



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013125879/07, 04.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.06.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.06.2013

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2014 Бюл. № 34

(45) Опубликовано: 27.06.2015 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2361173 C2, 10.07.2009. RU 2265252 C2, 27.11.2005. EP 0412396 A2, 13.02.1991. GB 1495754 A, 21.12.1977

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул. Васильева, 13, ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. акад. Е.И. Забабахина", Отдел интеллектуальной собственности, Бакалову Г.В., а/я 245

(72) Автор(ы):

Подгорнов Владимир Аминович (RU),
Подгорнов Семён Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

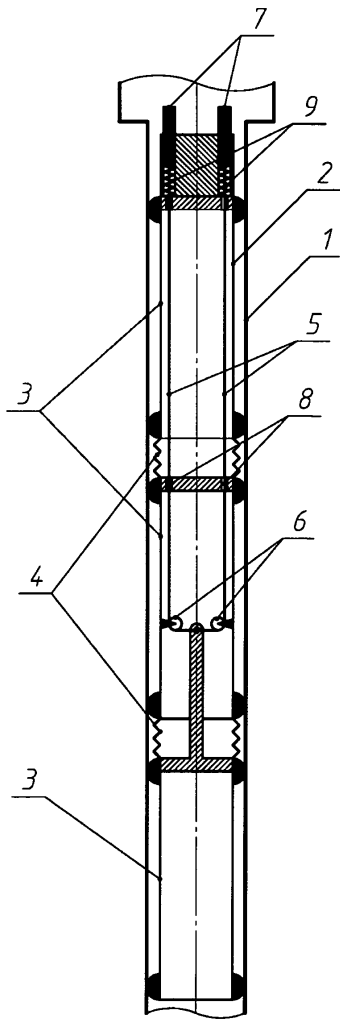
Федеральное государственное унитарное предприятие "Российский Федеральный Ядерный Центр-Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Технической Физики имени академика Забабахина" (ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. акад. Е.И. Забабахина") (RU)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ИЗГИБА ТРУБЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАНАЛА

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам разовой проверки и постоянного контроля изгиба труб технологического канала в ядерных установках, находящихся в эксплуатации при ограниченном доступе. Устройство содержит гибкую измерительную штангу (2). Штанга состоит из секций (3), последовательно соединенных муфтами (4). Торце секции (3) заужен и свободно расположен внутри сопрягаемой секции, где связан со связующим телом. Тело пропущено внутри штанги и связано с датчиком (7) перемещения. Датчик перемещается связующим телом (5). Выставляют датчик на нулевую отметку перед началом контроля. Размещают штангу в разгруженной трубе (1). При изменении межсекционного изгиба штанги в стыке на угол α переводят изгиб в линейное смещение Δ конца секции. Смещение Δ переводят в пропорциональное смещение датчика. После запуска реактора контролируют дальнейшее

искривление трубы. Техническим результатом является увеличение чувствительности устройства к искривлению технологического канала и повышение информативности способа измерения при непрерывном контроле. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013125879/07, 04.06.2013

(24) Effective date for property rights:
04.06.2013

Priority:

(22) Date of filing: 04.06.2013

(43) Application published: 10.12.2014 Bull. № 34

(45) Date of publication: 27.06.2015 Bull. № 18

Mail address:

456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul.
Vasil'eva, 13, FGUP "RFJaTs-VNIITF im. akad. E.I.
Zababakhina", Otdel intellektual'noj sobstvennosti,
Bakalovu G.V., a/ja 245

(72) Inventor(s):

Podgornov Vladimir Aminovich (RU),
Podgornov Semen Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predprijatie "Rossijskij Federal'nyj Jadernyj
Tsentr-Vserossijskij Nauchno-Issledovatel'skij
Institut Tekhnicheskoy Fiziki imeni akademika
Zababakhina" (FGUP "RFJaTs-VNIITF im.
akad. E.I. Zababakhina") (RU)

(54) **METHOD AND DEVICE FOR CONTINUOUS MONITORING OF PROCESS CHANNEL PIPE BEND**

(57) Abstract:

