



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18117 (13) A

(51) G 01 N 3/08

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769-XII від 23 XII 1993 рПублікується  
в редакції заявника

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ НА ДИНАМІЧНИЙ РОЗТЯГ

1

(21) 95073200  
(22) 10.07.95  
(24) 01 07.97  
(46) 31 10.97 Бюл № 5  
(47) 01 07.97  
(72) Воробйов Євген Валерійович, Стрижало  
Володимир Олександрович  
(73) Інститут проблем міцності НАН України  
(UA)  
(57) Установка для испытания материалов на  
динамическое растяжение, содержащая  
статическую разрывную машину с основа-  
нием и с подвижной траверсой, с которыми  
связаны соответственно пассивный и актив-  
ный захваты для закрепления головок испы-

2

туемого образца и вспомогательный разру-  
шаемый при заданной статической нагрузке  
элемент, установленный соосно испытуюмо-  
му образцу и кинематически связанный с  
основанием и с траверсой, о т л и ч а ю щ а  
я с я тем, что вспомогательный разрушае-  
мый при заданной статической нагрузке  
элемент выполнен в виде втулки с концент-  
ратором напряжений, а внутренняя полость  
втулки предназначена для размещения в  
ней испытуемого образца, концы втулки же-  
стко присоединены к захватам, а пассивный  
захват снабжен приспособлением в виде  
кольца для установки головки образца с тор-  
цевым зазором между втулкой и кольцом.

Изобретение относится к испытатель-  
ной технике, а именно к установкам для  
испытания материалов на динамическое  
растяжение.

Известна установка для испытания ма-  
териалов на динамическое растяжение, со-  
держащая статическую разрывную машину  
для создания предварительной статической  
растягивающей нагрузки на образец и до-  
полнительное устройство для импульсного  
нагружения, действие которого основано на  
внезапном разрушении нагружаемого па-  
раллельно с образцом вспомогательного  
разрушаемого при заданной статической  
нагрузке элемента (авт св СССР № 728041,  
кл. G 01 N 3/30, опубл 15.04 80).

Недостатком данной установки являет-  
ся несоосное расположение вспомога-  
тельного элемента относительно линии  
действия нагрузки, в результате чего на об-  
разец действует изгибающий момент. Кро-  
ме того, для разрушения вспомогательного  
элемента требуется его дополнительное ме-  
ханическое нагружение или охлаждение,  
что усложняет испытания. Отсутствие кон-  
центратора напряжений на вспомога-  
тельном элементе снижает точность задания  
разрушающей нагрузки и допускает воз-  
можность появления значительных пласти-  
ческих деформаций образца и элемента до  
разрушения последнего. К недостаткам от-  
носится невозможность осуществления  
ударного нагружения образца.

(19) UA (11) 18117 (13) A

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности является установка для испытания материалов на динамическое растяжение, содержащая статическую разрывную машину с основанием и подвижной траверсой, с которыми связаны соответственно пассивный и активный захваты для закрепления головок испытуемого образца, и вспомогательный разрушаемый при заданной статической нагрузке элемент, установленный соосно испытуемому образцу и кинематически связанный с основанием и с траверсой (авт. св. СССР № 890134, кл. G 01 N 3/30, опубл. 15.12.81). Нагружение разрушаемого при заданной статической нагрузке элемента осуществляется посредством реверсора.

За исключением несоосности с образцом расположения вспомогательного элемента, в данной установке сохраняются все недостатки установки-аналога. Кроме того, наличие реверсора приводит к тому, что образец и вспомогательный элемент деформируются в условиях разной жесткости систем нагружения. В результате деформации образца и вспомогательного элемента могут существенно отличаться, поэтому нарушается условие параллельности нагружения — равенства деформаций (удлинений). При этом сохраняется основной недостаток установки — невозможность осуществления ударного нагружения образца, реализуется только импульсное нагружение, что ограничивает возможности проведения динамических испытаний.

