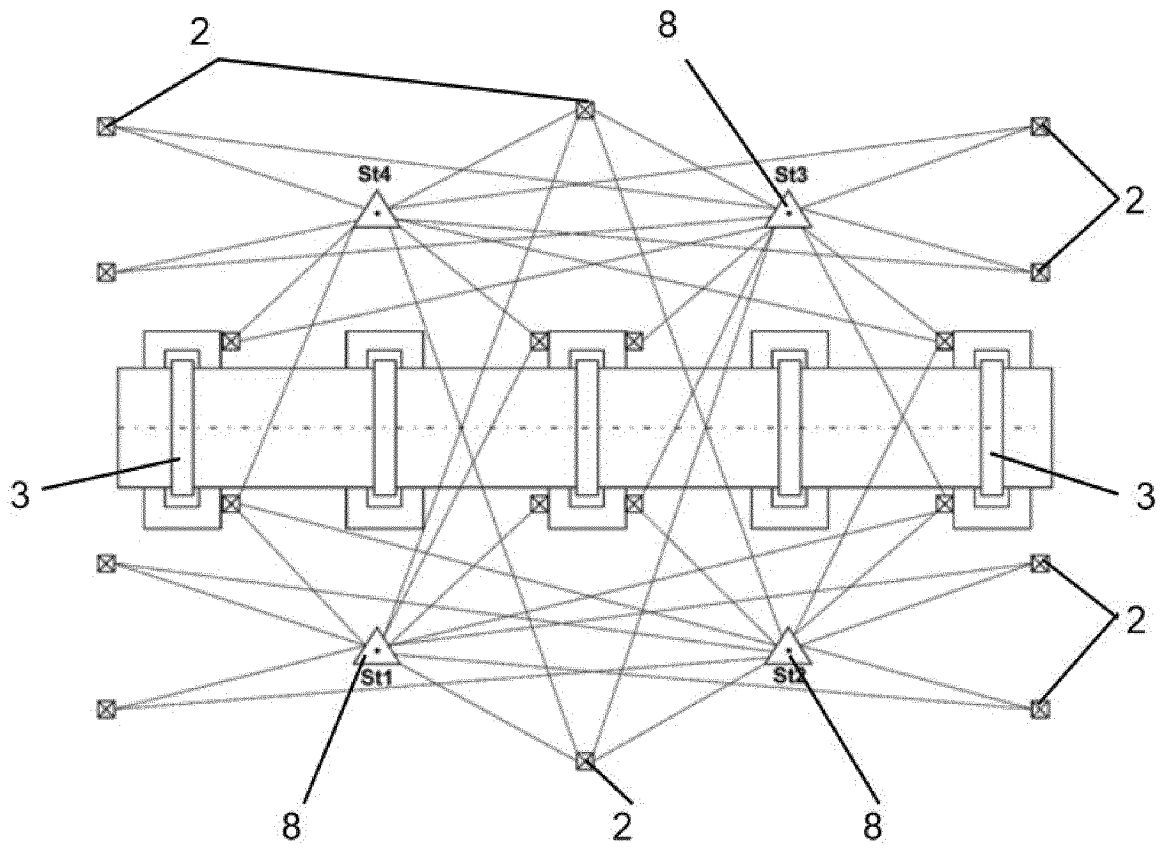
1. Способ динамической выверки вращающейся печи, в котором создают опорную геодезическую сеть, которая включает в себя места установки измерительных приборов для измерения оси вращения печи, места установки инструментов для измерения оси корпуса печи, места стоянок приборов для измерения положения роликовых опор, рам опорных роликов и элементов привода печи, а также положения мест закрепления опорных геодезических знаков, затем определяют среднее положение центров вращения бандажей для чего в качестве трекера на торцевую поверхность бандажа наносят полосу, после чего осуществляют засечку на опорные пункты геодезической сети, после чего производят 10-20 циклов измерений по центру нанесенной полосы, по окончании которых производят засечку на пункты геодезической сети, после чего проводят такие же измерения на следующих бандажах с других стоянок геодезической сети, после чего на основании полученных измерений аппроксимируют окружности, определяют координаты центров каждого из бандажей, строят фактическую ось вращающейся печи, проходящую через центр каждого из бандажей и определяют отклонения положения оси вращения печи, затем определяют средние величины миграции бандажей и определяют потолочный зазор для чего выбирают подходящий выступающий элемент, при прохождении данного выступающего элемента на бандаже ставится метка напротив этого выступающего элемента, замеры производятся от 2 до 5 оборотов, на основе полученных данных вычисляют среднюю величину миграции бандажа за один оборот, после чего вычисляют величину потолочного зазора для каждого бандажа, для чего величину миграции бандажа делят на число  $\pi$ , затем определяют положение геометрической оси корпуса печи для чего тахеометр устанавливают таким образом, чтобы угол падения луча визирования на каждое сечение поверхности корпуса был от  $45^\circ$  до  $135^\circ$  и пересекал корпус в горизонтальной плоскости, проходящей через ось печи, где замеры производят в безотражательном режиме в течении одного оборота печи по каждому из выбранных сечений печи, причем работа на каждой стоянке тахеометра начинается и заканчивается засечкой на опорные пункты геодезической сети, после чего на основании полученных данных производится анализ отклонений центров вращений поперечных сечений корпуса от оси вращения и анализ отклонений от цилиндричности корпуса вращающейся печи, затем определяют положение роликовых опор относительно оси вращения печи, после чего на основании результатов измерений определяют фактическое положение оси ролика и определяют его разворот относительно оси вращения печи для последующей настройки печи на ход и регулировки реакции опоры, причем все замеры осуществляют во время рабочего движения печи.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что засечку на опорные пункты геодезической сети осуществляют с заранее выбранной стоянки с помощью тахеометра.

