



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008117860/22, 04.05.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.05.2008

(45) Опубликовано: 10.12.2008

Адрес для переписки:

450039, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул.  
Сельская-Богородская, 2, а/я 66, ООО "НПП  
Уралавиаспецтехнология"

(72) Автор(ы):

Смыслов Анатолий Михайлович (RU),  
Смыслова Марина Константиновна (RU),  
Исанбердин Анур Наилевич (RU),  
Мингажев Аскар Джамилевич (RU),  
Селиванов Константин Сергеевич (RU),  
Гордеев Вячеслав Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной  
ответственностью  
"Научно-производственное предприятие  
"Уралавиаспецтехнология" (RU)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ТРЕНИЕ И ИЗНАШИВАНИЕ ПРИ МАЛЫХ АМПЛИТУДАХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

## Формула полезной модели

1. Устройство для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения, содержащее каркас, на котором установлены электромотор с эксцентриком на валу, устройство для передачи возвратно-поступательного движения от двигателя на подвижные испытуемые образцы, устройство для закрепления и устройство для нагружения испытуемых образцов, обеспечивающее их контакт с неподвижными контр-образцами с заданными условиями сопряжения, отличающееся тем, что устройство для передачи возвратно-поступательного движения включает шток, выполненный с возможностью возвратно-поступательного движения по неподвижно закрепленной на каркасе направляющей, причем шток с одного конца соединен с эксцентриком через металлическую пружину, выполненную в виде полосы, а с противоположного конца шток через тензодатчик соединен с устройством для закрепления испытуемых образцов, в качестве которых используются образцы цилиндрической формы с плоскими торцами, причем испытуемые образцы закреплены в зажимах через цилиндрическую поверхность, а их плоские торцы выступают за габариты зажимов и с обеих сторон контактируют с плоской поверхностью контр-образцов, закрепленных в устройстве для нагружения испытуемых образцов и прижимающих испытуемые образцы по торцевым поверхностям через тензодатчики с нагрузкой, обеспечивающей заданные условия сопряжения контактирующих поверхностей образцов, причем устройство снабжено датчиком относительного положения испытуемых и контр-образцов, в качестве которого используется лазерный триангуляционный датчик, а электромотор обеспечен связью с компьютером через контроллер, подключенный к датчикам усилия сжатия, усилия движения и

относительного положения испытываемых и контр-образцов.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что обеспечивает возвратно-поступательное движение с частотой от 5 до 150 Гц, амплитуду взаимного перемещения от 5 до 1500 мкм, усилие прижатия образцов от 10 до 3500 Н, силу сопротивления перемещению в диапазоне от -1500 до +1500 Н при температуре испытаний от -40 до +100°С.

3. Устройство по любому из пп.1 и 2, отличающееся тем, что обеспечивает испытание образцов в жидкой среде.

4. Устройство по любому из пп.1 и 2, отличающееся тем, что обеспечивает испытание образцов в условиях окружающей среды.

5. Устройство по любому из пп.1 и 2, отличающееся тем, что обеспечивает испытание образцов до 2-10 циклов нагружения.

6. Устройство по п.3, отличающееся тем, что обеспечивает испытание образцов до 2-10 циклов нагружения.

7. Устройство по п.4, отличающееся тем, что обеспечивает испытание образцов до 2-10 циклов нагружения.

