

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040659**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.07.12**

(21) Номер заявки  
**202100064**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.12.29**

(51) Int. Cl. **G01N 3/08 (2006.01)**  
**G01N 3/12 (2006.01)**  
**B21D 22/12 (2006.01)**

---

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЛИСТОВЫХ СВАРНЫХ ОБРАЗЦОВ НА ДВУХОСНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ**

---

(43) **2022.07.08**

(96) **2020000146 (RU) 2020.12.29**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО "РУСПОЛИМЕТ" (ПАО  
"РУСПОЛИМЕТ") (RU)**

(72) Изобретатель:  
**Галкин Владимир Викторович,  
Гаврилов Геннадий Николаевич,  
Жилин Павел Львович (RU)**

(56) Галкин В.В. Исследование структуры и повреждаемости листового титанового сплава OT4-1 в условиях вязкого разрушения и жестких схем напряженного состояния. Упрочняющие технологии и покрытия. 2016, № 12, стр. 12-18  
SU-A-1114915  
CN-A-106644730  
US-A-5507189

(57) Изобретение относится к испытательной технике и обеспечивает испытание листовых сварных образцов на двухосное растяжение в интервале температур горячей пластической деформации конструкционных сталей. Устройство предусматривает испытание образца - диафрагмы, жестко закрепленной по контуру, методом выдавливания в круглую матрицу через сыпучее рабочее тело, размещенное в мембране. Изобретение обеспечивает двухосное растяжение в интервале температур 20-1200°C, скоростей  $10^{-1}$ - $10^{-3}$  с<sup>-1</sup> и степеней деформации в полюсе образца  $\epsilon_i=1,3-1,5$ , а также безопасность и надежность испытаний. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в увеличении возможности формоизменения выдавливаемого образца - диафрагмы в интервале температур 20-1200°C и скоростей деформации  $10^{-1}$ - $10^{-3}$  с<sup>-1</sup>. Технический результат достигается тем, что в устройстве для испытания листовых сварных образцов на двухосное растяжение, состоящем из матрицы, втулки с зажатými между ними образцом - диафрагмой, и мембраной с рабочей средой, с целью смещения сыпучей рабочей среды деформируемой мембраной по направлениям перпендикулярно поверхности выдавливаемой диафрагмы, рабочее окно матрицы выполняется в виде тороидной поверхности, переходящей в коническую поверхность, а плоское основание чашеобразной мембраны перед испытанием обжимается на форму усеченного конуса. Технический результат достигается изменениями формы поверхности рабочего окна (1) матрицы (2) и чашеобразной мембраны (3) (фиг. 1а): поверхность рабочего окна (1) выполняется в виде усеченного конуса, переходящего в тороидную поверхность на его кромке (фиг. 1а); мембрана (3) с сыпучей рабочей средой (4), диафрагмой (5) и втулкой (6) с кольцеобразным зигом (7) в собранном состоянии в автономном узле обжимаются с уменьшением высоты мембраны (3) и изменением плоского ее основания на форму усеченного конуса (8) (фиг. 1а).

**B1****040659****040659****B1**

Изобретение относится к испытательной технике и обеспечивает испытание листовых сварных образцов на двухосное растяжение в интервале температур горячей пластической деформации конструкционных сталей. Устройство предусматривает испытание образца - диафрагмы, жестко закрепленной по контуру, методом выдавливания в круглую матрицу через сыпучее рабочее тело, размещенное в мембране. Изобретение обеспечивает двухосное растяжение в интервале температур 20-1200°C, скоростей  $10^{-1}$ - $10^{-3}$  с<sup>-1</sup> и степеней деформации в полюсе образца  $\epsilon_1=1,3-1,5$ , а также безопасность и надежность испытаний.

Известны испытания листовых, в том числе и сварных, образцов при двухосном растяжении методом выпучивания. Образец, в виде круглой по форме мембраны, перед испытанием жестко закрепляется по контуру. Выдавливание образца в круглую матрицу проводится односторонним гидравлическим или пневматическим давлением (Справочник химика 21, стр.242; Энциклопедия по машиностроению XXL. Оборудование, материаловедение, механика и ...). К недостаткам относится невозможность проведения испытания при высоких температурах, а также выдавливании образцов с большими степенями деформации, так как, форма мембраны при выпучивании не может превышать контур полусферы.

