



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2011112465/28, 04.04.2011**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.04.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **04.04.2011**(45) Опубликовано: **10.08.2012** Бюл. № 22(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 90773 U1, 20.01.2010. SU 1665212 A1, 23.07.1991. RU 2381440 C1, 10.02.2010. SU 1379602 A1, 07.03.1988.**

Адрес для переписки:

**105064, Москва, а/я 380, ООО "НПП "ЭГО",
И.Г. Фёдорову**

(72) Автор(ы):

**Затравкин Михаил Иванович (RU),
Каминский Леонид Станиславович (RU),
Пятницкий Игорь Андреевич (RU),
Синицин Евгений Владимирович (RU),
Фёдоров Игорь Германович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной
ответственностью "Научно-
производственное предприятие "ЭГО" (RU)****(54) ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ВСТАВКА**

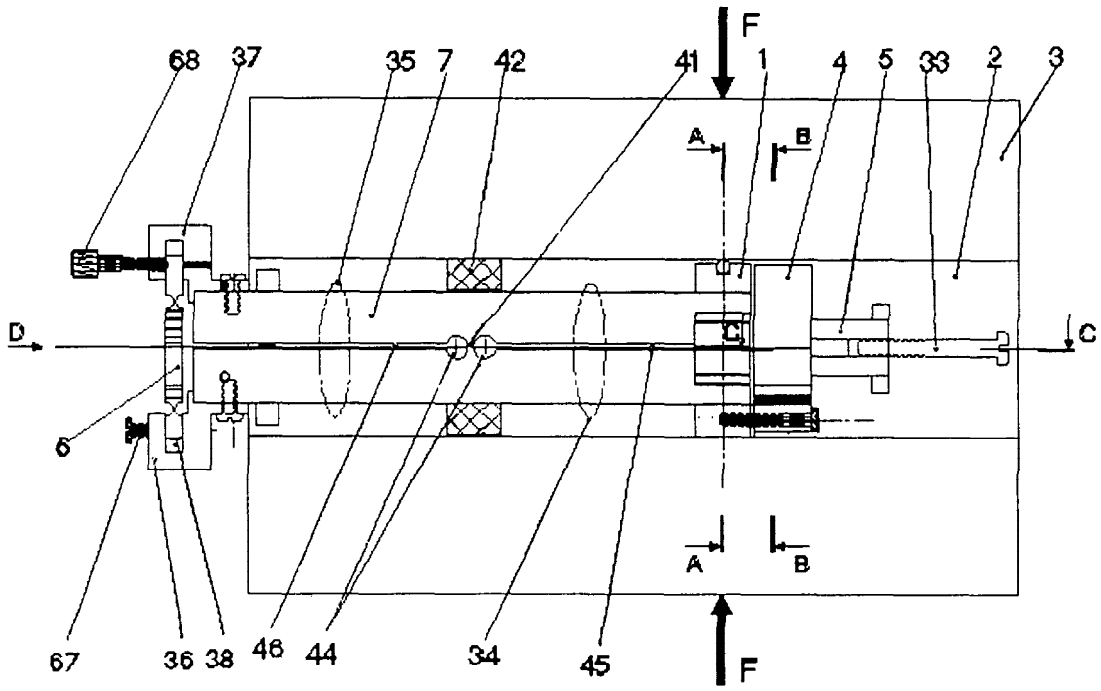
(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в измерительных, сигнальных, регулирующих или управляющих системах. Техническим результатом является повышение ремонтпригодности вставки, стабильности ее характеристики и обеспечение возможности повышения ее чувствительности. Вставка для измерения деформации нагружаемого элемента конструкции содержит приемник деформации и преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал, связанные между собой с помощью механического трансформатора перемещения. Вставку введен фиксатор приемника деформации в полости

нагружаемого элемента конструкции. Приемник деформации выполнен в виде двух оппозитно расположенных воспринимающих элементов, контактирующих с поверхностью полости нагружаемого элемента конструкции и соединенных между собой посредством упругой связи. Один из воспринимающих элементов приемника деформации связан с фиксатором приемника деформации, механический трансформатор перемещения выполнен в виде четырехзвенника. Преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал выполнен в виде устройства для измерения линейного перемещения указанных концевых элементов. 25 з.п. ф-лы, 7 ил.

RU 2 4 5 8 3 2 6 C 1

RU 2 4 5 8 3 2 6 C 1



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011112465/28, 04.04.2011

(24) Effective date for property rights:
04.04.2011

Priority:

(22) Date of filing: 04.04.2011

(45) Date of publication: 10.08.2012 Bull. 22

Mail address:

105064, Moskva, a/ja 380, OOO "NPP "EhGO",
I.G. Fedorovu

(72) Inventor(s):

Zatravkin Mikhail Ivanovich (RU),
Kaminskij Leonid Stanislavovich (RU),
Pjatnitskij Igor' Andreevich (RU),
Sinitsin Evgenij Vladimirovich (RU),
Fedorov Igor' Germanovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvenost'ju
"Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatje "EhGO"
(RU)

(54) **MEASURING INSERT**

(57) Abstract:

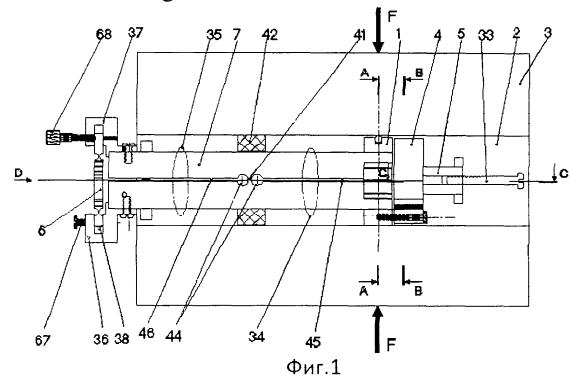
FIELD: physics.

SUBSTANCE: insert for measuring deformation of a loaded structural component has a deformation receiver and a converter for converting the controlled quantity to an electric signal, connected to each other by a mechanical displacement transformer. The lock for the deformation receiver in the cavity of the loaded structural component is inserted into the insert. The deformation receiver is in form of two oppositely lying detecting elements in contact with the surface of the cavity of the loaded structural component and connected to each other by an elastic coupling. One of the detecting elements of the deformation receiver is connected to the lock of the deformation receiver. The mechanical displacement transformer is in form of in form of a four-link chain. The converter for converting the

controlled quantity to an electric signal is in form of a device for measuring linear displacement of said terminal elements.

EFFECT: high reparability of the insert, stability of its characteristics and possibility of increasing its sensitivity.

26 cl, 7 dwg



RU 2 4 5 8 3 2 6 C 1

RU 2 4 5 8 3 2 6 C 1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в измерительных, сигнальных, регулирующих или управляющих системах, в частности в системах управления и защиты от перегрузок грузоподъемных кранов.

5 Известны измерительные вставки, используемые в системах управления и защиты от перегрузок грузоподъемных кранов (патенты: FR 2346278, 28.10.1977; GB 2031594 A, 23.04.1980; RU 99473 U1, 20.11.2010). Данные вставки выполнены в виде оси шарнирного узла кранового оборудования. Ось представляет собой упругий силовоспринимающий элемент с закрепленными на нем тензорезисторами, 10 соединенными в мостовую схему, сигнал с которой поступает на управляющее устройство грузоподъемного крана.

Такие измерительные вставки (оси - датчики усилия) являются составной частью шарнирного узла кранового оборудования, что затрудняет монтаж датчика усилия на грузоподъемном кране при его изготовлении, а также при необходимости замены 15 датчика в процессе эксплуатации крана. Например, в кране-манипуляторе по патенту GB 2031594 для замены датчиков усилия требуется предварительная установка и фиксация элементов стрелового механизма для разгрузки шарнирных соединений и разборка шарниров. Поэтому такому техническому решению 20 свойственна высокая трудоемкость монтажа и замены датчика усилия. Кроме того, из-за необходимости обеспечения достаточного запаса прочности силовоспринимающего элемента (оси) приходится ограничивать максимальную деформацию этого элемента, что ограничивает чувствительность датчика.

Наиболее близкой к заявленному изобретению по совокупности существенных 25 признаков является измерительная вставка в ось шарнирного узла кранового оборудования, например в ось блоков грузозахватного органа. Вставка содержит приемник деформации и преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал. Ось блоков грузозахватного органа выполняется с осевым отверстием, 30 образующим полость для установки измерительной вставки (RU 90773 U1, 20.01.2010).