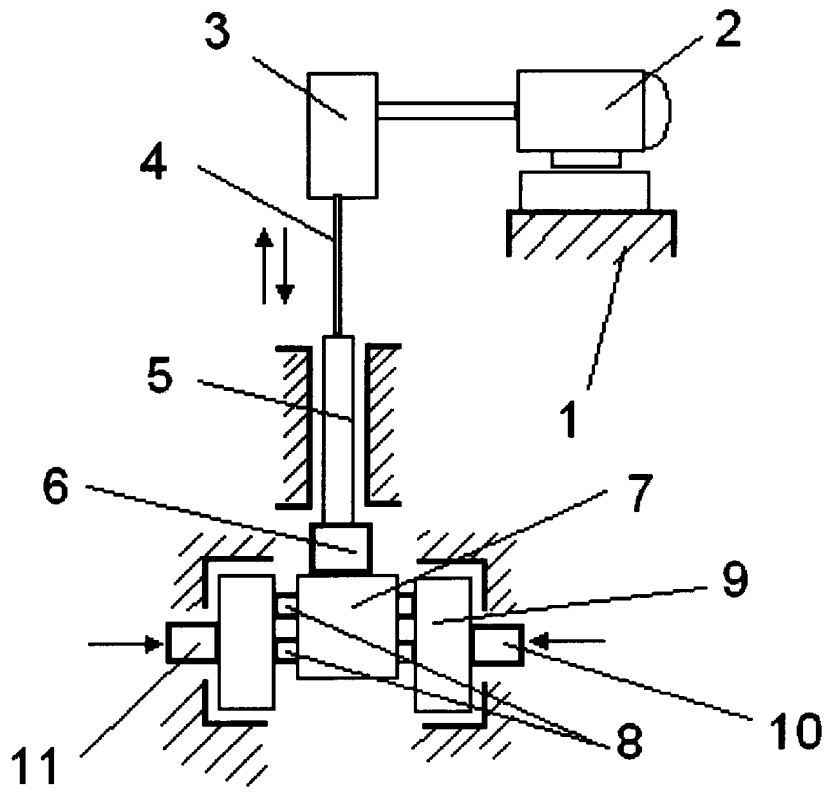
8. Устройство по любому из пп.1, 2, 6, 7, отличающееся тем, что обеспечивает ресурс работы устройства без замены деталей на  $1-10^9$  циклов нагружения.

9. Устройство по любому из пп.1, 2, 6, 7, отличающееся тем, что размеры испытываемых образцов составляют: диаметр от 3 до 50 мм, высота от 5 до 100 мм, а размеры контр-образцов составляют: длина от 5 до 100 мм, ширина от 5 до 100 мм, толщина от 5 до 20 мм, при условии, что соответствующий размер испытываемого образца, меньше, чем размер контробразца.

10. Устройство по п.8 отличающееся тем, что размеры испытываемых образцов составляют: диаметр от 3 до 50 мм, высота от 5 до 100 мм, а размеры контр-образцов составляют: длина от 5 до 100 мм, ширина от 5 до 100 мм, толщина от 5 до 20 мм, при условии, что соответствующий размер испытываемого образца, меньше, чем размер контр-образца.

11. Устройство по любому из пп.1, 2, 6, 7, 10, отличающееся тем, что закрепляющее устройство снабжено индивидуальными зажимами для образцов.

12. Устройство по любому из пп.1, 2, 6, 7, 10, отличающееся тем, что закрепляющее устройство снабжено зажимами, обеспечивающими закрепление одновременно двух образцов.



RU 7 8 9 4 3 U 1

RU 7 8 9 4 3 U 1

Полезная модель относится к испытательной технике, в частности к испытанию материалов на износ при малых перемещениях.

Известна установка для испытания материалов на износ при  
возвратно-поступательном движении образца относительно контробразца  
5 [Крагельский И.В Трение и износ.- М: Машиностроение, 1968. - 480с. Стр.390, рис.214.]  
, которая содержит регулируемый привод, соединенный с кривошипно-шатунным  
механизмом, и установленный на направляющих ползун, на котором закреплен  
контробразец, взаимодействующий с подпружиненным образцом. Такая установка не  
10 позволяет проводить испытания в условиях малых относительных перемещений  
образца и контробразца.

Известно также устройство для испытания шлицевых соединений на  
износостойкость, содержащий основание, держатели образца и контробразца, узел  
нагрузки и привод держателя образца [А.С. СССР №947701, кл. G01 N 3/56, 1982.].

