

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **224035**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **391485**

(51) Int.Cl.
G01N 3/08 (2006.01)
G01N 3/26 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **18.05.2010**

(54) **Sposób badania mechanicznych właściwości materiałów
w postaci próbek poddawanych jednoczesnemu działaniu monotonicznie narastającej
siły osiowej oraz rewersyjnego momentu skręcającego o charakterze cyklicznym**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
21.11.2011 BUP 24/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.11.2016 WUP 11/16

(73) Uprawniony z patentu:
**INSTYTUT TRANSPORTU
SAMOCHODOWEGO, Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
**ZBIGNIEW LUDWIK KOWALEWSKI,
Zielonka, PL
TADEUSZ SZYMCZAK, Białystok, PL**

(74) Pełnomocnik:
rzec. pat. Maciej Miszczak

PL 224035 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób badania mechanicznych właściwości materiałów w postaci próbek poddawanych jednoczesnemu działaniu monofonicznie narastającej siły osiowej oraz rewersyjnego momentu skręcającego o charakterze cyklicznym. W ramach niniejszego sposobu badana próbka usytuowana jest w uchwytach serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej, przy czym do badanej próbki materiałowej za pomocą siłownika serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej przykłada się jednocześnie siłę monotonicznie narastającą, powodującą rozciąganie próbki do uzyskania ustalonego odkształcenia osiowego oraz rewersyjny moment skręcający o charakterze cyklicznym do uzyskania określonej wartości odkształcenia postaciowego, rejestrując w czasie rzeczywistym przebieg odpowiedzi materiału badanej próbki w postaci krzywej naprężenie osiowe próbki – odkształcenie osiowe próbki.

Znany jest sposób – przedstawiony w czasopiśmie naukowym pt. „Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering”, Nr 17, 1–2, str.109–112, 2006 r. – badania właściwości mechanicznych materiałów poddawanych równoczesnemu działaniu monotonicznie narastającego obciążenia w postaci siły powodującej ściskanie próbki materiałowej umocowanej między talerzami maszyny wytrzymałościowej w wyniku przemieszczania jej siłownika ze stałą prędkością stanowiącą sygnał sterujący, wynoszącą opcjonalnie 0,6 mm/s bądź 0,15 mm/s, oraz działaniu momentu skręcającego o charakterze rewersyjnym, przy sterowaniu kątem obrotu siłownika o amplitudzie $\pm 6^\circ$ i ustalonej częstotliwości przyjmującej wartości 0,4 Hz albo 1,6 Hz. Według tego sposobu proces obciążania badanej próbki materiałowej może być realizowany do jej zniszczenia, bądź do określonej wartości odkształcenia osiowego wynoszącego 70%. Podczas procesu obciążania rejestruje się jednocześnie odpowiedź materiału (próbki) w postaci zmiany naprężenia osiowego (średniego ciśnienia) w funkcji odkształcenia osiowego próbki w czasie rzeczywistym (krzywa naprężenie-odkształcenie). Na podstawie krzywej naprężenie-odkształcenie można wnioskować o wartości granicy proporcjonalności, umownej granicy plastyczności, wytrzymałości na ściskanie oraz ciągliwości materiału. Mocowanie próbki materiałowej w maszynie wytrzymałościowej odbywa się bez udziału szczęk hydraulicznych maszyny, a jedynie z udziałem talerzy do ściskania. Takie zamocowanie powoduje nieuwzględnianie sztywności próbki w układzie obciążającym maszyny, co ma istotny wpływ na poprawność procesu obciążenia oraz dokładność otrzymanych wyników.

Zastosowanie w znanej metodzie znacznego momentu skręcającego (wywołanego kątem obrotu siłownika o amplitudzie $\pm 6^\circ$) powoduje uzyskiwanie dużych wartości odkształcenia postaciowego badanej próbki materiałowej w kierunku działania momentu skręcającego, co prowadzi do powstania w niej naprężeń resztkowych przyczyniających się do istotnych zmian właściwości mechanicznych badanego materiału próbki.

Znane są również według japońskiego opisu patentowego JPH 04106452 oraz czeskiego opisu wzoru użytkowego CZ 20394 urządzenia/maszyny wytrzymałościowe stosowane do badania próbek materiałowych w stanie złożonych obciążeń.

