



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005122011/28, 13.07.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.07.2005

(45) Опубликовано: 20.01.2007 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2054130 C1, 10.02.1996. SU 1437754
A2, 15.11.1988. SU 1619144 A1, 07.01.1991. US
5209568, 11.05.1993.

Адрес для переписки:

140180, Московская обл., г. Жуковский, ул.
Жуковского, 1, ФГУП "ЦАГИ", отдел 80

(72) Автор(ы):

Доценко Александр Михайлович (RU),
Семенов Владимир Николаевич (RU)

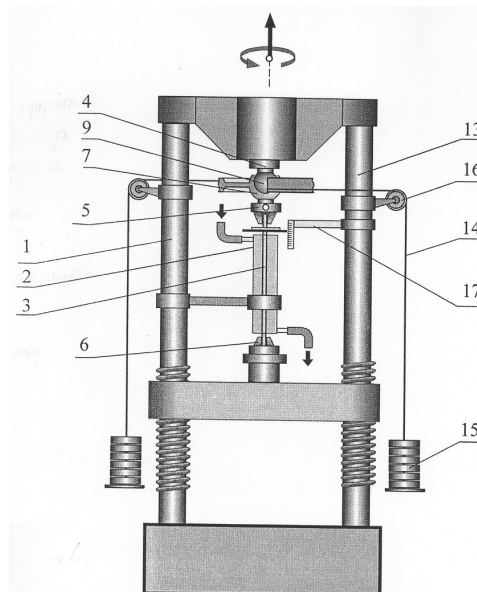
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное унитарное
предприятие "Центральный
аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е.
Жуковского" (ФГУП "ЦАГИ") (RU)

(54) МАШИНА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦА ИЗ МАТЕРИАЛА С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к испытательной технике. Машина состоит из корпуса, устройства для циклического нагрева и охлаждения образца, узла осевого нагружения, активного и пассивного держателей и измерителя деформаций образца. В активный держатель встроен корпус узла нагружения кручением, жестко соединенный с двухплечим рычагом и с головной частью активного держателя и соединенный с хвостовой частью активного держателя. Указанный двухплечий рычаг выполнен в виде шкива и имеет две направляющие для двух тросов, одни концы которых закреплены на рычаге, а к другим концам подвешены грузы. К корпусу машины прикреплены две опоры качения для тросов. Измеритель деформаций выполнен в виде корпуса, прикрепленного к корпусу машины, датчика осевой деформации и деформации кручения. В корпусе измерителя деформаций встроен микроскоп. Технический результат: повышение точности испытаний. 1 табл., 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G01N 3/18 (2006.01)*G01N 25/00* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2005122011/28, 13.07.2005

(24) Effective date for property rights: 13.07.2005

(45) Date of publication: 20.01.2007 Bull. 2

Mail address:

140180, Moskovskaja obl., g. Zhukovskij, ul.
Zhukovskogo, 1, FGUP "TsAGI", otdel 80

(72) Inventor(s):

Dotsenko Aleksandr Mihajlovich (RU),
Semenov Vladimir Nikolaevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predprijatje "Tsentral'nyj
aerogidrodinamicheskij institut im. prof.
N.E. Zhukovskogo" (FGUP "TsAGI") (RU)

(54) **DEVICE FOR TESTING SPECIMEN MADE OF SHAPE MEMORY MATERIAL**

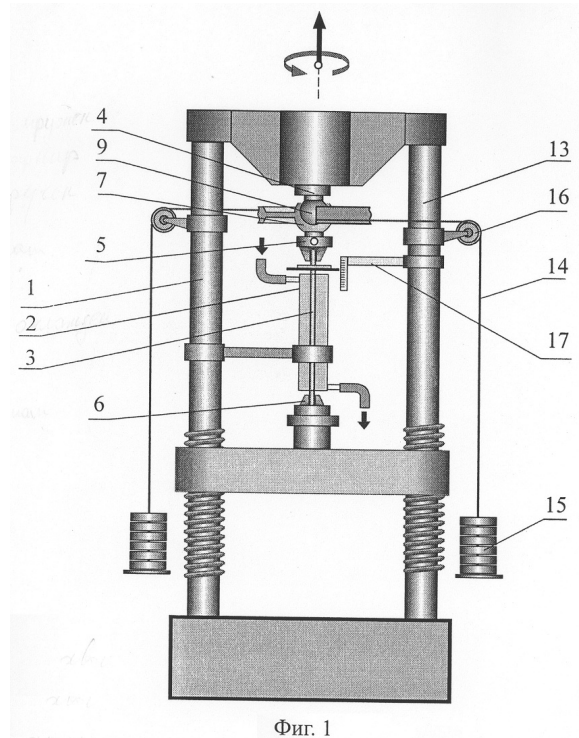
(57) Abstract:

FIELD: testing engineering.