15 Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа  
является устройство для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах  
перемещения, содержащее каркас на котором установлены электромотор с  
эксцентриком на валу, устройство для передачи возвратно-поступательного движения  
20 от двигателя на подвижные испытываемые образцы, устройство для закрепления и  
устройство для нагружения испытываемых образцов, обеспечивающее их контакт с  
неподвижными контр-образцами с заданными условиями сопряжения, [Установка  
МФК-1. ГОСТ 23.211-80. Метод испытаний материалов на изнашивание при  
фреттинге и фреттинг-коррозии. М., 1980.]

25 Однако, известные устройства не позволяют испытывать сопряжения типа  
плоскость-плоскость и имеют сложную конструкцию.

Техническим результатом предлагаемой полезной модели является упрощение  
конструкции и расширение функциональных возможностей устройства за счет  
30 увеличения количества испытываемых образцов и использования датчиков,  
позволяющих оценивать параметры процесса испытания и его результаты.

Технический результат достигается тем, что в устройстве для испытания на трение и  
изнашивание при малых амплитудах перемещения, содержащем каркас на котором  
установлены электромотор с эксцентриком на валу, устройство для передачи  
35 возвратно-поступательного движения от двигателя на подвижные испытываемые  
образцы, устройство для закрепления и устройство для нагружения испытываемых  
образцов, обеспечивающее их контакт с неподвижными контр-образцами с заданными  
условиями сопряжения, в отличие от прототипа устройство для передачи  
40 возвратно-поступательного движения включает шток, выполненный с возможностью  
возвратно-поступательного движения по неподвижно закрепленной на каркасе  
направляющей, причем шток с одного конца соединен с эксцентриком через  
металлическую пружину, выполненную в виде полосы, а с противоположного конца  
45 шток через тензодатчик соединен с устройством для закрепления испытываемых  
образцов, в качестве которых используются образцы цилиндрической формы с  
плоскими торцами, причем испытываемые образцы закреплены в зажимах через их  
цилиндрическую поверхность, а их плоские торцы выступают за габариты зажимов и,  
с обеих сторон контактируют с плоской поверхностью контр-образцов, закрепленных  
50 в устройстве для нагружения испытываемых образцов и прижимающих испытываемые  
образцы по торцевым поверхностям через тензодатчики с нагрузкой, обеспечивающей  
заданные условия сопряжения контактирующих поверхностей образцов, причем  
устройство снабжено датчиком относительного положения испытываемых и

контр-образцов, в качестве

которого используется лазерный триангуляционный датчик, а электродвигатель обеспечен связью с компьютером через контроллер, подключенный к датчикам усилия сжатия, усилия движения и относительного положения испытуемых и контр-образцов.

5 Технический результат достигается также тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание обеспечивается возвратно-поступательное движение с частотой от 5 до 150 Гц, амплитуду взаимного перемещения от 5 до 1500 мкм, усилие прижатия образцов от 10 до 3500 Н, силу сопротивления перемещению в диапазоне от -1500  
10 до +1500 Н, при температуре испытаний от -40°C до +100°C.

Технический результат достигается также тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание обеспечивается испытание образцов в жидкой среде или в условиях окружающей среды.

15 Технический результат достигается также тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание обеспечивается испытание образцов до  $2 \cdot 10^7$  циклов нагружения, а также ресурс работы устройства без замены деталей на  $1 \cdot 10^9$  циклов нагружения.

20 Технический результат достигается также тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание размеры испытуемых образцов составляют: диаметр - от 3 до 50 мм, высота - от 5 до 100 мм, а размеры контр-образцов составляют: длина - от 5 до 100 мм, ширина от 5 до 100 мм, толщина от 5 до 20 мм, при условии, что соответствующий размер испытуемого образца, меньше, чем размер контр-образца, причем  
25 закрепляющее устройство снабжено либо индивидуальными зажимами для образцов, либо зажимами, обеспечивающими закрепление одновременно двух образцов.