Установка данной измерительной вставки, в частности в полость оси блоков грузозахватного органа, обеспечивает повышенную точность измерения нагрузки на грузозахватном органе и обеспечивает возможность ее замены, при необходимости, 35 без разборки грузоподъемного механизма. Однако конструкция измерительной вставки не обеспечивает возможность замены ее составных частей без полной выемки измерительной вставки из полости оси, что ограничивает ее ремонтпригодность. Кроме того, точность измерения с помощью известной измерительной вставки может снижаться со временем из-за возможных ее смещений относительно оси под действием 40 циклических нагрузок на ось, вибрации и других факторов, так как для ее фиксации нельзя использовать посадки с натягом, клеевые соединения и подобные неразборные соединения. Поэтому монтаж измерительной вставки в полости оси шарнирного узла кранового оборудования связан с повышенными требованиями к точности 45 выполнения осевого отверстия под измерительную вставку и к точности изготовления самой измерительной вставки, так как измерительная вставка после ее установки в ось должна составлять с ней одно целое для восприятия деформации оси под действием усилия на грузозахватный орган. Возможно, существуют другие способы решения данной проблемы, однако в материалах патента на эту тему нет соответствующих 50 указаний. Конструкция известной измерительной вставки не обеспечивает также высокой точности измерения при действии малых нагрузок, так как при таких нагрузках величина деформации оси, в которой установлена вставка, становится соизмеримой с погрешностью формы и размеров самой вставки и отверстия, в

котором она установлена. Кроме того, недостатком известного технического решения является ограниченная чувствительность измерительной вставки, так как измеряемая деформация соответствует величине деформации оси, в которой она установлена, а следовательно, ограничена максимально допустимой величиной деформации оси.

5 Задачей, на решение которой направлено заявленное изобретение, является разработка конструкции измерительной вставки, преимущественно для элементов грузоподъемных машин, повышающей ее ремонтпригодность, обеспечивающей возможность увеличения ее чувствительности, а также обеспечивающей стабильность
10 характеристики в процессе эксплуатации в широком диапазоне деформаций нагружаемого элемента конструкции без необходимости выдерживания прецизионной точности размеров и формы контактирующих поверхностей вставки и полости элемента конструкции, в которой она устанавливается.

15 Дополнительные решаемые задачи и преимущества заявленного изобретения будут понятны из последующего описания.

 Поставленные технические задачи решаются тем, что измерительная вставка, содержащая приемник деформации и преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал, согласно изобретению снабжена механическим
20 трансформатором перемещения, связывающим приемник деформации с преобразователем контролируемой величины в электрический сигнал, и фиксатором приемника деформации в полости нагружаемого элемента конструкции, снабженным разжимным приспособлением.

25 Достижению технического результата способствуют также частные существенные признаки изобретения.

 Приемник деформации выполнен в виде двух связанных с механическим трансформатором перемещения оппозитно расположенных воспринимающих элементов, контактирующих с поверхностью полости нагружаемого элемента
30 конструкции и соединенных между собой посредством упругой связи, обеспечивающей возможность их перемещения в направлении измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции, при этом один из указанных воспринимающих элементов связан с фиксатором приемника деформации.

35 Воспринимающие элементы приемника деформации представляют собой две губки с односторонне смещенными встречно направленными выступами, а упругая связь между ними образована двумя упругими параллелограммными подвесками, расположенными в одной плоскости и установленными друг относительно друга по
40 встречно-последовательной схеме, каждая из которых состоит из двух упругих балок, одними концами закрепленных к выступу соответствующей губки, а другими концами закрепленных к расположенному между губками плавающему элементу.

45 Все элементы приемника деформации выполнены за одно целое, в виде пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь, отделяющие губки от плавающего
 элемента и упругих параллелограммных подвесок, а также губки и упругие параллелограммные подвески друг от друга.

50 Фиксатор приемника деформации выполнен в виде двух соединенных с разжимным приспособлением оппозитно расположенных упорных элементов, контактирующих с поверхностью полости нагружаемого элемента конструкции и соединенных между собой посредством упругой связи, обеспечивающей возможность их перемещения в направлении, перпендикулярном направлению измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции, и снабжен стыковочным элементом для

крепления одного из воспринимающих элементов приемника деформации, связанным с упорными элементами посредством упругой связи, обеспечивающей возможность перемещения стыковочного элемента в направлении измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции.

5 Упорные элементы фиксатора приемника деформации представляют собой две губки с односторонне смещенными встречно направленными выступами, а упругая связь между ними образована двумя упругими параллелограммными подвесками, расположенными в одной плоскости и установленными друг относительно друга по
10 встречно-последовательной схеме, каждая из которых состоит из двух упругих балок, одними концами закрепленных к выступу соответствующей губки, а другими концами закрепленных к расположенному между губками плавающему элементу, связанному со стыковочным элементом посредством упругой развязки, обеспечивающей
15 возможность перемещения стыковочного элемента относительно плавающего элемента вдоль балок упругих параллелограммных подвесок.

Все элементы фиксатора приемника деформации выполнены за одно целое, в виде пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь, отделяющие губки от
20 плавающего элемента, стыковочного элемента и упругих параллелограммных подвесок, а также губки и упругие параллелограммные подвески друг от друга, при этом плавающий элемент фиксатора связан со стыковочным элементом двумя встречно направленными П-образными упругими элементами, образованными Н-образной прорезью и двумя встречно направленными прямыми прорезями,
25 выполненными в пластине фиксатора.

Разжимное приспособление представляет собой разрезной раздвижной элемент, одни концы которого связаны с упорными элементами фиксатора, а другие концы связаны между собой, при этом в торце разрезного раздвижного элемента со стороны
30 его связанных концов выполнено резьбовое отверстие, в которое ввернут винт с возможностью раздвижения концов разрезного раздвижного элемента, связанных с упорными элементами фиксатора.

Механический трансформатор перемещения выполнен в виде четырехзвенника, входная пара звеньев которого связана с воспринимающими элементами приемника
35 деформации, выходная пара звеньев снабжена концевыми элементами, а преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал выполнен в виде устройства для измерения линейного перемещения указанных концевых элементов.

Четырехзвенник снабжен средством для разведения воспринимающих элементов приемника деформации.
40

Средство для разведения воспринимающих элементов приемника деформации представляет собой пружины растяжения, связывающие концевые части выходной пары звеньев четырехзвенника.

Четырехзвенник включает в себя два расположенных напротив друг друга
45 двуплечих рычага с различным соотношением длин плеч, шарнирно соединенных между собой с помощью гибкого элемента, выполненного за одно целое с двуплечими рычагами, при этом одна пара плеч двуплечих рычагов образуют входную пару звеньев четырехзвенника, а другая - его выходную пару звеньев.

Четырехзвенник выполнен в виде плоского прямого бруска, на продольной оси которого выполнены два близкорасположенных отверстия и две встречно
50 направленные продольные прорези от торцов бруска до указанных отверстий, с образованием двух расположенных напротив друг друга двуплечих рычагов и

соединяющего их гибкого элемента в виде перемычки между указанными отверстиями.

Четырехзвенник снабжен демпфирующей опорой в зоне шарнирного соединения двуплечих рычагов.

5 Концевые элементы выходной пары звеньев четырехзвенника выполнены в виде оппозитно расположенных уголков, одни из полок которых жестко закреплены на указанных звеньях, а в других полках выполнены встречно направленные пазы, в которых закреплен преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал.

10 Преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал выполнен в виде тензометрического устройства для измерения линейного перемещения концевых элементов выходной пары звеньев четырехзвенника.

Тензометрическое устройство содержит:

15 расположенный в плоскости, перпендикулярной продольной оси вставки, упругий элемент, включающий в себя два плеча, выполненных с утонениями на их захватных участках, образующими упругие шарниры, и односторонне смещенными встречно направленными выступами,

плавающий элемент, расположенный между плечами упругого элемента, и две пары упругих балок, соединяющих плавающий элемент со встречно направленными выступами первого и второго плеч упругого элемента с образованием соответственно первой и второй упругих параллелограммных подвесок, расположенных в одной плоскости и установленных друг относительно друга по встречно-последовательной схеме;

25 при этом внутри первой параллелограммной подвески между ее упругими балками размещена параллельная им упругая измерительная балочка из монокристалла кремния со сформированными на ней тензорезисторами, соединенными в электрический мост, имеющая концевые полки, одна из которых связана с плавающим элементом, а другая с выступом первого плеча упругого элемента, причем одна из 30 указанных связей выполнена жесткой, а другая - через поводок.

Захватные участки плеч упругого элемента тензометрического устройства закреплены внутри пазов концевых элементов выходной пары звеньев четырехзвенника с помощью винтов с коническими концами.

35 Плечи упругого элемента, плавающий элемент и упругие параллелограммные подвески выполнены за одно целое в виде прямоугольной пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь, отделяющие плечи от плавающего элемента и упругих подвесок, а также плечи и упругие подвески друг от друга. 40

Выступ первого плеча и плавающий элемент упругого элемента тензометрического устройства выполнены с двумя внутренними консолями, а поводок изготовлен за одно целое с консолью выступа первого плеча или консолью плавающего элемента и включает в себя платформу и упругую тягу, соединяющую платформу с 45 соответствующей консолью, при этом упругая измерительная балочка закреплена одной концевой полкой на указанной платформе, а другой - на консоли плавающего элемента или выступа первого плеча упругого элемента.

Упругая тяга выполнена в виде тонкого стержня, в виде ленты или в виде двух лент, соединяющих платформу с консолью выступа первого силового плеча с образованием ленточной параллелограммной подвески. 50

Ленты выполнены толщиной 80-120 мкм.

Захватный участок первого плеча упругого элемента и плавающий элемент

соединены между собой с помощью замка с возможностью перемещения первого плеча относительно плавающего элемента в пределах гарантированного зазора.

Замок выполнен в виде Г-образного выступа на захватном участке первого плеча и ответного выреза в плавающем элементе, в котором размещен указанный выступ.

Тензометрическое устройство или его часть заполнено жидкостью с малым давлением упругости паров.

