



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 3/08 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2018120215, 31.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.05.2018

Дата регистрации:
03.07.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.05.2018

(45) Опубликовано: 03.07.2019 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Барышева
А.Н. (НИИ СМ)

(72) Автор(ы):

Барышев Антон Николаевич (RU),
Кулиш Геннадий Георгиевич (RU),
Сарбаев Борис Сафиулович (RU),
Смердов Андрей Анатольевич (RU),
Соколов Сергей Владимирович (RU),
Цветков Сергей Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана (национальный исследовательский
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1075115 A1, 23.02.1984. SU
1021982 A1, 07.06.1983. SU 1395977 A2,
15.05.1988. CN 102087183 A, 08.06.2011.

(54) Устройство для испытания трубчатых образцов из проницаемых материалов при комбинированном
нагружении осевой силой и внешним давлением

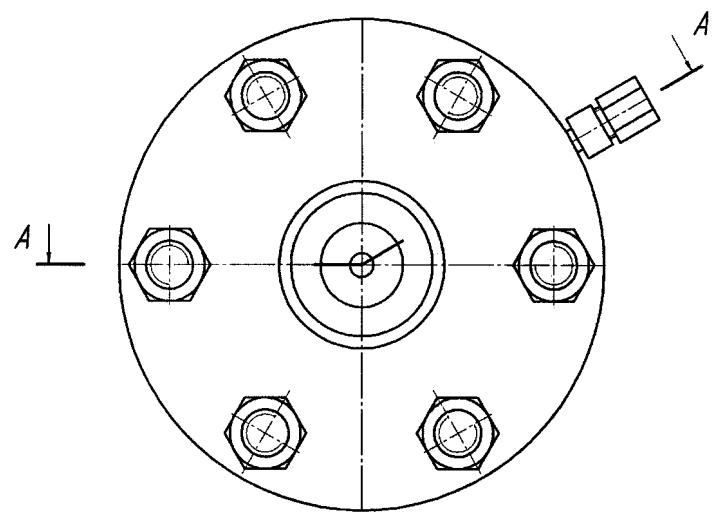
(57) Реферат:

Изобретение относится к области
исследования прочностных свойств твердых
материалов путем создания в них широкого
диапазона напряжений, конкретно к испытаниям
трубчатых образцов при действии внешнего
давления и осевой растягивающей или
сжимающей нагрузки. Устройство состоит из
камеры высокого давления, герметизирующей
оболочки, фланцев, подвижного и неподвижного
захватов. Для закрепления испытуемого образца
и передачи на него осевой силы использованы
захваты с наружными и внутренними
коническими разрезными втулками,
обеспечивающие приложение к образцу как
растягивающей, так и сжимающей осевой силы.

Образец и захваты закрыты герметизирующей
оболочкой и расположены внутри камеры
высокого давления, а в одном из захватов имеется
канал для вывода проводов от датчиков
деформации, располагающихся на внутренней
поверхности образца. Технический результат:
расширение возможностей определения
механических характеристик материалов, в том
числе изготовленных из проницаемых материалов,
на трубчатых образцах при двухосном
напряженном состоянии и независимом задании
осевой растягивающей или сжимающей нагрузки
и внешнего давления с регистрацией
деформированного состояния материала образца
в течение эксперимента. 2 ил.

R U 2 6 9 3 5 4 7 C 1

R U 2 6 9 3 5 4 7 C 1



Фиг.1

R U 2 6 9 3 5 4 7 C 1

R U 2 6 9 3 5 4 7 C 1

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
G01N 3/08 (2019.02)

(21)(22) Application: 2018120215, 31.05.2018

(24) Effective date for property rights:
31.05.2018Registration date:
03.07.2019

Priority:

(22) Date of filing: 31.05.2018

(45) Date of publication: 03.07.2019 Bull. № 19

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
MGTU im. N.E. Baumana, TSZIS, dlya Barysheva
A.N. (NII SM)

(72) Inventor(s):

Baryshev Anton Nikolaevich (RU),
Kulish Gennadij Georgievich (RU),
Sarbaev Boris Safiulovich (RU),
Smerdov Andrej Anatolevich (RU),
Sokolov Sergej Vladimirovich (RU),
Tsvetkov Sergej Vasilevich (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj
tekhnicheskij universitet imeni N.E. Baumana
(natsionalnyj issledovatelskij universitet)"
(MGTU im. N.E. Baumana) (RU)(54) DEVICE FOR TESTING TUBULAR SAMPLES FROM PERMEABLE MATERIALS AT COMBINED
LOADING BY AXIAL FORCE AND EXTERNAL PRESSURE

(57) Abstract:

FIELD: test technology.