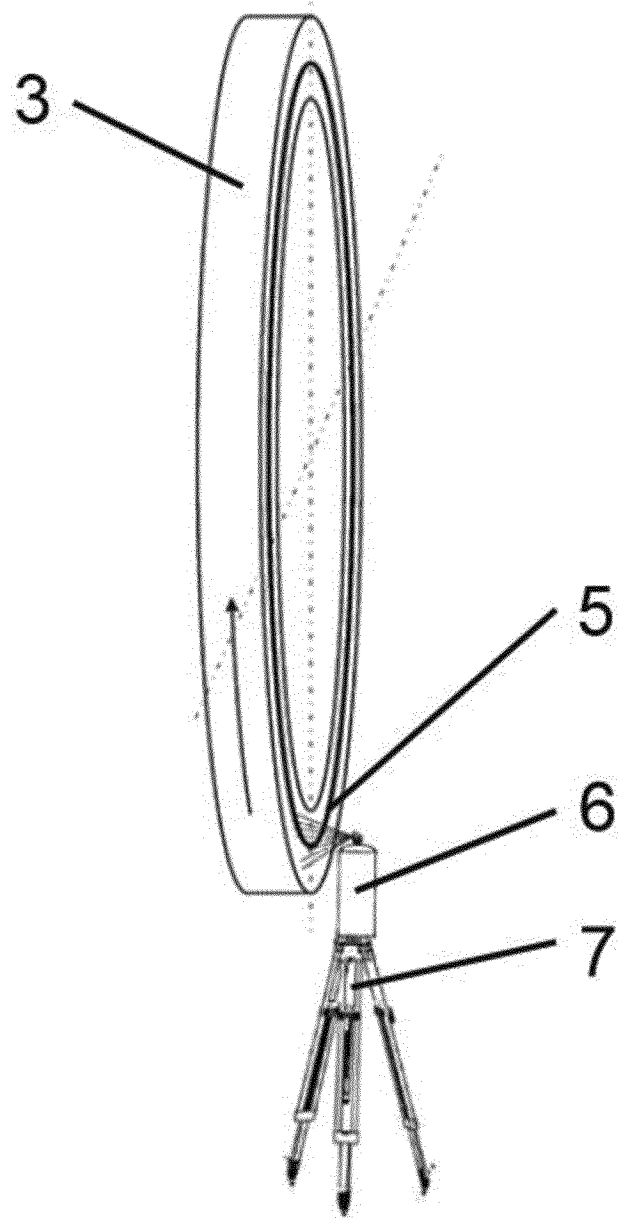
3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что положение роликовых опор относительно оси вращающейся печи определяют с помощью откалиброванного инструмента и тахеометра или методом обкатки элементов роликовой опоры по окружности.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве откалиброванного инструмента используют геодезическую рейку.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве откалиброванного инструмента используют V-блок с отражателем.