SUBSTANCE: device comprises housing, member for cyclic heating and cooling the specimen, unit for axial loading, active and passive holder and meter specimen strain. The housing of the twisting loading unit is built in the active holder and rigidly connected with the two-arm lever and head and shank of the active holder. The two-arm lever is made of a pulley and has two guiding members for two ropes. Some of the ends of the ropes are secured to the lever, and the other ends are connected with the weights. Two rolling bearings for the ropes are connected with the housing. The strain meter is made of the casing secured to the housing of the device, and axial and twisting strain meter. The microscope is built in the housing of the deformation meter.

EFFECT: enhanced precision.

3 dwg



Изобретение относится к области испытаний материалов с памятью формы при циклических тепловых и механических воздействиях, а именно к испытательным машинам, позволяющим воспроизводить на образце циклические нагрев и охлаждение, в диапазоне изменения температуры, вызывающем циклические мартенситные превращения структуры материала при раздельном и совместном воздействии на материал образца осевой нагрузки и нагрузки кручения, и осуществлять при этих воздействиях измерения в образце обратимых, обусловленных циклическими фазовыми превращениями, осевой деформации и деформации кручения.

Особые свойства материалов с памятью формы (Справочное издание "Материалы с памятью формы", под ред. В.А.Лихачева, Т.1, 1999) находят эффективное применение в различных отраслях техники. Предполагается, что с целью улучшения аэродинамических характеристик, повышения показателей прочности, долговечности, живучести и весового совершенства авиационных конструкций материалы с памятью формы будут применены в них в качестве элементов "мышечной системы", позволяющей изменять конфигурацию конструкции с точки зрения ее адаптации к режиму полета и осуществлять демпфирование колебаний конструкции и уменьшение приложенных к ней циклических нагрузок. Однако для того, чтобы материалы с памятью формы нашли эффективное применение в авиационных конструкциях, память формы в виде обратимых деформаций должна сохраняться на протяжении всего срока службы авиационной конструкции. Для установления и обеспечения стабильности значений обратимых деформаций необходимы испытания образцов материалов с памятью формы с воспроизведением в них многократного процесса циклического нагрева и охлаждения, соответствующего многократному процессу воспроизведения мартенситного превращения структуры этих материалов при совместном нагружении растяжением (сжатием) и кручением, характерным для условий эксплуатации авиационных конструкций.

Известна машина для испытаний образца материала, содержащая корпус, нагружающий узел, активный и пассивный захваты и измеритель деформации растяжения образца, содержащий гибкую нить, прикрепленную к активному захвату и связанную с барабаном, соединенным с силоизмерителем (Универсальная испытательная машина на 20 тс с пульсатором на 10 тс типа МУП-20. Руководство к машине. Армавир, 1962, 38(6)) Эта машина предназначена для испытаний при воздействии на образец нагрузок растяжения и не позволяет производить испытания при совместном воздействии нагрузок растяжения и кручения (фиг. 4).

Известна машина для испытаний образца материала, содержащая корпус, электрогидравлический нагружающий узел, электрогидравлические активный и пассивный захваты и измеритель деформаций в виде двухконсольного датчика деформаций, устанавливаемого на образце (1. Решения для испытаний аэрокосмических конструкций MTS. MTS system corporation, www.mts.com. 2004. 2. Новые методы оценки сопротивления материалов хрупкому разрушению. Пер. с англ. под ред. акад. Ю.Н.Работнова. М., Мир, 1972 (фиг.1.42 на с.80)). С помощью этой машины можно производить испытания и измерения при раздельном воздействии на образец нагрузок растяжения (сжатия) и кручения. Однако она не позволяет производить испытания при совместном воздействии нагрузок растяжения (сжатия) и кручения. Проектирование и изготовление аналогичных машин или их приобретение связано с большими расходами материальных и денежных ресурсов.