В качестве жидкости с малым давлением упругости паров использована кремнийорганическая жидкость.

В основу изобретения положено выделение из конструкции измерительной вставки в самостоятельные узлы приемника деформации нагружаемого элемента конструкции и преобразователя контролируемой величины в электрический сигнал и соединение их между собой с помощью механического трансформатора перемещения. Это позволяет, при необходимости, повысить чувствительность измерительной вставки и обеспечивает легкий доступ к преобразователю контролируемой величины в электрический сигнал и повышает тем самым ремонтпригодность измерительной вставки, так как преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал может быть заменен, при необходимости, без демонтажа приемника деформации из полости нагружаемого элемента конструкции. При этом включение в состав измерительной вставки фиксатора приемника деформации в полости нагружаемого элемента конструкции, снабженного разжимным приспособлением, обеспечивает надежное крепление приемника деформации в заданном положении в полости нагружаемого элемента конструкции при обычной точности исполнения элементов измерительной вставки и полости, что, в свою очередь, обеспечивает стабильность характеристики измерительной вставки в процессе ее эксплуатации. Кроме того, благодаря наличию механического трансформатора перемещения и возможности крепления измерительной вставки в различных зонах полости нагружаемого элемента конструкции с помощью фиксатора приемника деформации предлагаемая измерительная вставка может быть использована в широком диапазоне измеряемых деформаций.

Выполнение приемника деформации в виде двух связанных с механическим трансформатором перемещения оппозитно расположенных воспринимающих элементов, контактирующих с поверхностью полости нагружаемого элемента конструкции и соединенных между собой посредством упругой связи, обеспечивающей возможность их перемещения в направлении измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции, при этом один из указанных воспринимающих элементов связан с фиксатором приемника деформации, обеспечивает постоянный контакт воспринимающих элементов с поверхностью полости нагружаемого элемента конструкции в заданных зонах при обычных требованиях к точности размеров приемника деформации и полости. Это обеспечивает стабильность величины перемещения воспринимающих элементов во всем диапазоне деформаций нагружаемого элемента конструкции, а следовательно, сохранение точности измерений.

Выполнение воспринимающих элементов приемника деформации в виде двух губок с односторонне смещенными встречно направленными выступами, а упругой связи между ними в виде двух параллелограммных подвесок, расположенных в одной плоскости и установленных друг относительно друга по встречно-последовательной схеме, каждая из которых состоит из двух упругих балок, одними концами закрепленных к выступу соответствующей губки, а другими концами закрепленных к

расположенному между губками плавающему элементу, обеспечивает практически плоскопараллельное перемещение воспринимающих элементов при деформации нагружаемого элемента конструкции. Это обеспечивает также необходимую линейность преобразования измерительной вставки во всем диапазоне измерений за счет постоянства пространственной ориентации воспринимающих элементов и зон их контакта с поверхностью полости в нагружаемом элементе конструкции.

Выполнение элементов приемника деформации за одно целое, в виде пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь, отделяющие губки от плавающего элемента и упругих параллелограммных подвесок, а также губки и упругие параллелограммные подвески друг от друга, повышает технологичность изготовления приемника деформации и снижает его стоимость.

Выполнение фиксатора приемника деформации в виде двух соединенных с разжимным приспособлением оппозитно расположенных упорных элементов, контактирующих с поверхностью полости нагружаемого элемента конструкции и соединенных между собой посредством упругой связи, обеспечивающей возможность их перемещения в направлении, перпендикулярном направлению измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции, и снабженным стыковочным элементом для крепления одного из воспринимающих элементов приемника деформации, связанным с упорными элементами посредством упругой связи, обеспечивающей возможность его перемещения в направлении измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции, обеспечивает сохранение пространственного положения стыковочного элемента фиксатора и приемника деформации при затягивании разжимного приспособления и в процессе эксплуатации при сравнительно невысоких требованиях к точности изготовления фиксатора и полости, в которой установлены фиксатор и приемник деформации.

Выполнение упорных элементов фиксатора приемника деформации в виде двух губок с односторонне смещенными встречно направленными выступами, а упругой связи между ними в виде двух упругих параллелограммных подвесок, расположенными в одной плоскости и установленными друг относительно друга по встречно-последовательной схеме, каждая из которых состоит из двух упругих балок, одними концами закрепленных к выступу соответствующей губки, а другими концами закрепленных к расположенному между губками плавающему элементу, связанному со стыковочным элементом посредством упругой развязки, обеспечивающей возможность перемещения стыковочного элемента относительно плавающего элемента вдоль балок упругих параллелограммных подвесок, в свою очередь, обеспечивает возможность перемещения стыковочного элемента только в направлении измеряемой деформации, а следовательно, стабильность заданного положения приемника деформации в полости нагружаемого элемента конструкции и точность измерений.

Выполнение всех элементов фиксатора приемника деформации за одно целое в виде пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь, отделяющие губки от плавающего элемента, стыковочного элемента и упругих параллелограммных подвесок, а также губки и упругие параллелограммные подвески друг от друга, повышает технологичность изготовления данного фиксатора и снижает его стоимость, а соединение плавающего элемента фиксатора со стыковочным элементом двумя встречно направленными П-образными упругими элементами, образованными

Н-образной прорезью и двумя встречно направленными прямыми прорезями, выполненными в пластине фиксатора, обеспечивает возможность перемещения стыковочного элемента только в направлении измеряемой деформации.

5 Предлагаемое выполнение разжимного приспособления в виде разрезного раздвижного элемента, одни концы которого связаны с упорными элементами фиксатора, а другие концы связаны между собой, при этом в торце разрезного раздвижного элемента со стороны его связанных концов выполнено резьбовое
10 отверстие, в которое ввернут винт с возможностью раздвижения концов разрезного раздвижного элемента, связанных с упорными элементами фиксатора, обеспечивает согласованное симметричное перемещение упорных элементов фиксатора с помощью вращения единственного винта.

15 Выполнение механического трансформатора перемещения в виде четырехзвенника, входная пара звеньев которого связана с воспринимающими элементами приемника деформации, а выходная пара звеньев снабжена концевыми элементами, и выполнение преобразователя контролируемой величины в электрический сигнал в виде устройства для измерения линейного перемещения указанных концевых элементов, обеспечивает
20 необходимое направление и оптимальную величину перемещения указанных концевых элементов при различных действующих значениях перемещений воспринимающих элементов приемника деформации.

Снабжение четырехзвенника средством для разведения воспринимающих элементов приемника деформации упрощает процесс установки измерительной вставки в полости
25 нагружаемого элемента конструкции.

Предлагаемое выполнение четырехзвенника в виде двух расположенных напротив друг друга двуплечих рычагов с различным соотношением длин плеч, шарнирно
30 соединенных между собой с помощью гибкого элемента, выполненного за одно целое с двуплечими рычагами, при этом одна пара плеч двуплечих рычагов образуют входную пару звеньев четырехзвенника, а другая - его выходную пару звеньев, обеспечивает возможность изготовления данного четырехзвенника с различным коэффициентом трансформации «К», то есть с увеличением или уменьшением
35 линейного перемещения концевых элементов выходной пары звеньев. Появляется, таким образом, возможность использовать устройство для измерения линейного перемещения концевых элементов выходной пары звеньев четырехзвенника с заданной точностью измерения для различных диапазонов величин деформации нагружаемого элемента конструкции.

40 Выполнение четырехзвенника в виде плоского прямого бруска, на продольной оси которого выполнены два близкорасположенных отверстия и две встречно направленные продольные прорези от торцов бруска до указанных отверстий, с образованием двух расположенных напротив друг друга двуплечих рычагов и соединяющего их гибкого элемента в виде перемычки между указанными
45 отверстиями, исключает трение скольжения или качения в шарнирном узле, соединяющем плечи, повышает технологичность изготовления данного четырехзвенника, снижает его стоимость и обеспечивает простое обеспечение заданного коэффициента трансформации «К» путем выбора координат осей упомянутых отверстий.

50 Снабжение четырехзвенника демпфирующей опорой в зоне шарнирного соединения двуплечих рычагов снижает влияние инерционных нагрузок на точность измерения деформации.

Выполнение концевых элементов выходной пары звеньев четырехзвенника в виде

оппозитно расположенных уголков, одни из полок которых жестко закреплены на указанных звеньях, а в других полках выполнены встречно направленные пазы, в которых закреплен преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал, обеспечивает возможность легкой замены данного преобразователя в процессе эксплуатации, а выполнение данного преобразователя в виде тензометрического устройства для измерения линейного перемещения концевых элементов выходной пары звеньев четырехзвенника позволяет использовать в качестве чувствительных элементов преобразователя широкий класс серийно выпускаемых элементов для получения необходимых выходных характеристик тензометрического устройства.

Предлагаемое выполнение измерительной балочки из монокристалла кремния со сформированными на ней тензорезисторами, соединенными в электрический мост, повышает чувствительность преобразователя контролируемой величины в электрический сигнал и технологичность изготовления тензометрического устройства, так как наиболее уязвимый с точки зрения технологии элемент (измерительная балочка с тензорезисторами) может быть изготовлен и проверен отдельно от его чувствительной части.

