



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

262 836

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 22 10 86  
(21) PV 7659-86.Q

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
G 01 N 3/32

(40) Zveřejněno 16 08 88  
(45) Vydáno 1.3.1990

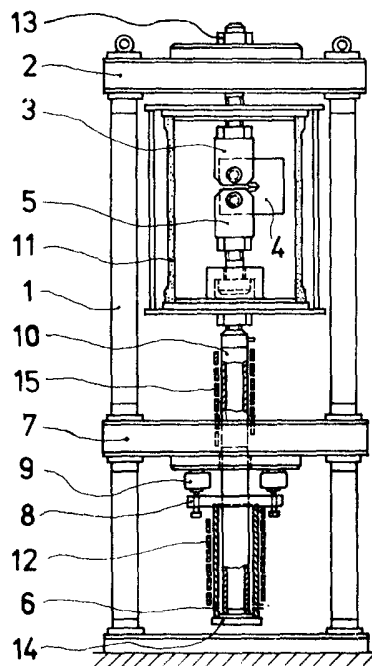
(75)  
Autor vynálezu

KIRSCH ROMAN ing., PRAHA

(54)

Zařízení pro zkoušky únavových vlastností materiálu

Zařízení sestává z rámu, k jehož prvnímu příčniku je uchycen první člen upínacího zařízení zkoušeného vzorku, zatímco jeho druhý člen je spojen s teplotně dilatujícím zatěžovacím prvkem u protějšího druhého příčniku rámu. Teplotně dilatující zatěžovací prvek je svým vnitřním koncem opřen o vnější stranu druhého příčniku rámu a jeho vnější konec je s druhým členem upínacího zařízení spojen prostřednictvím teplotně dilatujícího odlehčovacího prvku. Mezi vnitřním koncem zatěžovacího prvku a vnější stranou druhého příčniku mohou být uloženy sílové snímače pro regulaci cyklického ohřevu odlehčovacího prvku. Zařízení je určeno pro zkoušky nízkocyklových únavových vlastností kovových materiálů.



262 836

Vynález se týká zařízení pro zkoušky únavových vlastností materiálu. Je určeno pro zatěžování zkušebních vzorků do frekvence cca 0,017 Hz.

Pro zkoušky únavových vlastností o nízké frekvenci zatěžovacích cyklů jsou známy v podstatě tři systémy vyvozování zatěžovací síly, a to mechanický, hydraulický a systém využívající tepelnou dilataci kovů. Systém mechanického zatěžování vzorků lze použít jen velmi omezeně nebo krátkodobě z toho důvodu, že zatěžovací síla je vyvozována mechanicky, t.j. ozubenými koly z převodovky a pohybovými šrouby a maticemi na táhle upínacích čelistí, eventuálně řemeny mezi elektromotorem a převodovkou. Tento typ převodů špatně snáší častou opakovanou reverzaci chodu, stejně tak i motor, a to zvláště v zatíženém stavu. Pro reverzaci za plného zatížení a za chodu není ani tento systém určen a konstrukčně takovému režimu nevyhovuje. Navíc je výsledný průběh sil na zkušebním vzorku vzhledem k vůlím v převodech skokový a nepřesný a je možné ho například počítačově řídit velmi obtížně tak, aby zatěžovací křivka byla hladká a měla naprogramovaný průběh.

Hydraulický systém nízkocyklického zatěžování zkušebních vzorků je oproti mechanickému velmi přesný, pružný a nepřináší problémy při reverzaci zatěžující síly během pracovního cyklu. Systém je však velmi náročný a nákladný po stránce konstrukčně-stavební. Celý proces zatěžování lze velmi přesně řídit počítačově podle naprogramovaného průběhu, ovšem výroba hydraulického zařízení pro únavové zkoušky za nízké frekvence vyžaduje použití špičkových strojírenských výrobků - zejména hydraulického čerpadla a vícecestných servoventilů. Ty totiž pracují s vysokým tlakem pracovního média a musí velmi přesně regulovat průtočná množství

média, což vyžaduje vysokou přesnost výroby součástí a s ní spojenou vysokou ekonomickou náročnost celého zařízení.