Известны испытания плоских листовых образцов на двухосное растяжение при повышенных и высоких температурах.

Образец испытывается по схеме изгиба круглой пластинки, жестко закрепленной по контуру, равномерно распределенной нагрузкой с помощью нагружающего устройства. В качестве рабочего тела применяется гидропластмасса, обладающая высокой вязкостью и достаточной перетекаемостью. Одним из существенных недостатков способа является использование в качестве рабочего тела передающей давление жидкой гидропластмассы, что ограничивает температурные условия деформирования (Остаточные напряжения и прочность сварных соединений и конструкций. Труды МВТУ N 133. -М.: Машиностроение (МВТУ), 1969, с. 87, Макаров Э.Л., Федоров В.Г.).

Известно испытание, в котором листовый образец размещается в матрице штампа и разогревается электроконтактно, а в качестве рабочего тела используется сыпучий, неэлектропроводный материал (<https://findpatent.ru/patent/212/2125255.html>). Наряду с достоинствами: малой трудоемкостью, простотой испытания и максимально возможным диапазоном температурных испытаний - способ имеет недостатки. Давление, передаваемое на образец рабочим телом, не соответствует одностороннему равномерному давлению, которое создает жидкость при гидростатическом или пневматическом выдавливании. Кроме того, при электроконтактно нагреве в сварном шве образца, создается неравномерное температурное поле.

Наиболее близким по технической сущности к предполагаемому является устройство в виде автономного узла, в котором нагрузка деформируемой мембраны через сыпучую рабочую среду передается на испытываемый образец - диафрагму. Конструкция узла состоит из матрицы с рабочим отверстием; втулки, между которыми размещаются образец - диафрагма и чашеобразная мембрана с рабочей средой. По поверхности контакта с матрицей втулка имеет кольцеобразный зиг, по основанию - быстросъемное соединение с основанием температурной камеры. После сборки автономный узел помещается в температурную камеру испытательной машины. При испытании на мембрану воздействует вкладыш (пуансон), закрепленный на подвижном элементе испытательной машины. Рабочая поверхность вкладыша, имеющая форму полусферы, деформирует основание мембраны, которая через сыпучую рабочую среду выдавливает диафрагму в рабочее отверстие матрицы. К недостаткам способа относится несоответствие давления, передаваемого на образец рабочим телом, давлению при гидростатическом выдавливании, и как следствие невысокие возможные степени деформации (прототип - авторское свидетельство СССР № 1114915, G01N 3/08, 1980).

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в увеличении возможности формирования выдавливаемого образца - диафрагмы в интервале температур 20-1200°C и скоростей деформации  $10^{-1}$ - $10^{-3}$  с<sup>-1</sup>.

Технический результат достигается тем, что в устройстве для испытания листовых сварных образцов на двухосное растяжение, состоящем из матрицы, втулки с зажатыми между ними образцом - диафрагмой, и мембраной с рабочей средой, с целью смещения сыпучей рабочей среды деформируемой мембраной по направлениям перпендикулярно поверхности выдавливаемой диафрагмы, рабочее окно матрицы выполняется в виде тороидной поверхности переходящей в коническую поверхность, а плоское основание чашеобразной мембраны перед испытанием обжимается на форму усеченного конуса.

Технический результат достигается изменениями формы поверхности рабочего окна 1 матрицы 2 и чашеобразной мембраны 3 (фиг. 1а): поверхность рабочего окна 1 выполняется в виде усеченного конуса переходящего в тороидную поверхность на его кромке (фиг. 1а); мембрана 3 с сыпучей рабочей средой 4, диафрагмой 5 и втулкой 6 с кольцеобразным зигом 7 в собранном состоянии в автономном узле обжимаются с уменьшением высоты мембраны 3 и изменением плоского ее основания на форму усеченного конуса 8 (фиг. 1а).

Суть изобретения заключается в том, что мембрана с сыпучей рабочей средой и диафрагмой зажимаются между матрицей и втулкой, и в собранном автономном узле производится их обжатие со стороны

мембраны специальным вкладышем (на чертеже не показано). Далее узел помещается в нагревательную камеру, где соединяется с ее основанием быстроразъемным соединением (на чертеже не показано). При достижении требуемой температуры производится испытания ходом подвижного элемента испытательной машины, с закрепленным на ней вкладышем 9 (фиг. 1б).