Закрепление захватных участков плеч упругого элемента тензометрического устройства внутри пазов концевых элементов выходной пары звеньев четырехзвенника с помощью винтов с коническими концами упрощает соединение тензометрического устройства с механическим трансформатором перемещения и обеспечивает возможность замены тензометрического устройства без извлечения приемника деформации из полости нагружаемого элемента конструкции.

Выполнение тензометрического устройства с расположенным в плоскости, перпендикулярной продольной оси вставки, упругим элементом, включающим в себя два плеча, выполненных с утонениями на их захватных участках, образующими упругие шарниры, и односторонне смещенными встречно направленными выступами, плавающий элемент, расположенный между плечами упругого элемента, и две пары упругих балок, соединяющих плавающий элемент со встречно направленными выступами первого и второго плеч упругого элемента с образованием соответственно первой и второй упругих параллелограммных подвесок, расположенных в одной плоскости и установленных друг относительно друга по встречно-последовательной схеме, обеспечивает развязку измерительной балочки из монокристалла кремния от паразитных нагрузок, вызванных непрямолинейностью траектории перемещения концевых элементов выходной пары четырехзвенника. Кроме того, за счет изменения соотношения жесткостей первой и второй упругих параллелограммных подвесок возможно регулирование величины деформации измерительной балочки при перемещении плеч упругого элемента.

Выполнение плеч упругого элемента, плавающего элемента и упругих параллелограммных подвесок за одно целое в виде прямоугольной пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь, отделяющие плечи от плавающего элемента и упругих подвесок, а также плечи и упругие подвески друг от друга, обеспечивает заданную жесткость параллелограммных подвесок и их ориентацию за счет исключения деформаций параллелограммных подвесок при сборке тензометрического устройства, а также повышает технологичность изготовления тензометрического устройства и снижает его стоимость.

Выполнение выступа первого плеча и плавающего элемента упругого элемента

тензометрического устройства с двумя внутренними консолями и изготовление поводка за одно целое с консолью выступа первого плеча или консолью плавающего элемента с включением в состав поводка платформы и упругой тяги, соединяющей платформу с соответствующей консолью, с закреплением упругой измерительной балочки одной концевой полкой на указанной платформе, а другой - на консоли плавающего элемента или выступа первого плеча упругого элемента, обеспечивает точность монтажа измерительной балочки и технологичность изготовления тензометрического устройства.

При выполнении упругой тяги в виде тонкого стержня обеспечивается снижение нагрузок, возникающих в измерительной балочке вследствие температурных деформаций.

Выполнение упругой тяги в виде ленты максимально снижает передачу на измерительную балочку изгибающих моментов и продольных усилий.

Выполнение упругой тяги в виде двух лент с образованием ленточной параллелограммной подвески, соединяющей платформу с внутренним выступом первого плеча упругого элемента тензометрического устройства, обеспечивает малую поперечную жесткость данной подвески при высокой угловой жесткости. При этом на измерительную балочку не передаются продольное усилие и изгибающий момент.

Выполнение лент толщиной 80-120 мкм обеспечивает оптимальное соотношение поперечной жесткости параллелограммной подвески и собственной частоты колебаний измерительной системы преобразователя, предотвращается возникновение автоколебаний измерительной системы.

Соединение захватной части первого плеча упругого элемента и плавающего элемента между собой с помощью замка с возможностью перемещения первого плеча в пределах гарантированного зазора обеспечивает защиту измерительной балочки тензометрического устройства от перегрузок при больших перемещениях концов выходных звеньев четырехзвенника.

Выполнение замка в виде Г-образного выступа на захватной части первого плеча и ответного выреза на плавающем элементе, в котором размещен указанный выступ, упрощает технологию изготовления данного замка.

Заполнение тензометрического устройства или его части жидкостью с малым давлением упругости паров, в качестве которой может быть использована кремнийорганическая жидкость, защищает элементы устройства от воздействия внешней среды и демпфирует возникающие в нем колебания.

Таким образом, технический результат, обеспечиваемый данным изобретением, выражается в повышении ремонтпригодности измерительной вставки, стабильности ее характеристики и обеспечении возможности повышения чувствительности измерительной вставки.

На фиг.1 показано размещение предлагаемой измерительной вставки в полости нагружаемого элемента конструкции, выполненной в виде цилиндрического отверстия, на фиг.2 - внешний вид измерительной вставки с фиксатором, условно отделенным от приемника деформации; на фиг.3 - конструкция приемника деформации (разрез А-А на фиг.1); на фиг.4 и 5 - конструкция фиксатора приемника деформации (разрезы В-В и С-С на фиг.1); на фиг.6 - конструкция преобразователя контролируемой величины в электрический сигнал (вид D на фиг.1); на фиг.7 - деформация цилиндрической полости в нагружаемом элементе конструкции под действием сжимающего усилия.

Измерительная вставка содержит:

приемник 1 деформации, расположенный в полости 2 нагружаемого элемента 3 конструкции;

фиксатор 4 приемника 1 деформации, снабженный разжимным приспособлением 5; преобразователь 6 контролируемой величины в электрический сигнал, вынесенный

за пределы полости 2; и механический трансформатор 7 перемещения, связывающий приемник 1 деформации с преобразователем 6 контролируемой величины в электрический сигнал.

Приемник 1 деформации выполнен в виде двух связанных с механическим трансформатором 7 перемещения оппозитно расположенных воспринимающих элементов, контактирующих с поверхностью полости 2 нагружаемого элемента 3 конструкции и соединенных между собой посредством упругой связи, обеспечивающей возможность их перемещения в направлении измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции. Один из воспринимающих элементов связан с фиксатором 4 приемника деформации.

Воспринимающие элементы приемника 1 деформации представляют собой две губки 8 и 9, имеющие в плане форму сегмента с периферийно расположенными на их хордах встречно направленными выступами 10 и 11, а упругая связь между ними образована двумя упругими параллелограммными подвесками, расположенными в одной плоскости и установленными друг относительно друга по встречно-последовательной схеме. Каждая упругая параллелограммная подвеска состоит из двух упругих балок 12, одними концами закрепленных к выступу 10 (11) соответствующей губки 8 (9), а другими концами закрепленных к расположенному между губками 8 и 9 плавающему элементу 13.

Губки 8 и 9 приемника 1 деформации и элементы упругой связи между ними выполнены за одно целое из пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези 14 и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь 15, отделяющие губки 8 и 9 от плавающего элемента 13 и упругих параллелограммных подвесок, а также губки и упругие параллелограммные подвески друг от друга.

Фиксатор 4 приемника 1 деформации выполнен в виде двух соединенных с разжимным приспособлением 5 оппозитно расположенных упорных элементов, контактирующих с поверхностью полости 2 нагружаемого элемента 3 и соединенных между собой посредством упругой связи, обеспечивающей возможность их перемещения в направлении, перпендикулярном направлению измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции.

Фиксатор 4 снабжен стыковочным элементом 16 для крепления одного из воспринимающих элементов приемника 1 деформации. Стыковочный элемент 16 связан с упорными элементами фиксатора посредством упругой связи, обеспечивающей возможность перемещения стыковочного элемента в направлении измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции.

Упорные элементы фиксатора 4 представляют собой две губки 17 и 18 с встречно направленными выступами 19 и 20, а упругая связь между ними образована двумя упругими параллелограммными подвесками, расположенными в одной плоскости и установленными друг относительно друга по встречно-последовательной схеме. Каждая из упругих параллелограммных подвесок состоит из двух упругих балок 21, одними концами закрепленных к выступу 19 (20) соответствующей губки 17 (18), а другими концами закрепленных к расположенному между губками 17 и 18 плавающему элементу 22, связанному со стыковочным элементом 16 посредством

упругой развязки, обеспечивающей возможность перемещения стыковочного элемента 16 относительно плавающего элемента 22 вдоль балок 21 упругих параллелограммных подвесок.

5 Все элементы фиксатора 4 также выполнены за одно целое из пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези 23 и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь 24, отделяющие губки 17 и 18 от плавающего элемента 22, стыковочного элемента 16 и упругих параллелограммных подвесок, а также губки и упругие параллелограммные подвески друг от друга. При

10 этом плавающий элемент 22 фиксатора 4 связан со стыковочным элементом 16 двумя встречно направленными П-образными упругими элементами 25, образованными Н-образной прорезью 26 и двумя встречно направленными прямыми прорезями 27.

Губки 8 и 9 приемника 1 деформации контактируют с поверхностью полости 2 нагружаемого элемента 3 конструкции с помощью двух диаметрально

15 расположенных контактирующих элементов, один из которых выполнен в виде выступа 28 на внешней цилиндрической поверхности губки 9, связанной со стыковочным элементом 16, а другой контактирующий элемент выполнен в виде шаровой опоры 29, размещенной в цилиндрической расточке, выполненной на

20 внешней цилиндрической поверхности противоположной губки 8 приемника 1 деформации.

Выполнение измерительной вставки, приспособленной для установки в полость нагружаемого элемента конструкции, выполненную в виде цилиндрического отверстия, обеспечивает технологичность изготовления элементов вставки и полости, в которой

25 она установлена, а также дает возможность использовать ее в пустотелых осях шарнирных узлов кранового оборудования для повышения точности измерения нагрузки на крановое оборудование и, в частности, для определения нагрузки непосредственно на грузозахватном органе.