Według opisu patentowego JPH 04106452 badaną próbkę materiałową mocuje się w przyrządzie usytuowanym w przestrzeni badawczej maszyny wytrzymałościowej pracującej w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego, do którego bezpośrednio przykłada się za pomocą siłowniki maszyny wytrzymałościowej siłę osiową, która powoduje deformację wzdłużną (osiową) oraz jednocześnie dzięki mechanizmowi śrubowemu przyrządu umożliwia wytworzenie momentu skręcającego, którego działanie skutkuje wystąpieniem deformacji postaciowej w próbce.

Według opisu czeskiego wzoru użytkowego CZ 20394 znane jest urządzenie serwohydrauliczne do zadawania złożonych obciążeń mechanicznych do próbek materiałowych poprzez stosowanie różnych kombinacji sił osiowej momentu skręcającego, kontrolowanych sygnałami przemieszczenia lub obciążenia.

Znane urządzenia/maszyny wytrzymałościowe nie wykorzystują sygnałów odkształcenia badanej próbki do zadawania definiowalnego ruchu elementu roboczego urządzenia-maszyny wytrzymałościowej. A zatem, w ramach tych urządzeń/maszyn wykorzystywane są standartowe rodzaje sterowania ich pracą/obciążeniem.

Istota sposobu badania mechanicznych właściwości materiałów w postaci próbek poddawanych jednoczesnemu działaniu monotonicznie narastającej siły osiowej oraz rewersyjnego momentu skręcającego o charakterze cyklicznym, w ramach którego badana próbka usytuowana jest w uchwytach serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej, przy czym do badanej próbki materiałowej za pomocą

siłownika serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej pracującej w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego przykłada się jednocześnie siłę monofonicznie narastającą powodującą rozciąganie próbki do uzyskania ustalonego odkształcenia osiowego oraz rewersyjny moment skręcający o charakterze cyklicznym do uzyskania określonej wartości odkształcenia postaciowego, rejestrując w czasie rzeczywistym przebieg odpowiedzi materiału badanej próbki w postaci krzywej naprężenie osiowe – odkształcenie osiowe do uzyskania ustalonego odkształcenia osiowego, polega na tym, że serwohydrauliczna maszyna wytrzymałościowa sterowana jest sygnałami z badanej próbki, mającymi postać monotonicznie narastającego odkształcenia osiowego oraz cyklicznie zmiennego odkształcenia postaciowego o amplitudzie nie przekraczającej $\pm 1\%$ i częstotliwości mieszczącej się w przedziale od 0,5 Hz do 1,0 Hz.

Sposób według wynalazku umożliwia sterowanie w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego maszyną wytrzymałościową sygnałami odkształcenia osiowego i postaciowego próbki. A zatem, sygnały te stanowią „generator” definiowalnych i kontrolowanych przebiegów sygnałów odkształcenia osiowego i postaciowego próbki sterujących obciążeniem zadawanym poprzez siłownik maszyny wytrzymałościowej. Ponadto, sposób według wynalazku uwzględnia sztywność próbki w procesie wysterowania serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej, co zapewnia poprawność zaprogramowanego przebiegu obciążenia oraz dokładność otrzymywanych wyników.

Sposób według wynalazku umożliwia również zbadanie wytrzymałości badanego materiału w warunkach obciążenia stanowiącego kombinację osiowej siły rozciągającej oraz rewersyjnego momentu skręcającego a także określenie zdolności materiału do osłabiania się poprzez porównanie otrzymanych krzywych z klasyczną krzywą naprężenie osiowe – odkształcenie osiowe, uzyskaną w wyniku działania jedynie monotonicznie narastającej siły osiowej. Proponowany sposób umożliwia określenie obniżenia granicy proporcjonalności, granicy plastyczności oraz wytrzymałości materiałów badanych, w stosunku do wartości tych parametrów wyznaczonych na podstawie standardowej (klasycznej) próby rozciągania.

Zastosowanie w sposobie według wynalazku momentu skręcającego wskutek odkształcenia postaciowego próbki w zakresie $\pm 1\%$ zapobiega powstawaniu istotnych naprężeń resztkowych w materiale, niekorzystnych ze względu na jego późniejszą obróbkę bądź zastosowanie. Kompleksowa rejestracja oraz wizualizacja przebiegu procesu odkształcania materiału próbki przyczyni się do tworzenia nowych bądź rozwijania już istniejących równań konstytutywnych opisujących zachowanie się materiału.

Sposób według wynalazku zostanie bliżej objaśniony na podstawie trzech następujących przykładów realizacji.

