

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **234759**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **420748**

(22) Data zgłoszenia: **06.03.2017**

(51) Int.Cl.

**G01N 3/08 (2006.01)**

**G01N 3/04 (2006.01)**

**B25B 5/02 (2006.01)**

**B25B 5/16 (2006.01)**

(54) **Urządzenie do dynamicznych badań materiałów konstrukcyjnych przy rozciąganiu  
w zakresie dużych wartości prędkości odkształcenia**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**10.09.2018 BUP 19/18**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.03.2020 WUP 03/20**

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW  
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,  
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**TOMASZ LIBURA, Warszawa, PL  
WOJCIECH MOĆKO, Zielonka, PL  
ZBIGNIEW LUDWIK KOWALEWSKI,  
Zielonka, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Maciej Miszczak**

**PL 234759 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do dynamicznych badań materiałów konstrukcyjnych przy rozciąganiu w zakresie dużych wartości prędkości odkształcenia, zbudowane z układu dwóch prętów sprężystych z zamontowanym na każdym z nich czujnikiem tensometrycznym, usytuowanych współosiowo za pomocą podpór z wbudowanymi ślizgowymi łożyskami liniowymi, przy czym między prętami zamocowana jest sztywno, współosiowo próbka materiałowa, zaś skrajny koniec jednego z prętów, najdalej usytuowany względem próbki jest swobodny, a ponadto drugi pręt jest unieruchomiony, tj. ściskany obwodowo za pomocą zamka, a następnie poddawany jest rozciąganiu osiowemu za pomocą ciągadła.

A zatem, unieruchomiony pręt wstępnie naprężony umożliwia wygenerowanie w nim fali sprężystej propagującej w kierunku badanej próbki, przechodzącej przez nią, skutkując jej rozciąganiem. Na podstawie wskazań tensometru zamontowanego na pręcie generującym falę sprężystą i tensometru zamontowanego na pręcie swobodnym odbierającym propagowaną falę sprężystą po jej przejściu przez próbkę, opracowywuje się krzywą opisującą zależność zmiany naprężenia w funkcji odkształcenia przy zadanej wartości obciążenia pręta napinanego (rozciąganego) za pomocą ciągadła.

W artykule zatytułowanym „A direct tension SHB for high strain testing”, autorstwa G.H. Staab, A. Gilat, opublikowanym w czasopiśmie „Experimental Mechanics” Nr 31, w 1991 roku, na stronach 232–235, opisano urządzenie do badania właściwości mechanicznych płaskiej próbki wykonanej ze stopu tytanu, wykorzystujące układ prętów sprężystych w warunkach obciążeń rozciągających przy dużych wartościach prędkości odkształcania mieszczących się w zakresie od  $10^2$  1/s do  $10^4$  1/s. Na bocznej powierzchni każdego pręta zamontowano elektrooporowy czujnik tensometryczny. W konfiguracji znanego urządzenia badana próbka była umieszczona pomiędzy dwoma sprężystymi prętami usytuowanymi współosiowo za pomocą podpór z wbudowanymi łożyskami liniowymi, przy czym skrajny koniec, jednego z prętów znajdującego się bliżej próbki był swobodny, zaś drugi pręt był ściskany obwodowo za pomocą zamka w postaci stalowej klemy, składającej się z dwóch szczęk i specjalnie przygotowanej dla każdego badania odpowiednio dobranej śruby o średnicy zmniejszonej w połowie jej długości, pełniącej rolę bezpiecznika. Skręcone za pomocą bezpiecznika szczęki utrzymywały pręt w stanie spoczynku. W celu przeprowadzenia badań pręt ten poddano wstępnemu naprężeniu poprzez przyłożenie siły rozciągającej, działającej wzdłuż niego za pomocą umieszczonego na końcu ciągadła i stopniowym jej zwiększaniu aż do uzyskania granicznej siły wynoszącej w zależności od zastosowanego bezpiecznika od 1000N do 4000N, powodującej zerwanie wspomnianego bezpiecznika.

Siła obwodowa utrzymująca nieruchomo pręt, powinna być na tyle duża, aby tarcie pomiędzy powierzchnią skręconych za pomocą bezpiecznika szczęk a napinanym prętem sprężystym zapobiegało przesuwaniu się pręta w szczękach klemy, aż do momentu zerwania wspomnianego bezpiecznika.

Po zerwaniu bezpiecznika, wstępnie naprężona część pręta między jego rozciągającym końcem a zamkiem nie była zabezpieczona przed przemieszczaniem, w wyniku czego następowała propagacja fali sprężystej w pręcie od miejsca zamocowania zamka do końca swobodnego pręta, następnie fala sprężysta przemieszczała się w próbce, powodując jej odkształcenie plastyczne, po czym fala sprężysta docierała do drugiego (swobodnego) pręta i rozchodziła się w nim wzdłuż całej jego długości. Na podstawie zmian wskazań czujników tensometrycznych opracowywano charakterystykę zmian wartości naprężenia badanego materiału próbki w funkcji jej odkształcenia przy zadanej wartości obciążenia pręta w postaci siły rozciągającej przyłożonej wzdłuż pręta za pomocą ciągadła.

