



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01N 3/08 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019130779, 27.09.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.09.2019

Дата регистрации:  
17.12.2019

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 27.09.2019

(45) Опубликовано: 17.12.2019 Бюл. № 35

Адрес для переписки:  
650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, КузГТУ,  
Научно-инновационное управление

(72) Автор(ы):

Буялич Геннадий Данилович (RU),  
Бяков Максим Анатольевич (RU),  
Буялич Константин Геннадьевич (RU),  
Хуснутдинов Михаил Константинович (RU),  
Ананьев Кирилл Алексеевич (RU),  
Увакин Станислав Викторович (RU),  
Умрихина Веста Юрьевна (RU),  
Анучин Александр Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Кузбасский государственный  
технический университет имени Т.Ф.  
Горбачева" (КузГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 263238 A1, 07.02.1970. SU 327395  
A1, 26.01.1972. SU 578589 A1, 30.10.1977. WO  
2002040965 A2, 23.05.2002.

## (54) СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ГИДРОЦИЛИНДРА ПОД НАГРУЗКОЙ

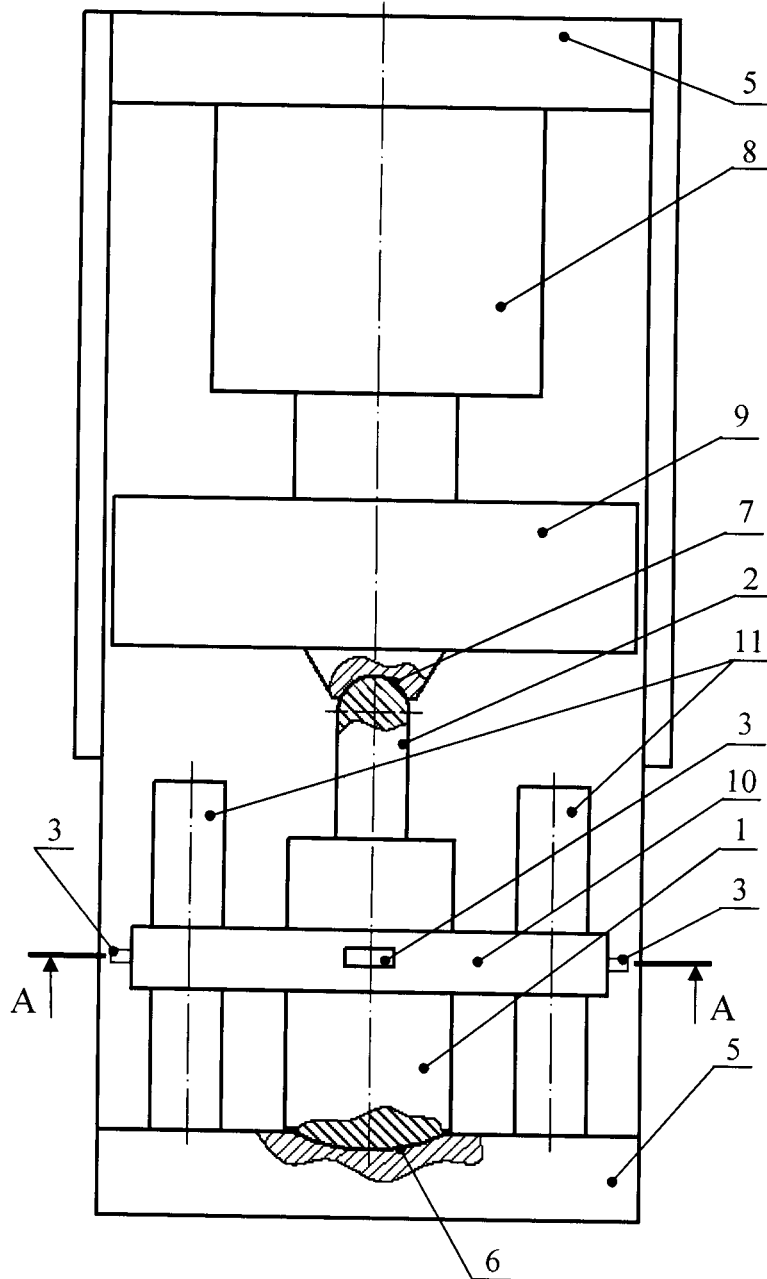
(57) Реферат:

