

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202392265** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.01.26

(51) Int. Cl. **G01N 3/56** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2023.07.19

(54) **СПОСОБ ИСПЫТАНИЙ ПАРЫ ТРЕНИЯ**

(96) **2023/EA/0036 (BY) 2023.07.19**

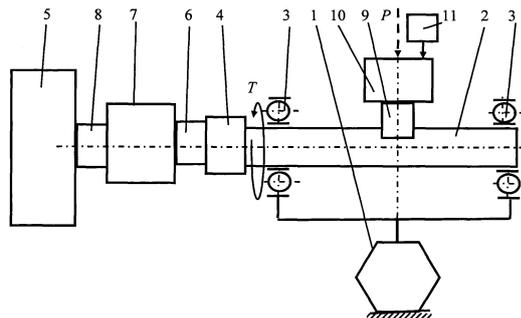
(72) Изобретатель:

(71) Заявитель:
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ" (BY)**

**Басинюк Владимир Леонидович,
Тычинская Ирина Дмитриевна,
Волкотруб Рита Евгеньевна,
Глазунова Анна Александровна,
Лобкова Майя Петровна (BY)**

(74) Представитель:
Боковец Е.Н. (BY)

(57) Изобретение относится к области определения триботехнических свойств пары трения, а именно к способам определения износостойкости и коэффициента трения при трении по принципу скольжения вращающегося вала по неподвижной колодке, в рассматриваемом случае изготовленной преимущественно из антифрикционных композиционных материалов для высокоскоростных подшипников скольжения, и пары трения "стальной закаленный шлифованный вал с твердостью 56...63 HRC - колодка из антифрикционного порошкового наноструктурированного композита". Задачей изобретения является повышение информативности и точности результатов испытаний. Для решения поставленной задачи в способе испытаний, при котором к вращающемуся цилиндрическому образцу посредством системы нагружения прижимают с заданным усилием контрообразец, осуществляют контроль частоты вращения, усилия прижатия цилиндрического образца к контрообразцу, величины трения при их взаимодействии и суммарный износ испытываемого образца и контрообразца по их сближению, регистрируемому со стороны контрообразца датчиком линейных перемещений, при этом для контроля усилия прижима используют упругодеформируемый S-образный датчик и одновременно с контролем силы прижатия контрообразца к цилиндрическому образцу с помощью его контролируют перемещение цилиндрического образца в направлении силы прижатия контрообразца к цилиндрическому образцу, а суммарный износ испытываемого образца и контрообразца определяют с учетом разницы между регистрируемыми перемещениями цилиндрического образца и контрообразца в направлении действия сил прижатия, что позволяет учесть упругие деформации механической системы и на основе этого существенно повысить информативность и точность испытаний.



A1

202392265

202392265

A1

Способ испытаний пары трения

Изобретение относится к области определения триботехнических свойств пары трения, а именно к способу определения износостойкости и коэффициента трения при трении по принципу скольжения вращающегося вала по неподвижной колодке, изготовленной преимущественно из антифрикционных композиционных металлических материалов для высокоскоростных подшипников скольжения, и пары трения «стальной закаленный шлифованный вал твердостью 56...63 HRC – колодка из антифрикционного порошкового наноструктурированного композита».

В настоящее время для высокоскоростных подшипников скольжения созданы антифрикционные порошковые наноструктурированные композиты, способные при определенных удельных давлениях p работать при скоростях скольжения, существенно превышающих $V = 8...10$ м/с и более. Вместе с тем, для их успешного применения в инженерной практике необходимо знать характеристику pV , при которой сохраняется их работоспособность, а также коэффициент трения скольжения.

Известны способы триботехнических испытаний пары трения скольжения, при которых определяется износостойкость и коэффициент трения при взаимодействии прижатой с определенной силой к вращающемуся с заданной скоростью валу колодки, при этом износостойкость определяется путем контроля изменения размеров трущихся поверхностей или веса вала и колодки после совершения валом заданного числа оборотов при постоянной нагрузке и частоте вращения вала [1-3].

К существенному недостатку этого способа можно отнести то, что для контроля изменения размеров или веса, как правило, необходима разборка стенда, поэтому при широком диапазоне усилий прижатия и частот вращения испытания носят продолжительный характер. Они трудоемки и мало информативны.

Известны способы, позволяющие ускорить процесс испытаний и упростить измерение величины износа, при которых ускорение испытаний достигается путем непрерывного измерения в ходе испытаний площадки контакта, что позволяет контролировать не глубину изношенного слоя, а размеры площадки контакта, скорость изменения которой, вследствие конструктивных особенностей образцов, существенно выше [4]. Однако и в этом случае для широкого диапазона нагрузок и частот вращения испытания носят длительный характер, а их проведение остается трудоемким и мало информативным.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому, является выбранный в качестве прототипа способ испытаний [5], при котором цилиндрический образец приводится во вращение электроприводом, после чего к его рабочей поверхности посредством системы нагружения прижимают с заданным усилием контролобразец, осуществляют контроль частоты вращения, усилия прижатия, силы трения и сближение осей испытываемого образца и контролобразца, характеризующее их износ. Сближение осей контролируется с помощью индуктивного или емкостного датчика линейных перемещений.