A zatem, każde badanie wytrzymałościowe za pomocą znanego urządzenia powodowało zniszczenie wspomnianego bezpiecznika. Po każdym badaniu bezpiecznik należało wymienić na nowy. Powodowało to wydłużenie czasu przygotowania urządzenia (stanowiska badawczego) do kolejnego badania oraz generowało koszty związane z wykonaniem bezpiecznika. Ponadto, z uwagi na to, że siła rozciągająca pręt była zwiększana do zerwania bezpiecznika, powtarzalność badań, tj. osiągnięcie tej samej wartości siły rozciągającej obciążającej pręt było bardzo trudne, praktycznie niemożliwe do uzyskania.

Istota urządzenia do dynamicznych badań materiałów konstrukcyjnych przy rozciąganiu w zakresie dużych wartości prędkości odkształcenia, zbudowanego z układu dwóch prętów sprężystych z zamontowanym na każdym z nich czujnikiem tensometrycznym, usytuowanych współosiowo za pomocą podpór z wbudowanymi ślizgowymi łożyskami liniowymi, przy czym między prętami zamocowana jest sztywno, współosiowo próbka materiałowa, zaś skrajny koniec jednego z prętów, najdalej usytuowanego względem próbki jest swobodny a ponadto, drugi pręt jest unieruchomiony, tj. ściskany obwodowo

za pomocą zamka, a następnie poddawany jest rozciąganiu osiowemu za pomocą ciągnadła polega na tym, że zamek tworzy układ co najmniej dwóch, korzystnie sześciu ruchomych klocków hamujących, równomiernie rozlokowanych na obwodzie rozciąganego osiowo i ściskanego obwodowo pręta, przy czym każdy klocek hamujący poprzez oddzielny ruchomy tłok jest dociskany do powierzchni bocznej rozciąganego pręta za pomocą siłownika hydraulicznego.

Po każdym badaniu wytrzymałościowym za pomocą urządzenia według wynalazku zamek obwodowo ściskający pręt nie ulega uszkodzeniu, przez co nie pociąga za sobą ww. negatywnych skutków wynikających ze zniszczenia zamka, zwłaszcza przejawiających się utrudnieniami w uzyskaniu powtarzalności warunków badań.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej wyjaśniony w przykładzie wykonania uwidocznionym na załączonym rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia w widoku z boku urządzenie do badań dynamicznej wytrzymałości na rozciąganie z dużą prędkością odkształcenia próbki materiału konstrukcyjnego, zaś Fig. 2 przedstawia urządzenie w przekroju A-A pokazanym na Fig. 1.

Urządzenie do dynamicznych badań materiałów konstrukcyjnych przy rozciąganiu w zakresie dużych wartości prędkości odkształcenia płaskiej próbki 1 materiału konstrukcyjnego – stali lub stopu metali nieżelaznych, zbudowane jest z układu dwóch prętów sprężystych 2 i 3 usytuowanych współosiowo za pomocą podpór 4 z wbudowanymi liniowymi łożyskami ślizgowymi. Na bocznej powierzchni pręta 2 zamocowany jest elektrooporowy czujnik tensometryczny 5, zaś na bocznej powierzchni pręta 3 zamontowany jest czujnik tensometryczny 6. Między prętami 2 i 3 zamocowana jest sztywno, współosiowo próbka materiałowa 1. Skrajny koniec pręta 2, najdalej usytuowany względem próbki 1 jest swobodny, zaś pręt 3 jest ściskany obwodowo za pomocą zamka, a następnie poddawany jest rozciąganiu z prędkością odkształcenia 5000 1/s za pomocą ciągnadła 7. Zamek tworzy układ sześciu ruchomych klocków hamujących 8 i sześciu ruchomych tłoków 9. Każdy tłok 9 napędzany jest oddzielnym siłownikiem hydraulicznym 10. Klocki hamujące 8 są równomiernie rozlokowane na obwodzie rozciąganego osiowo i ściskanego obwodowo pręta 3. Każdy klocek hamujący 8 dociskany jest do powierzchni bocznej rozciąganego pręta 3 za pomocą ruchomego tłoka 9. Siłowniki hydrauliczne 10 osadzone są w obudowie 11 opartej na podstawie 12.