Стенд для определения радиальных деформаций гидроцилиндра под нагрузкой может быть использован, преимущественно, для оценки деформаций гидростоек шахтной крепи, имеющих шарнирные опоры их концов, с целью определения эффективности их конструкции и/или наличия необходимых зазоров для работы уплотнений поршня и цилиндра в условиях нагрузок, приближенных к условиям применения. Упрощается определение деформаций гидроцилиндра под нагрузкой, происходит расширение функциональных возможностей, путем обеспечения измерений в нескольких поперечных сечениях цилиндра с возможностью перемещения мест измерительного контакта измерительных элементов с внешней поверхностью цилиндра и определения перегиба

продольных осей цилиндра и штока с поршнем между собой. Имеется гидропривод для управления степенью сжатия и запирания полостей гидроцилиндра, станина и нагрузочный механизм, способный создавать относительно станины сжимающую гидроцилиндр нагрузку, направленную вдоль прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма для концов гидроцилиндра. Имеется измерительная база с кареткой и двумя прямолинейными направляющими, закрепленными неподвижно на станине и направленными параллельно прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма. На направляющие установлена каретка, на раму которой установлены измерительные элементы в виде

четырёх индикаторов прямолинейных перемещений часового типа, которые установлены относительно измерительной базы попарно в две взаимно перпендикулярные линии измерения в плоскости измерения, перпендикулярной соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма прямой линии, и с возможностью перемещения мест измерительного контакта с поверхностью цилиндра. Каретка выполнена с возможностью поступательного передвижения по направляющим параллельно прямой линии,

соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма. Рама каретки имеет замкнутую вокруг поверхности цилиндра в плоскости измерения форму и выполнена разъемной для монтажа вокруг поверхности цилиндра. Измерительные штоки индикаторов прямолинейных перемещений часового типа упруго прижаты к поверхности цилиндра и имеют рабочую поверхность в виде ножа, прямолинейное острие которого расположено перпендикулярно направлению измерения и лежит в плоскости измерения. 3 ил.



Фиг. 1

RU 194631 U1

RU 194631 U1

Предлагаемая полезная модель может быть использована, преимущественно, для оценки деформаций гидростоек шахтной крепи, имеющих шарнирные опоры их концов, с целью определения эффективности их конструкции и/или наличия необходимых зазоров для работы уплотнений поршня и цилиндра в условиях нагрузок, приближенных к условиям применения. При приложении нагрузки на гидроцилиндр под действием рабочей жидкости появляются радиальные деформации цилиндра, а также при работе гидроцилиндра за счет зазоров между поршнем и цилиндром и зазоров между штоком и грундбуксой продольная ось цилиндра может наклоняться от первоначального положения, в результате чего происходит перекося продольных осей цилиндра и штока с поршнем между собой, что также ведет к увеличению уплотняемого зазора и ухудшает условия работы уплотнительных элементов сопряжения поршня и цилиндра. Поэтому с целью подбора уплотнения, соответствующего реальным уплотняемым зазорам, для гидроцилиндра с шарнирными опорами штока и цилиндра требуется определение его деформаций под нагрузкой.

Известен принятый за прототип импульсный стенд для исследования характеристик шахтных гидростоек, позволяющий определять радиальные деформации гидроцилиндра под нагрузкой. Имеются измерительные элементы в виде тензорезисторов, находящиеся в измерительном контакте с поверхностью цилиндра, гидропривод для управления степенью сжатия и запираания полостей гидроцилиндра. Стенд оснащен имеющими шарнирные опоры для концов гидроцилиндра станиной и нагрузочным механизмом, способным создавать относительно станины сжимающую гидроцилиндр нагрузку, направленную вдоль прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма, (а. с. СССР №303442, МПК E21D 15/44, опубл. 03.05.1971, Бюл. №16)

Недостатками данной конструкции является необходимость наклеивания тензорезисторов, что увеличивает трудоемкость определения радиальных деформаций гидроцилиндра, а также невозможность определения перекося продольных осей цилиндра и штока с поршнем между собой.