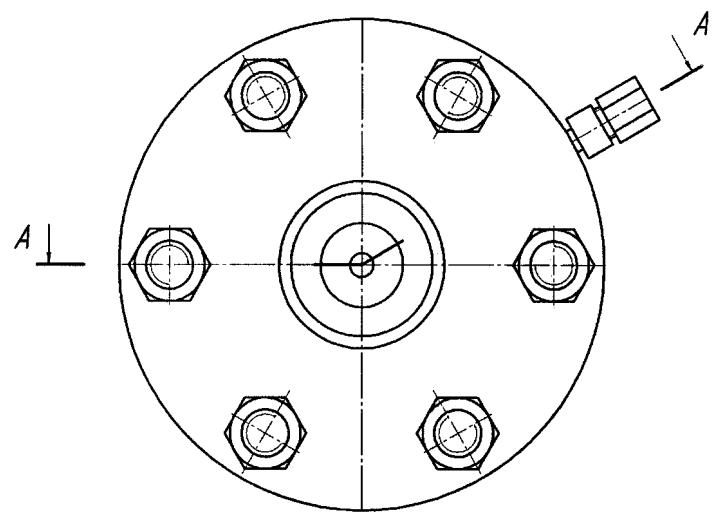
SUBSTANCE: invention relates to investigation of strength properties of solid materials by creation of wide range of stresses in them, specifically to tests of tubular samples under action of external pressure and axial tensile or compressive load. Device consists of high-pressure chamber, sealing shell, flanges, movable and fixed grippers. Grippers with external and internal conical split bushings ensuring application of both tensile and compressive axial force to the specimen are used to fix the test specimen and to transfer axial force to it. Sample and grippers are closed by sealing shell

and located inside high-pressure chamber, and in one of grippers there is channel for output of wires from deformation sensors located on inner surface of a sample.

EFFECT: broader capabilities of determining mechanical characteristics of materials, including those made from permeable materials, on tubular specimens at biaxial stress state and independent setting of axial tensile or compressing load and external pressure with registration of deformed state of sample material during experiment.

1 cl, 2 dwg

C1
C 1
RU
RU
2 6 9 3 5 4 7
R U
C 1R U
2 6 9 3 5 4 7



Фиг.1

R U 2 6 9 3 5 4 7 C 1

R U 2 6 9 3 5 4 7 C 1

Область техники

Техническое решение относится к области исследования прочностных свойств твердых материалов путем создания в них широкого диапазона напряжений, конкретно к испытаниям трубчатых образцов при действии внешнего давления и осевой

5 растягивающей или сжимающей нагрузки.

Уровень техники

Известно устройство для испытания трубчатых образцов на прочность по авторскому свидетельству СССР №1211634 от 15.02.1986 г.[1], в котором нагружение образца

внутренним давлением и осевой растягивающей силой обеспечивается приложением к

10 устройству только осевой силы с помощью силовозбудителя, не входящего в состав устройства. При этом для изменения соотношения между компонентами напряжений, действующих в материале образца, необходима замена элементов устройства, что ограничивает диапазон испытательных нагрузок, а также не позволяет осуществлять непропорциональное нагружение образцов. Кроме того, в конструкции не

15 предусмотрены элементы, обеспечивающие герметичность поверхности образцов из проницаемых материалов, а для соединения образца с элементами устройства используется резьбовое соединение, несущая способность которого может быть недостаточна при испытаниях образцов, армированных различными видами волокон и тканей.

20 Известно также устройство для испытания трубчатых образцов по авторскому свидетельству СССР №945734 от 23.07.1982 г.[2], в котором используются два независимых нагружающих устройства, что позволяет испытывать трубчатые образцы в широком диапазоне нагрузок без замены элементов конструкции. Недостатком указанного устройства является применение резьбового соединения образца с

25 установкой и необходимость обеспечения герметичности не только наружной, но и внутренней поверхности образца. Установка измерителей деформации на образце не предусмотрена конструкцией устройства. Невозможность определения значений напряжений и зависимостей деформаций от приложенных нагрузок при двухосном напряженном состоянии непосредственно на образце во время эксперимента является

30 недостатком установки.

Известно устройство для исследования предельной несущей способности материала по патенту RU 103918 U1 [3], в котором растягивающая нагрузка в осевом направлении прикладывается к образцу через захватные буртики, прочность которых не всегда может быть обеспечена, особенно при испытании образцов материалов на основе 35 высокопрочных волокон. Для создания растягивающих напряжений в окружном направлении гидравлическая жидкость под давлением подается непосредственно во внутреннюю полость образца, что не позволяет проводить испытания образцов из проницаемых материалов.