P r z y k ł a d 1

Próbkę materiałową w postaci cienkościennej próbki rurkowej wykonanej ze stali mocuje się w uchwytach programowalnej, serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej pracującej w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego. Przy sterowaniu odkształceniem próbki przykłada się do niej za pomocą, siłownika maszyny wytrzymałościowej jednocześnie obciążenie w postaci siły monotonicznie narastającej wskutek zmian odkształcenia osiowego z prędkością wynoszącą 0,017%/s powodującej rozciąganie próbki do ustalonego odkształcenia wynoszącego 1%, oraz rewersyjnego momentu skręcającego o charakterze cyklicznym do uzyskania ustalonej amplitudy odkształcenia postaciowego próbki wynoszącego $\pm 0,3\%$, przy czym rewersyjny moment skręcający ma ustaloną częstotliwość wynoszącą 1,0 Hz. Podczas badania rejestruje się w czasie rzeczywistym przebieg odpowiedzi materiału w postaci krzywej naprężenie osiowe – odkształcenie osiowe.

P r z y k ł a d 2

Próbkę materiałową w postaci cienkościennej próbki rurkowej wykonanej ze stopu aluminium mocuje się w uchwytach programowalnej, serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej pracującej w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego. Przy sterowaniu odkształceniem próbki przykłada się do niej za pomocą siłownika maszyny wytrzymałościowej jednocześnie obciążenie w postaci siły monotonicznie narastającej wskutek zmian odkształcenia osiowego z prędkością wynoszącą 0,017%/s powodującej rozciąganie próbki do ustalonego odkształcenia wynoszącego 1% oraz rewersyjnego momentu skręcającego o charakterze cyklicznym do uzyskania ustalonej amplitudy odkształcenia postaciowego próbki, wynoszącej $\pm 0,7\%$, przy czym rewersyjny moment skręcający ma częstotliwość 0,5 Hz. Podczas badania rejestruje się w czasie rzeczywistym przebieg odpowiedzi materiału próbki w postaci przebiegu krzywej naprężenie osiowe – odkształcenie osiowe.

Przykład 3

Próbkę materiałową w postaci cienkościennej próbki rurkowej wykonanej z miedzi mocuje się w uchwytach programowalnej, serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej pracującej w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego. Przy sterowaniu odkształceniem próbki przykładana się do niej za pomocą siłownika maszyny wytrzymałościowej jednocześnie obciążenie w postaci siły monotonicznie narastającej wskutek zmian odkształcenia osiowego z prędkością wynoszącą 0,017%/s powodującej rozciąganie próbki do ustalonego odkształcenia wynoszącego 1%, oraz rewersyjnego momentu skręcającego o charakterze cyklicznym do uzyskania ustalonej amplitudy odkształcenia postaciowego próbki, wynoszącej $\pm 0,9\%$, przy czym rewersyjny moment skręcający ma częstotliwość 0,5 Hz. Podczas badania rejestruje się w czasie rzeczywistym przebieg odpowiedzi materiału próbki w postaci przebiegu krzywej naprężenie osiowe – odkształcenie osiowe.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób badania mechanicznych właściwości materiałów w postaci próbek poddawanych jednocześnie działaniu monotonicznie narastającej siły osiowej oraz rewersyjnego momentu skręcającego o charakterze cyklicznym, polegający na tym, że badana próbka usytuowana jest w uchwytach serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej, przy czym do badanej próbki materiałowej za pomocą siłownika serwohydraulicznej maszyny wytrzymałościowej pracującej w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego przykładana się jednocześnie siła monotonicznie narastająca powodująca rozciąganie próbki do uzyskania ustalonego odkształcenia osiowego oraz rewersyjny moment skręcający o charakterze cyklicznym do uzyskania określonej wartości odkształcenia postaciowego, rejestrując w czasie rzeczywistym przebieg odpowiedzi materiału badanej próbki w postaci krzywej naprężenie osiowe – odkształcenie osiowe do uzyskania ustalonego odkształcenia osiowego, **znamienny tym**, że serwohydrauliczna maszyna wytrzymałościowa sterowana jest sygnałami z badanej próbki, mającymi postać monotonicznie narastającego odkształcenia osiowego oraz cyklicznie zmiennego odkształcenia postaciowego o amplitudzie nie przekraczającej $\pm 1\%$ i częstotliwości mieszczącej się w przedziale od 0,5 Hz do 1,0 Hz.