Разжимное приспособление 5 представляет собой разрезной раздвижной элемент 30,

30 одни концы которого связаны с губками 17 и 18 фиксатора 4, а другие концы связаны между собой, например, скобой 31, при этом в торце разрезного раздвижного элемента со стороны его связанных концов выполнено резьбовое отверстие 32, в которое ввернут винт 33 с возможностью раздвижения концов разрезного

35 раздвижного элемента, связанных с губками 17 и 18 фиксатора 4.

Механический трансформатор 7 перемещения выполнен в виде четырехзвенника, входная пара 34 звеньев которого связана с губками 8 и 9 приемника 1 деформации, а выходная пара 35 звеньев снабжена концевыми элементами 36 и 37, выполненными в

40 виде оппозитно расположенных уголков, одни из полок которых жестко закреплены на указанных звеньях, а в других полках выполнены встречно направленные пазы 38, в которых закреплен преобразователь 6 контролируемой величины в электрический сигнал, выполненный в виде тензометрического устройства для измерения линейного перемещения концевых элементов 36 и 37.

45 Четырехзвенник включает в себя два расположенных напротив друг друга двуплечих рычага 39 и 40, имеющих равные или разные длины плеч и шарнирно соединенных между собой с помощью гибкого элемента 41, выполненного за одно целое с двуплечими рычагами, при этом одна пара плеч двуплечих рычагов образуют

50 входную пару 34 звеньев четырехзвенника, а другая - его выходную пару 35.

Четырехзвенник снабжен выполненной из упругого материала демпфирующей опорой 42, размещенной в полости 2 нагружаемого элемента 3 конструкции в зоне шарнирного соединения двуплечих рычагов 39 и 40, и средством для разведения

воспринимающих элементов приемника деформации, представляющим собой пружины растяжения 43, связывающие концевые части выходной пары 35 звеньев четырехзвенника.

5 Четырехзвенник выполнен, предпочтительно, в виде плоского прямого бруска, на продольной оси которого выполнены два близкорасположенных отверстия 44, а также две встречно направленные продольные прорези 45 и 46 от торцов бруска до отверстий 44, с образованием двух расположенных напротив друг друга двуплечих рычагов 39 и 40 и соединяющего их гибкого элемента 41 в виде перемычки между
10 отверстиями 44.

Преобразователь 6 контролируемой величины, выполненный в виде тензометрического устройства, содержит:

расположенный в плоскости, перпендикулярной продольной оси вставки, упругий элемент 47, включающий в себя два плеча 48 и 49, выполненных с утонениями 50 на их
15 захватных участках 51 и 52, образующими упругие шарниры, и встречно направленными выступами 53 и 54;

плавающий элемент 55, расположенный между плечами 48 и 49 упругого элемента 47;

20 и две пары упругих балок 56, соединяющих плавающий элемент 55 со встречно направленными выступами 53 и 54 первого 48 и второго 49 плеч упругого элемента 47 с образованием соответственно первой и второй упругих параллелограммных подвесок, расположенных в одной плоскости и установленных друг относительно друга по встречно-последовательной схеме.

25 Плечи 48 и 49 упругого элемента 47, плавающий элемент 55 и упругие параллелограммные подвески выполнены за одно целое в виде прямоугольной пластины. В пластине выполнены две однонаправленные прорези 57 и расположенная между ними и параллельная им встречно направленная прорезь 58, отделяющие
30 плечи 48 и 49 от плавающего элемента 55 и упругих параллелограммных подвесок, а также плечи и упругие параллелограммные подвески друг от друга.

Внутри первой параллелограммной подвески между ее упругими балками 56 размещена параллельная им упругая измерительная балочка 59 из монокристалла кремния со сформированными на ней тензорезисторами, соединенными в
35 электрический мост (на чертеже не показаны), имеющая концевые полки 60 и 61. Концевая полка 60 связана с плавающим элементом 55, а концевая полка 61 связана с выступом 53 первого плеча 48 упругого элемента 47. Причем одна из указанных связей выполнена жесткой, а другая - через поводок 62. При этом выступ 53 первого
40 плеча 48 и плавающий элемент 55 упругого элемента 47 выполнены с двумя внутренними консолями 63 и 64. Поводок 62 изготовлен за одно целое с консолью 63 выступа 53 и включает в себя платформу 65 и упругую тягу, соединяющую платформу 65 с консолью 63. Упругая тяга выполнена в виде двух лент 66
45 толщиной 80-120 мкм, соединяющих платформу 65 с консолью 63 с образованием ленточной параллелограммной подвески. Упругая измерительная балочка 59 закреплена концевой полкой 61 на платформе 65, а концевой полкой 60 - на консоли 64 плавающего элемента 55.

Полка первого плеча 48 упругого элемента 47 и плавающий элемент 55 соединены
50 между собой с помощью замка с возможностью перемещения первого плеча 48 в пределах гарантированного зазора. Замок выполнен в виде Г-образного выступа 66 на полке первого плеча 48 и ответного выреза на плавающем элементе 55, в котором размещен указанный выступ 66.

Захватные участки 51 и 52 плеч 48 и 49 упругого элемента 47 закреплены внутри пазов 38 концевых элементов 36 и 37 выходной пары 35 звеньев четырехзвенника с помощью винтов 67 и 68 с коническими концами.

5 Тензометрическое устройство снабжено защитным кожухом, закрепленным на нагружаемом элементе 3 конструкции, и заглушкой, изолирующей полость 2
нагружаемого элемента 3 конструкции с противоположной стороны от воздействия
внешней среды (на фиг.1 условно не показаны). Защитный кожух снабжен разъемом
10 или гермовводом для подключения к управляющему устройству с помощью
проводной линии связи, либо измерительная вставка может подключаться к
управляющему устройству с помощью беспроводной линии связи.

При выполнении измерительной вставки с цифровым выходом в полости кожуха
размещается блок обработки сигналов с измерительной диагонали тензомоста в виде
15 печатной платы, на которой смонтированы усилитель сигналов, микроконтроллер с
энергонезависимым запоминающим устройством и схема согласования с линией связи,
преобразующая цифровые сигналы микроконтроллера в цифровой код
последовательного интерфейса (на чертеже не показаны). На донной части кожуха
может быть установлен датчик температуры в виде терморезистора, подключенный к
20 дополнительному входу микроконтроллера для осуществления температурной
компенсации выходного сигнала измерительной вставки.

Измерительная вставка дополнительно может быть снабжена элементами для
защиты от напряжения обратной полярности, перенапряжения, короткого замыкания
25 выхода и импульсных помех по цепи питания и линии связи с управляющим
устройством. Данные элементы предотвращают выход из строя электронных
компонентов предлагаемой измерительной вставки и других приборов системы
безопасности грузоподъемного крана, а также повышает надежность передачи
данных между данными приборами.

30 Выполнение блока обработки сигналов с измерительной диагонали электрического
моста не представляет труда для специалистов в данной области.

Электропитание элементов тензометрического устройства может осуществляться от
бесперебойного источника питания, например литиевой батареи, расположенной в
35 полости кожуха (при использовании беспроводной линии связи между измерительной
вставкой и управляющим устройством), или с помощью кабельной комбинированной
линии связи, включающей в себя двухпроводную линию электропитания элементов
измерительной вставки от блока питания управляющего устройства. При работе
грузоподъемного крана вблизи источников сильного электромагнитного излучения
40 кабельную комбинированную линию связи целесообразно снабдить блоком
гальванической развязки для повышения помехозащищенности линии связи от
внешних электромагнитных наводок.

Измерительная вставка подключается к управляющему устройству с помощью
общего проводного или беспроводного последовательного интерфейсного канала в
45 случае использования измерительной вставки с цифровым выходом. При
использовании измерительной вставки с аналоговым выходом она подключается с
помощью кабельной линии связи к контроллеру, конструктивно расположенному в
отдельном блоке системы безопасности грузоподъемного крана, например, к
50 контроллеру поворотной части (КПЧ), в котором производится предварительное
преобразование сигналов измерительной вставки в цифровой код.

В качестве КПЧ и управляющего устройства грузоподъемного крана могут быть
использованы приборы, выпускаемые Арзамасским электромеханическим заводом,

или аналогичные приборы других изготовителей. Для реализации системы беспроводной передачи данных можно использовать радиомодули компании Digi. Помехозащищенная кабельная комбинированная линия связи может быть выполнена, например, так, как это показано, в описании изобретения RU 2399577.

5 Установка измерительной вставки в полости 2 нагружаемого элемента 3 конструкции производится следующим образом.

Предварительно оценивается величина деформации в различных частях нагружаемого элемента 3 конструкции, в который устанавливается вставка, например, расчетным путем, и выбираются место установки приемника 1 деформации и соотношение плеч четырехзвенника механического трансформатора 7 перемещения, обеспечивающие оптимальные значения деформаций упругого элемента 47 преобразователя 6 (с учетом максимально допустимых деформаций балочки 59).

10 Например, как показано на фиг.7, в случае нагружения элемента 3 конструкции сжимающей нагрузкой максимальная величина деформации «d» полости 2 имеет место в направлении оси приложения нагрузки «F», обеспечивая максимальную величину перемещения воспринимающих элементов приемника 1.

15 Выворачивают винт 33 разжимного приспособления 5, чтобы фиксатор 4 свободно проходил в полость 2.