Usuwanie gwałtownie docisk klocków hamujących 8 spowodowany zwolnieniem nacisku pochodzącego od siłowników, hydraulicznych 10 i cofnięciem tłoków 9, sprężysty pręt 3 zostaje uwolniony i może się swobodnie przemieszczać. Wstępnie naprężona część pręta sprężystego 3, tj. na odcinku od końca przymocowanego do ciągnadła 7 do miejsca przyłożenia klocków hamujących 6 nie jest już dłużej zabezpieczona przed przemieszczeniem i następuje proces propagacji fali sprężystej wzdłuż swobodnej części pręta sprężystego 3, tj. od miejsca przyłożenia klocków hamujących 8 w kierunku próbki materiałowej 1. Następnie fala sprężysta przechodzi wzdłuż badanej próbki i powodując jej odkształcenie plastyczne. W końcu fala sprężysta dochodzi do pręta sprężystego 2 i przemieszcza w nim, wzdłuż jego osi. Na podstawie wskazań czujników tensometrycznych 5 i 6 sporządza się charakterystykę wytrzymałościową opisującą zmiany naprężenia występującego w próbce 1 w zależności od jej odkształcenia dla ustalonej wartości siły rozciągającej napinany pręt 3 za pomocą ciągnadła 7.

## Zastrzeżenie patentowe

1. Urządzenie do dynamicznych badań materiałów konstrukcyjnych przy rozciąganiu w zakresie dużych wartości prędkości odkształcenia, zbudowane z układu dwóch prętów sprężystych z zamontowanym na każdym z nich czujnikiem tensometrycznym, usytuowanych współosiowo za pomocą podpór z wbudowanymi liniowymi łożyskami ślizgowymi, przy czym między prętami zamocowana jest sztywno, współosiowo próbka materiałowa, zaś skrajny koniec jednego z prętów, najdalej usytuowany względem próbki jest swobodny, a ponadto, drugi pręt jest unieruchomiony, tj. ściskany obwodowo za pomocą zamka, a następnie poddawany jest rozciąganiu osiowemu za pomocą ciągnadła, **znamiennie tym**, że zamek tworzy układ co najmniej dwóch, korzystnie sześciu ruchomych klocków hamujących (8), równomiernie rozlokowanych na obwodzie, rozciąganego osiowo i ściskanego obwodowo pręta (3), przy czym każdy klocek hamujący (8) poprzez oddzielny ruchomy tłok (9) jest dociskany do powierzchni bocznej rozciąganego pręta (3) za pomocą siłownika hydraulicznego (10).