30 Сущность предлагаемой полезной модели поясняется схемой (фиг.), где изображено устройство для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения пары образцов типа «палец - плоскость». Фиг. содержит: 1 - каркас; 2 - электродвигатель; 3 - эксцентрик; 4 - пружина-пластина; 5 -

35 шток; 6 - тензодатчики усилия перемещения; 7 - зажимы для подвижных образцов; 8 - подвижные образцы; 9 - неподвижные образцы; 10, 11 - тензодатчики усилия прижатия; 12 - прижимное устройство; Р - усилие в зоне контакта подвижных (испытуемых) и неподвижных (контр-) образцов;  $\omega$  - угловая скорость вращения вала электродвигателя; стрелками обозначено возвратно-поступательное движение штока 5.

40 Все элементы устройства для испытания на трение и изнашивание сопряжений при малых амплитудах перемещения смонтированы на каркасе 1. Электродвигатель 2, закрепленный на каркасе 1 передает через вал вращательное движение с угловой скоростью  $\omega$  эксцентрику 3, которое преобразуется через пластинчатую пружину 4 в возвратно-поступательное движение штока 5 с тензодатчиком 6 и зажимным устройством 7 с образцами 8 (показано стрелками на фиг.). Образцы 8 своими торцами контактируют с контр-образцами 9, прижатыми с обеих сторон усилием Р через  
45 тензодатчики усилия прижатия 10 и 11.

50 Подготовка устройства к работе осуществляется следующим образом. Образцы 8 закрепляются в зажиме 7 и образцы 9 в прижимном устройстве 12. Настраивается угловая скорость вращения вала электродвигателя 2, в зависимости от требуемой частоты относительного перемещения подвижных 8 и неподвижных 9 образцов, выбирая ее из диапазона от 5 до 150 Гц. За счет регулировки величины эксцентриситета эксцентрика 3 и длины пружины 4 обеспечивается амплитуду взаимного перемещения подвижных 8 и неподвижных 9 образцов, подбирая ее из диапазона значений амплитуд от 5 до 1500 мкм. Регулируя силу Р взаимного прижатия

образцов 8 и 9 через тензодатчики 10 и 11, подбирают требуемую силу  $P$ , выбирая ее из диапазона значений от 10 до 3500 Н. При этом через тензомер 6 настраивают силу сопротивления перемещению в диапазоне от -1500 до +1500 Н. Устройство к работе подготовлено.

Устройство работает следующим образом. При включении электромотора 2 усилие вращения через вал электромотора 2 передается

эксцентрику 3. Пластинчатая пружина 4 преобразует вращательное движение эксцентрика в возвратно-поступательное движение штока 5. Шток 5 передает

возвратно-поступательное движение с заданной частотой и амплитудой перемещения через тензодатчик 6 и зажим 7 образцам 8. Подвижные образцы 8, контактирующие

через свои плоские торцы с неподвижными образцами 9 осуществляют относительные колебательные перемещения с заданной амплитудой и частотой, при заданном усилии

прижатия контактирующих поверхностей. В результате взаимного трения образцов происходит их износ, позволяющий оценить как параметры процесса изнашивания так

и свойства пары трения.

Для повышения надежности испытаний образцов устройство снабжено датчиком относительного положения испытуемых и контр-образцов, в качестве которого

используется лазерный триангуляционный датчик, а электромотор обеспечен связью с компьютером через контроллер, подключенный к датчикам усилия сжатия, усилия движения и относительного положения испытуемых и контр-образцов.

Достоинствами описанной схемы устройства для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения являются:

- возможность использования образцов, изготовленных по реальным технологиям и качествам поверхности, соответствующим аналогичным изделиям, которые выпускаются серийно;

- относительная простота конструкции;

- относительная простота переналаживания по основным усилиям, амплитудам относительного движения, частотам;

- возможность осуществлять контроль осевого усилия в процессе испытания;

- самонастраиваемость установки, что исключает возникновение неравномерности удельного давления и осуществляет максимально плотное прилегание поверхностей.