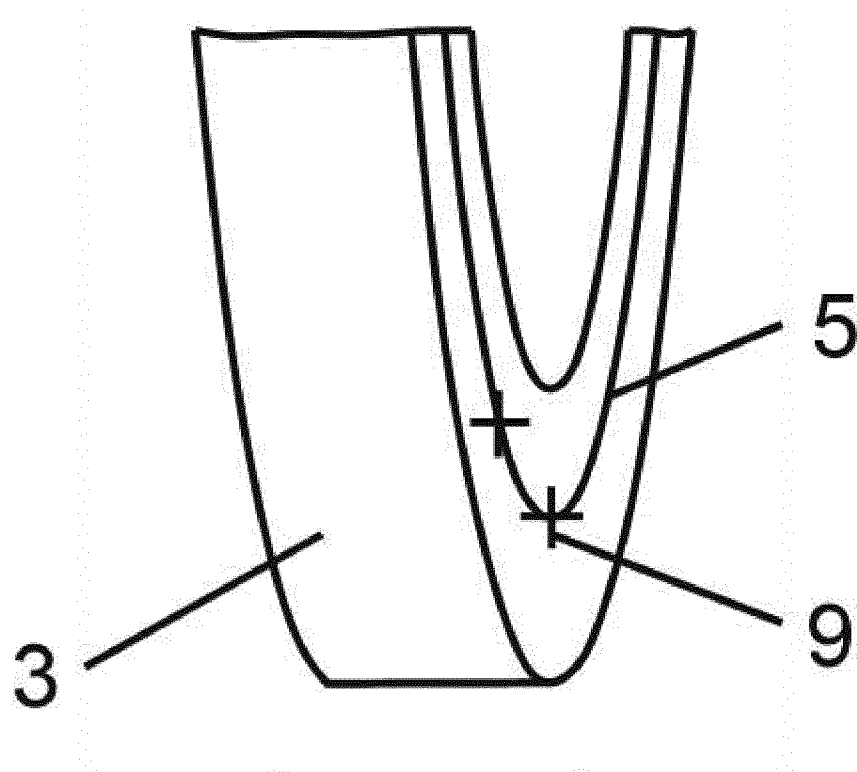


Фиг. 1

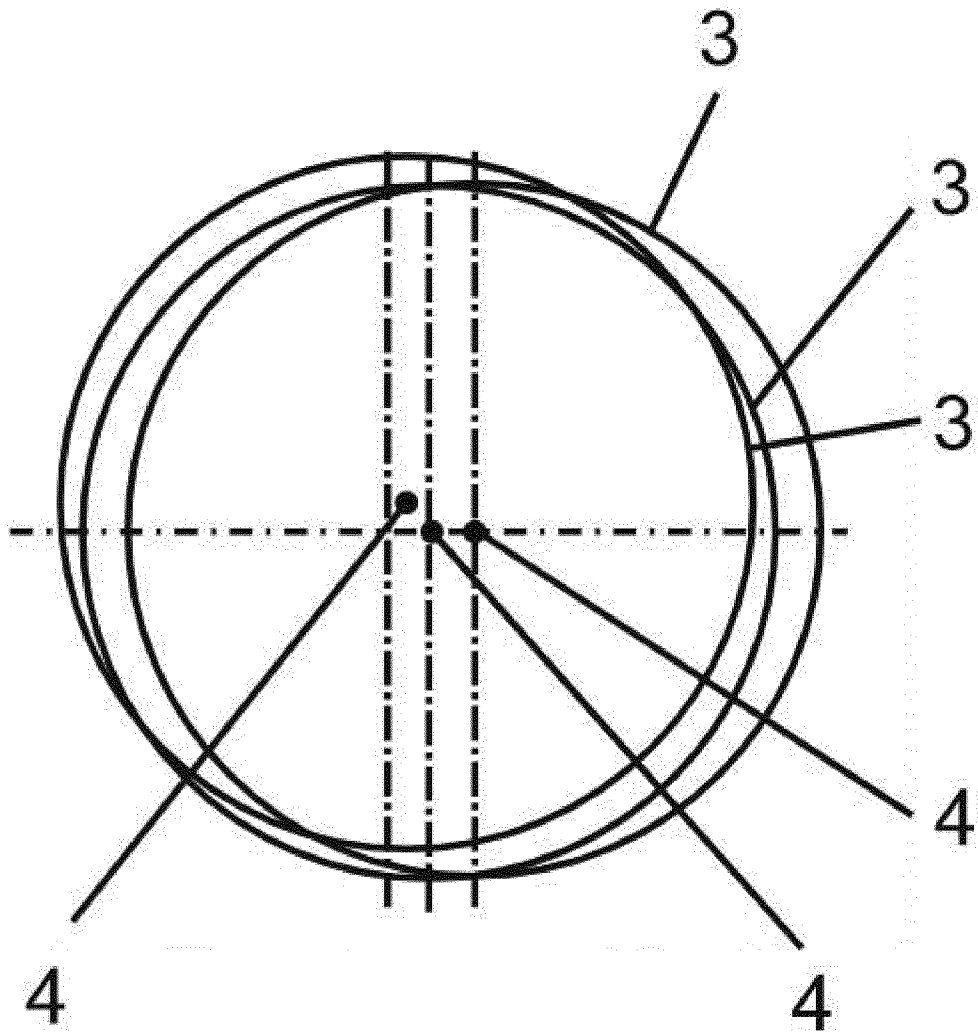


Фиг. 2

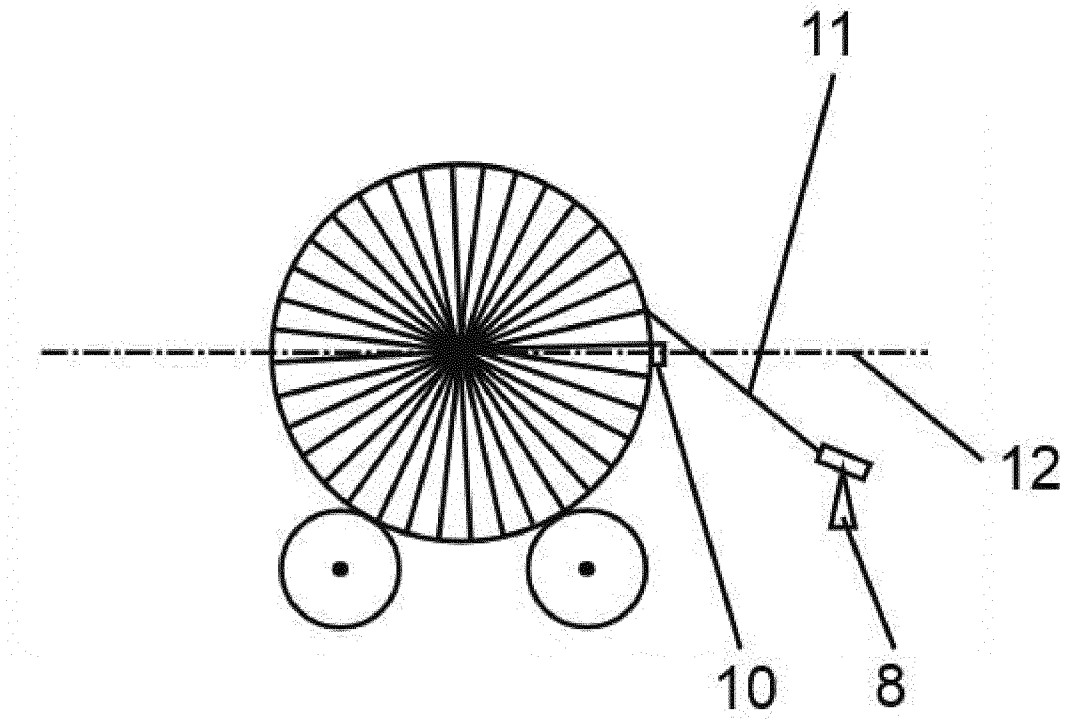




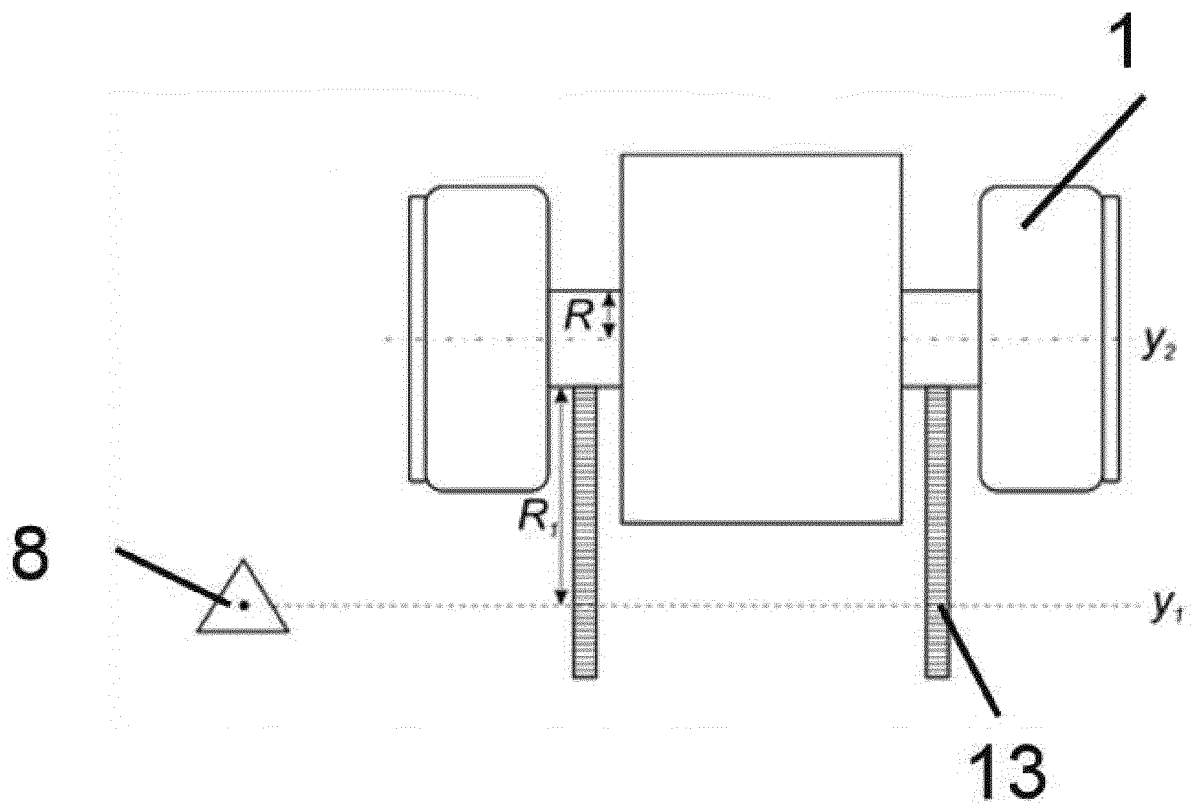
Фиг. 3



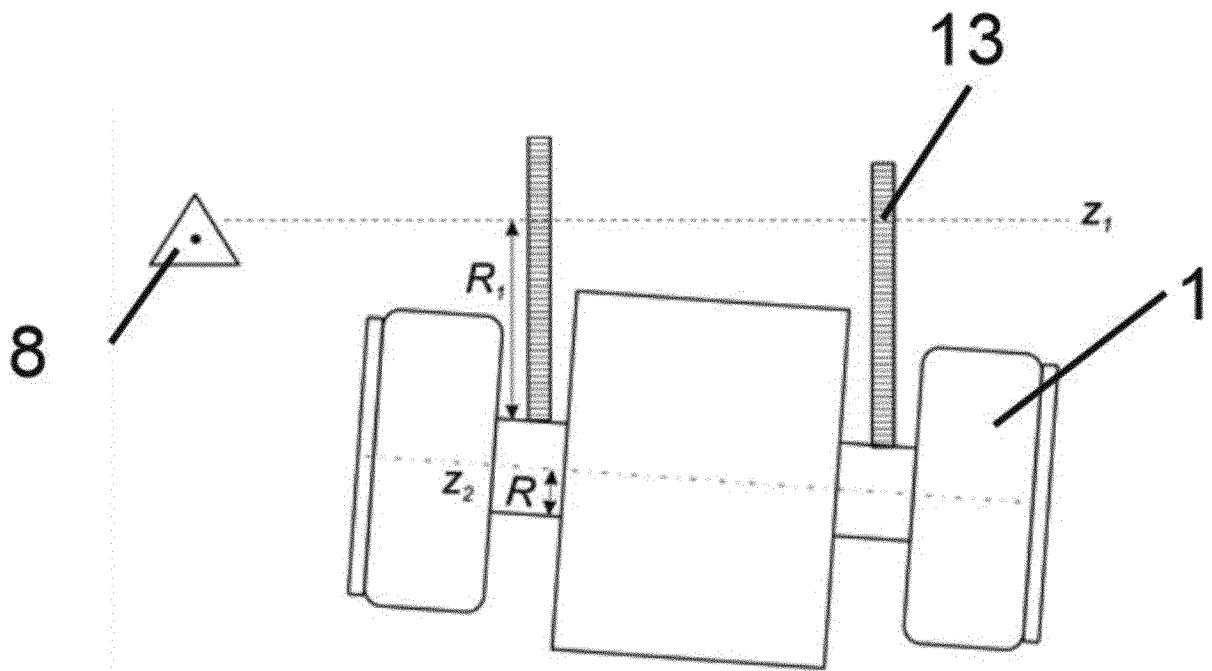
Фиг. 4



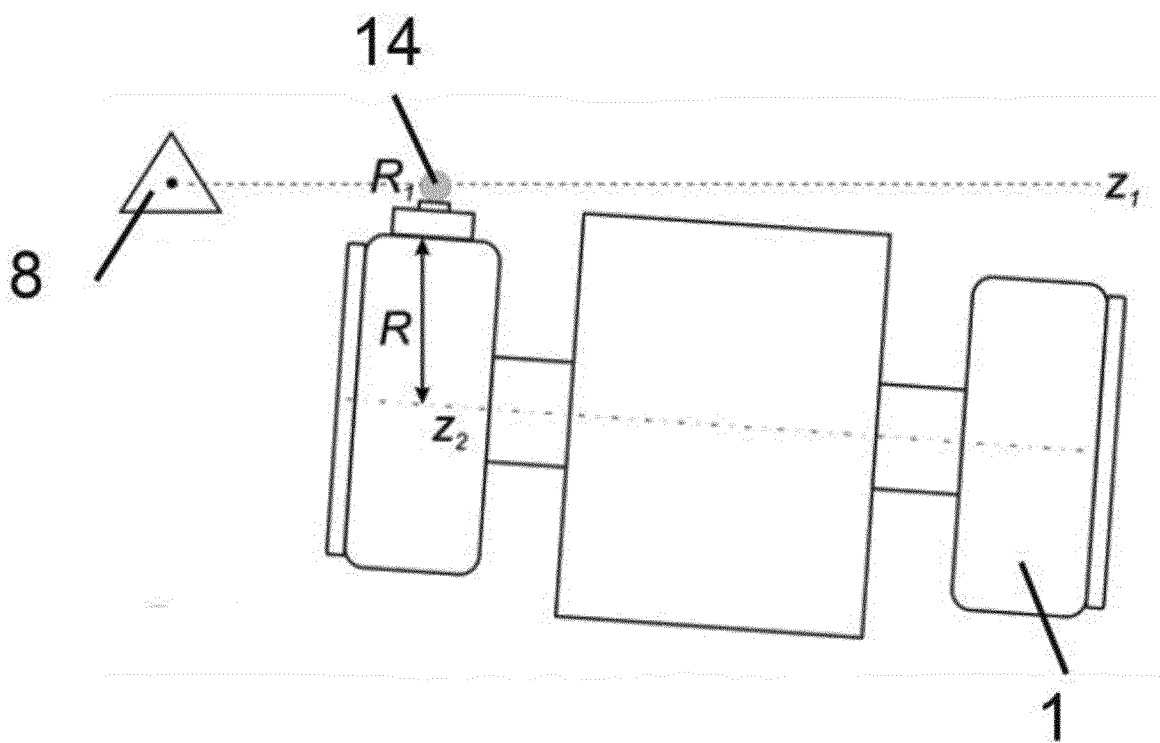
Фиг. 5



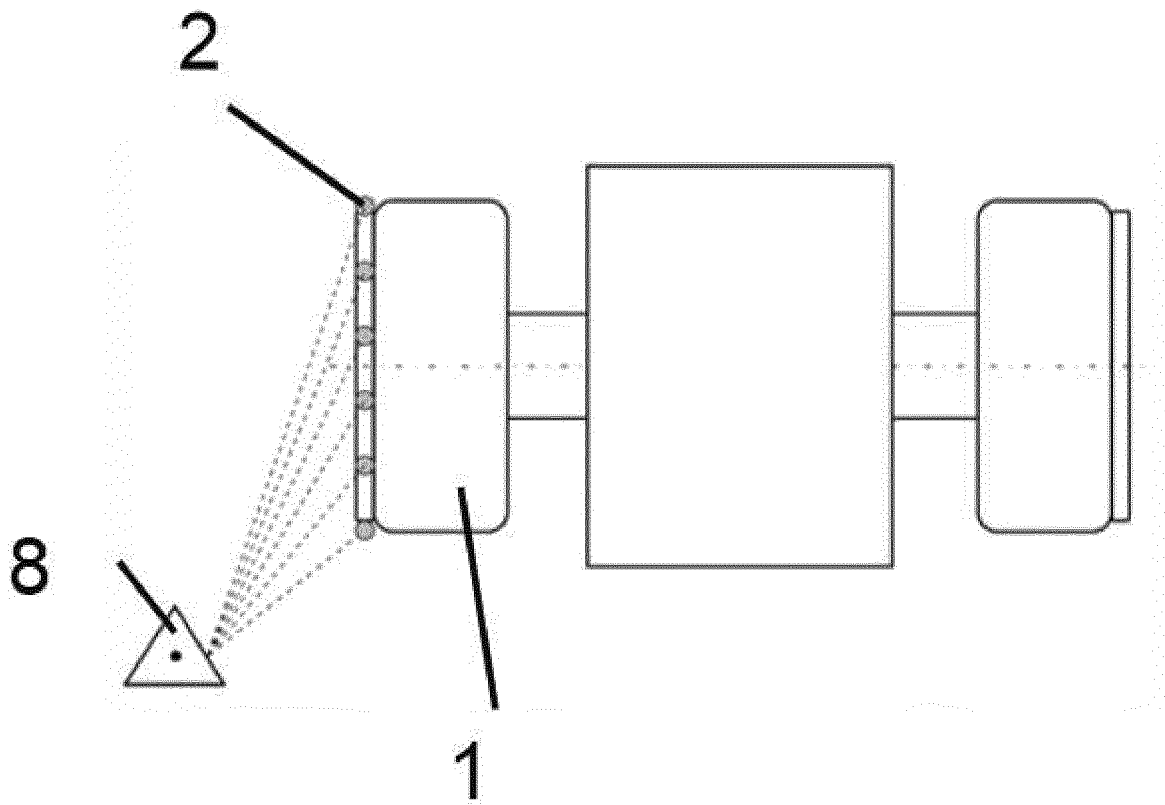
Фиг. 6