Задачей предлагаемой полезной модели является упрощение определения деформаций гидроцилиндра под нагрузкой, а также расширение функциональных возможностей, путем обеспечения измерений в нескольких поперечных сечениях цилиндра с возможностью перемещения мест измерительного контакта измерительных элементов с внешней поверхностью цилиндра и определения перекося продольных осей цилиндра и штока с поршнем между собой.

Для достижения указанного технического результата в стенде для определения радиальных деформаций гидроцилиндра под нагрузкой, содержащем измерительные элементы, находящиеся в измерительном контакте с поверхностью цилиндра, гидропривод для управления степенью сжатия и запираания полостей гидроцилиндра, станину и нагрузочный механизм, способный создавать относительно станины сжимающую гидроцилиндр нагрузку, направленную вдоль прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма для концов гидроцилиндра, применены следующие новые признаки.

Имеется измерительная база с кареткой и прямолинейными направляющими, закрепленными на станине и направленными параллельно прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма, на направляющие установлена каретка, на раму которой установлены измерительные элементы в виде четырех индикаторов прямолинейных перемещений часового типа, которые установлены относительно измерительной базы попарно в две взаимно перпендикулярные линии

измерения в плоскости измерения, перпендикулярной соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма прямой линии, и с возможностью перемещения мест измерительного контакта с поверхностью цилиндра. Каретка выполнена с возможностью поступательного передвижения по направляющим параллельно прямой  
5 линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма, а рама каретки имеет замкнутую вокруг поверхности цилиндра в плоскости измерения форму и выполнена разъемной для монтажа вокруг поверхности цилиндра. Измерительные штоки индикаторов прямолинейных перемещений образуют непосредственный измерительный контакт с поверхностью цилиндра и упруго прижаты  
10 к поверхности цилиндра и имеют рабочую поверхность в виде ножа, прямолинейное острие которого расположено перпендикулярно направлению измерения и лежит в плоскости измерения.

Предлагаемая полезная модель поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен вид сверху стенда для определения радиальных деформаций гидроцилиндра под нагрузкой;  
15 на фиг. 2 - сечение по А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - расчетная схема, вид сверху.

Гидроцилиндр, в частности гидростойка шахтной крепи, как гидравлический двигатель поступательного перемещения, имеет цилиндр 1, внутри которого расположен поршень со штоком 2, причем поршень способен передвигаться по внутренней посадочной поверхности цилиндра 1, разделяя его внутренний объем на штоковую и  
20 поршневые полости, либо создавая только поршневую полость.

Стенд для определения радиальных деформаций гидроцилиндра под нагрузкой содержит измерительные элементы в виде четырех индикаторов 3 прямолинейных перемещений. В качестве индикаторов 3 прямолинейных перемещений применены индикаторы часового типа, измерительные штоки которых образуют непосредственный  
25 измерительный контакт с поверхностью цилиндра 1, упруго прижаты к поверхности цилиндра и имеют рабочую поверхность в виде ножа 4, прямолинейное острие которого расположено перпендикулярно направлению измерения и лежит в плоскости измерения.

Имеется нагрузочный механизм, способный создавать относительно станины 5 сжимающую гидроцилиндр нагрузку, направленную вдоль прямой линии, соединяющей  
30 центры шарнирных опор 6 и 7 станины 5 и нагрузочного механизма, соответственно. Шарнирные опоры 6 и 7 могут быть сферическими и/или цилиндрическими однонаправленными. Силовым элементом нагрузочного механизма, способным создавать относительно станины сжимающую гидроцилиндр нагрузку, может являться линейный гидродвигатель 8 с гидроприводом. Нагрузочный механизм способен  
35 создавать на гидроцилиндр нагрузку, направленную вдоль прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма, например, благодаря наличию ползуна 9, управляемого линейным гидродвигателем 8.