Согласно предлагаемой полезной модели было изготовлено опытное устройство с приводом от электромотора. Результаты проведенной серии испытаний с различными вариантами параметров испытаний образцов в условиях фреттинг-коррозии показали наличие на испытанных образцах характерных для фреттинг-коррозии следы износа.

Равномерность пятна контакта на образцах указывает на то, что устройство обеспечивает необходимую равномерность распределения контактного давления по поверхности образцов. Установлено, что усилия перемещения и прижатия образцов, а также амплитуда и частота колебаний относительного движения образцов остаются стабильными и постоянными в течение всех циклов испытаний. Ряд длительные

испытаний, в совокупности превышающих количество циклов нагружения  $N > 1 \cdot 10^9$ ,

показали, что устройство обеспечивает ресурс работы устройства без замены деталей на более чем  $1 \cdot 10^9$  циклов. Устройство было опробовано в диапазоне от 5 до 150 Гц,

при амплитудах взаимного перемещения от 5 до 1500 мкм, при усилиях прижатия образцов от 10 до 3500 Н, при обеспечении силы сопротивления перемещению в

диапазоне от -1500 до +1500 Н, при температурах испытаний от -40°C до

+100°C. Испытания изготовленного устройства в указанных диапазонах показали высокую надежность его работы и данных по результатам испытаний образцов.

## (57) Реферат

Устройство для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения. Полезная модель направлена на упрощение конструкции и расширение функциональных возможностей устройства. Указанный технический результат достигается тем, что устройство содержит каркас на котором установлены электромотор с эксцентриком на валу, устройство для передачи возвратно-поступательного движения от двигателя на подвижные образцы, устройство для закрепления и устройство для нагружения образцов, обеспечивающее их контакт с неподвижными контр-образцами. Устройство для передачи возвратно-поступательного движения включает шток, выполненный с возможностью возвратно-поступательного движения по неподвижно закрепленной на каркасе направляющей. Шток через тензодатчик соединен с устройством для закрепления подвижных образцов, в качестве которых используются образцы цилиндрической формы с плоскими торцами, которые закрепляются в зажимах. Плоские торцы подвижных образцов с обеих сторон контактируют с плоской поверхностью контр-образцов, закрепленных в устройстве для нагружения образцов и прижимающих подвижные образцы по торцевым поверхностям через тензодатчики. Устройство снабжено датчиком относительного положения испытываемых и контр-образцов, в качестве которого используется лазерный триангуляционный датчик, а электромотор обеспечен связью с компьютером через контроллер, подключенный к датчикам усилия сжатия, усилия движения и относительного положения испытываемых образцов, и контр-образцов. 12 з.п.ф., 1 илл.

30

35

40

45

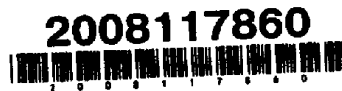
50

## Реферат

### Устройство для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения

Полезная модель направлена на упрощение конструкции и расширение функциональных возможностей устройства. Указанный технический результат достигается тем, что устройство содержит каркас на котором установлены электромотор с эксцентриком на валу, устройство для передачи возвратно-поступательного движения от двигателя на подвижные образцы, устройство для закрепления и устройство для нагружения образцов, обеспечивающее их контакт с неподвижными контр-образцами. Устройство для передачи возвратно-поступательного движения включает шток, выполненный с возможностью возвратно-поступательного движения по неподвижно закрепленной на каркасе направляющей. Шток через тензодатчик соединен с устройством для закрепления подвижных образцов, в качестве которых используются образцы цилиндрической формы с плоскими торцами, которые закрепляются в зажимах. Плоские торцы подвижных образцов с обеих сторон контактируют с плоской поверхностью контр-образцов, закрепленных в устройстве для нагружения образцов и прижимающих подвижные образцы по торцевым поверхностям через тензодатчики. Устройство снабжено датчиком относительного положения испытуемых и контр-образцов, в качестве которого используется лазерный триангуляционный датчик, а электромотор обеспечен связью с компьютером через контроллер, подключенный к датчикам усилия сжатия, усилия движения и относительного положения испытуемых образцов. и контр-образцов. 12 з.п.ф., 1 илл.





