



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57235

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 30. IX. 1963 (P 102 654)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 11. VIII. 1969

Kl. 42 k, 37/02

MKP G 01 n 3100

CZYTELNIA

UKD

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: dr inż. Franciszek Rudol

Właściciel patentu: Politechnika Krakowska, Kraków (Polska)

Sposób określania właściwości sprężystych i plastycznych materiałów

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób określania właściwości sprężystych i plastycznych materiałów takich jak metale i ich stopy oraz tworzywa sztuczne. Sposób będący przedmiotem niniejszego wynalazku polega na wgniataniu w badany materiał wgłębnika w kształcie stożka, pomiarze kształtu otrzymanego trwałego odcisku, porównaniu kształtu otrzymanego odcisku z kształtem zastosowanego wgłębnika i określeniu na podstawie wyniku tego porównania właściwości sprężystych i plastycznych badanego materiału.

W próbie tej wykorzystuje się zjawisko, polegające na tym, że powstałe w czasie działania siły obciążającej naprężenia sprężyste — po usunięciu wgłębnika częściowo wyzwala się powodując zmianę kształtu odcisku w stosunku do kształtu zastosowanego wgłębnika. Wielkość odkształcenia zwrotnego jest miarą właściwości sprężystych, a wielkość odkształcenia trwałego miarą właściwości plastycznych materiału.

Obecnie, właściwości sprężyste i plastyczne materiałów określa się najczęściej za pomocą pomiarów przeprowadzanych w trakcie statystycznej próby rozciągania, w której w celu określenia właściwości plastycznych, stosuje się takie wskaźniki jak wydłużenie, przewężenie lub granicę plastyczności, przy czym określa się w procentach wydłużenie A_{10} , A_5 , A_3 i inne, w zależności od długości pomiarowej użytej próbki. Dla oceny natomiast właściwości sprężystych określa się na podstawie

2

próby rozciągania moduł sprężystości lub granicę sprężystości, jednak dla dokładnego określenia właściwości sprężystych i plastycznych materiału należy dokładnie przeanalizować pełną charakterystykę odkształcenia w funkcji naprężenia aż do pęknięcia próbki.

Próba rozciągania jak i inne podobne próby pozwalają dostatecznie dokładnie określić właściwości materiałów jedynie do granicy sprężystości. Im dalej poza granicę sprężystości — tym wyniki obciążone są większym błędem. Próby te są próbami przeprowadzanymi na specjalnie przygotowanych próbkach i zalicza się je do prób niszczących.

Natomiast próba według wynalazku może być przeprowadzona na gotowych przedmiotach bez obawy obniżenia ich właściwości użytkowych. Stosując tę metodę otrzymuje się charakterystykę właściwości sprężystych i plastycznych również poza granicą sprężystości.

Warunkiem poprawności wyników jest jedynie wgniatanie wgłębnika w materiał pod obciążeniem statycznym. Wielkość obciążenia dobiera się tak, by wyeliminować wpływ innego materiału stykającego się z materiałem badanym w strefie odkształceń plastycznych. W przypadku materiałów twardych jako wgłębnik stosuje się między innymi stożek Rocwella. W tym przypadku — w wyniku zaokrąglenia wierzchołka stożka promieniem 0,2 mm — stosuje się jednakową siłę obciążającą

lub jednakową dla wszystkich prób wielkość zagłębienia, w przypadku gdy średnica odcisku jest mniejsza od 0,9 mm.

Zastosowanie stożka jako wgłębnika wynika z szeregu zalet jakie posiada ten kształt w porównaniu z wgłębnikami o kształcie kuli lub piramidy. Zastosowanie jako wgłębnika kulki utrudnia dokładność pomiaru, gdyż przy różnych siłach obciążających odciski kulki nie są do siebie geometrycznie podobne i nie można do nich zastosować prawa podobieństwa Kickea, jak również z tego względu, że w przypadkach mniejszych odcisków występują większe odkształcenia zwrotne niż w przypadku odcisków większych przy zastosowaniu jednej i tej samej kulki, co powoduje konieczność stosowania kulek o różnych średnicach, a tym samym konieczność ciągłej ich wymiany.

Pomiary wykonywane przy użyciu jako wgłębnika ostrosłupa — obciążone są dużym błędem odczytu kształtu odcisku, co dyskwalifikuje stosowanie ich w praktyce. Jak wykazały doświadczenia najodpowiedniejszym kształtem wgłębnika w przypadku określenia właściwości sprężystych i plastycznych materiałów jest stożek, gdyż odciski stożków wykazują największą symetrię, a ich podobieństwo geometryczne istnieje w całym zakresie stosowanych sił obciążających, a tym samym w całym zakresie wielkości odcisków.

Istota sposobu określania właściwości sprężystych i plastycznych materiałów, będąca przedmiotem niniejszego wynalazku, polega na wgniataniu w badany materiał wgłębnika o kształcie stożka, o kącie wierzchołkowym na przykład 120° pod określonym obciążeniem.

W wyniku działania tego obciążenia wgłębnik zagłębia się w badany materiał na określoną głębokość, przy czym zawsze wokół odcisku powstaje obwódka lub lejek, tym nie mniej zawsze jest zauważalny ślad styku powierzchni wgłębnika z powierzchnią badanego materiału.