Имеется гидропривод (на чертеже не показан) для управления степенью сжатия и запираания полостей гидроцилиндра.

40 Имеется измерительная база с кареткой 10 и прямолинейными направляющими 11, закрепленными на станине 5 и направленными параллельно прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор 6 и 7 станины и нагрузочного механизма.

На направляющие 11 установлена каретка 10, на раму которой установлены измерительные элементы в виде четырех индикаторов прямолинейных перемещений  
45 3, которые установлены относительно измерительной базы попарно в две взаимно перпендикулярные линии измерения в плоскости измерения, перпендикулярной соединяющей центры шарнирных опор 6 и 7 станины 5 и нагрузочного механизма прямой линии, и с возможностью перемещения мест измерительного контакта с

поверхностью цилиндра 1.

Каретка 10 выполнена с возможностью поступательного передвижения по направляющим 11 параллельно прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор 6 и 7 станины 5 и нагрузочного механизма, а рама каретки 10 имеет замкнутую вокруг поверхности цилиндра 1 в плоскости измерения форму и выполнена разъемной для монтажа вокруг поверхности цилиндра, например, при помощи болтового соединения 12.

Используют стенд для определения радиальных деформаций гидроцилиндра под нагрузкой следующим образом.

Гидроцилиндр с одного конца посредством шарнирной опоры 6 упирают в станину 5, а с другой стороны штоком 2 посредством шарнирной опоры 7 закрепляют на ползуне 9 нагрузочного механизма. Поршень со штоком 2 гидроцилиндра устанавливают путем его раздвигания в положении, при котором в поршневой полости имеется рабочая жидкость и обеспечивают необходимую величину раздвинутости гидроцилиндра.

Позиционируют каретку 10, являющуюся непосредственной частью измерительной базы, в исходном положении относительно цилиндра 1 гидроцилиндра. Для этого перемещают каретку 10 по направляющими вдоль продольной оси цилиндра 1 в положение, при котором измерительные элементы в виде индикаторов 3 прямолинейных перемещений находятся в измерительном контакте с внешней поверхностью цилиндра 1, таким образом, что их штоки упруго прижаты к внешней поверхности цилиндра 1 в требуемой плоскости измерения, перпендикулярной соединяющей центры шарнирных опор 6 и 7 станины 5 и нагрузочного механизма прямой линии. Причем индикаторы 3 прямолинейных перемещений могут быть установлены как в зоне поршневой, так и в зоне штоковой полости гидроцилиндра.

Затем фиксируют показания измерительных элементов, а именно, четырех индикаторов 3 прямолинейных перемещений до изменения или создания нагрузки. После чего изменяют или создают нагрузку, направленную по прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор 6 и 7 станины 5 и нагрузочного механизма прямой линии, нагрузки на гидроцилиндр производят с помощью приложения внешней силы линейным гидродвигателем 8 нагрузочного механизма на шарнирную опору 7 штока 2 при закрытой поршневой полости, либо путем ограничения раздвижки гидроцилиндра и подачи рабочей жидкости в его поршневую полость.

Измерения производят между параллельными линиями, проведенными касательно к измеряемой внешней поверхности цилиндра 1 до и после изменения нагрузки, благодаря тому, что измерительные штоки индикаторов 3 прямолинейных перемещений часового типа выполнены с рабочей поверхностью в виде ножа 4, прямолинейное острие которого перпендикулярно направлению измерения и лежит в плоскости измерения.

В результате изменения нагрузки на гидроцилиндр происходит изменение давления в поршневой полости, что оказывает влияние на деформированное состояние цилиндра 1, а также, вследствие наличия зазоров между поршнем и цилиндром 1 и зазоров между штоком 2 и грядбуксой приводит к изменению угла наклона продольной оси цилиндра 1 от первоначального значения, а значит, к появлению перекоса продольных осей штока 2 с поршнем и цилиндра 1 между собой, что ухудшает условия работы уплотнительных элементов сопряжения поршня и цилиндра 1, так как за счет перекоса дополнительно изменяются форма и величина зазора между ними.