### **Устройство для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения**

Полезная модель относится к испытательной технике, в частности к испытанию материалов на износ при малых перемещениях.

Известна установка для испытания материалов на износ при возвратно-поступательном движении образца относительно контробразца [ Крагельский И.В Трение и износ. - М: Машиностроение, 1968. – 480 с. Стр.390, рис.214.], которая содержит регулируемый привод, соединенный с кривошипно-шатунным механизмом, и установленный на направляющих ползун, на котором закреплен контробразец, взаимодействующий с подпружиненным образцом. Такая установка не позволяет проводить испытания в условиях малых относительных перемещений образца и контробразца.

Известно также устройство для испытания шлицевых соединений на износостойкость, содержащий основание, держатели образца и контробразца, узел нагружения и привод держателя образца [А.С. СССР №947701, кл. G 01 N 3/56, 1982 .].

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа является устройство для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения, содержащее каркас на котором установлены электродвигатель с эксцентриком на валу, устройство для передачи возвратно-поступательного движения от двигателя на подвижные испытуемые образцы, устройство для закрепления и устройство для нагружения испытуемых образцов, обеспечивающее их контакт с неподвижными контр-образцами с заданными условиями сопряжения, [Установка МФК-1. ГОСТ 23.211-80. Метод испытаний материалов на изнашивание при фреттинге и фреттинг-коррозии. М., 1980.]

Однако, известные устройства не позволяют испытывать сопряжения типа плоскость-плоскость и имеют сложную конструкцию.

Техническим результатом предлагаемой полезной модели является упрощение конструкции и расширение функциональных возможностей устройства за счет увеличения количества испытываемых образцов и использования датчиков, позволяющих оценивать параметры процесса испытания и его результаты .

Технический результат достигается тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения, содержащем каркас на котором установлены электродвигатель с эксцентриком на валу, устройство для передачи возвратно-поступательного движения от двигателя на подвижные испытываемые образцы, устройство для закрепления и устройство для нагружения испытываемых образцов, обеспечивающее их контакт с неподвижными контр-образцами с заданными условиями сопряжения, в отличие от прототипа устройство для передачи возвратно-поступательного движения включает шток, выполненный с возможностью возвратно-поступательного движения по неподвижно закрепленной на каркасе направляющей, причем шток с одного конца соединен с эксцентриком через металлическую пружину, выполненную в виде полосы, а с противоположного конца шток через тензодатчик соединен с устройством для закрепления испытываемых образцов, в качестве которых используются образцы цилиндрической формы с плоскими торцами, причем испытываемые образцы закреплены в зажимах через их цилиндрическую поверхность, а их плоские торцы выступают за габариты зажимов и, с обеих сторон контактируют с плоской поверхностью контр-образцов, закрепленных в устройстве для нагружения испытываемых образцов и прижимающих испытываемые образцы по торцевым поверхностям через тензодатчики с нагрузкой, обеспечивающей заданные условия сопряжения контактирующих поверхностей образцов, причем устройство снабжено датчиком относительного положения испытываемых и контр-образцов, в качестве

которого используется лазерный триангуляционный датчик, а электромотор обеспечен связью с компьютером через контроллер, подключенный к датчикам усилия сжатия, усилия движения и относительного положения испытуемых и контр-образцов.

Технический результат достигается также тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание обеспечивается возвратно-поступательное движение с частотой от 5 до 150 Гц, амплитуду взаимного перемещения от 5 до 1500 мкм, усилие прижатия образцов от 10 до 3500 Н, силу сопротивления перемещению в диапазоне от -1500 до + 1500 Н, при температуре испытаний от - 40°C до + 100°C.

Технический результат достигается также тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание обеспечивается испытание образцов в жидкой среде или в условиях окружающей среды.