Введение в процесс испытаний контроля силы трения и сближения осей испытываемого образца и контролобразца позволяет существенно ускорить процесс проведения испытаний в широком диапазоне усилий прижатия и скоростей скольжения. Однако, при этом не учитывается то, что упругая деформация подшипниковых опор образца и контролобразца и поверхностей контакта приводит к существенным отклонениям от действительной регистрируемой величины износа. Кроме того, в данном способе сила трения регистрируется посредством датчика силы, связанного с системой крепления контролобразца. При этом не учитываются потери в подвижных соединениях этой системы, что, в совокупности, обуславливает снижение информативности и точности испытаний.

Цель изобретения – повышение информативности и точности испытаний.

Поставленная цель достигается тем, что в способе испытаний пары трения, при котором цилиндрический образец приводят во вращение электро-

приводом, после чего к его рабочей поверхности посредством системы нагружения прижимают с заданным усилием контробразец, осуществляют контроль частоты вращения, усилие прижатия образца к контробразцу, величину силы трения при их взаимодействии и суммарный износ испытываемого образца и контробразца по их сближению, измеряемому с помощью установленного со стороны контробразца датчика линейных перемещений индуктивного или емкостного типа, *согласно изобретению* для контроля усилия прижатия контробразца к испытываемому образцу используют упруго деформируемый датчик в направлении действия усилия прижатия, например, S-образный тензорезисторный датчик типа С2А, при этом датчик линейных перемещений устанавливают со стороны контробразца, а упруго деформируемый датчик устанавливают со стороны цилиндрического образца, противоположной действию усилия прижатия контробразца к образцу, и предварительно, до начала вращения цилиндрического образца, определяют зависимость между регистрируемым упруго деформируемым датчиком усилием и его упругой деформацией и перед тем, как цилиндрический образец будет приведен во вращение контробразец прижимают к образцу с заданным усилием и измеряют с помощью датчика линейных перемещений суммарную упругую деформацию системы нагружения, а после приведения образца во вращение суммарный износ цилиндрического образца и контробразца определяют с учетом деформации упруго деформируемого датчика и суммарной упругой деформации системы нагружения, при этом величину трения определяют по моменту трения, соответствующему сопротивлению вращению цилиндрического образца, который регистрируют датчиком крутящих моментов момента, который размещают между цилиндрическим образцом и электроприводом его вращения и жестко связывают муфтами.

Повышение информативности и точности испытаний обеспечивается за счет того, что:

– суммарный износ цилиндрического образца и контрообразца определяют с учетом упругой деформации упруго деформируемого датчика и суммарной упругой деформации системы нагружения;

– силу трения определяют по непосредственно измеренному датчиком моментов сопротивлению вращению цилиндрического образца, возникающему вследствие трения в испытываемой паре, причем датчик крутящих моментов размещают между образцом и электроприводом его вращения и жестко связывают с ними, что позволяет исключить промежуточные звенья.

Сущность изобретения поясняется фиг. 1-7.

На фиг. 1 показан упруго-деформируемый *S*-образный тензорезисторный датчик типа С2А.

На фиг. 2 показана схема определения зависимости между регистрируемым упруго-деформируемым *S*-образным тензорезисторным датчиком усилием и его упругой деформацией.

На фиг. 3 показана схема проведения испытаний и контроля сближения цилиндрического образца и контрообразца.

На фиг.4 показана схема прижатия контрообразца к цилиндрическому образцу.

На фиг.5 показан узел универсальной гидравлической испытательной машины INSTRON Satec 300LX, в котором предварительно, перед проведением испытаний, определялась зависимость между регистрируемым упруго деформируемым датчиком усилием и его упругой деформацией.

На фиг.6 показан график экспериментальной зависимости, связывающей упругую деформацию *S*-образный тензорезисторного датчика с регистрируемым им усилием.

На фиг.7 показан график экспериментальной зависимости, связывающей упругую деформацию механической системы в направлении усилия прижима контрообразца к цилиндрическому образцу.

Заявляемый способ поясняется следующим.

Упруго-деформируемый S -образный тензорезисторный датчик 1 типа С2А (фиг.1) устанавливают на жесткую опору (не показана) и нагружают силой p_i (фиг.2), варьирующей в диапазоне планируемых усилий нагружения p , и фиксируют соответствующие этим усилиям упругие деформации δ_{i1} . После этого с использованием, например, метода наименьших квадратов [6], определяют параметры аналитической корреляционной зависимости между δ_1 и p в диапазоне планируемых усилий нагружения.

Затем (фиг.3) цилиндрический образец 2 устанавливают в скобе 3 с подшипниковыми узлами 3а и 3б на основе подшипников качения. Скобу 3 размещают и жестко связывают, например, резьбовым соединением с опорной поверхностью 1б (фиг.1) упруго-деформируемого S -образного тензорезисторного датчика 1.