По разнице показаний индикаторов 3 прямолинейных перемещений до и после изменения нагрузки, с учетом расстояния от центра шарнирной опоры 6 гидроцилиндра

до плоскости измерения (фиг. 3), производят определение величины и направления наклона продольной оси цилиндра 1 от первоначально установленных значений, которые можно определить геометрически из следующих зависимостей:

$$\delta_1 - \delta_3 = 2L[\sin\alpha_x + (1 - \cos\alpha_x)\operatorname{tg}\alpha_x],$$

$$\delta_2 - \delta_4 = 2L[\sin\alpha_y + (1 - \cos\alpha_y)\operatorname{tg}\alpha_y],$$

где  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$  - разница показаний четырех индикаторов 5 прямолинейных перемещений до и после изменения нагрузки, имеющая положительное значение при увеличении показаний (сокращении индикаторов 3) и отрицательное - при уменьшении показаний (раздвижки индикаторов 3), при этом пары  $\delta_3$  и  $\delta_1, \delta_4$  и  $\delta_2$  - показания по перпендикулярным друг другу прямым линиям с противоположных относительно продольной оси цилиндра 1 сторон;

$L$  - расстояние от центра шарнирной опоры 6 гидроцилиндра до плоскости измерения;

$\alpha_x$  и  $\alpha_y$  - углы наклона продольной оси цилиндра 1 от первоначально установленных значений в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, после изменения нагрузки.

Затем, с учетом значений углов  $\alpha_x$  и  $\alpha_y$  и значений, например,  $\delta_3$  и  $\delta_4$  определяют радиальные деформации цилиндра 1 в поперечном его сечении, которые можно определить геометрически из следующих зависимостей:

$$\delta_3 = L \sin\alpha_x + (R + dR_x)(\cos\alpha_x + \sin\alpha_x \operatorname{tg}\alpha_x) + L(1 - \cos\alpha_x)\operatorname{tg}\alpha_x - R,$$

$$\delta_4 = L \sin\alpha_y + (R + dR_y)(\cos\alpha_y + \sin\alpha_y \operatorname{tg}\alpha_y) + L(1 - \cos\alpha_y)\operatorname{tg}\alpha_y - R,$$

где  $R$  - исходный радиус цилиндра до изменения нагрузки;

$dR_x$  и  $dR_y$  - радиальные деформации цилиндра 1 в виде изменения радиуса внешней поверхности цилиндра 1 после изменения нагрузки, в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, соответственно, направленные по осям  $x$  и  $y$ ;

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$  - разница показаний четырех индикаторов 3 прямолинейных перемещений до и после изменения нагрузки, имеющая положительное значение при увеличении показаний (сокращении индикаторов 3) и отрицательное - при уменьшении показаний (раздвижки индикаторов 3), при этом пары  $\delta_3$  и  $\delta_1, \delta_4$  и  $\delta_2$  - показания по перпендикулярным друг другу прямым линиям с противоположных относительно продольной оси цилиндра 1 сторон;

$L$  - расстояние от центра шарнирной опоры цилиндра 1 до плоскости измерения;

$\alpha_x$  и  $\alpha_y$  - углы наклона продольной оси цилиндра 1 от первоначально установленных значений в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, после изменения нагрузки.

Перекося продольных осей цилиндра 1 и штока 2 с поршнем между собой далее, при необходимости, может быть геометрически определен с учетом значений углов  $\alpha_x$  и  $\alpha_y$ , и текущей величины расстояния поршня до дна цилиндра 1 (текущей раздвижки гидроцилиндра).