В основу предлагаемого изобретения поставлена задача создания такой установки для испытания материалов на динамическое растяжение, которая позволила бы осуществить не только импульсное, но и ударное нагружение образца

Эта задача решается за счет создания условий для предварительного нагружения статической нагрузкой вспомогательного разрушаемого при заданной нагрузке элемента и последующего приложения к образцу строго заданной динамической нагрузки.

Предлагаемая, как и известная установка для испытаний материалов на динамическое растяжение содержит статическую разрывную машину с основанием и с подвижной траверсой, с которыми связаны соответственно пассивный и активный захваты для закрепления головок испытуемого образца, и вспомогательный разрушаемый при заданной статической нагрузке элемент, установленный соосно испытуемому образцу и кинематически связанный с основанием и с траверсой, а, согласно изобретению, вспомогательный разрушаемый при

заданной статической нагрузке элемент выполнен в виде втулки с концентратором напряжений, а внутренняя полость втулки предназначена для размещения в ней испытуемого образца, концы втулки жестко присоединены к захватам, а пассивный захват снабжен приспособлением в виде кольца для установки головки образца с торцевым зазором между втулкой и кольцом.

В предлагаемой установке вспомогательный разрушаемый при заданной статической нагрузке элемент выполнен из хрупкого в заданных температурных условиях материала (например, чугуна при комнатной температуре, углеродистой стали при криогенных температурах). Хрупкое разрушение без остаточных деформаций обеспечивается также созданием жесткого напряженно-деформированного состояния путем нанесения концентратора напряжений, например, в виде острого кольцевого надреза. Кроме того, надрез позволяет максимально точно получить расчетную нагрузку разрушения вспомогательного элемента. Последний изготавливают в виде втулки, что позволяет разместить в нем и соосно с ним испытуемый образец, обеспечивая компактность и практически равные упругие деформации элемента и образца в случае испытаний при импульсном нагружении последнего. При проведении специальной термообработки втулки, например, закалка для углеродистых сталей, форма концентратора напряжений может широко варьироваться.

Жесткость системы нагружения играет очень важную роль при создании динамической нагрузки, так как после разрушения вспомогательного элемента работа деформирования образца осуществляется за счет упругой энергии, накопленной в системе нагружения. Величина этой энергии  $W = P_0^2 / 2C$ , где  $P_0$  — разрушающая статическая нагрузка,  $C$  — жесткость системы нагружения. Поэтому запасаемую энергию удобно регулировать не только величиной  $P_0$ , как это делается в установках-аналогах и прототипе, но и величиной  $C$ . Это можно реализовать с помощью дополнительного упругого элемента, включенного в цепь силовых нагружения. Упругий элемент может быть выполнен в виде пакета тарельчатых пружин, число которых задает величину  $C$ .

Приспособление в виде кольца, в котором жестко закреплена нижняя головка образца, устанавливаемая с осевым зазором  $S$  между кольцом и нижним торцом вспомогательного разрушаемого элемента, служит для регулировки зазора  $S$  и передачи динамической нагрузки на испытуемый образец

только после разрушения при заданной статической нагрузке разрушаемого элемента.

Величина зазора  $S$  устанавливается из следующих соображений. При необходимости осуществить ударное нагружение образца заданными параметрами могут быть скорость соударения  $V_0$  и энергия удара, равная кинетической энергии движущихся частей с массой  $m$ , сосредоточенной главным образом в тяге активного захвата. Из уравнения энергетического баланса  $mV_0^2/2 = P_0^2/2C$  получаем  $V_0 = P_0/\sqrt{mC}$ , таким образом, величина  $V_0$  задается параметрами  $P_0$ ,  $m$ ,  $C$ . Величина зазора должна составлять  $S = P_0/C$ . При заданных величинах  $P_0$  и  $m$  скорость и энергия соударения могут меняться в широких пределах изменением жесткости  $C$ . В случае проведения испытаний с импульсным нагружением предварительно нагруженного образца устанавливается зазор  $S = 0$ ,  $P_0 > G_1 F$ , где  $G_1$  — предел текучести материала образца,  $F$  — площадь его поперечного сечения. Величиной  $C$  регулируют заданную работу деформирования образца при импульсном нагружении.