После этого цилиндрический образец 2 жестко фиксируют в цанге 4, жестко связанной с последовательно соединенными с электроприводом 5 муфтой 6, датчиком моментов 7 и муфтой 8. Одновременно с этим S -образный тензорезисторный датчик 1 устанавливают на станину стенда (не показана) для проведения испытаний и жестко связывают с ней посредством, например, резьбового соединения.

Затем контрообразец 9 (фиг.3) подводят к цилиндрическому образцу 2 до касания с ним и не вращая цилиндрический образец 2 осуществляют прижатие к нему контрообразца 9 через пуансон 10, в котором установлен контрообразец 9, силой p , варьирующей в требуемом для испытаний диапазоне нагрузок. Одновременно с этим регистрируют датчиком 1 значения силы p и датчиком линейных перемещений 11 соответствующие ей линейные перемещения Δ_m пуансона 10, соответствующие суммарной упругой деформации механической системы (не показана) и упругой деформации δ_1 S -образного тензорезисторного датчика 1. После этого определяют упругую деформацию механической системы $\delta_2 = \Delta_m - \delta_1$. С использованием полученных значений δ_2 методом наименьших квадратов определяют параметры аналитической кор-

реляционной зависимости между упругими деформациями механической системы (не показана) δ_2 и p .

В процессе проведения испытаний в заданном диапазоне частот вращения n (скоростей скольжения V) цилиндрического образца 2 и усилий прижатия p контробразца 9 к цилиндрическому образцу 2 через заданное число его оборотов n (отрезков пути трения $L = \pi \cdot d \cdot N$, где $d = 3,1415\dots$, N – число полных оборотов образца) датчиком линейных перемещений 11 регистрируют значения перемещения Δ_i пуансона 10 в направлении действия силы p . Затем по значению p определяют δ_{1i} и δ_{2i} и по их величинам рассчитывают величины износов $h_i = \Delta_i - \delta_{1i} - \delta_{2i}$, соответствующее сочетанию V_i и p_i . После чего по моментам T_i трения и величинам износа h_i определяют коэффициенты трения $f_{VPi} = 2T_i/d$ и интенсивность изнашивания $j_{VPi} = h_i/L$ пары трения, соответствующие скоростным и нагрузочным режимам V_i и p_i .

Пример осуществления способа.

Испытывалась пара трения с цилиндрическим шлифованным образцом 2 диаметром $\varnothing 20$ мм из стали ШХ15, закаленной до твердости HRC61...63, и контртелом 9 в виде колодки (фиг. 4), выполненным из композиционного антифрикционного порошкового композита на основе бронзы в виде колодки. Испытания проводились при частотах вращения цилиндрического образца $n_1 = 5750 \text{ мин}^{-1}$ и $n_2 = 9550 \text{ мин}^{-1}$, соответствующих скоростям скольжения $V_1 = 6 \text{ м/с}$ и $V_2 = 10 \text{ м/с}$ при усилиях прижатия p контробразца 9 к цилиндрическому образцу 2, равных $p_1 = 600 \text{ Н}$ и $p_2 = 2000 \text{ Н}$. В качестве базового был принят путь трения $L = 3000 \text{ м}$, соответствующий $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2, или по времени при $n_1 - t_1 = 8 \text{ мин } 20 \text{ сек}$, при $n_2 - t_2 = 5 \text{ мин}$ (контроль и изменение режимов испытаний на стенде осуществлялись автоматизированно).

Для проведения испытаний с одновременным контролем усилий прижатия p контробразца 9 к цилиндрическому образцу 2 был использован упругодеформируемый S-образный тензорезисторный датчик 1 модели С2А-0,20-С1 (фиг.1) с диапазоном допустимых нагрузок до 2000Н. Для контроля линей-

ных перемещений пуансона 10 в направлении действия силы p в качестве датчика 11 был использован преобразователь измерительный линейных перемещений индуктивный LVDT с разрешающей способностью 1 мкм и диапазоном регистрируемых параметров 0...2 мм.

Упруго-деформируемый S -образный тензорезисторный датчик 1 модели С2А-0,20-С1 был установлен основанием 1а (фиг.1) на опорную площадку 12 универсальной гидравлической испытательной машины 13 (фиг.5) INSTRON Satec 300LX и нагружен со стороны площадки 1б (фиг.1) плавно увеличивающейся нагрузкой в диапазоне 600...2000 Н ($\sim 60...200$ кгс) с регистрацией универсальной гидравлической испытательной машиной 13 (фиг.2) INSTRON Satec 300LX через контроллер 14 на ПЭВМ 15 значений упругих деформаций δ_l . Одновременно с этим S -образным тензорезисторным датчиком 1 через входящий в его комплект контроллер 16 осуществлялась фиксация на ПЭВМ 15 значений усилий p . Затем с использованием метода наименьших квадратов были определены параметры аналитической корреляционной зависимости между δ_l и p (фиг. 6)

$$\delta_l = a_l + b_l p, \quad (1)$$

где $a_l = 11,7$ мкм, $b_l = 0,0081$ мкм/Н при среднем квадратическом отклонении от коррелирующей прямой 0,13 мкм и коэффициенте вариации 0,6%.

