



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

219451
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 M 7/00

(22) Přihlášeno 05 11 79

(21) [PV 7523-79]

(40) Zveřejněno 27 08 82

(45) Vydáno 15 08 85

(75)

Autor vynálezu

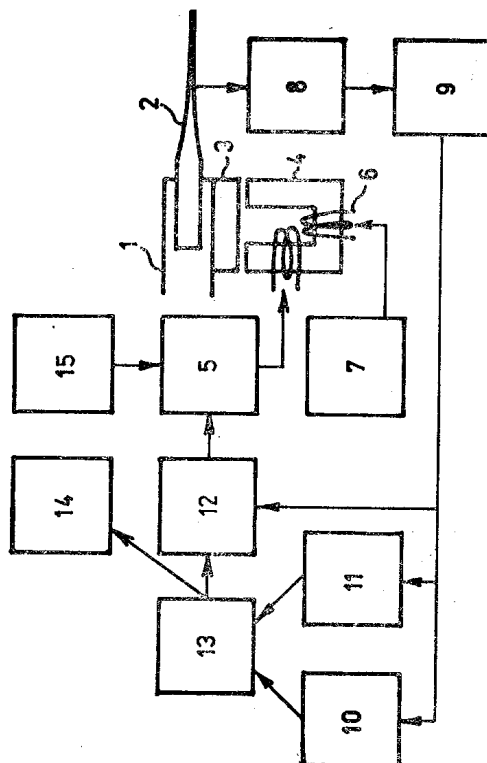
RUDA MIROSLAV ing. CSc., PRAHA, SEJREK FRANTIŠEK ing., VELKÉ
MEZIRŘÍČÍ, CHLÁDEK JOSEF ing., PRAHA

(54) **Zařízení pro programované únavové zkoušky na rezonančních
zkušebních strojích**

1

2

Zařízení pro programované únavové zkoušky na rezonančních zkušebních strojích obsahuje elektricky ovládaný zdroj budicí síly, například výkonový zesilovač a řídicí počítač, napojený přes měřicí zesilovač na snímač amplitudy kmitů zkoušené strojní součásti, který je připojen na vstup bloku řízení amplitudy. Na frekvenční vstup řídicího počítače (13) je napojen výstup tvarovače (10) zesíleného signálu snímače (8) amplitudy kmitů. Jeden z výstupů řídicího počítače (13) je spojen se vstupem omezovacího spínače (14), který je dále napojen na vstup stykače (15), jehož výstup je napojen na výkonový zesilovač (5). Řídicí počítač (13) je zapojen na blok (12) řízení amplitudy.



Vynález se týká zařízení pro programované únavové zkoušky na rezonančních zkušebních strojích, řízených počítačem v autooscilačním režimu.

Strojní součásti jsou ve snaze o neefektivnější využití v provozu vystaveny stále větším a složitějším dynamickým namáháním, přičemž provozní podmínky jsou tak komplikované, že pouhý pevnostní výpočet nedává dostatek podkladů pro vypracování konstrukce strojní součásti, optimální z hlediska spolehlivosti, využití materiálu, ekonomie výroby, atp. Proto jsou ve stadiu výzkumu předcházejícího zpracování konstrukční dokumentace, nebo ve fázi ověřování chování výrobku prováděny únavové zkoušky, při nichž jsou strojní součásti nebo jejich modely zatěžovány podle cyklu, který se co nejvíce přibližuje charakteru skutečného namáhání v provozu. Proměnná zatížení se u zkušebních strojů vyvozují různými způsoby, například hydraulicky, mechanicky, elektromagneticky, elektrodynamicky, magnetostrikčně, atp., přičemž jsou řízeny a regulovány ručně nebo automaticky podle požadovaného programu zatěžování.

Ruční řízení a regulace zkušebních strojů neumožňuje nastavení změn skutečného nebo předpokládaného průběhu zátěže v časově proměnných hodnotách podle skutečného průběhu namáhání zkoušené strojní součásti nebo jejího modelu. Únavové poškození a jeho vývojové stadium se přitom posunuje z optického sledování kritických míst, případně z velikosti trvalé respektive celkové deformace součásti. Analýza lomové plochy prováděná až po úplném lomu součásti nemůže být přesná, neboť lomové plochy jsou v průběhu vývoje trhliny dynamických zatěžování součásti poškozeny.

K automatickému řízení a regulaci zkušebních strojů pro dynamické zkoušky materiálu se používají počítače pracující s vlastním zkušebním zařízením ve spřaženém provozu, což umožňuje simulaci skutečného zatěžovacího procesu definovaného příslušnými statistickými charakteristikami. Programové zatěžování se nejčastěji používá u hydraulických zkušebních strojů, kde se také nejsnáze realizuje. Jejich frekvenční rozsah je však při větším zdvihu pracovních válců malý a je limitován kritickými rychlostmi proudění pracovní kapaliny. Tyto stroje mají velkou hmotnost, jsou výrobně nákladné a energeticky náročné.