Известна вертикальная машина для испытаний на ползучесть при осевом нагружении совместно с кручением (А.С. №2152019, МПК G 01 N 3/00), содержащая корпус, верхний и нижний держатели и два узла нагружения, один из которых передает осевую нагрузку на образец через верхний держатель, а другой узел, состоящий из грузов, гибких тяг и диска, передает нагрузку кручения на образец через нижний держатель. Для измерения осевой деформации и деформации кручения используются соответственно датчик перемещений верхнего держателя и датчик перемещений эксцентрика, установленного на нижнем держателе. Так как в этой машине не предусмотрен циклический нагрев и

охлаждение образца, необходимые в случае испытаний его из материала с памятью формы, и соответственно не предусмотрены необходимые для реализации в этом образце обратимых деформаций на каждом цикле реверсивные перемещения элементов узлов осевого нагружения и нагружения кручением, то технические решения, приведенные в описании этой машины могут быть источником погрешностей при испытаниях. Сложность конструкции машины, наличие большого количества элементов и соединений, а также неучитываемых сил трения скольжения в соединениях могут приводить при реверсивных перемещениях элементов узлов осевого нагружения и нагружения кручением при их совместном воздействии при испытаниях образца из материала с памятью формы в этой машине к несоответствию между приложенным крутящим моментом и измеряемым обратимым углом закручивания и между приложенной осевой нагрузкой и измеряемой обратимой осевой деформацией. При возникновении осевой деформации вследствие воздействия кручения образца из материала с памятью формы (Проблемы прочности №3, Киев, Наукова Думка, 1990, с.117-119) в случае его испытания с помощью данной машины могут иметь место дополнительные погрешности и неоднозначности в результатах испытаний. Недостатком машины является также и то, что осевая деформация и деформация кручения образца измеряются по перемещениям верхнего и нижнего держателя, а не на самом образце. Учитывая изложенное, данная машина не может быть использована для испытаний образцов из материала с памятью формы.

Известна машина для испытаний образца материала с памятью формы, содержащая корпус, нагружающий узел, активный и пассивный держатели и измеритель осевой деформации, содержащий датчик, прикрепленный к образцу и связанный с осциллографом (А.С. №1350576, МПК G 01 N 25/00). Однако эта машина не позволяет производить испытания и измерения при совместном воздействии осевой нагрузки и нагрузки кручения.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению является машина для испытаний образца из материала с памятью формы, содержащая корпус, устройство для циклического нагрева и охлаждения образца, узел осевого нагружения, активный и пассивный держатели и измеритель деформаций образца (Патент США №5209568, 11 мая 1993, класс 374/49). Машина может быть использована для испытания образца из материала с памятью формы при циклическом нагреве и охлаждении и осевом нагружении образца и получения данных измерения осевых деформаций образца. Однако, вследствие отсутствия в данной машине узла нагружения кручением и измерителя деформаций кручения, эта машина не позволяет воспроизводить совместное воздействие на образец при циклическом нагреве и охлаждении осевой нагрузки и нагрузки кручения и осуществлять при этих воздействиях совместные измерения осевой деформации и деформации кручения

Задачей предлагаемого изобретения является осуществление возможности испытания образца из материала с памятью формы при совместном воздействии на образец циклического нагрева и охлаждения, осевой нагрузки и нагрузки кручения и осуществлять при этих воздействиях совместные измерения осевой деформации и деформации кручения при обеспечении высокой точности воспроизведения этих нагрузок и высокой точности измерения деформаций при таком совместном воздействии.

Для решения этой задачи с помощью предлагаемой машины для испытаний образца из материала с памятью формы, содержащей корпус, устройство для циклического нагрева и охлаждения образца, узел осевого нагружения, активный и пассивный держатели и измеритель деформаций образца, в активный держатель встроено устройство узла нагружения кручением, жестко соединенный с двухплечим рычагом и с головной частью активного держателя и соединенный с хвостовой частью активного держателя с помощью шарового шарнира или с помощью конических подшипников качения, установленных соосно образцу с возможностью регулировки и фиксации их с помощью гаек на хвостовой части активного держателя и крышки корпуса узла нагружения кручением, указанный двухплечий рычаг выполнен в виде шкива и имеет две направляющие для двух тросов, одни концы которых закреплены на рычаге, а к другим концам подвешены грузы, к корпусу машины