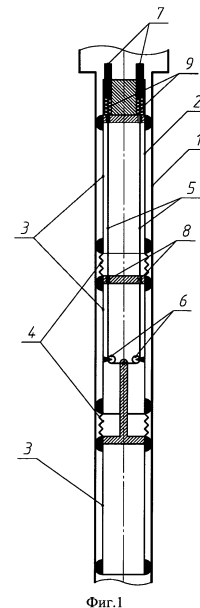
FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: invention relates to device of one-time check and permanent monitoring of pipe bend of the process channel in the nuclear units which being operated at limited access. The device contains a flexible measuring pole (2). The pole consists of the sections (3) which are interconnected by couplings (4). The end face of the section (3) is made narrower and freely located in the interfaced section where it is connected with a binding body. The body is passed inside the pole and is connected with the motion sensor (7). The sensor is moved by the binding body (5). The sensor is zeroed before the monitoring. The pole is placed in the unloaded pipe (1). In case of change of intersection bend of the bar in the joint by the angle α the bend is forced into the linear shift Δ of the section end. The shift Δ is translated into the proportional shift of the sensor. After start of the reactor the further pipe bending is monitored.

EFFECT: technical result consist in improvement of sensitivity of the device to bending of a process

channel and increase of informational content of the method of measurement at continuous monitoring.

10 cl, 3 dwg



Область техники

Изобретение относится к средствам проверки, контроля изгиба труб технологического канала, в ядерных установках, находящихся в эксплуатации в условиях ограниченного доступа к ним. Более конкретно, к трубам технологических каналов реакторов РБМК в процессе их эксплуатации. Изобретение может быть использовано в автоматизированных системах непрерывного контроля поведения труб технологических каналов как во время остановки, так и в режиме работы реактора РБМК.

Предшествующий уровень техники

При эксплуатации реакторов с графитовым замедлителем под действием нейтронов и температуры возникают одиночные и групповые дефекты графита, которые приводят к изменению его свойств. Возможны также отклонения режима работы ядерного реактора из-за аварий оборудования или ошибок обслуживающего персонала. В частности, остаточные искривления каналов могут произойти при возникновении более высокой температуры в центре по сравнению с торцами корпуса ядерного реактора.

Искривления технологических каналов приводят к изменению режимов работы ядерного реактора. Точный расчет условий работы активной зоны практически невозможен из-за сложности процессов и неопределенности влияния различных отклонений от первоначальных геометрических размеров. Для своевременного обнаружения и предупреждения развития опасных ситуаций необходим постоянный контроль параметров активной зоны. Поэтому приборы для контроля искривления технологических каналов можно отнести к приборам оперативного контроля. Приборы для контроля отклонения оси канала от вертикали необходимы также при строительстве ядерных реакторов. При этом часто возникает необходимость контроля искривлений в труднодоступных местах сооружений.

Пространственное положение трубы технологического канала определяется углом наклона (зенитным углом), азимутальным углом, расстоянием от нулевой отметки до точки измерения углов (уровнем измерения).

Азимутальный угол α - угол между направлением на север и проекцией оси канала или касательной к ней на горизонтальную плоскость.

Азимутальное направление - вектор, совпадающий с проекцией оси канала на горизонтальную плоскость, и направлением от точки пересечения оси канала и горизонтальной плоскости в сторону искривления трубы технологического канала.

Контроль искривления технологических каналов и графитовых колонн обеспечит более безопасную, надежную и эффективную эксплуатацию, прогнозирование срока службы действующих АЭС и позволит конструировать проектируемые вновь АЭС на более длительные сроки.

Известно устройство для контроля геометрических параметров технологических каналов ядерного реактора (патент РФ №2265252, от 03.11.2003, G21C 17/01, G21C 17/017, G01N 29/24, G01R 1/067, G01B 17/00, автор Афонсов А.А.), содержащее измерительный зонд с датчиком и передатчиком сигнала, сообщенным линией связи с приемником сигнала, средство для перемещения зонда по длине канала и источник питания.

Недостатком данного устройства можно считать ограниченность по месту и времени контроля работающего реактора, обусловленную проведением контроля с использованием перегрузочной машины. Кроме того, затруднено применение устройства при боковых изгибах технологических каналов на величину, большую радиуса технологического канала.

В качестве прототипа для устройства было выбрано устройство для контроля

искривления технологических каналов ядерного реактора (патент РФ №2361173, от 13.08.2007, авторы: Антоненко М.В., Кохомский А.Г., Мастега Н.А., Чуканов В.Б.), в котором гибкий стержневой элемент, набранный из втулок, взаимодействует с датчиком, установленным в верхней части технологического канала. Втулки соединены
5 крепёжными муфтами посредством штифтов с обеспечением зазора между торцами втулок, при этом в верхней части стержневого элемента предусмотрен утяжелитель, а опорная муфта выполнена в виде стакана с отверстием в донной части.