20 Вводят в полость 2 предварительно собранные и состыкованные фиксатор 4 с разжимным приспособлением 5, приемник 1, трансформатор 7 с концевыми элементами 36 и 37 и демпфирующей опорой 42 таким образом, чтобы контактирующие элементы приемника 1 соприкасались с поверхностью полости 2 нагружаемого элемента 3 в выбранных точках. При этом для обеспечения свободного перемещения приемника 1 можно слегка развести концевые элементы 36 и 37 трансформатора 7. Закручивают винт 33, разводя концы разрезного элемента 30 и плотно прижимая упорные элементы фиксатора 4 к поверхности полости 2. При этом желательно, чтобы конфигурация упорных элементов фиксатора 4 обеспечивала бы 25 контакт с полостью 2 в зонах наименьших перемещений при деформации (например, для случая, рассматриваемого на фиг.2, это зоны, расположенные под углом примерно 45 градусов к оси приложения нагрузки).

30 Устанавливают пружины 43, обеспечивая плотный контакт воспринимающих элементов приемника 1 с поверхностью полости 2 в заданном положении.

35 В пазы концевых элементов 36 и 37 трансформатора 7 заводят захватные части 51 и 52 плеч 48 и 49 тензометрического устройства и фиксируют его с помощью винтов 67 и 68. После чего подключают чувствительный элемент преобразователя 6 к электронной схеме, закрывают выступающую часть измерительной вставки кожухом и устанавливают заглушку, изолирующую полость нагружаемого элемента конструкции с противоположной стороны от воздействия внешней среды.

Измерительная вставка работает следующим образом.

45 Деформация «d» элемента 3 конструкции под действием усилия «F» воспринимается губками 8 и 9 приемника 1 деформации. Перемещение губок 8 и 9 в направлении действия нагрузки передается через связанный с ними механический трансформатор 7 на тензометрическое устройство. В тензометрическом устройстве перемещение первого плеча 48 упругого элемента 47 через ленточные тяги 66 и платформу 65 передается на измерительную балочку 59. Так как платформа 65 соединена 50 ленточными тягами 66 с консолью 63 первого плеча 48 упругого элемента 47 с образованием параллелограммной подвески, то перемещение первого плеча 48 упругого элемента 47 вызывает плоскопараллельное перемещение платформы 65 с

закрепленной на ней концевой полкой 61 измерительной балочки 59 и, соответственно, деформацию измерительной балочки. На тензорезисторы измерительной балочки 59 воздействуют механические напряжения от изгиба, пропорциональные величине перемещения концевых элементов 36 и 37 выходной пары звеньев 35 четырехзвенника, зависящей от его коэффициента трансформации «К». Тензорезисторы изменяют свое сопротивление, происходит разбаланс моста Уитстона и изменение его выходного сигнала, передаваемого непосредственно или через КПЧ на управляющее устройство с помощью проводной или беспроводной линии связи.

В случае изменения температуры при эксплуатации измерительной вставки температурная деформация измерительной балочки 59 будет отличаться от аналогичных деформаций упругих балок 56 параллелограммных подвесок. Разница в температурных деформациях может привести к смещению платформы 65 и некоторому небольшому изгибу измерительной балочки 59, который, в случае необходимости, может быть учтен при настройке начального значения выходного сигнала в начале измерения и не приведет к ухудшению точности измерений.

В управляющем устройстве происходит сравнение фактического нагружения грузоподъемного крана с предельно допустимым нагруженным, и в зависимости от результатов сравнения микроконтроллер управляющего устройства выдает сигнал на исполнительный блок, формирующий разрешение или запрещение движений грузоподъемного крана. Одновременно микроконтроллер выдает сигналы на модуль визуальной индикации, формирующий диагностическое сообщение на дисплее, и модуль звуковой сигнализации (на чертеже не показаны).

Описанная измерительная вставка является лишь частным примером осуществления изобретения. При его реализации могут использоваться также различные конструктивные исполнения элементов вставки, отличающиеся от описанных в данной заявке и приведенных на рисунках, иллюстрирующих изобретение. Например, измерительная вставка может быть приспособлена для установки в полость нагружаемого элемента конструкции, выполненную в виде прямоугольного отверстия. В этом случае губки с односторонне смещенными встречно направленными выступами приемника деформации и фиксатора приемника деформации выполняются в виде уголков. Средство для разведения воспринимающих элементов приемника деформации может быть выполнено в виде скобы, связывающей концевые части выходной пары звеньев четырехзвенника. Скоба выполняется из упругой стальной полосы путем придания ей С-образной формы с отогнутыми вовнутрь кромками, контактирующими с боковыми поверхностями одного из плеч выходной пары звеньев четырехзвенника. Либо разведение воспринимающих элементов может осуществляться за счет упругих свойств самого четырехзвенника (при соответствующем выборе размеров и допусков на его изготовление). В тензометрическом устройстве поводок может быть изготовлен за одно целое с консолью плавающего элемента. При этом упругая измерительная балочка крепится одной концевой полкой на платформе, а другой - на консоли выступа первого плеча упругого элемента. В качестве преобразователя контролируемой величины в электрический сигнал могут использоваться, помимо тензометрических преобразователей, преобразователи других типов (емкостные, оптические и т.д.). Раздвижной элемент разжимного приспособления фиксатора может быть выполнен за одно целое, с несковозной прорезью, отделяющей расходящиеся концы раздвижного элемента в месте соединения с губками фиксатора, не доходящей до торца, в который вворачивается винт.

Предлагаемая измерительная вставка может быть изготовлена промышленным способом на приборостроительном предприятии с использованием современных материалов и технологий, в частности с использованием электроэрозионной обработки токопроводящих материалов.

5

Формула изобретения

1. Вставка для измерения деформации нагружаемого элемента конструкции, содержащая приемник деформации и преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал, связанные между собой с помощью механического трансформатора перемещения, отличающаяся тем, что в нее введен фиксатор приемника деформации в полости нагружаемого элемента конструкции, снабженный разжимным приспособлением, при этом приемник деформации выполнен в виде двух оппозитно расположенных воспринимающих элементов, контактирующих с поверхностью полости нагружаемого элемента конструкции и соединенных между собой посредством упругой связи, обеспечивающей возможность их перемещения в направлении измеряемых деформаций, один из воспринимающих элементов приемника деформации связан с фиксатором приемника деформации, механический трансформатор перемещения выполнен в виде четырехзвенника, входная пара звеньев которого связана с воспринимающими элементами приемника деформации, выходная пара звеньев снабжена концевыми элементами, а преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал выполнен в виде устройства для измерения линейного перемещения указанных концевых элементов.

2. Вставка по п.1, отличающаяся тем, что воспринимающие элементы приемника деформации представляют из себя две губки с односторонне смещенными встречно-направленными выступами, а упругая связь между ними образована двумя упругими параллелограммными подвесками, расположенными в одной плоскости и установленными относительно друг друга по встречно-последовательной схеме, каждая из которых состоит из двух упругих балок, одними концами закрепленных к выступу соответствующей губки, а другими концами закрепленных к расположенному между губками плавающему элементу.

3. Вставка по п.2, отличающаяся тем, что все элементы приемника деформации выполнены за одно целое в виде пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно-направленная прорезь, отделяющие губки от плавающего элемента и упругих параллелограммных подвесок, а также губки и упругие параллелограммные подвески друг от друга.

4. Вставка по п.1, отличающаяся тем, что фиксатор приемника деформации выполнен в виде двух соединенных с разжимным приспособлением оппозитно расположенных упорных элементов, контактирующих с поверхностью полости нагружаемого элемента конструкции и соединенных между собой посредством упругой связи, обеспечивающей возможность их перемещения в направлении, перпендикулярном направлению измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции, и снабжен стыковочным элементом для крепления одного из воспринимающих элементов приемника деформации, связанным с упорными элементами посредством упругой связи, обеспечивающей возможность перемещения стыковочного элемента в направлении измеряемых деформаций нагружаемого элемента конструкции.

5. Вставка по п.4, отличающаяся тем, что упорные элементы фиксатора приемника

деформации представляют из себя две губки с односторонне смещенными встречно-направленными выступами, а упругая связь между ними образована двумя упругими параллелограммными подвесками, расположенными в одной плоскости и установленными относительно друг друга по встречно-последовательной схеме, каждая из которых состоит из двух упругих балок, одними концами закрепленных к выступу соответствующей губки, а другими концами закрепленных к расположенному между губками плавающему элементу, связанному со стыковочным элементом посредством упругой развязки, обеспечивающей возможность перемещения стыковочного элемента относительно плавающего элемента вдоль балок упругих параллелограммных подвесок.

6. Вставка по п.5, отличающаяся тем, что все элементы фиксатора приемника деформации выполнены за одно целое в виде пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно-направленная прорезь, отделяющие губки от плавающего элемента, стыковочного элемента и упругих параллелограммных подвесок, а также губки и упругие параллелограммные подвески друг от друга, при этом плавающий элемент фиксатора связан со стыковочным элементом двумя встречно-направленными П-образными упругими элементами, образованными Н-образной прорезью и двумя встречно-направленными прямыми прорезями, выполненными в пластине фиксатора.

7. Вставка по п.4, отличающаяся тем, что разжимное приспособление представляет собой разрезной раздвижной элемент, одни концы которого связаны с упорными элементами фиксатора, а другие концы связаны между собой, при этом в торце разрезного раздвижного элемента со стороны его связанных концов выполнено резьбовое отверстие, в которое ввернут винт с возможностью раздвижения концов разрезного раздвижного элемента, связанных с упорными элементами фиксатора.