На чертеже схематически изображена предлагаемая установка.

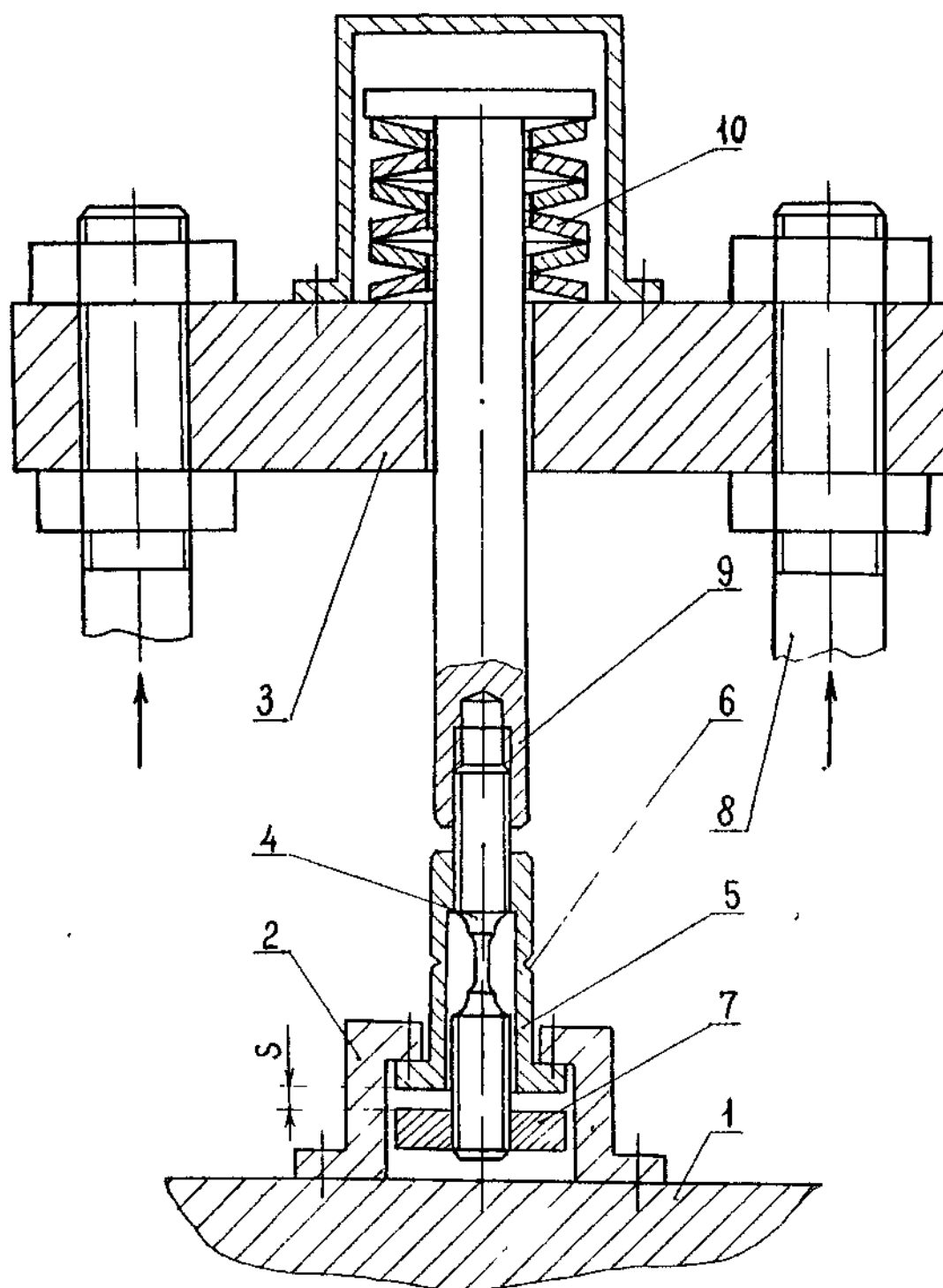
Установка содержит статическую разрывную машину, включающую основание 1, на котором закреплен пассивный захват 2, и подвижную траверсу 3. В пассивном захвате 2 установлен соосно испытываемому образцу 4 нижний конец вспомогательного разрушаемого при заданной статической нагрузке элемента 5. Элемент 5 выполнен в виде втулки с концентратором напряжений в форме острого кольцевого надреза 6 на наружной поверхности. Установка снабжена упорным кольцом 7, с которым жестко связана нижняя головка образца 4. Подвижная траверса 3 посредством колонн 8 связана с основанием 1. На траверсе 3 закреплен активный захват 9 для крепления головки образца 4. С активным захватом 9 соединен верхний конец вспомогательного разрушаемого при заданной статической нагрузке элемента 5. Связь активного захвата 9 с подвижной траверсой 3 осуществляется через упругий элемент 10. Упорное кольцо 7 установлено совместно с испытываемым образцом 4 в пассивном захвате 2 с зазором  $S$  между упорным кольцом 7 и нижним торцом вспомогательного разрушаемого элемента 5. Установка снабжена приводом (на чертеже не показан), предназначенным для пере-