Mechanické rezonanční zkušební stroje s pomocnými pracovními pružinami a závažími, která snižují zatěžovací frekvenci při únavové zkoušce do oblasti desítek až maximálně několika Hz jsou z energetického hlediska sice výhodnější, ale jsou náročné na přesnost výroby a tudíž nákladné. Popsané druhy zkušebních strojů nejsou vhodné pro únavové zkoušky strojních součástí zatěžovaných v provozu dynamickými silami

s vysokou frekvencí řádu stovek Hz až několika Hz.

Kromě frekvenčního omezení lze na těchto strojích jen velmi obtížně modelovat rozložení napjatosti podél zkoušené součásti tak, aby odpovídalo provozním podmínkám například při rezonančním kmitání pro tento druh zkoušek jsou vhodné rezonanční zkušební stroje, u kterých zkoušená součást kmitá v autooscilačním režimu s frekvencí odpovídající zvolenému základnímu tvaru kmitu. Budicí síly mohou být vyvozeny elektromagneticky, elektrodynamicky, magnetostrikčně nebo i jinak. Tyto stroje jsou jednoduché, vykazují malou spotřebu energie a rychlý průběh zkoušek. Regulaci velikosti působících sil ve stanovených tolerancích je však obtížná, s čímž souvisejí i potíže při realizaci programovaných zkoušek s nestacionárním průběhem zatěžujících sil. Používané regulační systémy, například u elektromagneticky poháněných vibrátorů ve směs využívající signálu ze snímače kmitů na zkoušené součásti ve zpětnovazební smyčce po úpravě a zesílení pro napájení budiče kmitů, jsou citlivé na rušivé vlivy na zkušebně a slouží pouze k udržení konstantní amplitudy namáhání, tj. při klasických jednostupňových zkouškách.

Řízení amplitudy se u známých mechanicko-elektrických vibračních zařízení tohoto typu provádí zpravidla omezovačem signálu, zařazeným do zpětnovazební smyčky obvodu oscilátoru, vybaveným případně druhou zpětnovazební smyčkou s regulačním obvodem, který řídí velikost omezení a stabilizuje tak kmitu na požadované úrovni, například podle čs. patentu 101 885.

Jiný způsob podle čs. patentu 137 979, využívající tzv. nepřímé zpětné vazby, spočívá v podstatě v řízení výkonového zesilovače signálem ze sekundárního oscilátoru ovládaného detektorem fázového posuvu budičích kmitů a vlastních kmitů mechanické soustavy. Signál je upraven v dalším regulačním členu. Nevýhodou zařízení tohoto typu s klasickými regulačními obvody je citlivost na rušivé vlivy na zkušebnách, zejména na rychlé změny síťového napětí. Slouží pouze k udržení konstantní amplitudy namáhání, nebo při zkouškách na několika diskrétních hladinách napětí.

Některá tato známá zařízení jsou vybavena obvody pro signalizaci nebo přerušování zkoušky při snížení zkušební frekvence. Nevýhodou známých provedení, například měřičů frekvence se stavitelnými spínacími kontakty, je malá citlivost — s charakteristickou hodnotou 5 % pracovní frekvence, nebo při zvýšené citlivosti, jejich aktivace nahodilými změnami a rušivými signály. Změna vlastní frekvence o 5 % již odpovídá stadiu šíření rozvinuté makrotrhliny a v řadě zkušebních aplikací je příliš hrubým kritériem stupně poškození.

Uvedená známá zařízení nemohou rozlišit

a hodnotit jednotlivé etapy únavového porušení a nehodí se z tohoto důvodu k realizaci náročných zkušebních programů, kdy například po rychlé iniciaci trhliny v první etapě zkoušky chceme v další etapě sledovat její růst v závislosti na spektru zatěžování.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro programování únavové zkoušky na rezonančních zkušebních strojích podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na frekvenční vstup řídicího počítače je napojen výstup tvarovače zesíleného signálu snímače amplitudy kmitů, přičemž jeden z výstupů řídicího počítače je spojen se vstupem omezovacího spínače, který je dále napojen na vstup stykače, jehož výstupu je napojen na výkonový zesilovač, přičemž řídicí počítač je zapojen na blok řízení amplitudy.

Zařízení podle vynálezu umožňuje změnu programu, přerušení, případně ukončení zkoušky při změně (poklesu) vlastní frekvence kmitů zkoušené součásti o nastavitelnou diferenci, při současném splnění jiných definovaných podmínek, takže je programově eliminován vliv nahodilých změn a rušivých signálů. Například zásahy vyvolá až opakovaně signalizovaný pokles vlastní frekvence v několika následujících časových úsecích při automatické korekci vlivu změn frekvence vyvolaných změnou úrovně namáhání zkoušené součásti a tím i tlumení kmitající soustavy.