Для дальнейших измерений с помощью нагрузочного механизма снимают нагрузку с гидроцилиндра, затем перемещают каретку 10 по направляющим 11 вдоль продольной оси цилиндра 1 в положение, при котором измерительные элементы в виде индикаторов 3 прямолинейных перемещений находятся в измерительном контакте с внешней поверхностью цилиндра 1, таким образом, что их штоки упруго прижаты к внешней поверхности цилиндра 1 в другой требуемой плоскости измерения, в том числе при другой степени раздвинутости гидроцилиндра.

Погрешность определения деформаций гидроцилиндра под нагрузкой с шарнирными опорами 6 и 7 штока 2 и цилиндра 1 определяется погрешностью индикаторов 3

прямолинейных перемещений и их базирования относительно каретки 10, являющейся непосредственной частью измерительной базы, точностью измерения расстояния L от центра шарнирной опоры 6 гидроцилиндра до плоскости измерения, а также погрешность обусловлена локальными неровностями внешней поверхности цилиндра 1, по которой происходит перемещение места измерительного контакта индикаторов 3 прямолинейных перемещений под действием нагрузки.

Таким образом происходит упрощение определения деформаций гидроцилиндра под нагрузкой, а также расширение функциональных возможностей путем обеспечения измерений в нескольких поперечных сечениях цилиндра 1 с возможностью перемещения мест измерительного контакта измерительных элементов с внешней поверхностью цилиндра 1 и определения перекоса продольных осей цилиндра 1 и штока 2 с поршнем между собой.