При изменении формы поверхности рабочего окна матрицы и чашеобразной мембраны с сыпучей рабочей средой после обжатия важным моментом является выбор линии перемещения контура мембраны 5 (фиг. 1б), что позволяет количественно определить деформацию в ее полюсе в зависимости от высоты выдавливания мембраны по центру.

При конструктивных изменениях матрицы и мембраны при выпучивании образец - мембрана диаметром  $D$  и толщиной  $a_0$  из начального положения принимает форму сферического сегмента радиуса  $R$ , переходящего в тороидную поверхность с переменной толщиной от  $a_0$  до  $a_{\text{тек}}$  по меридиану сегмента (фиг. 2), что соответствует форме выдавленных образцов, приведенных на фиг. 3. Толщина мембраны в полюсе  $a_{\text{тек}}$  определяется выражением

$$a_{\text{тек}} = a_0 \left\{ \frac{\frac{D^2}{2} - (d_0 + 2r)L + 2r [h_{\text{ц}} - R(1 - \cos \frac{\alpha}{2})]}{(d + 2r)L - 2r [h_{\text{ц}} - R(1 - \cos \frac{\alpha}{2})] + 4R^2 (1 - \cos \frac{\alpha}{2})} \right\},$$

где  $a_0$  - исходная толщина мембраны;  $D$  - диаметр мембраны;  $r$  - радиус отверстия матрицы;  $d_0$  - диаметр отверстия матрицы;  $h_{\text{ц}}$  - высота выпучивания мембраны по центру;  $h_1$  - высота выпучивания мембраны на расстоянии от центра;  $\alpha$  - угол шарового сегмента;  $R$  - радиус кривизны выпученного шарового сегмента мембраны, определяемый выражением

$$R = \frac{(h_{\text{ц}} - h_1)^2 + b^2}{2(h_{\text{ц}} - h_1)}$$

Угол шарового сегмента  $\alpha$  определяется по формуле

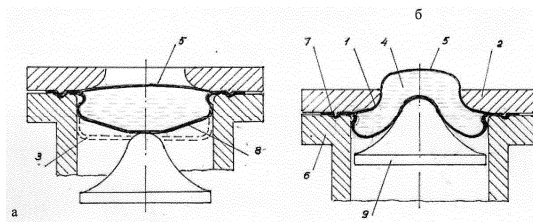
$$\alpha = 2 \left( 90^\circ - \arctg \frac{r + R - h_{\text{ц}}}{d_0/2 + r} - 2 \arctg \sqrt{\frac{(p - R)(p - K)}{p(p - r)}} \right),$$

$$\text{где: } P = \frac{R + r + K}{2}, \quad K = \sqrt{\left(\frac{d}{2} + r\right)^2 + (r + R - h_{\text{ц}})^2},$$

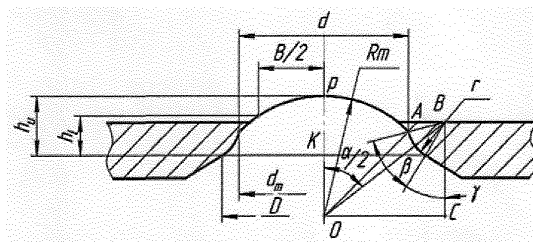
$$L = 0,017r\beta, \quad \beta = 2 \arctg \sqrt{\frac{(p - r)(p - K)}{p(p - R)}}$$

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для испытания листовых сварных образцов на двухосное растяжение, состоящее из матрицы, втулки с зажатыми между ними образцом - диафрагмой, и мембраной с рабочей средой, отличающееся тем, что, с целью смещения сыпучей рабочей среды деформируемой мембраной по направлениям перпендикулярно поверхности выдавливаемой диафрагмы, рабочее окно матрицы выполнено в виде тороидной поверхности, переходящей в коническую поверхность, а плоское основание чашеобразной мембраны перед испытанием обжато на форме усеченного конуса.

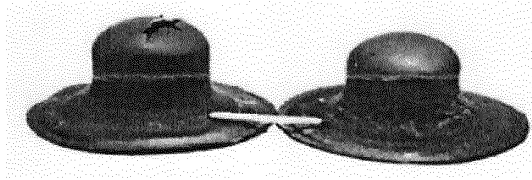


Фиг. 1



Фиг. 2

040659



Фиг. 3



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2

---