Недостатком данного устройства можно считать низкую чувствительность к искривлению технологических каналов. Устройство не позволяет получить данные по
10 азимутальному изгибу, а также получить информацию об изгибах на разных уровнях по высоте технологических каналов.

В качестве прототипа для способа было выбрано описание работы устройства для контроля искривления технологических каналов ядерного реактора (патент РФ №2361173, от 13.08.2007, авторы: Антоненко М.В., Кохомский А.Г., Мастега Н.А.,
15 Чуканов В.Б.), в котором гибкий стержневой элемент помещают в разгруженный технологический канал до упора в грибок разгрузочного механизма. Показания датчика перемещения устанавливаются на нулевую отметку. В технологическом канале устанавливается заданный расход теплоносителя. По мере искривления канала в процессе его эксплуатации изменяется величина зазора между цилиндрическими втулками, в
20 результате чего стержневой элемент изгибается, принимая форму канала, что приводит к изменению положения сердечника в датчике перемещения. Регистрация показаний датчика перемещения производится непрерывно с помощью вторичной аппаратуры, например самописца.

Недостатком данного способа можно считать низкую чувствительность к
25 искривлению технологических каналов. Способ не позволяет получить данные по азимутальному изгибу, а также получить информацию об изгибах на разных уровнях по высоте технологических каналов.

Раскрытие изобретения

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является
30 увеличение чувствительности устройства к искривлению технологического канала, повышение информативности способа измерения при непрерывном контроле.

Технический результат, достигаемый при решении этой задачи, заключается в использовании в устройстве механических связей, реагирующих на искривления на
разных уровнях и в разных азимутальных направлениях, непрерывном контроле изгиба
35 трубы как вовремя размещения устройства в канале, так и во время эксплуатации реактора.

Для получения указанного технического результата в способе для непрерывного контроля изгиба трубы технологического канала, включающем выставление датчика перемещения на нулевую отметку перед началом контроля, размещение гибкой
40 измерительной штанги в разгруженной трубе технологического канала, создание в ней условий работающего реактора, изменение формы штанги, срабатывание механического индикатора, регистрацию показаний датчика перемещения, согласно изобретению при размещении измерительной штанги в непрямолинейной трубе технологического канала и изменении межсекционного изгиба измерительной штанги в заранее выбранном стыке
45 на угол α переводят межсекционный изгиб в линейное смещение Δ конца части секции, свободно заходящего внутрь сопрягаемой секции на длину L , при этом $\Delta = \alpha * L$. При помощи механической связи смещение Δ переводят в пропорциональное смещение датчика перемещения; после запуска реактора и продолжения искривления трубы

технологического канала контролируют динамику относительного смещения механического индикатора и определяют текущий изгиб контролируемой трубы, в т.ч. в процессе эксплуатации.

5 Совокупность существенных признаков позволяет осуществить непрерывный контроль изгиба трубы как вовремя размещения устройства в канале, так и во время эксплуатации реактора. Это повышает информативность способа измерения.

Смещение Δ в плоскости размещения механического индикатора можно перевести в смещение механического индикатора, соответствующего азимутальному направлению данной плоскости, при помощи отдельной механической связи.

10 Перед загрузкой в реактор штангу можно свободно вывешивать вертикально, затем выставлять датчик перемещения заранее выбранного стыка секций на нулевую отметку.

Технический результат достигается тем, что в устройстве непрерывного контроля изгиба трубы технологического канала, содержащем гибкую измерительную штангу, связанную с датчиком перемещения и состоящую из последовательно соединенных 15 секций в виде втулок, соединенных последовательно между собой встык посредством муфт, согласно изобретению в любом из стыков торец одной секции заужен, свободно расположен внутри сопрягаемой секции и связан со связующим телом, которое пропущено внутри штанги и связано с датчиком перемещения, расположенным на верхнем торце контролируемой трубы и перемещаемым связующим телом.

20 Конец секции, свободно расположенный внутри сопрягаемой секции, может быть связан с двумя связующими телами, концы которых перекинуты через ролики, закрепленные на равном удалении друг от друга внутри сопрягаемой секции.

Совокупность существенных признаков позволяет использовать в устройстве механические связи - муфты, связующее тело, взаимное расположение и форма торцов 25 секций, реагирующие на искривления трубы на разных уровнях и в разных азимутальных направлениях. Неизвестность достижения такой совокупностью признаков такого технического результата подтверждает неочевидность решения и его изобретательский уровень.

Связующее тело может быть выполнено в виде металлической проволоки.

30 Датчик может быть выполнен в виде реостата, или индукционным, или контактным.