Технический результат достигается также тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание обеспечивается испытание образцов до  $2 \cdot 10^7$  циклов нагружения, а также ресурс работы устройства без замены деталей на  $1 \cdot 10^9$  циклов нагружения.

Технический результат достигается также тем, что в устройстве для испытания на трение и изнашивание размеры испытуемых образцов составляют: диаметр – от 3 до 50 мм, высота – от 5 до 100 мм, а размеры контр-образцов составляют: длина – от 5 до 100 мм, ширина от 5 до 100 мм, толщина от 5 до 20 мм, при условии, что соответствующий размер испытуемого образца, меньше, чем размер контр-образца, причем закрепляющее устройство снабжено либо индивидуальными зажимами для образцов, либо зажимами, обеспечивающими закрепление одновременно двух образцов.

Сущность предлагаемой полезной модели поясняется схемой (фиг.), где изображено устройство для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения пары образцов типа «палец – плоскость». Фиг. содержит: 1-каркас; 2- электромотор; 3- эксцентрик; 4- пружина-пластина; 5-

шток; 6 – тензодатчики усилия перемещения; 7- зажимы для подвижных образцов; 8- подвижные образцы; 9- неподвижные образцы; 10, 11 – тензодатчики усилия прижатия; 12 - прижимное устройство;  $P$  – усилие в зоне контакта подвижных (испытываемых) и неподвижных (контр-) образцов;  $\omega$  – угловая скорость вращения вала электромотора; стрелками обозначено возвратно-поступательное движение штока 5.

Все элементы устройства для испытания на трение и изнашивание сопряжений при малых амплитудах перемещения смонтированы на каркасе 1. Электромотор 2, закрепленный на каркасе 1 передает через вал вращательное движение с угловой скоростью  $\omega$  эксцентрику 3, которое преобразуется через пластинчатую пружину 4 в возвратно-поступательное движение штока 5 с тензодатчиком 6 и зажимным устройством 7 с образцами 8 (показано стрелками на фиг.). Образцы 8 своими торцами контактируют с контр-образцами 9, прижатыми с обеих сторон усилием  $P$  через тензодатчики усилия прижатия 10 и 11.

Подготовка устройства к работе осуществляется следующим образом.

Образцы 8 закрепляются в зажиме 7 и образцы 9 в прижимном устройстве 12. Настраивается угловая скорость вращения вала электромотора 2, в зависимости от требуемой частоты относительного перемещения подвижных 8 и неподвижных 9 образцов, выбирая ее из диапазона от 5 до 150 Гц. За счет регулировки величины эксцентриситета эксцентрика 3 и длины пружины 4 обеспечения амплитуду взаимного перемещения подвижных 8 и неподвижных 9 образцов, подбирая ее из диапазона значений амплитуд от 5 до 1500 мкм. Регулируя силу  $P$  взаимного прижатия образцов 8 и 9 через тензодатчики 10 и 11, подбирают требуемую силу  $P$ , выбирая ее из диапазона значений от 10 до 3500 Н. При этом через тензометр 6 настраивают силу сопротивления перемещению в диапазоне от –1500 до +1500 Н. Устройство к работе подготовлено.

Устройство работает следующим образом. При включении электромотора 2 усилие вращения через вал электромотора 2 передается

эксцентрику 3. Пластинчатая пружина 4 преобразует вращательное движение эксцентрика в возвратно-поступательное движение штока 5. Шток 5 передает возвратно-поступательное движение с заданной частотой и амплитудой перемещения через тензодатчик 6 и зажим 7 образцам 8. Подвижные образцы 8, контактирующие через свои плоские торцы с неподвижными образцами 9 осуществляют относительные колебательные перемещения с заданной амплитудой и частотой, при заданном усилии прижатия контактирующих поверхностей. В результате взаимного трения образцов происходит их износ, позволяющий оценить как параметры процесса изнашивания так и свойства пары трения.