Rysunki

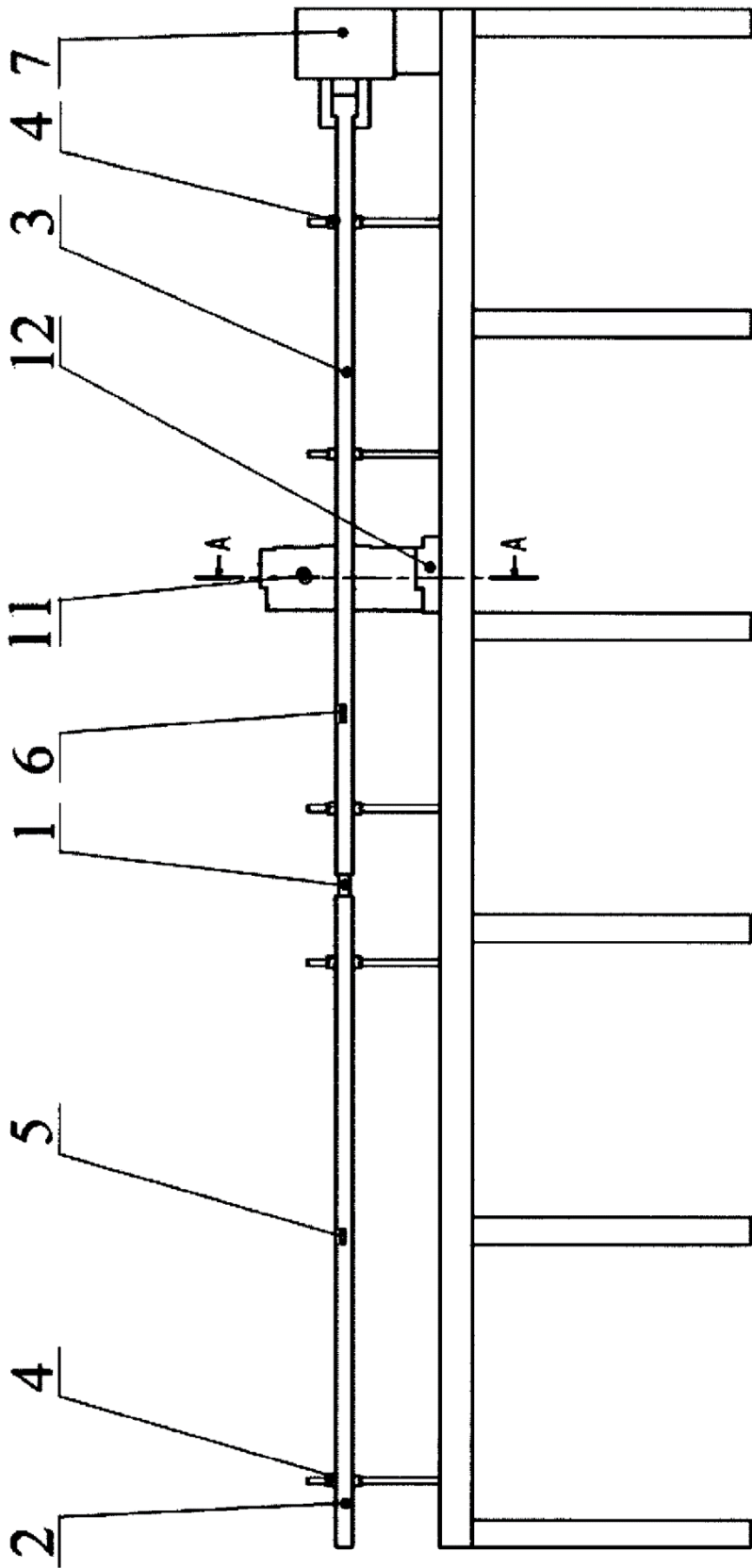


Fig. 1

A-A

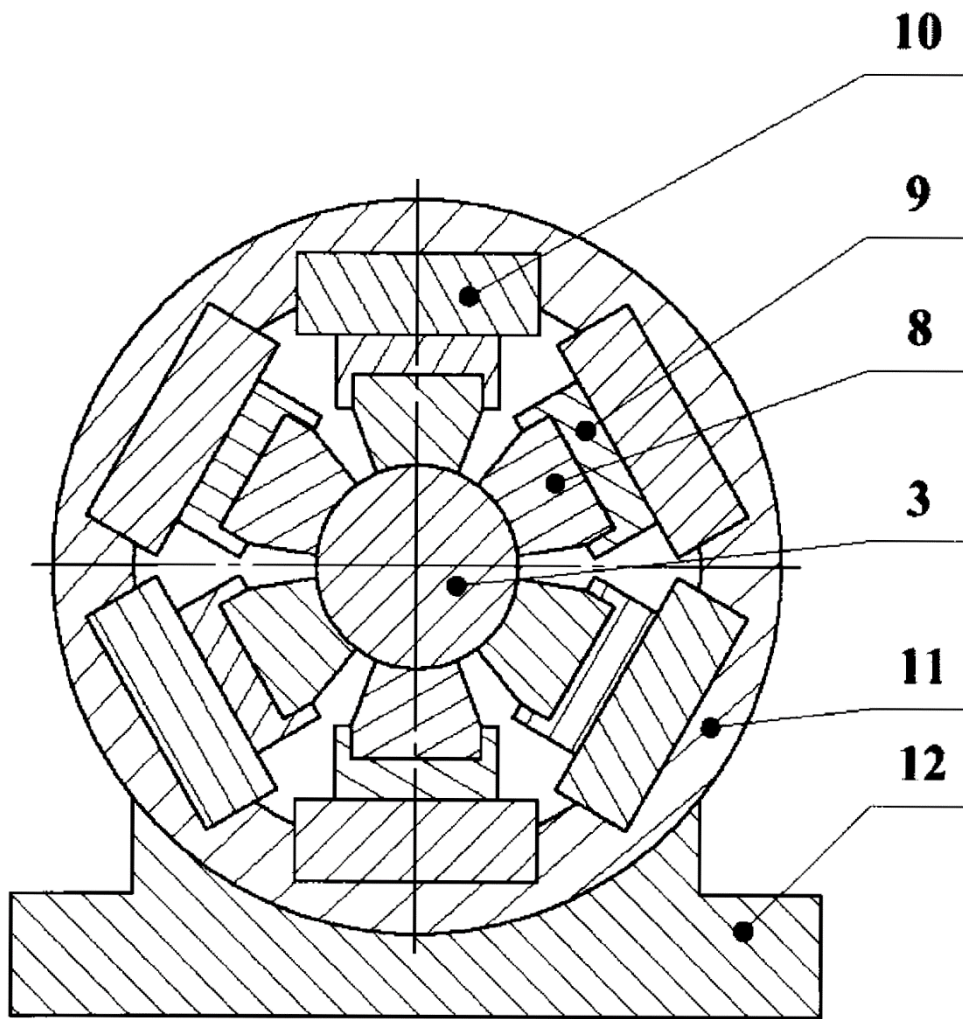


Fig. 2