



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

207 522

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 01 02 79
(21) PV 700 - 79

(51) Int. Cl.³ G 01 H 13/00

(40) Zveřejněno 29 02 80
(45) Vydáno 01 12 83

(75)

Autor vynálezu HUJEČEK ZDENĚK ing. CSc.,
KULMA JAROSLAV a
MÁLEK ANTONÍN ing. CSc., PRAHA

(54) Zařízení pro zjišťování polohy vlastní frekvence kontrolované součásti k mezním hodnotám frekvencí jejího předepsaného tolerančního pole

Při výrobě kompresorových a turbinových lopatek je třeba vytržít takové, u nichž by v daných provozních podmínkách v rozsahu přípustných pracovních režimů stroje mohlo nastat nebezpečné rezonanční kmitání. V zařízení podle vynálezu se porovnává, zda odchylky vlastní frekvence vyrobené lopatky, vyvolané rozměrovými odchylkami od nominálních hodnot, jsou v mezích hodnot frekvencí předepsaného tolerančního pole, vymezeného etalonem (vzorovou lopatkou) vyrobeným s maximálními a etalonem vyrobeným s minimálními výkresovými úchyly. V základovém stojanu 4 upnutá kontrolovaná součást (lopatka) 1 a frekvenční etalony 21, 28 jsou rozkmitávány proudem tlakového média přerušovaným horním a dolním kotoučem 44, 35. Výstupy elektrických snímačů rezonancí 56, 57, 58 jsou připojeny na vstupy logického členu 48 pro vyhodnocení pořadí rezonancí frekvencí. Jedenáct bodů předmětu vynálezu chrání různé alternativy provedení vynálezu.

Vynález se týká zařízení pro zjišťování polohy vlastní frekvence kontrolované součásti k mezním hodnotám frekvencí jejího předepsaného tolerančního pole, zejména pak pro kontrolu kompresorových a turbinových lopatek při jejich výrobě.

Při výrobě lopatkových i jiných strojů se musí kontrolovat všechny významné frekvence vlastních kmitů často u velkého počtu jejich součástí, zejména lopatek. Frenvenční kontrolou se vytřídí součásti, u nichž by v daných provozních podmínkách v rozsahu přípustných pracovních režimů stroje mohlo nastat nebezpečné rezonanční kmitání.

Při sériové výrobě leteckých motorů se například zpravidla kontrolují všechny významné frekvence vlastních kmitů u všech rotorových a často i u některých druhů statorových lopatek, takže objem těchto prací je značný.

Měřicí řetězce pro frekvenční kontrolu součástí obsahují řadu přístrojů, které v souhrnu mají značnou pořizovací cenu, jsou složité a vyžadují kvalifikovanou obsluhu, přičemž samotná frekvenční kontrola je pracná a zdlouhavá.

Uvedené nevýhody odstraňuje zařízení podle vynálezu, které zjišťuje vztah vlastní frekvence kontrolované součásti k mezním hodnotám frekvencí jejího předepsaného tolerančního pole.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že společně s kontrolovanou součástí, opatřenou elektrickým snímačem rezonance její vlastní frekvence, je na základový stojan zařízení upnut nejméně jeden frekvenční etalon, rozkmitávaný budičem společně s kontrolovanou součástí a naladěný na mezní hodnotu frekvence jejího předepsaného tolerančního pole. Frekvenční etalon je opatřen elektrickým snímačem rezonance mezní hodnoty frekvence a výstupy elektrických snímačů rezonancí jsou připojeny na vstupy logického členu vyhodnocujícího pořadí rezonancí vlastní frekvence kontrolované součásti a hodnoty frekvence frekvenčního etalonu.

Zařízení podle vynálezu použitím frekvenčních etalonů umožňuje stanovit polohu rezonance vlastní frekvence kontrolované součásti k jejímu předepsanému tolerančnímu poli jednoduše při splnění technických požadavků na přesnost kontroly frekvencí. Zařízení tím podstatně zvyšuje produktivitu práce při kontrole výrobků, zejména v sériové výrobě a je proto vhodné k zařazení do vysoce produktivních automatizovaných výrobních linek.

Příklad provedení vynálezu je znázorněn na připojeném výkrese, který představuje schematické uspořádání zařízení se systémem zapojení přívodu tlakového média a s elektrickým zapojením snímačů rezonance.

Kontrolovaná součást 1 je upevněna v rozříznutém držáku 2, jehož sevření a přitažení k základovému stojanu 4 je prováděno šroubovým spojem utažením páky 3.

Pod kmitajícím koncem kontrolované součásti 1 vyúsťuje horní tryska 5 upravená na horním tělese 6, připevněném na základovém stojanu 4. Do horní trysky 5 je tlakové médium přiváděno přes pravý ventil 10 horním potrubím 7 a vývrtem v horním tělese 6, v němž je provedeno horní vybrání 61, do kterého zasahuje úsek horního kotouče 44, nasazeného na

207 522

horní konec hřídele 42, který je otočně uložen v ložiskách 39 uložených v ložiskové skříni 38 spojené pomocí žebér 37 s prstencem 14, připevněným k základovému stojanu 4 a spolu s ním k základové desce 32. Na dolním konci hřídele 42 je nasazen dolní kotouč 35, který svými obvodovými úseky zasahuje jednak do pravého dolního vybrání 62 pravého dolního tělesa 13, připevněného k vnitřní ploše prstence 14, a jednak do levého dolního vybrání 63 levého dolního tělesa 36, připevněného rovněž k prstenci 14.