Известно устройство и метод для испытания труб по патенту США US 5339693 от 40 23.08.1994 г.[4], в котором давление гидравлической жидкости передается на образец с помощью мелких стальных шариков. К недостаткам устройства относится возможность создания в образце только одного вида напряженного состояния. Действие на поверхность образца сосредоточенных нагрузок в местах контакта с шариками может вызвать местные повреждения материала, что также является недостатком 45 устройства.

Ближайшим аналогом изобретения является устройство для двухосных испытаний трубчатых образцов, описанное в работе [5] (Kaiser C, Weihs H., Zuknik K.-H., Obst, «Failure criteria for FRP and CMC: theory, experiments and guidelines) // Journal: Proceedings

of the European Conference on Spacecraft Structures, Materials and Mechanical Testing 2005 (ESA SP-581). 10-12 May 2005, Noordwijk, The Netherlands. Edited by Karen Fletcher. Published on CD-Rom, id.#139.1 Bibliographic Code: 2005ESASP.581E.139K. Интернет-адрес: <http://adsabs.harvard.edu/full/2005ESASP.581E.139K>). Устройство предназначено для нагружения

5 внешним давлением и осевой сжимающей силой трубчатых образцов, изготовленных из композиционных материалов на основе волокон и полимерных связующих. В состав устройства входит камера высокого давления с фланцами, на которых имеются узлы уплотнения. Герметизация поверхности трубчатого образца осуществляется посредством герметизирующей оболочки.

10 Недостатком ближайшего аналога является отсутствие захватов, позволяющих нагружать образцы растягивающей нагрузкой в осевом направлении, что ограничивает диапазон возможных траекторий нагружения.

Раскрытие изобретения

15 Задачей предлагаемого изобретения является устранение недостатков прототипа, а именно невозможности проведения испытаний образцов из проницаемых материалов при совместном действии внешнего давления и осевой растягивающей нагрузки и отсутствия средств измерения деформаций образца.

20 Технический результат: расширение возможностей определения механических характеристик материалов, в том числе изготовленных из проницаемых материалов, на трубчатых образцах при двухосном напряженном состоянии и независимом задании осевой растягивающей или сжимающей нагрузки и внешнего давления с регистрацией деформированного состояния материала образца в течение эксперимента.

25 Предлагаемое для решения поставленной задачи устройство для испытания трубчатых образцов из проницаемых материалов при комбинированном нагружении осевой силой и внешним давлением состоит из камеры высокого давления, герметизирующей оболочки, фланцев, подвижного и неподвижного захватов. При этом для закрепления испытуемого образца и передачи на него осевой силы использованы захваты с наружными и внутренними коническими разрезными втулками, обеспечивающие 30 приложение к образцу как растягивающей, так и сжимающей осевой силы. Образец и захваты закрыты герметизирующей оболочкой и расположены внутри камеры высокого давления, а в одном из захватов имеется канал для вывода проводов от датчиков деформации, располагающихся на внутренней поверхности образца.

35 Захваты позволяют прикладывать к трубчатому образцу сжимающую либо растягивающую силу в осевом направлении. Захваты включают в себя конические разрезные втулки, взаимодействующие с наружной и внутренней поверхностью образца, причем сила прижатия втулок к поверхности образца возрастает пропорционально 40 приложенной к образцу осевой растягивающей нагрузке.

Возможность испытания трубчатых образцов из проницаемых материалов обеспечивается наличием в конструкции устройства эластичной герметизирующей оболочки, защищающей захваты и образец от воздействия гидравлической жидкости.

45 Возможность измерения деформаций обеспечивается наличием канала для вывода сигнальных проводов от датчиков деформации, размещенных на внутренней поверхности образца, не подвергающейся воздействию давления.

Перечень фигур

На фиг. 1 представлен вид устройства сверху

На фиг. 2 - разрез устройства для испытания трубчатых образцов из проницаемых материалов при комбинированном нагружении осевой силой и внешним давлением

Осуществление изобретения

На фиг. 2 номерами позиций обозначены: 1 - камера, 2 - верхний фланец, 3 - нижний фланец, 4 - стяжные шпильки, 5 - шток, 6 - конус, 7 - гайка, 8 - внутренние конические разрезные втулки, 9 - наружные конические разрезные втулки, 10 - стаканы, 11 - нижний захват, 12 - верхний переходник, 13 - нижний переходник, 14 - подающий штуцер, 15 - дренажный штуцер, 16 - заглушка, 17 - трубчатый образец, 18 - герметизирующая оболочка, 19 - хомуты, 20 - провода, 21 - датчики деформации.