С учетом полученных результатов были рассчитаны значения δ_l для $p_1 = 600$ Н, равное $\delta_{l1} = 17$ мкм, и для $p_2 = 2000$ Н, равное $\delta_{l2} = 29$ мкм

После этого цилиндрический образец 2 был установлен в подшипниковые узлы 3а и 3б (фиг.3) скобы 3 и жестко зафиксирован в цанге 4. К нему был подведен до касания контробразец 9, выполненный в виде установленной в нажимном пуансоне 10 колодки (фиг.4) с радиусом обращенной к цилиндрическому образцу 2 поверхностью 10 мм (не показана), соответствующим радиусу цилиндрического образца 2.

До начала вращения цилиндрического образца 2 определялась зависимость между регистрируемым упруго деформируемым датчиком усилием и его упругой деформацией, а до начала вращения цилиндрического образца к нему прижимают контробразец с заданными усилиями, равными $p_1 = 600$ Н и $p_2 = 2000$ Н с одновременной регистрацией установленным с возможностью контроля перемещений в направлении силы p нажимного пуансона 12 датчиком линейных перемещений 17 соответствующих силе p линейных перемещений δ_{21} и δ_{22} (определялись с учетом упругой деформации S -образного тензорезисторного датчика 1 модели С2А-0,20-С1). По полученным результатам методом наименьших квадратов определяются параметры аналитической корреляционной зависимости между δ_2 и p

$$\delta_2 = a_2 + b_2 p, \quad (2)$$

где $a_2 = 43,6$ мкм, $b_2 = 0,03$ мкм/Н при среднем квадратическом отклонении от коррелирующей прямой 1,34 мкм и коэффициенте вариации 1,48%.

Рассчитывались значения δ_2 для $p_2 = 600$ Н, равное $\delta_{21} = 62$ мкм, и для $p_2 = 2000$ Н, равное $\delta_{12} = 104$ мкм.

Все расчеты и управление процессом испытаний осуществлялись автоматизированно с помощью программно-аппаратных средств испытательного стенда.

Затем контробразец 9 прижимался к цилиндрическому образцу 2 с силой $p_1 = 600$ Н и приводился во вращение с частотой $n_1 = 5800$ мин⁻¹, соответствующей скорости скольжения $V = 6$ м/с. Испытания на данных режимах проводились в течение $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2, т.е. по времени $t_1 = 8$ мин 14 сек. При проведении испытаний пары трения из образца 2 и контробразца 9 датчиком 11 линейных перемещений и упруго деформируемым S -образным тензорезисторным датчиком 1 модели С2А-0,20-С1 постоянно, по мере износа цилиндрического образца 2 и контробразца 9, автоматизированно поддерживалась сила $p_1 = 600$ Н и регистрировались величина смещения нажимного пуансона 10 в направлении действия силы p_1 ,

после проведения испытаний в течение 8 мин 14 сек, равная $\Delta_{m1} = 0,096$ мм и момент трения $T_1 = 0,96$ Нм. После завершения $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2 автоматизированно рассчитывались значение величины износа $h_1 = \Delta_1 - \delta_{11} - \delta_{21} = 0,017$ мм и, с ее использованием, интенсивность изнашивания $j_{VP1} = h_1/L = 5,7 \cdot 10^{-6}$ мм/м, а также по среднему значению момента трения T_1 – рассчитывался коэффициент трения $f_{VP1} = 2T_1/(pd) = 0,16$, соответствующий сочетанию V_1 и p_1 для рассматриваемой пары трения.

Затем без остановки стенда в течение 2...3 сек частота вращения цилиндрического образца 2 была увеличена до $n_2 = 9550$ мин⁻¹, соответствующей скорости скольжения $V = 10$ м/с, и при нагрузке $p_1 = 600$ Н в течение $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2, т.е времени $t_2 = 5$ мин, были проведены испытания пары трения из образца 2 и контробразца 9. При этом датчиками 1 и 11 при постоянно поддерживаемой силе $p_1 = 600$ Н по мере износа цилиндрического образца 2 и контробразца 9 регистрировались величина смещения Δ_{m2} нажимного пуансона 10 в направлении действия силы p_1 и момент трения T_2 . После завершения $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2 автоматизированно величина Δ_{m2} и средняя величина момента трения составили соответственно равны $\Delta_{m2} = 0,091$ мм и $T_2 = 0,74$ Нм. По ним рассчитывались значение величины износа $h_2 = \Delta_2 - \delta_{12} - \delta_{22} = 0,012$ мм и, с ее использованием, интенсивность изнашивания $j_{VP2} = h_2/L = 4 \cdot 10^{-6}$ мм/м, а также по среднему значению момента трения T_2 – коэффициент трения $f_{VP2} = 2T_2/(pd) = 0,12$, соответствующие сочетанию V_2 и p_1 для рассматриваемой пары трения.