8. Вставка по п.1, отличающаяся тем, что четырехзвенник снабжен средством для разведения воспринимающих элементов приемника деформации.

9. Вставка по п.8, отличающаяся тем, что средство для разведения воспринимающих элементов приемника деформации представляет собой пружины растяжения, связывающие концевые части выходной пары звеньев четырехзвенника.

10. Вставка по п.1, отличающаяся тем, что четырехзвенник включает в себя два расположенных напротив друг друга двуплечих рычага с различным соотношением длин плеч, шарнирно соединенных между собой с помощью гибкого элемента, выполненного за одно целое с двуплечими рычагами, при этом одна пара плеч двуплечих рычагов образуют входную пару звеньев четырехзвенника, а другая - его выходную пару звеньев.

11. Вставка по п.10, отличающаяся тем, что четырехзвенник выполнен в виде плоского прямого бруска, на продольной оси которого выполнены два близкорасположенных отверстия и две встречно-направленные продольные прорези от торцов бруска до указанных отверстий, с образованием двух расположенных напротив друг друга двуплечих рычагов и соединяющего их гибкого элемента в виде перемишки между указанными отверстиями.

12. Вставка по п.10, отличающаяся тем, что четырехзвенник снабжен демфирующей опорой в зоне шарнирного соединения двуплечих рычагов.

13. Вставка по п.1, отличающаяся тем, что концевые элементы выходной пары звеньев четырехзвенника выполнены в виде оппозитно расположенных уголков, одни из полок которых жестко закреплены на указанных звеньях, а в других полках выполнены встречно-направленные пазы, в которых закреплен преобразователь

контролируемой величины в электрический сигнал.

14. Вставка по п.1, отличающаяся тем, что преобразователь контролируемой величины в электрический сигнал выполнен в виде тензометрического устройства для измерения линейного перемещения концевых элементов выходной пары звеньев четырехзвенника.

15. Вставка по п.14, отличающаяся тем, что тензометрическое устройство содержит расположенный в плоскости, перпендикулярной продольной оси вставки, упругий элемент, включающий в себя два плеча, выполненных с утонениями на их захватных участках, образующими упругие шарниры, и односторонне смещенными встречно-направленными выступами, плавающий элемент, расположенный между плечами упругого элемента, и две пары упругих балок, соединяющих плавающий элемент со встречно-направленными выступами первого и второго плеч упругого элемента с образованием соответственно первой и второй упругих параллелограммных подвесок, расположенных в одной плоскости и установленных относительно друг друга по встречно-последовательной схеме; при этом внутри первой параллелограммной подвески между ее упругими балками размещена параллельная им упругая измерительная балочка из монокристалла кремния со сформированными на ней тензорезисторами, соединенными в электрический мост, имеющая концевые полки, одна из которых связана с плавающим элементом, а другая с выступом первого плеча упругого элемента, причем одна из указанных связей выполнена жесткой, а другая - через поводок.

16. Вставка по п.15, отличающаяся тем, что захватные участки плеч упругого элемента тензометрического устройства закреплены внутри пазов концевых элементов выходной пары звеньев четырехзвенника с помощью винтов с коническими концами.

17. Вставка по п.15, отличающаяся тем, что плечи упругого элемента, плавающий элемент и упругие параллелограммные подвески выполнены за одно целое в виде прямоугольной пластины, в которой выполнены две однонаправленные прорези и расположенная между ними и параллельная им встречно-направленная прорезь, отделяющие плечи от плавающего элемента и упругих подвесок, а также плечи и упругие подвески друг от друга.

18. Вставка по п.15, отличающаяся тем, что выступ первого плеча и плавающий элемент упругого элемента тензометрического устройства выполнены с двумя внутренними консолями, а поводок изготовлен за одно целое с консолью выступа первого плеча или консолью плавающего элемента и включает в себя платформу и упругую тягу, соединяющую платформу с соответствующей консолью, при этом упругая измерительная балочка закреплена одной концевой полкой на указанной платформе, а другой - на консоли плавающего элемента или выступа первого плеча упругого элемента.

19. Вставка по п.18, отличающаяся тем, что упругая тяга выполнена в виде тонкого стержня.

20. Вставка по п.18, отличающаяся тем, что упругая тяга выполнена в виде ленты.

21. Вставка по п.18, отличающаяся тем, что упругая тяга выполнена в виде двух лент, соединяющих платформу с консолью выступа первого силового плеча с образованием ленточной параллелограммной подвески.

22. Вставка по п.21, отличающаяся тем, что ленты выполнены толщиной 80-120 мкм.

23. Вставка по п.15, отличающаяся тем, что горизонтальная полка первого плеча упругого элемента и плавающий вертикальный элемент соединены между собой с

помощью замка с возможностью вертикального перемещения первого плеча в пределах гарантированного зазора.

5 24. Вставка по п.23, отличающаяся тем, что замок выполнен в виде Г-образного выступа на горизонтальной полке первого плеча и ответного выреза на плавающем вертикальном элементе, в котором размещен указанный выступ.

25. Вставка по п.23, отличающаяся тем, что замок заполнен жидкостью с малым давлением упругости паров.

10 26. Вставка по п.25, отличающаяся тем, что в качестве жидкости с малым давлением упругости паров использована кремнийорганическая жидкость.