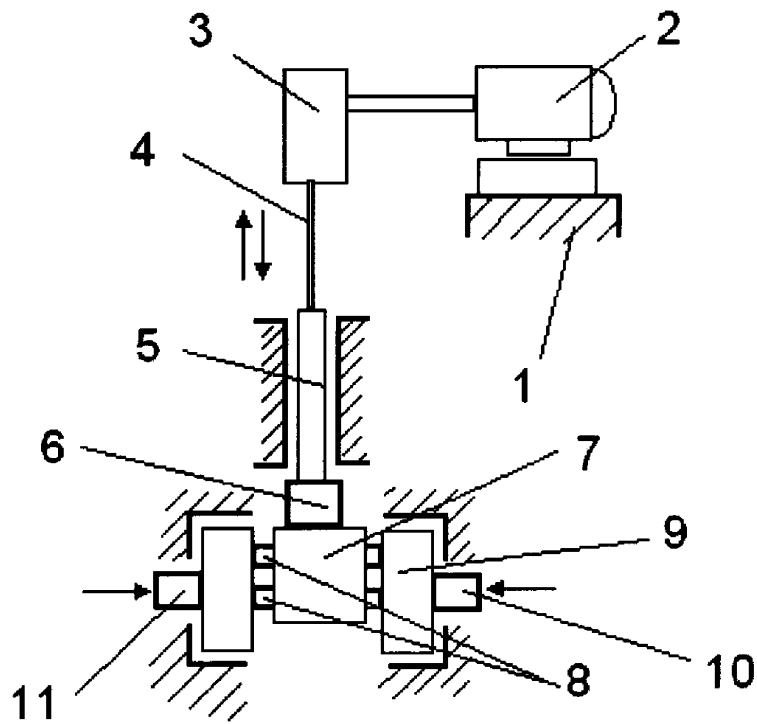
Для повышения надежности испытаний образцов устройство снабжено датчиком относительного положения испытуемых и контр-образцов, в качестве которого используется лазерный триангуляционный датчик, а электромотор обеспечен связью с компьютером через контроллер, подключенный к датчикам усилия сжатия, усилия движения и относительного положения испытуемых и контр-образцов.

Достоинствами описанной схемы устройства для испытания на трение и изнашивание при малых амплитудах перемещения являются:

- возможность использования образцов, изготовленных по реальным технологиям и качествам поверхности, соответствующим аналогичным изделиям, которые выпускаются серийно;
- относительная простота конструкции;
- относительная простота переналаживания по основным усилиям, амплитудам относительного движения, частотам;
- возможность осуществлять контроль осевого усилия в процессе испытания;
- самонастраиваемость установки, что исключает возникновение неравномерности удельного давления и осуществляет максимально плотное прилегание поверхностей.

Согласно предлагаемой полезной модели было изготовлено опытное устройство с приводом от электромотора. Результаты проведенной серии испытаний с различными вариантами параметров испытаний образцов в условиях фреттинг-коррозии показали наличие на испытанных образцах характерных для фреттинг-коррозии следы износа. Равномерность пятна контакта на образцах указывает на то, что устройство обеспечивает необходимую равномерность распределения контактного давления по поверхности образцов. Установлено, что усилия перемещения и прижатия образцов, а также амплитуда и частота колебаний относительного движения образцов остаются стабильными и постоянными в течение всех циклов испытаний. Ряд длительные испытаний, в совокупности превышающих количество циклов нагружения  $N > 1 \cdot 10^9$ , показали, что устройство обеспечивает ресурс работы устройства без замены деталей на более чем  $1 \cdot 10^9$  циклов. Устройство было опробовано в диапазоне от 5 до 150 Гц, при амплитудах взаимного перемещения от 5 до 1500 мкм, при усилиях прижатия образцов от 10 до 3500 Н, при обеспечении силы сопротивления перемещению в диапазоне от -1500 до + 1500 Н, при температурах испытаний от - 40°C до + 100°C. Испытания изготовленного устройства в указанных диапазонах показали высокую надежность его работы и данных по результатам испытаний образцов.

Устройство для испытания на трение и изнашивание  
при малых амплитудах перемещения



Фиг.