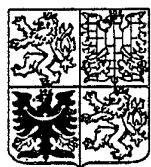


ČESKÁ  
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **613-90**

(22) Přihlášeno: 08. 02. 90

(40) Zveřejněno: 13. 08. 91

(47) Uděleno: 28. 12. 93

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 16. 02. 94

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>:

**G 01 L 3/24**

**G 01 L 3/00**

**G 01 N 3/26**

(73) Majitel patentu:

Západočeská univerzita, Plzeň, CZ;

(72) Původce vynálezu:

Přfrogner František doc. ing. ČSc., Plešnice,  
CZ;

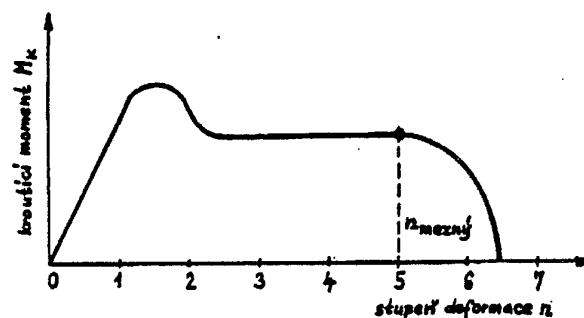
Vacík Petr ing., Plzeň, CZ;

(54) Název vynálezu:

**Způsob stanovení maximálního  
přípustného stupně deformace při  
zkoušce krutem**

(57) Anotace:

Při způsobu stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem se současně měří a zaznamenávají kroucí moment, stupeň deformace, elektrický odpor vzorku a signál akustické emise. Podle výskytu nespojité akustické emise spojené s nárůstem elektrického odporu vzorku se stanoví maximální přípustný stupeň deformace vzorku. Způsob stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem je využitelný ve výzkumných ústavech a zkušebních a kontrolních útvarech, zabývajících se zjišťováním vlastností materiálů, zejména tvařitelností materiálů.



Vynález se týká způsobu stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem.

Dosud se při zkoušce krutem v úvodní části provede překroucení zkušební vzorku pomocí krutového plastometru. V průběhu zkrucování vzorku se zaznamenává velikost krouticího momentu v závislosti na počtu otáček zkrucovaného vzorku, tedy na takzvaném stupni deformace. Zkouška končí porušením soudržnosti zkrucovaného vzorku. Z průběhu krouticího momentu v závislosti na počtu otáček je určen mezní, respektive maximální přípustný stupeň deformace, charakterizovaný okamžikem poklesu krouticího momentu na nulovou hodnotu.

Shora popsaným způsobem stanovená velikost maximálního přípustného stupně deformace neodpovídá hodnotám získaným pomocí technologických procesů v průmyslové praxi, kde dochází například při válcování k popraskávání okrajů tvářených polotovárů. Příčinu uvedených nedostatků je nutné hledat v mechanismu zkoušky krutem, jež částečně odpovídá technologii rotačního navařování. Uvedený způsob třecího navařování ve zkrucovaném vzorku umožňuje opětovné svaření vzniklých trhlin ve zkušebním vzorku. Uvedené částečné svařování vzorku nelze vyhodnocovat pomocí stávajícího způsobu zkoušky krutem, vycházejícího ze záznamu krouticího momentu. Důsledkem je skutečnost, že stávající způsob určuje vyšší přípustné hodnoty maximálního přípustného stupně deformace, jež se projevuje praskáním tvářeného materiálu při technologických operacích v průmyslové výrobě.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem, při němž se současně měří a zaznamenává krouticí moment a stupeň deformace, podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že se současně dále měří a zaznamenává elektrický odpor vzorku a signál akustické emise a podle výskytu nespojitě akustické emise spojené s nárůstem elektrického odporu vzorku se stanoví maximální přípustný stupeň deformace vzorku.

Způsob stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem podle vynálezu umožňuje dosáhnout přesnější stanovení maximálního přípustného stupně deformace. Dosáhne se vyšší účinnosti zkoušky tím, že jsou do výsledku zahrnuty i děje probíhající pod povrchem zkušební vzorku.