прикреплены две опоры качения для тросов, каждая из которых выполнена в виде ролика, установленного на подшипниках качения в кронштейне опоры на неподвижной оси перпендикулярно направлению троса, при этом измеритель деформаций выполнен в виде корпуса, прикрепленного к корпусу машины, датчика осевой деформации и деформации

5 кручения, выполненного в виде диска, укрепленного на образце между головной частью активного держателя и устройством для циклического нагрева и охлаждения образца перпендикулярно направлению осевого нагружения и параллельно плоскости кручения, и индикаторов, выполненных в виде двух соприкасающихся шкал - прямоугольной шкалы, установленной на корпусе измерителя параллельно направлению осевого нагружения, и

10 круговой шкалы, нанесенной на диске, в указанном корпусе измерителя деформаций встроен микроскоп с возможностью его перемещения в разных направлениях относительно шкал индикаторов.

На фиг.1 изображена схема предлагаемой машины для испытаний образца с памятью формы.

15 На фиг.2 показана схема активного держателя со встроенным корпусом узла нагружения кручением образца.

На фиг.3 приведена схема измерителя осевой деформации и деформации кручения образца.

К корпусу или к колоннам 1 машины (фиг.1) прикреплено устройство 2 для циклического

20 нагрева и охлаждения образца 3 и присоединен узел 4 осевого нагружения образца 3.

Концы образца 3 закреплены в держателях 5 и 6, один из которых - активный 5 соединен с узлом 4 осевого нагружения, а другой пассивный 6 - с корпусом 1 машины через винтовое соединение, используемое при настройке машины в начале испытаний и для

25 обеспечения жесткой фиксации пассивного держателя 6 в корпусе 1 машины во время испытаний. В активный держатель 5 встроен корпус 7 узла нагружения кручением, жестко соединенный с двухплечим рычагом 8 и с головной частью 5а (фиг.2) активного держателя 5 и соединенным с хвостовой частью 5б активного держателя 5 с помощью шарового шарнира 9 или с помощью конических подшипников качения 10, установленных соосно образцу с возможностью регулировки и фиксации их с помощью гаек 11 и 12 на хвостовой

30 части 5б активного держателя 5 и крышки корпуса 13 узла нагружения кручением.

Вследствие применения в корпусе 7 узла нагружения кручением конических подшипников качения 10 передача совместной осевой нагрузки и нагрузки кручения от узла 4 осевого нагружения и двухплечего рычага 8 нагружения кручением через корпус 7 на головную часть 5а активного держателя 5 и на образец 3 осуществляется с минимально возможным

35 значением коэффициента трения качения, обеспечивающим более точное соответствие между приложенным крутящим моментом и измеряемым углом закручивания образца 3 и между приложенной осевой нагрузкой и обратимой осевой деформацией. Двухплечий рычаг 8 выполнен в виде шкива и имеет две направляющие для двух тросов 14, одни концы которых закреплены на рычаге 8, а к другим концам подвешены грузы 15. К корпусу 1

40 машины прикреплены две опоры качения 16 для тросов 14, каждая из которых выполнена в виде ролика, установленного на подшипниках качения в кронштейне опоры на неподвижной оси перпендикулярно направлению троса 14. Измеритель деформаций выполнен в виде корпуса 17, прикрепленного к корпусу 1 машины, датчика 18 (фиг.3) осевой деформации и деформации кручения, выполненного в виде диска, укрепленного на образце 3 между

45 головной частью 5а активного держателя 5 и устройством 2 для циклического нагрева и охлаждения образца перпендикулярно направлению осевого нагружения и параллельно плоскости кручения, и индикаторов 19 и 20, выполненных в виде двух соприкасающихся шкал - прямоугольной шкалы 19, установленной на корпусе 17 измерителя параллельно направлению осевого нагружения, и круговой шкалы 20, нанесенной на диске. Для

50 достижения высокой точности измерения осевой деформации и деформации кручения образца 3 в корпусе 17 измерителя деформаций встроен микроскоп 21 с возможностью его перемещения в разных направлениях относительно шкал индикаторов 19 и 20.