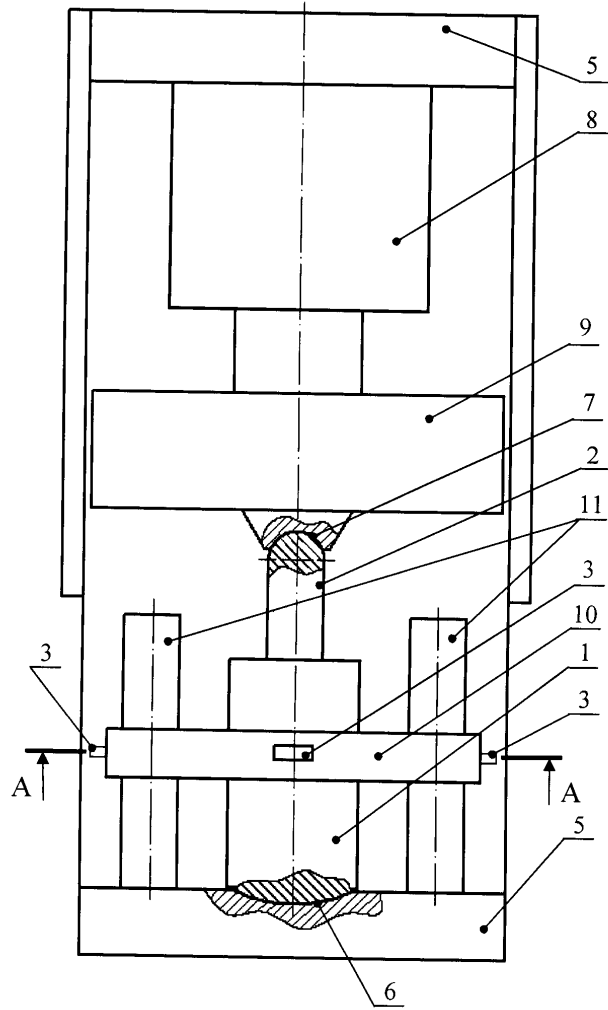
#### (57) Формула полезной модели

Стенд для определения радиальных деформаций гидроцилиндра под нагрузкой, содержащий измерительные элементы, находящиеся в измерительном контакте с поверхностью цилиндра, гидропривод для управления степенью сжатия и запираания полостей гидроцилиндра, станину и нагрузочный механизм, способный создавать относительно станины сжимающую гидроцилиндр нагрузку, направленную вдоль прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма для концов гидроцилиндра, отличающийся тем, что имеется измерительная база с кареткой и прямолинейными направляющими, закрепленными на станине и направленными параллельно прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма, на направляющие установлена каретка, на раму которой установлены измерительные элементы в виде четырех индикаторов прямолинейных перемещений часового типа, которые установлены относительно измерительной базы попарно в две взаимно перпендикулярные линии измерения в плоскости измерения, перпендикулярной соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма прямой линии, и с возможностью перемещения мест измерительного контакта с поверхностью цилиндра, причем каретка выполнена с возможностью поступательного передвижения по направляющим параллельно прямой линии, соединяющей центры шарнирных опор станины и нагрузочного механизма, а рама каретки имеет замкнутую вокруг поверхности цилиндра в плоскости измерения форму и выполнена разъемной для монтажа вокруг поверхности цилиндра, измерительные штоки индикаторов прямолинейных перемещений часового типа упруго прижаты к поверхности цилиндра и имеют рабочую поверхность в виде ножа, прямолинейное острие которого расположено перпендикулярно направлению измерения и лежит в плоскости измерения.

40

45

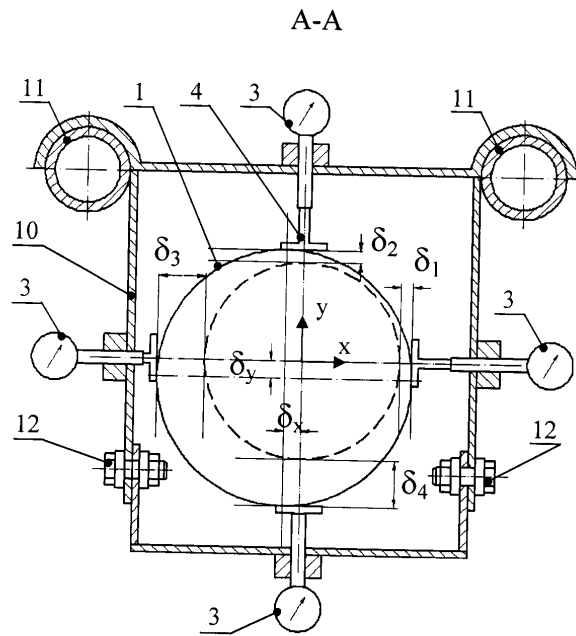
1



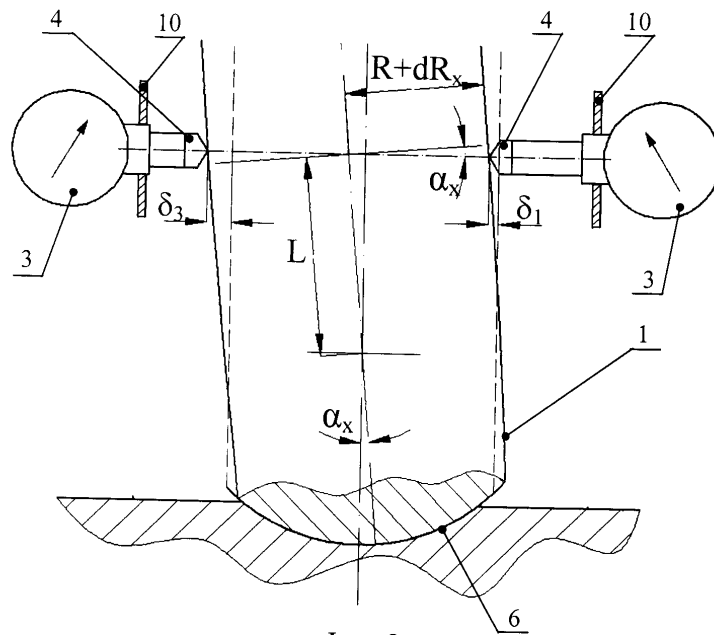
Фиг. 1

2





Фиг. 2



Фиг. 3



# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 194631

### СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ГИДРОЦИЛИНДРА ПОД НАГРУЗКОЙ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева" (КузГТУ) (RU)*

Авторы: *см. на обороте*

Заявка № 2019130779

Приоритет полезной модели 27 сентября 2019 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 17 декабря 2019 г.

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 27 сентября 2029 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