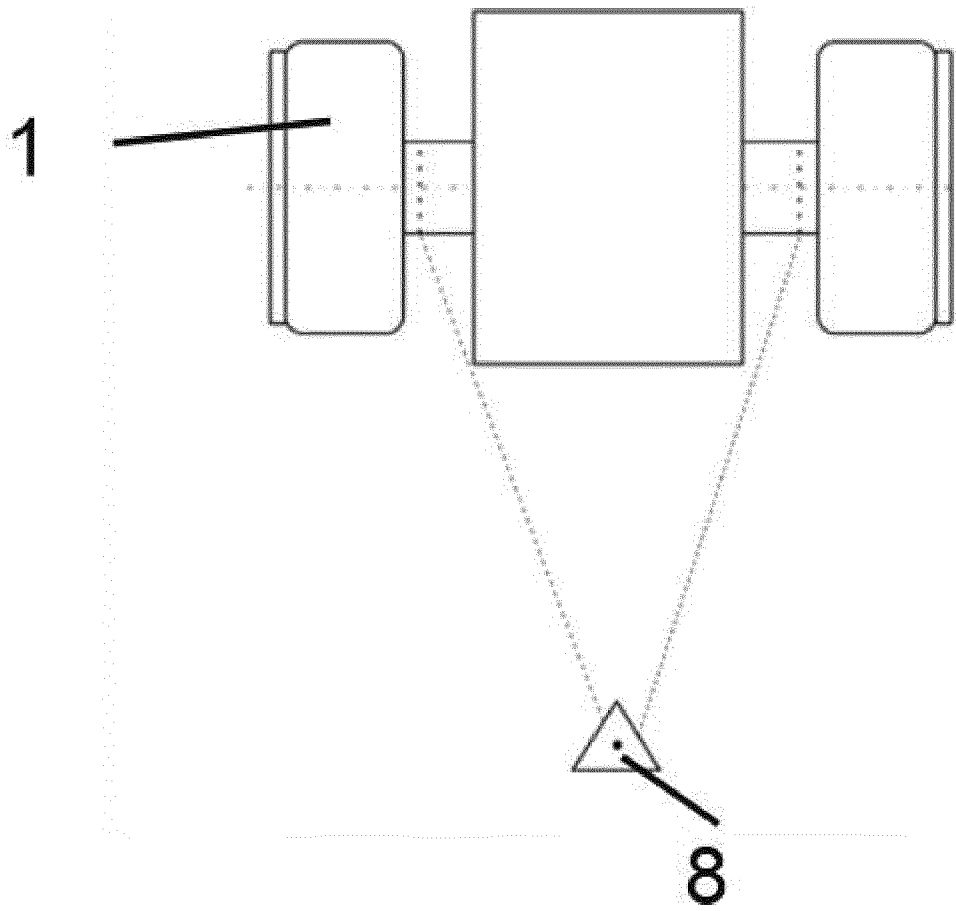
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

**202393020**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:  
См. дополнительный лист

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

F27B 7/00, 7/22, 7/42, G01B 9/00, 11/00, 11/24, 11/26, 11/27, 21/00, 21/20, 21/22, 21/24

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, используемые поисковые термины)  