Испытание соответствующим образом подготовленного образца из материала с

памятью формы (Семенов В.Н., Мовчан А.А., Ньют Со. Проектирование силовозбудителя крутящего момента из сплава с памятью формы. М., Труды ЦАГИ, Вып. 2664, 2004, с.220-230) с помощью машины заключается в воздействии на образец циклического нагрева и охлаждения, раздельного и совместного осевого нагружения и нагружения кручением и совместного измерения при этих испытаниях осевой деформации и деформации кручения. При нагружении кручением возможно появление осевой деформации образца, а при осевом нагружении возможно появление деформации кручения образца.

При воздействии на образец 3 только осевой нагрузки тросы 14 освобождают от грузов 15, образец 3 устанавливают в устройство 2 для нагрева и охлаждения, закрепляют образец в держателях 5 и 6, производят его нагружение с помощью узла 4 осевого нагружения, подвергают образец циклическому процессу нагрева и охлаждения с помощью устройства 2, измеряют в этом процессе осевую деформацию образца 3 с помощью микроскопа 21 и прямоугольной шкалы 19, используя кромку диска 18 в качестве указателя осевой деформации и измеряют деформацию кручения образца 3 с помощью микроскопа 21 и круговой шкалы 20, используя кромку прямоугольной шкалы 19 в качестве указателя деформации кручения.

При воздействии на образец 3 только нагрузки кручения образец 3 устанавливают в устройство 2 для нагрева и охлаждения, закрепляют образец в держателях 5 и 6, на тросы 14 подвешивают грузы 15 и производят нагружение кручением образца, подвергают образец циклическому процессу нагрева и охлаждения с помощью устройства 2, измеряют в этом процессе осевую деформацию образца 3 с помощью микроскопа 21 и прямоугольной шкалы 19, используя кромку диска 18 в качестве указателя осевой деформации, и измеряют деформацию кручения образца 3 с помощью микроскопа 21 и круговой шкалы 20, используя кромку прямоугольной шкалы 19 в качестве указателя деформации кручения.

При совместном воздействии на образец 3 и осевой нагрузки, и нагрузки кручения образец 3 устанавливают в устройство 2 для нагрева и охлаждения, закрепляют образец в держателях 5 и 6, производят его нагружение с помощью узла 4 осевого нагружения, на тросы 14 подвешивают грузы 15 и производят нагружение кручением образца, подвергают образец циклическому процессу нагрева и охлаждения с помощью устройства 2, измеряют в этом процессе осевую деформацию образца 3 с помощью микроскопа 21 и прямоугольной шкалы 19, используя кромку диска 18 в качестве указателя осевой деформации, и измеряют деформацию кручения образца 3 с помощью микроскопа 21 и круговой шкалы 20, используя кромку прямоугольной шкалы 19 в качестве указателя деформации кручения.

Апробация предлагаемого измерителя деформаций с применением встроенного микроскопа показала высокую точность измерения деформаций образца. Иллюстрация оценки точности деформаций (ϵ , %) в случае применения микроскопа типа МПБ-2 при длине образца 100 мм, находящейся в зоне циклического нагрева и охлаждения, приведена в таблице.

Таблица								
ϵ , %	1	2	3	0,5	0,25	0,2	0,1	0,05
Количество делений шкалы микроскопа	20	40	60	10	5	4	2	1

Для реализации этой точности необходимо при изготовлении и закреплении диска 18 на образце 3 обеспечить плоскостность диска 18 и его перпендикулярность оси образца 3.

Испытания с помощью предлагаемой машины позволяют изучать закономерности поведения материалов с памятью формы в условиях циклического теплового воздействия и нагружения, имитирующих условия эксплуатации авиационных конструкций, определять экспериментальные данные, характеризующие память формы в виде значений обратимых деформаций материала и устанавливать диапазоны их стабильности в зависимости от количества циклов нагрева и охлаждения при раздельном и совместном воздействии осевого нагружения и нагружения кручением. При испытаниях можно воспроизводить

определенные виды совместных воздействий на образец, варьировать условия нагружения, нагревания и охлаждения и регистрировать деформации, напряжения и температуру. Таким образом, в зависимости от того, какие параметры задаются и поведение каких параметров исследуется, может быть экспериментально найдено решение

5 большого числа комбинаторных задач, важных для выявления свойств и поведения материалов с памятью формы.

Применение описанного изобретения позволяет также уменьшить расходы на проведение испытаний материалов с памятью формы, что достигается за счет того, что нет необходимости в приобретении дорогостоящего испытательного и измерительного

10 оборудования.