Příkladné provedení zařízení pro programované únavové zkoušky na rezonančních zkušebních strojích podle vynálezu je schematicky znázorněno na výkresu. Do ramene 1 vibrátoru je vetknuta zkoušená součást 2, například lopatka turbokompresoru, rozkmitávaná kotvou 3 elektromagnetu 4, napájeného výkonovým zesilovačem 5. Elektromagnet 4 má pomocné předmagnetizační vinutí 6, napájené ze zdroje stejnosměrného proudu 7. Na zkoušenou součást 2 je napojen snímač 8 amplitudy kmitů, jehož výstup je spojen se vstupem měřicího zesilovače 9. Výstup měřicího zesilovače 9 je spojen se vstupem tvarovače 10 signálu, se vstupem detektoru 11 amplitudy namáhání a se vstupem bloku 12 řízení amplitudy, jehož výstup je napojen na výkonový zesilovač 5. Výstupy tvarovače 10 signálu a detektoru 11 amplitudy namáhání jsou spojeny frekvenčním a analogovým vstupem s řídicím počítačem 13, jehož jeden číslicový výstup je spojen s blokem 12 řízení amplitudy a druhý číslicový výstup je spojen s omezovacím spínačem 14, na který je dále napojen vstup stykače 15, jehož výstup je napojen na výkonový zesilovač 5.

Funkce zařízení podle vynálezu je následující: Po zavedení programu, zabezpečujícího řízení zatěžovacího programu, do paměti řídicího počítače 13 a jeho spuštění, se uvede přes blok 12 řízení amplitudy a

přes výkonový zesilovač 5 v činnost elektromagnet 4 s kotvou 3, který rozkmitá rameno 1 vibrátoru s vetknutou zkoušenou součástí 2. Při tom pomocné předmagnetizační vinutí 6 na elektromagnetu 4 zabraňuje zdvojnásobení frekvence budicí síly vyvozené elektromagnetem 4 vůči frekvenci napájecího signálu.

Amplitudu kmitání volného konce zkoušené součásti snímá snímač 8, jehož signál je zesílen v měřicím zesilovači 9 a je přiváděn zároveň do tvarovače 10 signálu, do detektoru 11 amplitudy namáhání a do bloku 12 řízení amplitudy, kde se signály upraví a přivedou do řídicího počítače 13. Z řídicího počítače 13 je přiváděn signál do bloku 12 řízení amplitudy a dále do výkonového zesilovače 5, který napájí vinutí elektromagnetu 4. Dalším výstupem jde z řídicího počítače do omezovacího spínače 14, spojené se stykačem 15. V tvarovači 10 signálu se vstupní sinusový signál z měřicího zesilovače 9 vytvaruje do pravoúhlého průběhu požadované úrovně napětí. Přivádí se frekvenčním vstupem do řídicího počítače 13 a slouží k měření frekvence kmitání zkoušené součásti 2.

Sled signálů z tvarovače 10 se v řídicím počítači 13 kontinuálně vyhodnocuje. Při signifikantní změně (poklesu) frekvence se v závislosti na druhu zkušebního programu buď změní zatěžovací spektrum pomocí řízení bloku řízení amplitudy 12, nebo se číslicovým výstupem řídicího počítače 13 přivede signál do omezovacího spínače 14, ovládajícího stykač 15, který vypne celé zkušební zařízení z provozu. Detektor 11 amplitudy namáhání transformuje sinusový signál z měřicího zesilovače 9 na stejnosměrné napětí, úměrné špičkové velikosti signálu, jehož velikost charakterizuje úroveň zatížení zkoušené součásti, a které je přiváděno na analogový vstup řídicího počítače 13. V počítači je velikost signálu porovnávána se žádanou hodnotou podle programu a impulsním regulačním obvodem, realizovaným programovým vybavením počítače, je určována potřebná hodnota akční veličiny. Ta je číslicovým výstupem počítače 13 přiváděna do bloku 12 řízení amplitudy, kde je podle její velikosti řízena úroveň výstupního signálu, vedeného do výkonového zesilovače 5. Zároveň je fázovacím obvodem nastavován optimální fázový posuv mezi signálem přicházejícím ze snímače 8 amplitudy kmitu přes měřicí zesilovač 9 a signálem výstupním, vedeným z bloku 12 řízení amplitudy do výkonového zesilovače 5.

Zařízení podle vynálezu umožňuje provádění únavových zkoušek strojních součástí, v rezonančním režimu, při nichž frekvence a fázový posuv budicí síly, vyvolující zatížení zkoušené součásti jsou optimální a její amplituda je řízena podle požadovaného ča-

sového programu zatěžování zkoušené strojní součásti.

Zařízení podle vynálezu je vhodné zejména

na pro zkoušení strojních součástí, u kterých dochází v provozu k rezonančnímu kmitání.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zařízení pro programované únavové zkoušky na rezonančních zkušebních strojích, obsahující elektronicky ovládaný zdroj budicí síly, například výkonový zesilovač a řídicí počítač, napojený přes měřicí zesilovač na snímač amplitudy kmitů zkoušené strojní součásti, který je připojen na vstup bloku řízení amplitudy, vyznačený tím, že na frekvenční vstup řídicího počítače (13) je napo-

jen výstup tvarovače (10) zesíleného signálu snímače (8) amplitudy kmitů, přičemž jeden z výstupů řídicího počítače (13) je spojen se vstupem omezovacího spínače (14), který je dále napojen na vstup stykače (15), jehož výstup je napojen na výkonový zesilovač (5), přičemž řídicí počítač (13) je zapojen na blok (12) řízení amplitudy.

1 list výkresů