Vynález a jeho účinky jsou blíže vysvětleny v popise konkrétního příkladu provádění způsobu stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem. K bližšímu objasnění podstaty vynálezu je připojen také výkres, kde na obr. 1 je závislost krouticího momentu na stupni deformace, na obr. 2 je závislost elektrického odporu vzorku na stupni deformace a na obr. 3 je závislost akustické emise na stupni deformace při provádění způsobu stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem podle vynálezu.

#### Příklad

Zkouška krutem byla provedena na slitině železa a niklu s obsahem 42 % Ni. Teplota při zkoušce byla volena 1 000 °C. Při

zkoušce krutem byla použita rychlost deformace charakterizovaná otáčkami vřetena plastometru  $n = 70$  l/min. Byl zkoušen vzorek o průměru 10 mm a délce 100 mm aktivní části. V průběhu zkoušky byly současně měřeny a zaznamenávány údaje o krouticím momentu  $M_k$ , elektrickém odporu  $R$  vzorku a signálu akustické emise v závislosti na stupni deformace  $n$  tak, jak ukazují obr.1 až 3, kde obr. 1 znázorňuje závislost krouticího momentu  $M_k$  na stupni deformace  $n$ , obr.2 znázorňuje závislost elektrického odporu  $4R$  vzorku na stupni deformace  $n$  a obr. 3 znázorňuje závislost akustické emise na stupni deformace  $n$ .

Slitinu FeNi 42 lze charakterizovat jako slitinu silně obsahující vměstky a proto obtížně tvářitelnou. Toto tvrzení je potvrzeno podle obr. 3 zvýšenou čelností překmitů signálů akustické emise v začátku zkoušky. Tyto překmity byly však doprovázeny podle obr. 2 téměř konstantní hodnotou velikosti elektrického odporu vzorku.

Obecně lze konstatovat, že když dojde v rozsahu do 30 % celkové deformace k výskytu signálů akustické emise o menší velikosti, ale velké intenzitě, lze charakterizovat kov nebo slitinu kovů jako silně zavměstkovanou a proto obtížně tvářitelnou. Změny signálů akustické emise jsou zapříčiněny odtrháváním a drcením přítomných křehkých vměstků. Je-li současně kontrolován elektrický odpor vzorku a nedochází k jeho výrazným změnám, lze tvrdit, že rozhodující vliv na signály akustické emise měly křehké vměstky.

V následující části do 65 až 75 % celkové deformace vzorku došlo podle obr. 3 k vymizení signálů akustické emise a ani elektrický odpor se výrazně nezměnil, jak ukazuje obr. 2

V závěrečné části zkoušky, charakterizované velikostí deformace větší než 65 % celkové deformace zkrucování vzorku došlo podle obr. 3 k vzrůstu emisní aktivity. Toto bylo podle obr. 2 provázeno nárůstem elektrického odporu vzorku. Podle výskytu silných signálů akustické emise o malé intenzitě výskytu doprovázených nárůstem elektrického odporu aktivní části vzorku se vyhodnotil okamžik vzniku prvních trhlin v aktivní části vzorku, a tím se stanovil maximální přípustný stupeň deformace. V tomto případě je pro zkoumaný vzorek bezpečný přípustný stupeň deformace  $n_m$  určen 5ti zkruty vzorku. Porovnáním získaného stupně deformace a dosud užívaným způsobem získaným stupněm deformace je patrný rozdíl, protože podle stávající metody byl určen maximální přípustný stupeň deformace 6 otáček vzorku. V některých dalších případech zkoušek byly zjištěny větší rozdíly ve výsledku zkoušek.

Uváděný stupeň deformace je možné pomocí známých vztahů stejně jako u stávající metody přepočítat na odpovídající technologie v průmyslové praxi.

Způsob stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem podle vynálezu je využitelný ve výzkumných ústavech a zkušebních a kontrolních útvarech, zabývajících se zjišťováním vlastností materiálů, zejména tvářitelností materiálů.

## P A T E N T O V É    N Á R O K Y

Způsob stanovení maximálního přípustného stupně deformace při zkoušce krutem, při němž se současně měří a zaznamenává krouticí moment a stupeň deformace, vyznačující se tím, že se současně dále měří a zaznamenává elektrický odpor vzorku a signál akustické emise a podle výskytu nespojitě akustické emise spojené s nárůstem elektrického odporu vzorku se stanoví maximální přípustný stupeň deformace vzorku.

1 výkres