После этого без остановки стенда в течение 10...12 сек при частоте вращения цилиндрического образца 2 $n_2 = 9550$ мин⁻¹ и соответствующей скорости скольжения $V = 10$ м/с нагрузка была увеличена до $P_2 = 2000$ Н и в течение $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2, т.е времени $t_2 = 5$ мин, были проведены испытания пары трения из образца 2 и контробразца 9. При этом датчиками 1 и 11 при постоянно поддерживаемой силе $p_2 = 2000$ Н по мере износа цилиндрического образца 2 и контробразца 9 регистрировались вели-

чина смещения $\Delta_{м3}$ нажимного пуансона 10 в направлении действия силы p_2 и момент трения T_3 . После завершения $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2 автоматизировано рассчитывались значение величины износа $h_3 = \Delta_3 - \delta_{13} - \delta_{23} = 0,031$ мм и, с ее использованием, интенсивность изнашивания $j_{VP3} = h_3/L = 10 \cdot 10^{-6}$ мм/м, а также по среднему значению момента трения $T_3 = 2,8$ Нм, – коэффициент трения $f_{VP3} = 2T_3/(pd) = 0,14$, соответствующие сочетанию V_2 и p_2 для рассматриваемой пары трения.

Затем без остановки стенда в течение 3...4 сек частота вращения цилиндрического образца 2 была уменьшена до $n_1 = 5800$ мин⁻¹ и соответствующей скорости скольжения $V = 10$ м/с при нагрузке $p_2 = 2000$ Н в течение $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2, т.е времени $t_4 = 8$ мин 14 сек, были проведены испытания пары трения из образца 2 и контробразца 9. При этом датчиками 1 и 11 при постоянно поддерживаемой силе $p_2 = 2000$ Н по мере износа цилиндрического образца 2 и контробразца 9 регистрировались величина смещения $\Delta_{м4} = 0,172$ мм нажимного пуансона 10 в направлении действия силы p_2 и момент трения T_4 . После завершения $N = 47800$ оборотов цилиндрического образца 2 автоматизированно рассчитывались значение величины износа $h_4 = \Delta_4 - \delta_{14} - \delta_{24} = 0,039$ мм и, с ее использованием, интенсивность изнашивания $j_{VP4} = h_4/L = 13 \cdot 10^{-6}$ мм/м, а также по среднему значению момента трения T_4 , равного $T_4 = 3,4$ Нм – коэффициент трения $f_{VP4} = 2T_4/(pd) = 0,17$, соответствующие сочетанию V_1 и p_2 для рассматриваемой пары трения.

Таким образом, в течение ~ 30 мин были получены уточненные данные об интенсивности изнашивания (износостойкости) и коэффициентах трения пары трения сталь ШХ15, закаленная до твердости HRC61...63, и композиционный антифрикционный порошковый композит на основе бронзы в диапазоне скоростей нагрузок при скоростях скольжения $V = 6...10$ м/с и усилиях прижатия контробразца к цилиндрическому образцу $p = 600...2000$ Н.

Принятые обозначения

1 – упруго-деформируемый S-образный тензорезисторный датчик типа С2А-0,20-С1;

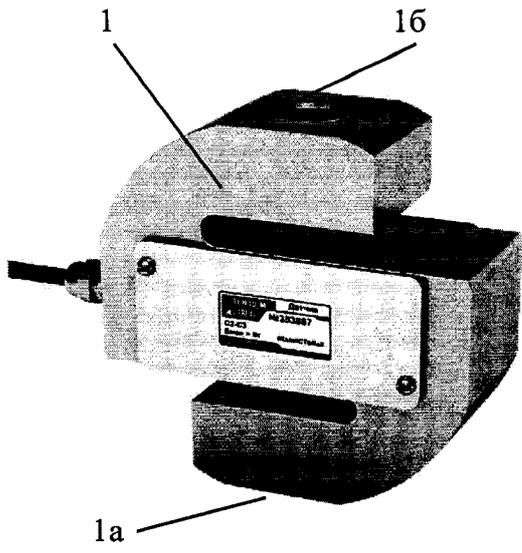
- 2 – цилиндрический образец;
- 3 – подшипниковые узлы 3 с подшипниками качения (не показаны);
- 4 – цанга для крепления цилиндрического образца 2;
- 5 – электроприводом вращения цилиндрического образца 2;
- 6 – муфта, связанная с цангой 4;
- 7 – датчик крутящих моментов, связанный с муфтой 6;
- 8 – муфта связанная с датчиком крутящих моментов 7;
- 9 – контрообразец;
- 10 – пуансон, в котором установлен контрообразец 9;
- 11 – датчик линейных перемещений;
- 12 – опорная площадка универсальной гидравлической испытательной машины;
- 13 – универсальная гидравлическая испытательная машина INSTRON Satec 300LX;
- 14 – контроллер универсальной гидравлической испытательной машины INSTRON Satec 300LX;
- 15 – ПЭВМ;
- 16 – контроллер S-образного тензорезисторного датчика 1.