V A0 č. 210 979 je popsán zatěžovací systém, který obsahuje alespoň jeden teplotně dilatující prvek, kolem něhož je umístěna topná spirála, připojená ke zdroji elektrického proudu. U výhodného provedení vynálezu je osa teplotně dilatujícího prvku totožná s osou, vedenou zatěžovací tyčí a čelistí. Zatěžovací systém může obsahovat dva teplotně dilatující prvky, umístěné po stranách prostoru pro zkoušený vzorek, paralelně s osou zatěžovací tyče. Je žádoucí, je-li alespoň jeden teplotně dilatující prvek připojen na řízený zdroj elektrického proudu a opatřen dutinami pro připojení k regulovanému přívodu a odvodu chladicího média v závislosti na požadovaném režimu zatěžování. Rychlejší teplotní změny dilatujícího prvku je možno realizovat kombinací ohřevu odporem elektrickým topením a nucenou cirkulací chladicí tekutiny, která je ve styku s povrchem dilatujícího prvku. V závislosti na časovém průběhu teploty dilatujících prvků je možno dosáhnout časově proměnného průběhu různých způsobů namáhání zkoušených vzorků - tah, tlak, ohyb, krut. Při použití vyššího stupně regulační a řídicí techniky je možno tímto způsobem docílit na zkoušeném vzorku i velmi složitých způsobů namáhání s deterministickým a stochastickým průběhem, jehož maximální frekvence je dána časovou konstantou systému, která je určena tepelnou setrvačností systému. Toto známé zařízení má však některé nedostatky. Především není dostatečně účinný systém chlazení zatěžujícího elementu zařízení. Zatěžujícím elementem je trubka, ohřívaná na vnějším povrchu topnou spirálou, chlazen je její vnitřní povrch, a to obecně tekutinou. Nejsnadněji použitelným médiem je vzduch, vodní mlha případně voda.

Chlazení tlakovým vzduchem je sice jednoduché a umožňuje dodržet hladký průběh zatěžující síly, je však velmi málo účinné vzhledem k vysoké tepelné setrvačnosti ohřívané trubky a špatnému přestupu tepla mezi povrchem kovu a chladícím vzduchem, který okolo povrchu proudí. Při chlazení tlakovým vzduchem frekvence zatěžovacích cyklů dosáhla hodnoty maximálně 0,0048 Hz, t.j. 1 cyklus za 3,5 minuty. To je oproti požadované

frekvenci jednoho cyklu za minutu hodnota příliš nízká.

Chlazení vodní mlhou, t.j. zvlhčování proudícího chladícího vzduchu přes trysku, je sice velmi účinné, nicméně nestálé. Přisávané množství vody přes trysku nelze totiž běžnými prostředky udržet konstantní. Navíc v části pracovního cyklu, kdy topná trubka má nejnižší teplotu, dochází často ke kondenzaci kapek vody na stěnách trubky a do okamžiku, kdy se kapky odpaří po zvýšení příkonu topení, i ke značnému zkreslování požadovaného průběhu dilatací trubky.

Chlazení trubky zevnitř přímo tlakovou vodou je sice nejúčinnější, ale také nejméně vhodné. Je schopno trubku ochladit téměř okamžitě, ale změna zátěžné síly je skoková, což je nežádoucí. Regulační blok topení není v tomto případě schopen udržet hladký průběh zátěžné síly. Při vyšším příkonu ohřevu se také tvoří u vnitřních stěn trubky parní film, který způsobí značné rázy mechanické uvnitř trubky a vzniká i nebezpečí pro obsluhu. Může dojít i k nepřijatelnému zvýšení vlhkosti vzduchu v okolí zařízení, které je v provozu. Tyto nedostatky se ještě zvýší se zvětšováním celého zkušebního zařízení pro zkoušky rozměrnějších vzorků a vyšší zátěžné síly, kdy je nutné přejít na zátěžné elementy s většími tloušťkami stěn.

Nedostatky těchto známých zařízení se do značné míry odstraňují zařízením pro zkoušky nízkocyklových únavových vlastností materiálu, tvořeným rámem, k jehož prvnímu příčnicku je uchycen první člen upínacího zařízení zkoušeného vzorku, zatímco jeho druhý člen je spojen s teplotně dilatujícím zatěžovacím prvkem u protějšího druhého příčnicku rámu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že teplotně dilatující zatěžovací prvek je svým vnitřním koncem opřen o vnější stranu druhého příčnicku rámu a jeho vnější konec je s druhým členem upínacího zařízení zkoušeného vzorku spojen prostřednictvím teplotně dilatujícího odlehčovacího prvku. Je výhodné, jsou-li mezi vnitřním koncem teplotně dilatujícího zatěžovacího prvku a vnější stranou druhého příčnicku rámu uloženy sílové snímáče pro regulaci cyklického ohřevu teplotně dilatujícího odlehčovacího prvku.

Zařízení pro zkoušky únavových vlastností materiálu podle vynálezu řeší nedostatky známého stavu techniky zdvojením teplot<sup>ně</sup> dilatujících prvků tak, že při ohřevu vyvolávají vůči sobě síly opačné orientace - první ohříváním zkoušený vzorek zatěžuje a druhý jej ohříváním odlehčuje. Oba teplotně dilatující prvky jsou přitom souosé a přenášejí zátěžné síly přímo na čepy zkoušeného vzorku, s kterým mají také společnou osu. Tímto konstrukčním uspořádáním lze úplně vyloučit nutnost chlazení teplotně dilatujících prvků při změně zatěžující síly, aniž by se prodloužila časová konstanta systému. Ta se naopak zkrátí a lze ji dále zkracovat i prodloužením ohřívavých teplotně dilatujících prvků, kdy je požadovaná dilatace dosažena menším rozdílem teplot. Přitom chlazení teplotně dilatujících prvků nemusí být vyloučeno úplně. Režimy ohřevu obou teplotně dilatujících prvků lze také libovolně kombinovat - lze je použít v režimu, kdy první je maximálně ohříván a druhý chladne, ale i v režimu naprosto nezávislém vůči sobě - například pro vyvozování stochastických průběhů sil. Změnu síly může samozřejmě zajišťovat i jediný z teplotně dilatujících prvků, druhý může být využit například jen pro vyvození konstantního výchozího předpětí vzorku, eliminaci parazitních deformací a sil, posuv úrovně cyklického namáhání atd. Vyloučení nutnosti chladit teplotně dilatující prvky je výhodné především v tom, že proces ohřevu teplotně dilatujících prvků lze výrazně snadněji a efektivněji řídit než proces chlazení.