Формула изобретения

Машина для испытаний образца из материала с памятью формы, содержащая корпус, устройство для циклического нагрева и охлаждения образца, узел осевого нагружения,

15 активный и пассивный держатели и измеритель деформаций образца, отличающаяся тем, что в активный держатель встроен корпус узла нагружения кручением, жестко соединенный с двухплечим рычагом и с головной частью активного держателя и соединенный с хвостовой частью активного держателя с помощью шарового шарнира или с помощью конических подшипников качения, установленных соосно образцу с возможностью

20 регулировки и фиксации их с помощью гаек на хвостовой части активного держателя и крышки корпуса узла нагружения кручением, указанный двухплечий рычаг выполнен в виде шкива и имеет две направляющие для двух тросов, одни концы которых закреплены на рычаге, а к другим концам подвешены грузы, к корпусу машины прикреплены две опоры качения для тросов, каждая из которых выполнена в виде ролика, установленного на

25 подшипниках качения в кронштейне опоры на неподвижной оси перпендикулярно направлению троса, при этом измеритель деформаций выполнен в виде корпуса, прикрепленного к корпусу машины, датчика осевой деформации и деформации кручения, выполненного в виде диска, укрепленного на образце между головной частью активного держателя и устройством для циклического нагрева и охлаждения образца

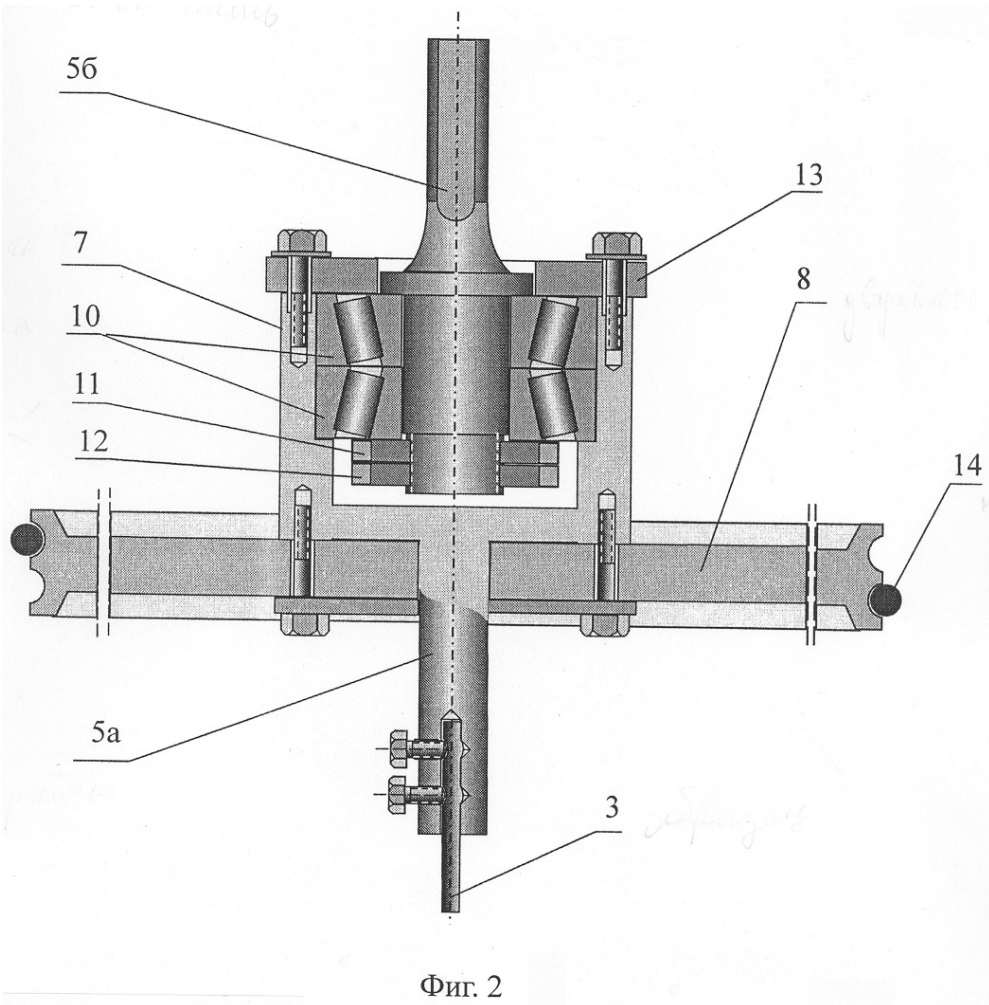
30 перпендикулярно направлению осевого нагружения и параллельно плоскости кручения, и индикаторов, выполненных в виде двух соприкасающихся шкал - одной прямоугольной, установленной на корпусе измерителя параллельно направлению осевого нагружения, и второй круговой шкалы, нанесенной на диске, в указанном корпусе измерителя деформаций встроен микроскоп с возможностью его перемещения в разных направлениях