Источники информации

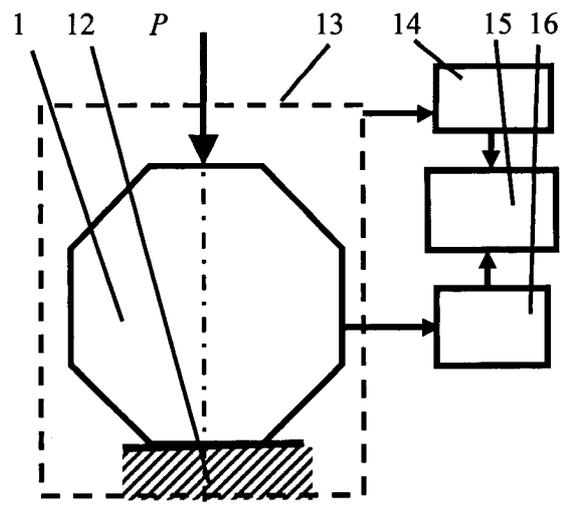
- 1 Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М. Металлургия. – 350 с (стр.196-200).
- 2 Способ испытания материалов на износостойкость. Патент RU 2082149. G01 N3/56. Заявка от 1992.05.21 № 5047749/28; опубл. 1997.06.20.
- 3 Патент Германии № 416880 от 28.10.1922, кл. 42К 38-01.
- 4 Костецкий Б.И. Износостойкость материалов, М. Машиностроение, 1980. – 52 с.
- 5 Центр для износоусталостных испытаний: пат. ЕА 040211 G01 N3/56. Заявка от 2022.05.04 № 201900229; опубл. 2022.05.04.
- 6 Надежность машин: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев; Под ред. Д.Н. Решетова. –М.: Высш.шк., 1988. – 238 с.

Формула изобретения

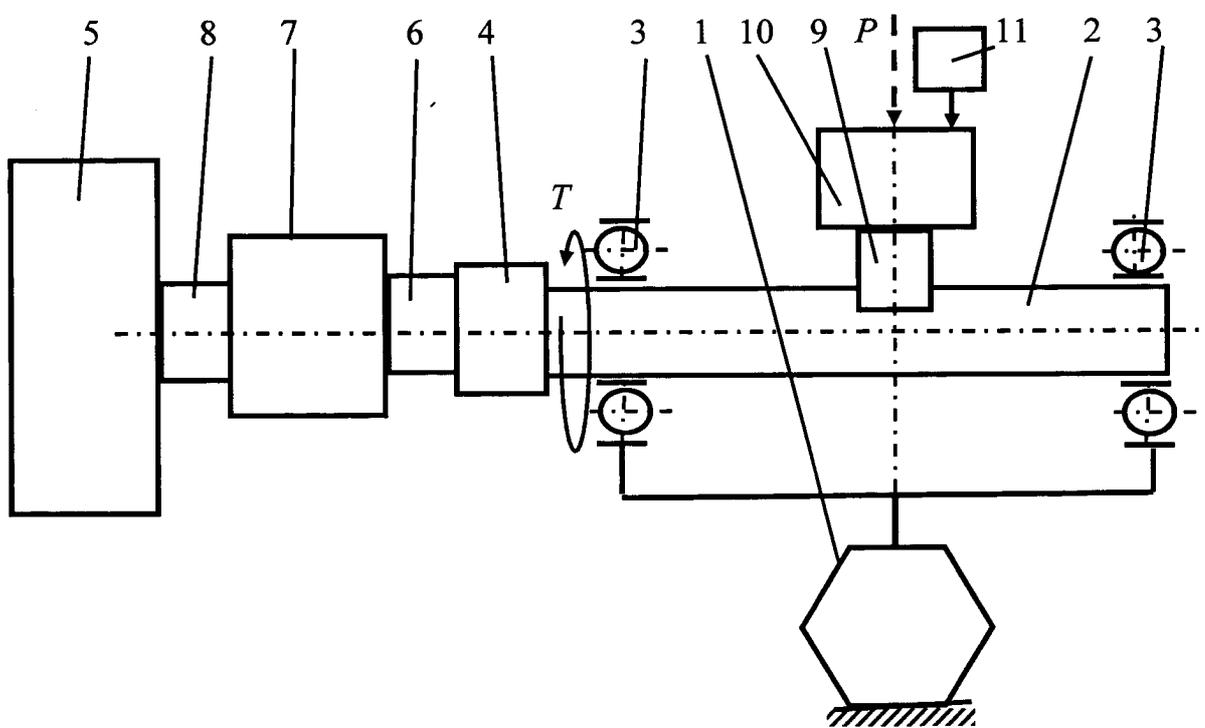
Способ испытаний пары трения, при котором цилиндрический образец приводят во вращение электроприводом, после чего к его рабочей поверхности посредством системы нагружения прижимают с заданным усилием контрообразец, осуществляют контроль частоты вращения, усилия прижатия цилиндрического образца к контрообразцу, величину коэффициента трения при их взаимодействии и суммарный износ испытываемого цилиндрического образца и контрообразца, определяемый по их сближению, измеряемому с помощью установленного со стороны контрообразца датчика линейных перемещений, *отличающийся тем, что* для контроля усилия прижатия контрообразца к цилиндрическому образцу используют упруго деформируемый в направлении действия усилия прижатия датчик, например, S-образный тензорезисторный датчик типа С2А, при этом упруго деформируемый датчик устанавливают со стороны цилиндрического образца, противоположной действию усилия прижатия контрообразца к цилиндрическому образцу, и предварительно, перед проведением испытаний до начала вращения цилиндрического образца, определяют зависимость между регистрируемым упруго деформируемым датчиком усилием и его упругой деформацией, а перед началом вращения цилиндрического образца к нему прижимают контрообразец с заданным усилием и измеряют с помощью датчика линейных перемещений суммарную упругую деформацию системы нагружения и после приведения цилиндрического образца во вращение суммарный износ цилиндрического образца и контрообразца определяют с учетом упругой деформации упруго деформируемого датчика и суммарной упругой деформации системы нагружения, при этом величину трения определяют по моменту трения, соответствующему сопротивлению вращения цилиндрического образца, который регистрируют датчиком крутящих моментов, который размещают между цилиндрическим образцом и электроприводом его вращения и жестко связывают муфтами.



