



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

266 836

(21) PV 8586-87.B
(22) Přihlášeno 27 11 87

(40) Zveřejněno 12 05 89
(45) Vydáno 14 12 90

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
G 01 N 3/60

(75)

Autor vynálezu

PERLÍK JIŘÍ ing., ŠEDIVEC JAN ing. CSc., PLZEŇ,
PŘEPIORA VÁCLAV ing. CSc., OSTRAVA

(54)

Způsob stanovení kritického stupně deformace

(57) Řešení se týká způsobu stanovení kritického stupně deformace při tváření za tepla a za daných termomechanických podmínek. Toto způsobí proces rekrytalizace, a tím rozrušení primární lící struktury, respektive zjemnění zhrublé struktury vzniklé jako následek předchozích podmínek zpracování. Na podélném řezu klínové zkoušky provedené za tepla se v kritickém místě změní rozměr. Tento se měří po zviditelnění makrostruktury a slouží ke stanovení kritického stupně deformace.

Vynález se týká způsobu stanovení kritického stupně deformace, který při tváření za tepla za daných termomechanických podmínek způsobí proces rekrytalizace a tím rozrušení primární lici struktury nebo zjemnění zhrublé struktury vzniklé jako následek předchozích podmínek zpracování. Vynález spadá do oboru tváření.

Jednou z kritických operací, podmiňujících výslednou jakost výkovku, je tváření po prvním ohřevu ingotu, kdy dochází k rozrušování primární lici struktury. Lici struktura ingotů některých typů slitin je značně hrubá, k jejímu rozbití vlivem obtížného průběhu rekrytalizace dochází velmi obtížně a v důsledku toho dochází i k výskytu povrchových trhlin. K zhrubnutí struktury a tím i následně ke snížení plastických vlastností výkovku může dojít také nesprávnou kombinací termomechanických podmínek během tváření. Znalost minimálního stupně deformace, potřebného k iniciaci rekrytalizačního procesu, tzn. kritického stupně deformace, umožňuje zvolení takových termomechanických podmínek při zpracování tepla, které umožní rozrušení primární lici struktury vzniklé při předchozích operacích vlivem subjektivních nebo objektivních příčin.

V současné době se získávají potřebné znalosti termomechanických podmínek pro vznik rekrytalizace z tzv. rekrytalizačních diagramů, znázorňující závislost velikosti zrna na teplotě a stupni deformace.

Tyto diagramy se získávají nejčastěji vyhodnocováním mikrostruktury vzorků zpracovaných za různých termomechanických podmínek, což je však značně časově náročné. Další způsob vyhodnocení kritického stupně deformace je podle kritéria makrostruktury na podélných výbrusech tahové zkoušky přetržené za definovaných termomechanických podmínek. Nevýhodou této jinak velmi jednoduché a dostupné zkoušky je skutečnost, že pásmo vyhodnocování je poměrně malé a přesnost měření závisí do značné míry na přesnosti odfrézování zkoušky do roviny největšího průměru a nerespektuje vliv styku zpracovávaného materiálu s nástrojem.

Uvedené nevýhody stávajícího stavu odstraňuje způsob stanovení kritického stupně deformace, který je nutný k iniciaci rekrytalizačního procesu hrubé lici struktury nebo zhrublé struktury vzniklé během zpracování u kovových materiálů podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se vzorek deformuje na klínový tvar v rozmezí teplot 350 až 1 300 °C, podélně se rozřízne, zviditelní se makrostruktura, načež se změří tloušťka klínu v místě přechodu jemnozrnné struktury v hrubozrnnou. Kritický stupeň deformace se určí ze vztahů:

$$\epsilon = \frac{h_0 - h}{h_0} \cdot 100$$

kde ϵ je velikost deformace v procentech, h_0 = původní výška zkoušky a h rozměr zkoušky v místě přechodu.

Výhodou tohoto způsobu stanovení kritického stupně deformace je, že průřez klínové zkoušky se mění pozvolna a tedy malé změně deformace odpovídá poměrně značná délka zkoušky. V důsledku toho lze přesně stanovit i místo kritického stupně deformace a velmi snadno je přesně změřit bez nároku na velkou přesnost podélného řezu klínové zkoušky. Dále provedení zkoušky respektuje vliv styku zpracovávaného předmětu s nástrojem, což odpovídá skutečnosti při tváření materiálů v provozních podmínkách.

Příklad provedení kritického stupně deformace, potřebného pro rozběh procesu rekrytalizace, lze použít výsledky hodnocení klínové zkoušky z lité oceli ČSN 41 7247. Vzorek pro provedení klínové zkoušky byl vyroben litím a opracován mechanicky na rozměr hranolu 25x25x180 mm a vyválnován při teplotě 1 100 °C s velikostí stupně deformace 0 až 80 %. Vyválnovaná zkouška byla podélně rozříznuta a na řezné ploše byl zhotoven metalografický výbrus a poté bylo provedeno leptání, kterým se zviditelnila makrostruktura. V kritickém průřezu, tj. v místě přechodu z primární hrubozrnné struktury se změřil rozměr klínové zkoušky a dle vzorce

$$\mathcal{E} = \frac{h_0 - h}{h_0} \cdot 100 (\%)$$

kde:

$\mathcal{E}$ = velikost deformace v procentech

h_0 = původní výška zkoušky, tj. 25 mm

h = rozměr zkoušky v místě přechodu, který činil 21 mm, byla vypočtena velikost deformace nutné pro vznik rekrystalizované struktury při teplotě 1 100 °C, tj. 16 %.

Podobně u slitiny hliníku jakosti ČSN 42 4218 byly vzorky z litého polotovaru opracovány na hranoly $\square$ 25x25x125 mm, které byly vykovány v zápustce na klínové výkovky podobného tvaru, jako v předchozím případě. Vzorky byly kovány při teplotách 400 °C až 475 °C, odstupňováno po 25 °C. Klínové zkoušky byly podélně rozříznuty, řezná plocha přebroušena a leptáním bylo provedeno zviditelnění makrostruktury. U jednotlivých vzorků byla změřena tloušťka klínu v místě přechodu primární hrubozrnné struktury do jemnozrnné a vypočeti se kritický stupeň deformace. Např. pro vzorek tvářený při teplotě 400 °C byla tloušťka klínu v místě přechodu primární hrubozrnné struktury v jemnozrnnou 19 mm. Z toho byla vypočtena kritická deformace

$$\mathcal{E}_{\text{krit.}} = \frac{25 - 19}{25} \cdot 100 = 24 \%$$

Z takto získaných údajů byly sestaveny diagramy: stupeň deformace - teplota, který se využívá pro stanovení technologických zásad při tváření za tepla.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob stanovení kritického stupně deformace pro iniciaci rekrystalizačního procesu hrubé lící struktury a také zhrublé struktury vzniklé během tváření kovových materiálů za tepla na tvářeném vzorku v podobě klínové zkoušky, na kterém se po rozříznutí zviditelní makrostruktura naleptáním, vyznačený tím, že se provede deformace v rozmezí teplot 350 až 1 300 °C, načež se změří tloušťka klínové zkoušky v místě přechodu hrubozrnné makrostruktury v jemnozrnnou, která určuje podle vztahu:

$$\mathcal{E} = \frac{h_0 - h}{h_0} \cdot 100,$$

kde $\mathcal{E}$ je velikost deformace v procentech, h_0 původní výška zkoušky, h rozměr zkoušky v místě přechodu, kritický stupeň deformace v procentech.