35 относительно шкал индикаторов.

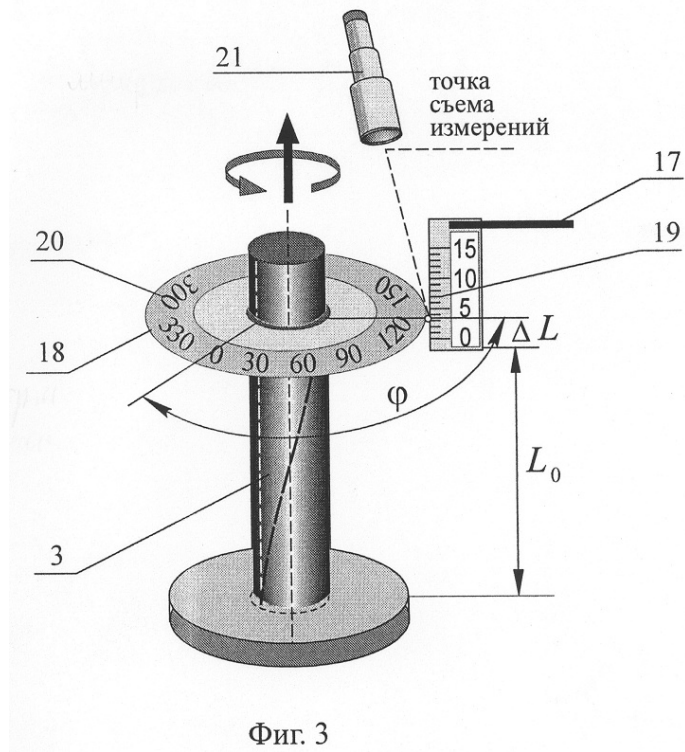
40

45

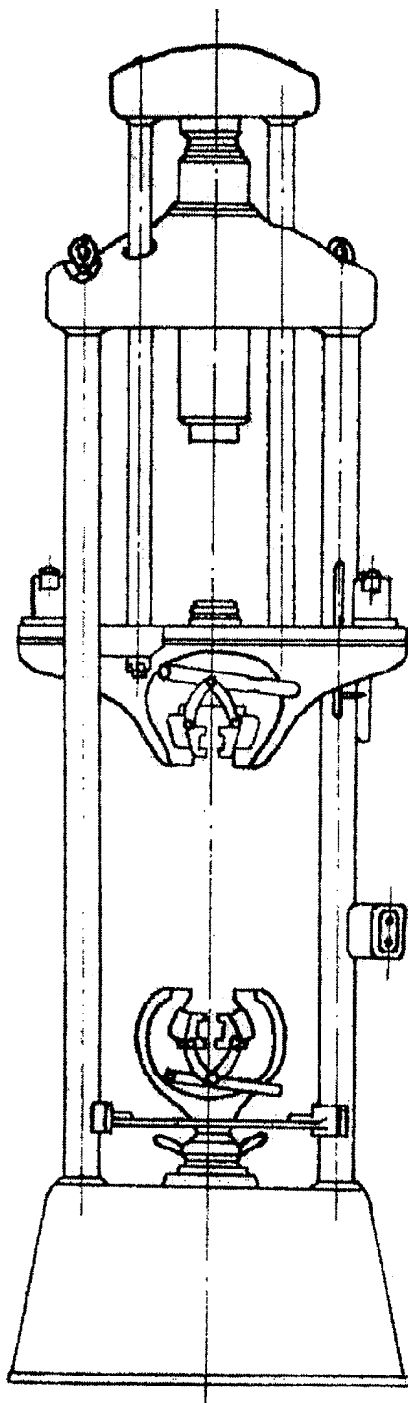
50



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4