Устройство работает следующим образом: трубчатый образец 17 соединяют с нижним захватом 11 с помощью конуса 6, внутренней разрезной конической втулки 8, гайки 7 и наружной разрезной конической втулки 9. При затяжке резьбовых соединений конуса

6 и захвата 11, гайки 7 и стакана 10 обеспечивается предварительное прижение рифленых поверхностей разрезных конических втулок к поверхности образца. При приложении к образцу осевой растягивающей силы происходит увеличение силы прижатия втулок 8 и 9 к поверхности образца. При приложении сжимающей нагрузки усилие передается на образец через торцевые поверхности, а конические втулки обеспечивают только

15 центрирование образца. Со штоком 5 образец соединяют аналогичным образом. Для обеспечения возможности испытания образцов из пористых материалов поверхность образца и места соединения образца с захватами закрывают герметизирующей оболочкой 18, которую закрепляют хомутами 19. Для закрепления хомутов на стаканах 10 имеются кольцевые проточки. На нижний фланец 3 устанавливают камеру 1, которую

20 затем закрывают верхним фланцем 2, в котором имеется узел уплотнения для штока 5. Соединения камеры с фланцами уплотняют резиновыми кольцами по конусной фаске. Фланцы соединяют стяжными шпильками 4. В шток 5 вворачивают верхний переходник 12, а в нижний захват 11 вворачивают нижний переходник 13, оба переходника предназначены для соединения с захватами испытательной машины. Посредством

25 подающего штуцера 14 установку соединяют с регулируемым источником давления (на рисунке не показан). Через дренажный штуцер 15 осуществляют вытеснение воздуха из полости установки при ее заполнении гидравлической жидкостью, после чего устанавливают заглушку 16. Провода 20, соединяющие датчики деформации 21, расположенные на внутренней поверхности образца 17, выводятся через канал в конусе

30 6, штоке 5 и верхнем переходнике 12.

Диапазоны напряжений зависят от размеров применяемых образцов и диапазонов изменения давления и усилия, которые определяются характеристиками используемого оборудования и прочностью элементов конструкции установки.

Напряжения в рабочей части трубчатого образца определяются по формулам:

$$\sigma_1 = \frac{F - \pi(r_h^2 - r_w^2)P}{S},$$

$$\sigma_2 = \frac{Pr_0}{h},$$

40 где σ_1 - меридиональное напряжение, σ_2 - окружное напряжение, F - усилие, приложенное к захватам установки, P - внутреннее давление в камере установки, r_h - радиус наружной поверхности образца, r_w - радиус штока, S - площадь поперечного сечения образца, r_0 - средний радиус образца, h - толщина стенки образца.

45 Например, площадь поперечного тонкостенного трубчатого образца с толщиной стенки $h=2,0$ мм и средним радиусом $r_0=23,5$ мм составляет $S=295,3 \text{ mm}^2$, радиус наружной поверхности $r_h=24,5$ мм. При радиусе штока установки $r_w=22,5$ мм, приложенной силе

F=100 кН и давлении в камере Р=35 МПа напряжения в рабочей части образца составят:

$$\sigma_1 = \frac{100000 - \pi(24,5^2 - 22,5^2) \cdot 35}{295,3} H / mm^2 = 303,6 MPa,$$

$$\sigma_2 = \frac{35 \cdot 23,5}{2,0} H / mm^2 = 411,2 MPa.$$

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной выше совокупностью признаков, является расширение возможностей определения механических характеристик материалов, в том числе изготовленных из проницаемых материалов, на трубчатых образцах при двухосном напряженном состоянии и независимом задании осевой 10 растягивающей или сжимающей нагрузки и внешнего давления с регистрацией деформированного состояния материала образца в течение эксперимента.