Ślad ten stanowi bazę do pomiaru parametrów odcisku i na podstawie wyniku tego pomiaru określa się właściwości plastyczne i sprężyste materiału. Po wycofaniu wgłębnika, odcisk w wyniku działania naprężeń zwrotnych zmienia swój kształt, przy czym wielkość tych zmian jest zależna od tego czy materiał jest sprężysty czy plastyczny. Jeżeli materiał jest sprężysty jak na przykład guma, to po wycofaniu wgłębnika jego powierzchnia powróci całkowicie do stanu pierwotnego, jeżeli natomiast materiał jest plastyczny jak na przykład ołów, to po wycofaniu wgłębnika na powierzchni badanego materiału pozostanie odcisk, którego parametry geometryczne jak głębokość i kąt wierzchołkowy będą identyczne jak wielkość zagłębienia i kąt wierzchołkowy wgłębnika.

Celem dokonania pomiarów parametrów odcisku stosuje się różne, znane metody pomiaru elementów geometrycznych odcisku lub jego replik, które uzyskuje się przez wgniatanie w odcisk na przykład ołowiu lub miękkich i plastycznych materiałów. Istotę określenia właściwości plastycznych i sprężystych materiałów pokazano schematycznie na rysunku, gdzie widoczny jest wgłębnik 1 oraz w przekroju odcisk 2 po odkształceniu zwrotnym,

jak również — istotne przy określaniu właściwości plastycznych i sprężystych — elementy geometryczne odcisku i wgłębnika, takie jak kąt wierzchołkowy wgłębnika α , kąt wierzchołkowy odcisku $\alpha + (\Delta\alpha)$, głębokość H odcisku wgłębnika będącego pod obciążeniem pełnej siły obciążającej, głębokość h odcisku po odkształceniu zwrotnym, oraz wartość odkształcenia zwrotnego Δh . Miarą właściwości sprężystych jest wielkość Δh zaś plastycznych h .

Jeżeli materiał jest idealnie plastyczny to $\Delta h = 0$ a $h = H$, zaś różnica kątów $(\alpha + \Delta\alpha) - \alpha = \Delta\alpha = 0$. Jeżeli natomiast materiał jest idealnie sprężysty to $h = 0$ a $\Delta h = h$, zaś różnica kątów $(\alpha + \Delta\alpha) - \alpha = \Delta\alpha = 180^\circ - \alpha$. Wielkości h i Δh są zależne od wielkości odcisku czyli od wielkości zastosowanej siły obciążającej, natomiast $\Delta\alpha$ jest od nich niezależna. Sposób według wynalazku pozwala na uproszczone wyznaczenie w praktyce wskaźnika sprężystości lub plastyczności.

Praktyczne zastosowanie sposobu według wynalazku przedstawiają zestawione niżej wartości zmiany kąta wierzchołkowego dla różnych materiałów:

stal w stanie zmiekkczonym	$\Delta\alpha \sim 30'$
stal w stanie zahartowanym	$\Delta\alpha \sim 5^\circ - 8^\circ$
tworzywa sztuczne	$\Delta\alpha \sim 5^\circ - 40^\circ$
guma	$\Delta\alpha = \text{do } 60^\circ$

Przykład zastosowania sposobu według wynalazku, do obliczania współczynnika sprężystości:

Z rysunku wynika zależność

$$H = h + \Delta h,$$

skąd

$$\Delta h = H - h,$$

ponieważ

$$H = \frac{\frac{d}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{d}{3,464} = 0,288 d$$

oraz

$$h = \frac{\frac{d}{2}}{\operatorname{tg} \frac{(\alpha + \Delta\alpha)}{2}} = \frac{d}{2 \left(\frac{\sqrt{3} + \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}}{1 - \sqrt{3} \cdot \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}} \right)}$$

gdzie

d — średnica odcisku

α — kąt wierzchołkowy wgłębnika, przy czym w rozpatrywanym przykładzie $\alpha = 120^\circ$

więc

$$\begin{aligned} \Delta h = H - h &= \frac{d}{3,464} - \frac{d}{2 \left(\frac{\sqrt{3} + \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}}{1 - \sqrt{3} \cdot \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}} \right)} = \\ &= \frac{d}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{1 - \sqrt{3} \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}}{\sqrt{3} + \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}} \right) = \\ &= d \frac{1 - \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}}{8,197 - 4,732 \operatorname{tg} \frac{\Delta\alpha}{2}} \end{aligned}$$

Z otrzymanej wartości Δh wylicza się współczynnik sprężystości:

$$E = \frac{\sigma}{HR'CAh},$$

gdzie

σ — napężenie średnie, równe na przykład liczbie twardości HR'C w przypadku, gdy kąt $\alpha = 120^\circ$.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób określania właściwości sprężystych i plastycznych materiałów a szczególnie metali i ich stopów oraz tworzyw sztucznych, **znamienny tym**, że w badany materiał wgniata się wgłębnik w kształcie stożka, mierzy się po usunięciu wgłębnika kształt otrzymanego trwałego odcisku i na podstawie wartości zmiany jego kształtu w stosunku do kształtu wgłębnika określa się właściwości sprężyste i plastyczne materiału.