Секции с зауженным концом могут быть расположены в тех стыках штанги, где предполагается искривление трубы технологического канала после расположения в ней штанги.

35 Для регистрации изгиба трубы технологического канала в заданном уровне и в заданном азимутальном направлении используется отдельная система, состоящая из секции, связующего тела, двух роликов, двух подпружиненных датчиков, разность смещения которых пропорциональна регистрируемому изгибу.

Натяжение связующего тела с обеих сторон стрелы обеспечивается подпружиненными датчиками и выбирается значительно меньшим, чем усилия изгиба стрелы.

40 Трубчатые секции имеют на своих концах разрезные муфты, упруго распираемые внутри трубы для выборки зазора и обеспечивающие необходимый канал для протекания воды в технологическом канале при работающем реакторе.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 показано расположение штанги внутри технологического канала.

45 На фиг.2 показана схема перевода смещения секции в смещение датчика.

На фиг.3 показана схема соединения конца секции и двумя связующими телами.

Варианты осуществления изобретения

Как показано на фиг.1, в трубу 1 технологического канала через верхний торец

вставляют и располагают на время контроля эксплуатации этой трубы многосекционную гибкую в межсекционных стыках измерительную штангу 2, содержащую отдельные трубчатые секции 3. Штанга 2 входит внутрь трубы 1 с минимально возможным зазором, но с обеспечением свободного перемещения вдоль трубы 1. Муфты 4, соединяющие секции 3, дают возможность изгиба штанге 2 относительно ее оси без возможности азимутального поворота. Муфты 4, как вариант, могут быть выполнены в виде сильфонов.

Конец секции 3, используемой для контроля изгиба трубы 1, выполняют зауженным, и на нем фиксируют связующее тело 5, например, в виде проволоки диаметром 1 мм. Тело 5 двумя своими концами проходит через ролики 6 и выходит вверх к датчику 7 через отверстия 8 в вышестоящих секциях 3. На выходе из трубы 1 концы связующего тела 5 фиксируются в механических датчиках 7 перемещения в виде металлических цилиндров. Датчики 7 подпружинены для выбора свободных изгибов связующего тела 5. Усилия пружин 9 много меньше усилия изгиба трубы 1, действующего на конец секции 3.

Концы связующего тела 5 образуют петлю, лежащую в одной плоскости с датчиками 7. Изгиб трубы 1 в плоскости расположения петли связующего тела 5, как это показано на фиг.2, в точке расположения конца секции 3 на угол α приведет к смещению конца секции 3 на величину $\Delta = \alpha * L$, где L - длина зауженного конца секции 3. Отклонение конца секции 3 на величину Δ приведет за счет механической связи через связующее тело 5 к разнонаправленному смещению механических датчиков 9 в соответствующую изгибу трубы 1 сторону и обеспечит зазор их уровней, равный $2 * \Delta$.

При этом тепловое расширение, действующее на штангу 2 при работающем реакторе, одинаковым образом повлияет на оба конца связующего тела 5 и не приведет к дополнительной разнице уровней механических датчиков 7.

Для контроля изгиба трубы 1 в месте размещения стыка сопрягаемых секций 3 и в имеющемся азимутальном направлении до загрузки в реактор штангу 2 свободно вывешивают вертикально, затем выставляют механический датчик перемещения 7 для выбранного стыка секций 3 на нулевую отметку.

В процессе размещения измерительной штанги 2 в непрямолинейной трубе 1 технологического канала секции 3 штанги 2 изменяют взаимное угловое расположение в стыке. Зауженный конец секции 3 смещается и двигает связующее тело 5, которое смещает части механического датчика 7. При этом фиксируют первоначальное искривление трубы 1 в разные стороны относительно вертикальной оси. Смещение механических датчиков 7 на торце измерительной штанги 2 пропорционально величине и направлению углового межсекционного изгиба штанги 2. После запуска реактора по мере дальнейшего искривления трубы 1, секции 3 в штанге 2 в стыке, соответствующем искривлению по уровню, изменяют свое взаимное расположение, которое непрерывно отслеживают по изменениям в датчике 7 и фиксируют динамику искривления канала 1. Так получают систему реагирования на искривление трубы 1.

Для других азимутальных направлений в стыке секций 3 применяют другую аналогичную систему, связанную с одним и тем же концом секции 3.

Для контроля изгиба трубы 1 на других уровнях применяют аналогичные системы в других стыках секций 3, которые располагаются соответственно на уровне этих стыков. При этом обеспечивают беспрепятственное продольное смещение вдоль секций связующих тел от всех нижестоящих систем.