Vynález je v dalším blíže vysvětlen na příkladu jeho konkrétního provedení pomocí popisu přiloženého výkresu.

Zařízení pro zkoušky únavových vlastností materiálu sestává z rámu 1, opatřeného prvním příčnickem 2. Na prvním příčnicku 2 je prostřednictvím stavěcí matice 13 zavěšen horní první člen 3 upínacího zařízení zkoušeného vzorku 4, spojený s prvním ramenem tohoto vzorku 4. K druhému ramenu zkoušeného vzorku 4 je připojen dolní druhý člen 5 upínacího zařízení. Celé upínací zařízení, tvořené horním prvním členem 3 a dolním druhým členem 5, je umístěno ve zkušební komoře 11. K čelu dolního druhého členu 5 upínacího zařízení je souose připojen teplotně dilatující odlehčovací prvek 10, který má tvar táhla a volně prochází druhým příčnickem 7 a dutým teplotně dilatujícím zatěžovacím prvkem 6, k jehož dnu 14 je pevně připojen. Dutý teplotně dilatující

zatěžovací prvek 6 je ohříván topnou spirálou 12. Vnitřní čelo dutého teplotně dilatujícího zatěžovacího prvku 6 je prostřednictvím příruby 8 a silových snímačů 9 opřeno o spodní vnější stranu dolního druhého příčnicku 7. Kolem horní části teplotně dilatujícího odlehčovacího prvku 10 je umístěna odlehčovací topná spirála 15.

Zařízení podle vynálezu pracuje tak, že se zkušební vzorek 4 upne mezi horní první člen 3 a dolní druhý člen 5 upínacího zařízení a pomocí stavěcí matice 13 se seřídí počáteční předpětí zkušební vzorku 4. Po připojení elektrického proudu do ohřívací topné spirály 12 se vlivem tepelné dilatace zvětší délka dutého teplotně dilatujícího zatěžovacího prvku 6, čímž se prostřednictvím teplotně dilatujícího odlehčovacího prvku 10, pevně spojeného se dnem 14 a dolním druhým členem 5 upínacího zařízení, vyvolá roztažná síla na ramena zkoušeného vzorku 4. Po vypnutí proudu z topné spirály 12 se zavede elektrický proud do odlehčovací topné spirály 15. Tím dojde ke zvětšení délky teplotně dilatujícího odlehčovacího prvku 10, čímž se odlehčí zatížení ramen zkoušeného vzorku 4 a dosáhne se tak jeho cyklického namáhání. Cyklického namáhání podle zvoleného programu se dosáhne u daného příkladu provedení tím, že mezi horním, resp. vnitřním čelem dutého teplotně dilatujícího zatěžovacího prvku 6 resp. přírubou 8 a spodní stranou dolního druhého příčnicku 7, o který se toto čelo opírá, jsou vloženy silové snímače 9, jejichž výstupy jsou napojeny na programovaný ovládač zapínání a vypínání elektrického proudu topných spirál 12, 15. U daného příkladu provedení je teplotně dilatující odlehčovací prvek 10 proveden ve formě dutého tělesa, což umožňuje pro zkrácení zatěžovacího cyklu i použití chladicího media.

Vynález je možno využívat ve zkušebnách strojírenských podniků pro zkoušky únavových vlastností materiálu.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

262 836

1. Zařízení pro zkoušky únavových vlastností materiálu tvořené rámem, k jehož prvnímu příčnicku je uchycen první člen upínacího zařízení zkoušeného vzorku, zatímco jeho druhý člen je spojen s teplotně dilatujícím zatěžovacím prvkem u protějšího druhého příčnicku rámu, vyznačující se tím, že teplotně dilatující zatěžovací prvek /6/ je svým vnitřním koncem /8/ opřen o vnější stranu druhého příčnicku /7/ rámu /1/ a jeho vnější konec je s druhým členem /5/ upínacího zařízení zkoušeného vzorku /4/ spojen prostřednictvím teplotně dilatujícího odlehčovacího prvku /10/.
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi vnitřním koncem /8/ teplotně dilatujícího zatěžovacího prvku /6/ a vnější stranou druhého příčnicku /7/ rámu /1/ jsou uloženy silové snímače /9/ pro regulaci cyklického ohřevu teplotně dilatujícího odlehčovacího prvku /10/.

1 výkres