15

20

25

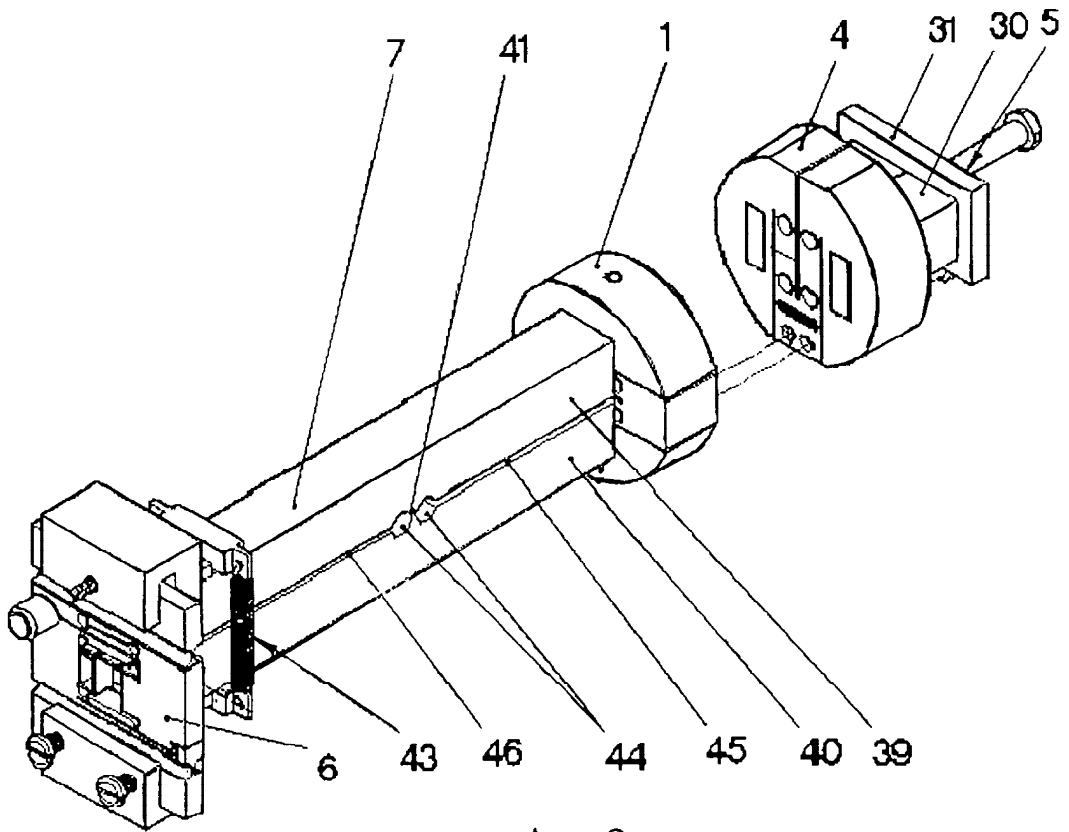
30

35

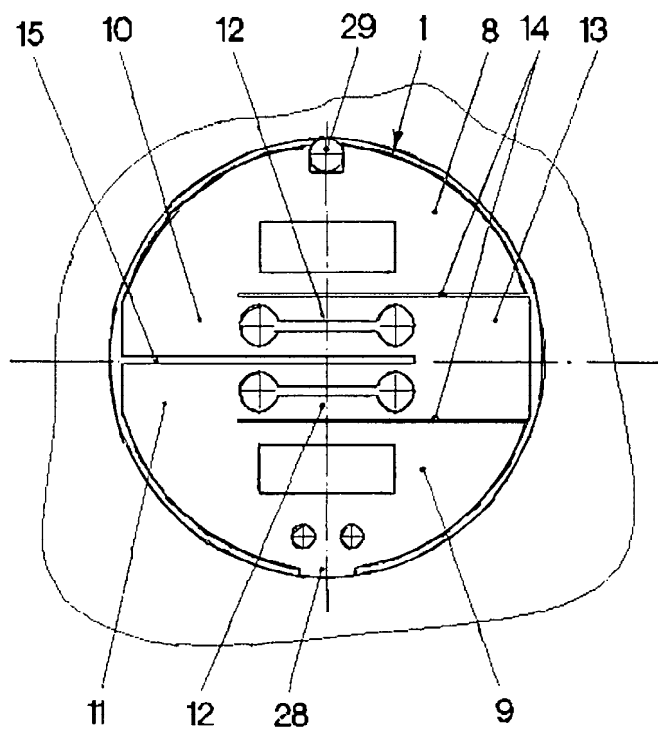
40

45

50

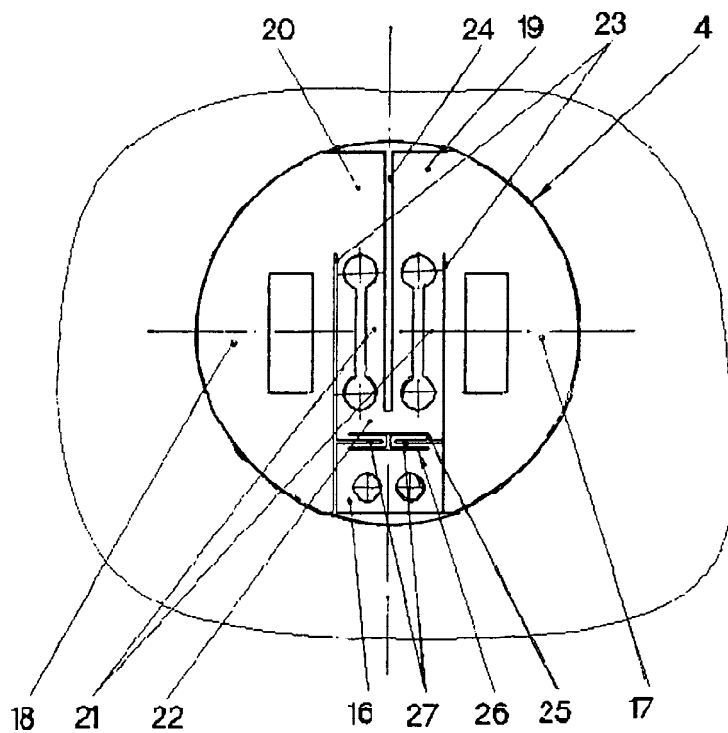


Фиг.2
А-А



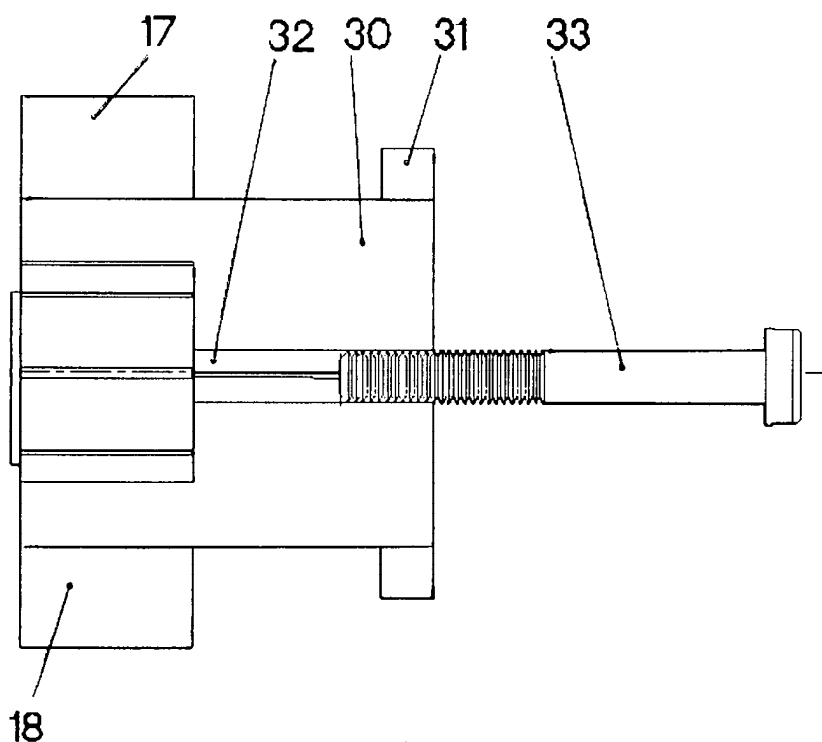
Фиг.3

B-B



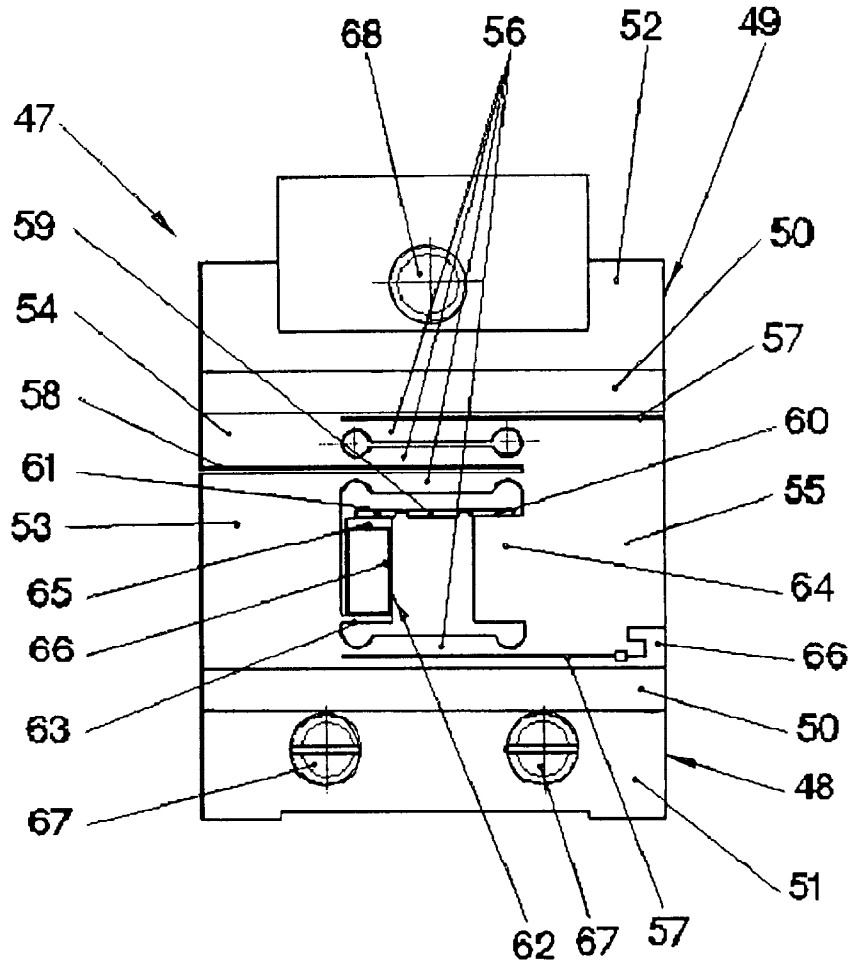
Фиг.4

C-C

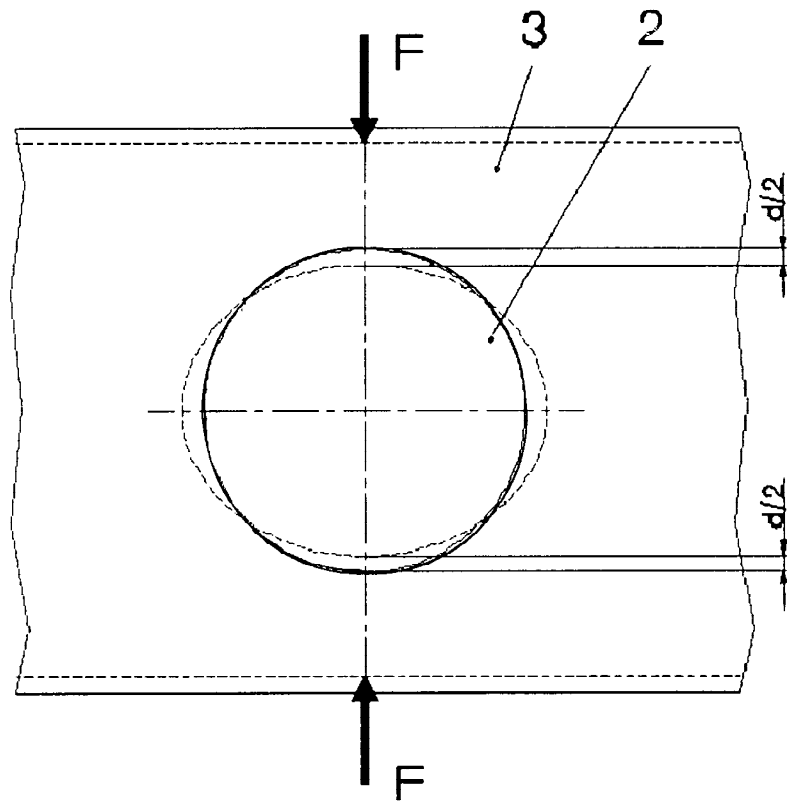


Фиг.5

D



Фиг.6



Фиг.7