EAPATIS, ESPACENET, PATENTSCOPE

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	CN 109668508 A (WUHAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY et al.) 2019-04-23 абзацы [0001], [0027]-[0045], фиг. 1-5	1-5
A	CN 106767665 A (WUHAN KAIMING HIGH AND NEW TECHNOLOGY CO, LTD) 2017-05-31 абзацы [0001], [0025]-[0058], фиг. 1, 2	1-5
A	CN 107389022 A (BEIJING HONGKERUIDA ENGINEERING TECHNOLOGY CO, LTD) 2017-11-24 абзацы [0001], [0017]-[0044], фиг. 1-13	1-5
A	US 20170292788 A1 (HOLCIM TECHNOLOGY LTD) 2017-10-12 абзацы [0002], [0007]-[0037], фиг. 1	1-5
A	US 9234737 B2 (HAKKINEN TEEMU et al.) 2016-01-12 кол. 2 строка 33 - кол. 6 строка 7, фиг. 1-3	1-5

 последующие документы указаны в продолжении графы

\* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

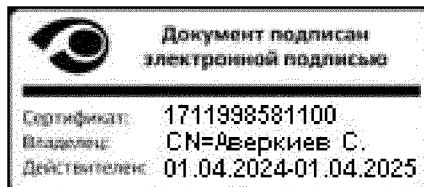
«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&amp;» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: 09 апреля 2024 (09.04.2024)

Уполномоченное лицо:  
Начальник Управления экспертизы

С.Е. Аверкиев

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**  
**(дополнительный лист)**

Номер евразийской заявки:

**202393020**

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (продолжение графы А)

МПК:

*F27B 7/42* (2006.01)  
*G01B 11/24* (2006.01)  
*G01B 11/27* (2006.01)  
*G01B 21/20* (2006.01)  
*G01B 21/24* (2006.01)

СПК:

**F27B 7/42**  
**G01B 11/2408**  
**G01B 11/272**  
**G01B 21/20**  
**G01B 21/24**