Промышленная применимость

Наиболее эффективно выглядит использование предложенного способа при проверке

и контроле изгиба труб технологического канала, в ядерных установках, находящихся в эксплуатации в условиях ограниченного доступа к ним. Там, где в рабочем режиме невозможно близкое присутствие человека из-за агрессивной среды. Рассмотренный вариант выполнения изобретения может быть реализован на существующем в настоящее время оборудовании с применением известных материалов. Это показывает его работоспособность и подтверждает промышленную применимость.

Формула изобретения

1. Способ для непрерывного контроля изгиба трубы, включающий выставление механического датчика перемещения на нулевую отметку перед началом контроля, размещение гибкой измерительной штанги в разгруженном технологическом канале, создание в канале условий работающего реактора, изменение формы штанги, срабатывание механического индикатора, регистрацию показаний датчика перемещения, отличающийся тем, что при размещении измерительной штанги в непрямолинейном технологическом канале и изменении межсекционного изгиба измерительной штанги в заранее выбранном стыке на угол α переводят межсекционный изгиб в линейное смещение Δ конца части секции, свободно заходящего внутрь сопрягаемой секции на длину L , при этом $\Delta = \alpha * L$, при помощи механической связи смещение Δ переводят в пропорциональное смещение датчика перемещения; после запуска реактора и продолжения искривления трубы контролируют динамику относительного смещения механического индикатора и определяют текущий изгиб контролируемой трубы, в т.ч. в процессе эксплуатации.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что смещение Δ в заданном азимутальном направлении переводят в смещение механического индикатора, соответствующего данному азимутальному направлению, при помощи отдельной механической связи.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что перед загрузкой в реактор штангу свободно вывешивают вертикально, затем выставляют датчик перемещения заранее выбранного стыка секций на нулевую отметку.

4. Устройство для непрерывного контроля изгиба трубы, содержащее гибкую измерительную штангу, связанную с датчиком перемещения и состоящую из последовательно соединенных секций в виде втулок, соединенных последовательно между собой встык посредством муфт, отличающееся тем, что в любом из стыков торец одной секции заузен и свободно расположен внутри сопрягаемой секции и связан со связующим телом, которое пропущено внутри штанги и связано с датчиком перемещения, расположенным на верхнем торце контролируемой трубы и перемещаемым связующим телом.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что конец секции, свободно расположенный внутри сопрягаемой секции, связан с двумя связующими телами, концы которых перекинута через ролики, закрепленные на равном удалении друг от друга внутри сопрягаемой секции, и связаны со своими датчиками перемещения.

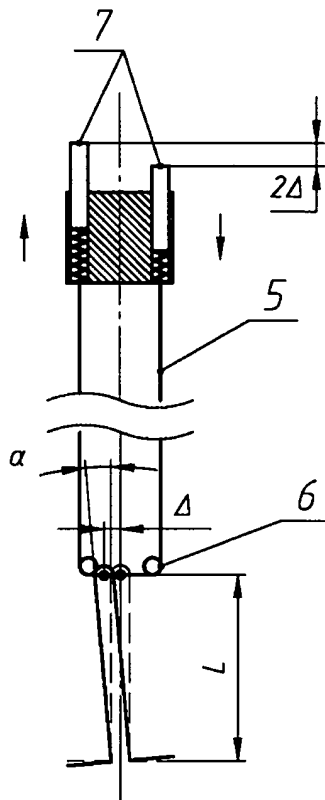
6. Устройство по п.4, отличающееся тем, что связующее тело выполнено в виде металлической проволоки.

7. Устройство по п.4, отличающееся тем, что датчик выполнен в виде реостата.

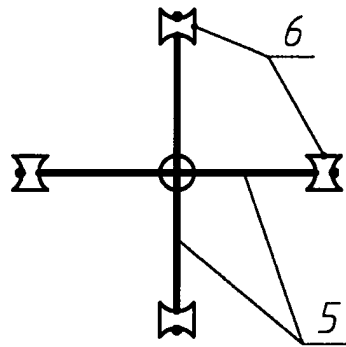
8. Устройство по п.4, отличающееся тем, что датчик выполнен индукционным.

9. Устройство по п.4, отличающееся тем, что датчик выполнен контактным.

10. Устройство по п.4, отличающееся тем, что секции с зауженным концом расположены в тех стыках штанги, где предполагается искривление трубы технологического канала после расположения в ней штанги.



Фиг.2



Фиг.3