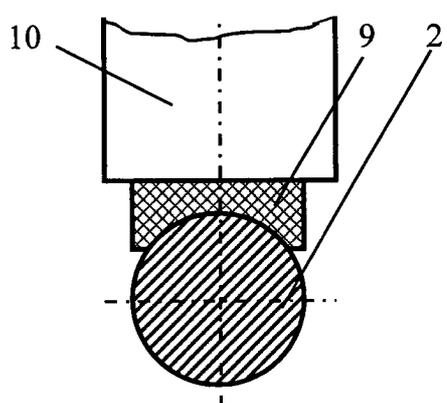
Фиг.1



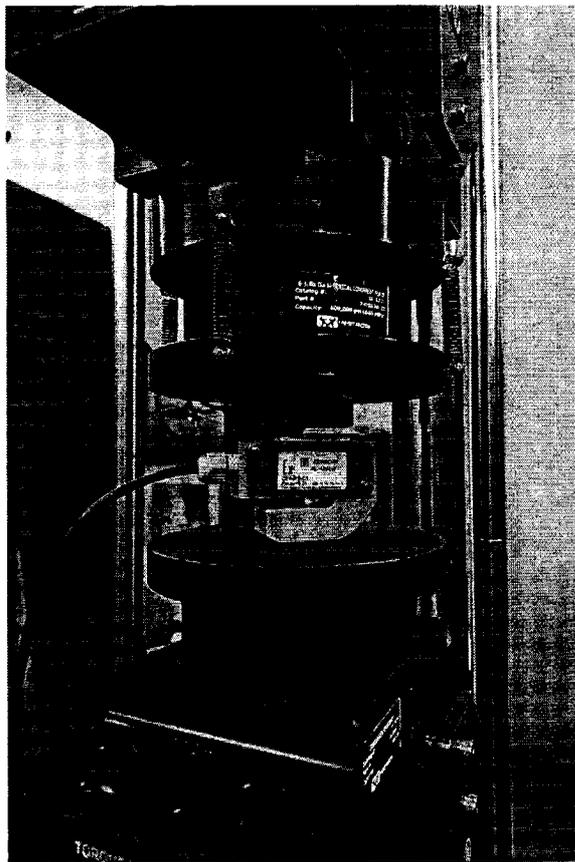
Фиг.2



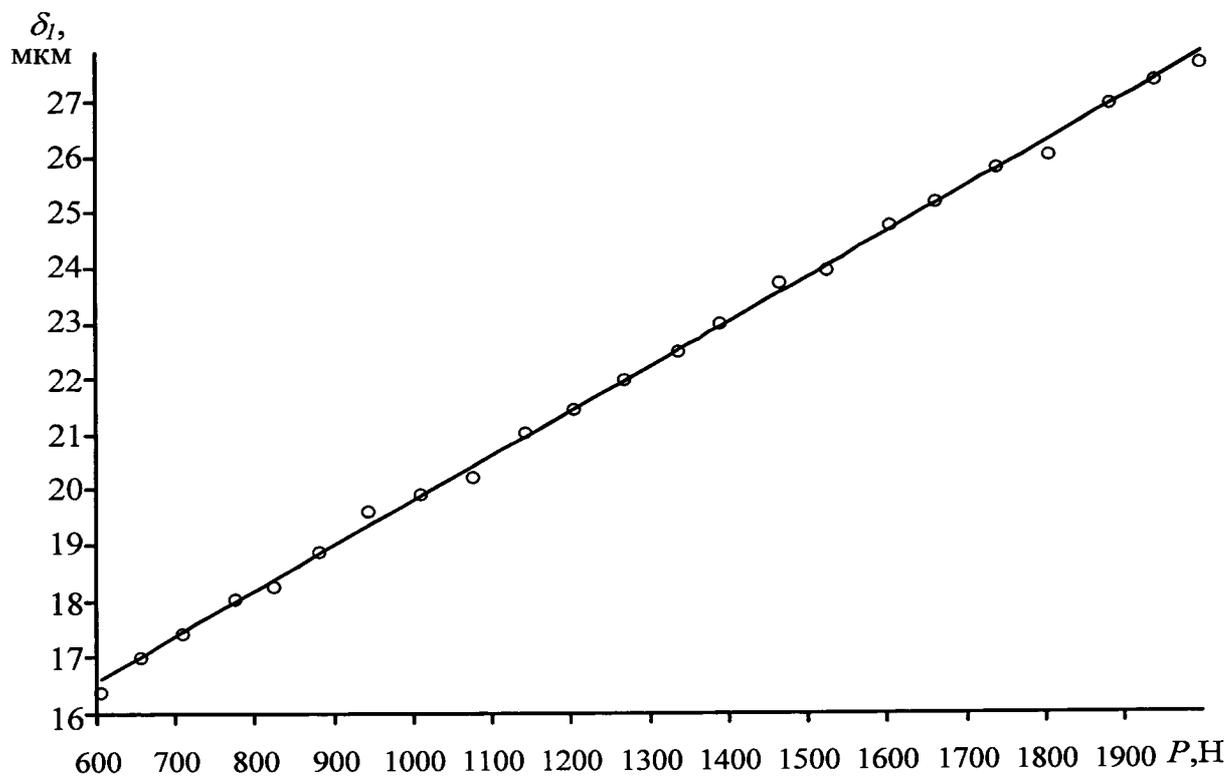
Фиг.3



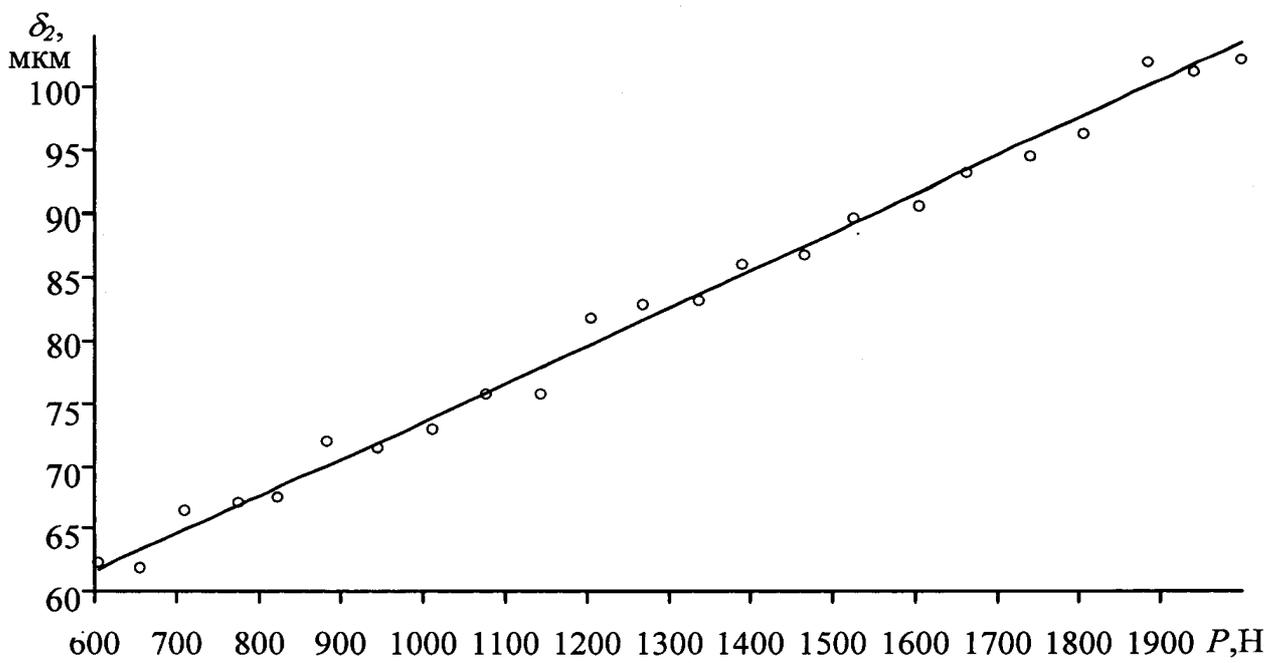
Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202392265

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

МПК:

G01N 3/56 (2006.01)

СПК:

G01N 3/56

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

G01N

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

ЕАРАТIS, ESPACENET, поисковые системы национальных патентных ведомств, открытые интернет-источники

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	BY 18971 C1 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»), 30.06.2016 стр. 3-6 описания, фиг. 1	1
A	SU 1288547 A1 (НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ФРУНЗЕНСКОГО КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ПО КОРМОУБОРОЧНЫМ МАШИНАМ»), 07.02.1987 столбцы 1-2 описания, фиг. 1	1
A	RU 2482 464 C2 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ), 20.05.2013 формула изобретения, фиг. 17-21	1
A	US 4211057 (MASSEY-FERGUSON INDUSTRIES LIMITED), 21.03.2006 реферат, фиг. 1-2	1

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

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

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

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

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

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

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

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **28/10/2023**

Уполномоченное лицо:

Зам. начальника отдела механики,
физики и электротехники



М.Н. Юсупов