Список указанных публикаций

1. Авторское свидетельство СССР №1211634, кл. G 01N 3/10, 1986.
2. Авторское свидетельство СССР №945734, кл. G 01N 3/12, 1982
3. Патент RU 103918 U1, кл. G 01N 3/00, 2010
4. US Patent US 5339693, G 01N 3/10, 23.08.1994
5. Kaiser C., Weihs H., Zuknik K.-H., Obst, A. Failure criteria for FRP and CMC: theory, experiments and guidelines // Proceedings of the European Conference on Spacecraft Structures, 20 Materials and Mechanical Testing 2005 (ESA SP-581). 10-12 May 2005 (прототип)

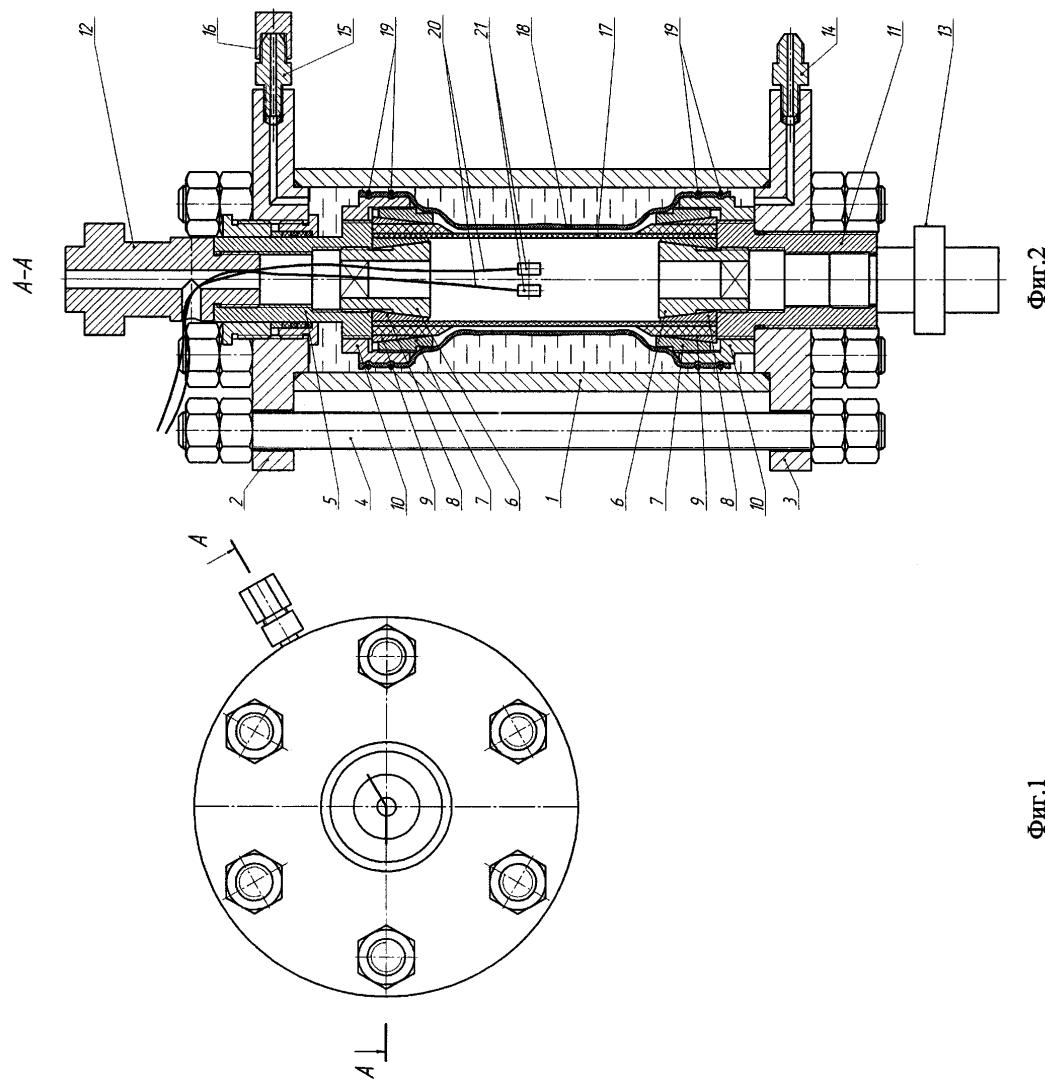
(57) Формула изобретения

Устройство для испытания трубчатых образцов из проницаемых материалов при комбинированном нагружении осевой силой и внешним давлением, состоящее из камеры 25 высокого давления, герметизирующую оболочку, фланцев, подвижного и неподвижного захватов, отличающееся тем, что для закрепления испытуемого образца и передачи на него осевой силы использованы захваты с наружными и внутренними коническими разрезными втулками, обеспечивающие приложение к образцу как растягивающей, так и сжимающей осевой силы, образец и захваты закрыты герметизирующей оболочкой и расположены внутри камеры высокого давления, а в одном из захватов имеется канал 30 для вывода проводов от датчиков деформации, располагающихся на внутренней поверхности образца.

35

40

45



Фиг.1

Фиг.2