мещения траверсы 3 относительно основания 1 — нагружения статической нагрузкой элемента 5.

Установка работает следующим образом. Образец 4 и вспомогательный элемент 5 устанавливают в соответствующих захватах, закрепив предварительно упорное кольцо 7 с заданным зазором  $S$  между ним и нижним торцом вспомогательного элемента 5. Далее через траверсу 1 нагружают статической нагрузкой вспомогательный элемент 5. После его разрушения зазор  $S$  между упорным кольцом 7 и пассивным захватом 2 скачкообразно выбирается и образец 4 через упорное кольцо 7 нагружается ударной нагрузкой. В случае когда зазор  $S$  отсутствует, после разрушения вспомогательного элемента 5 предварительно нагруженный статической нагрузкой образец 4 подвергается импульсному нагружению. Регулируя жесткость упругого элемента 10, получают необходимые скорость и энергию соударения при испытаниях ударным нагружением, или необходимую работу деформации образца 4 при испытаниях импульсным нагружением.

Типичным видом низкотемпературной прерывистой текучести (ПТ) конструкционных сплавов, реализуемой при температурах ниже 20 К, является чередование участков упругого нагружения и резких спадов нагрузки с скачкообразным приростом деформации. Деформирование происходит с большой скоростью в адиабатических условиях и осуществляется за счет запасенной в системе нагружения упругой энергии. Отдельные скачки деформации образца, аналогичные скачкам ПТ, можно получить на предлагаемой установке. Если проводить испытания в среде жидкого азота, что методически значительно проще, температура в зоне течения будет близкой к при ПТ в жидком гелии — при температуре 4,2 К. Подбирая необходимые величины разрушающей нагрузки  $P_0$  и жесткости упругого элемента  $C$ , для стали 03Х20Н16АГ6 получили аналогичные испытаниям при гелиевых температурах характеристики скачка деформации и нагрузки.

Таким образом, поставленная задача была решена путем создания условий для предварительного нагружения статической нагрузкой вспомогательного разрушаемого при заданной нагрузке элемента 5 и приложения к испытываемому образцу 4 строго заданной динамической нагрузки.



Упорядник

Техред Є Колча

Коректор М.Самборська

Замовлення 4267

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8