Na základové desce 32 je připevněna jednak pravá podložka 20 s uchyceným pravým frekvenčním etalonem 21, a jednak levá podložka 27 s uchyceným levým frekvenčním etalonem 28. K horním plochám kmitajících konců frekvenčních etalonů 21, 28 ústí pravá dolní tryska 16, upravená na pravém dolním tělese 13, a levá dolní tryska 34, upravená na levém dolním tělese 36. Do dolních trysek 16, 34 je tlakové médium přiváděno přes levý ventil 9 dolním potrubím 8 a vývrty v dolních tělesech 13, 36.

V horním kotouči 44 jsou v pravidelných roztečích na kružnici soustředně s ním po obvodu provedeny výřezy nebo horní otvory 59 ve směru průtoku tlakového média do horní trysky 5 a obdobně jsou v dolním kotouči 35 provedeny výřezy nebo pravé dolní otvory 15 pro pravou dolní trysku 16 a výřezy nebo levé dolní otvory 60 pro levou dolní trysku 34.

U kmitajícího konce kontrolované součásti 1 je umístěn horní snímač 56 fotonkového typu s horním zdrojem světla 47 a horní fotobuňkou 45, mezi nimiž prochází světelný paprsek přerušovaný kontrolovanou součástí 1 při rozkmitu odpovídající rezonanci vlastní frekvence kontrolované součásti 1. Obdobně je umístěn pravý snímač 58 s pravým dolním zdrojem světla 19 a pravou dolní fotobuňkou 17 u pravého frekvenčního etalonu 21 a levý snímač 57 s levým dolním zdrojem světla 31 a levou dolní fotobuňkou 33 u levého frekvenčního etalonu 28. Výstupy od fotobuňek 45, 17, 33 jsou připojeny na vstupy logického členu 48, jehož první výstup je připojen na zelenou žárovku 49 a druhý výstup na červenou žárovku 50.

Třetí výstup logického členu 48 je připojen na ovládací vstup servomotoru 29 uzavíracího ventilu 11 hlavního přívodu tlakového média.

Pod horním kotoučem 44 je umístěna hnací tryska 40, usměrňující tlakové médium, přiváděné spodním potrubím 12 přes spodní ventil 52, pod malým úhlem ve směru otáčení horního kotouče 44 do horních otvorů 59 nebo na záběrové plochy k tomuto účelu zvláště vytvořené.

Na konec hřídele 42, vyčnívající nad horní kotouč 44, jsou nasunuty odnímatelné setrvačníky 41 různé hmotnosti a průměru, které se otáčejí zároveň s horním kotoučem 44.

Pod dolním kotoučem 35 v ose hřídele 42 je k základové desce 32 připevněna pístnice 64 zakončená pístem 23 a propojená dutinou s odbočkou 55 spodního potrubí 12 a prostorem 22, vytvořeným mezi pístem 23 a hrncovitým přitlačným válcem 24. Přitlačný válec 24 je posuvně a neotočně uložen jednak na pístnici 24 a jednak uvnitř válce 25, připevněného k základové desce 32. Na přírubovitém otevřeném konci přitlačného válce 24 je připevněn brzdový kotouč 26, zabírající s třecím obložním 51 dolního kotouče 35. Přitlačný válec 24 je

odpružen pružinou 54, uloženou ve válci 25 a tlačicí přitlačný válec 24 směrem k třecímu obložení 51.

K základovému stojanu 4 a prstenci 14 je připevněn kryt 53, uzavírající a proti vnějšmu prostředí zvukově izolující kontrolovanou součást 1, frekvenční etalony 21, 28, rotor s brzdou a hnací tryskou 40 a elektrické snímače rezonance 56, 57, 58. Kryt 53 je opatřen tlumičem 43 hluku tlakového média vytékajícího z uzavřeného prostoru do vnějšího prostředí.

Zařízení podle vynálezu se uvede do činnosti tlačítkem na řídicím panelu logického členu 48, jímž se zapojí proud do elektrických obvodů snímačů 56, 57, 58 a dá povel k otevření uzavíracího ventilu 11. Z hlavního přívodu začne proudit do tlakového systému tlakové médium, například vzduch, který nejdříve vnikne do prostoru 22, překoná sílu pružiny 54 a oddálením brzdového kotouče 26 od třecího obložení 51 odbrzdí dolní kotouč 35. Pak hnací tryskou 40 foukáním do horních otvorů 59 nebo na zvláštní záběrové plochy roztočí oba kotouče 44, 35. Propuštěním proudu vzduchu zkrze otvory 59, 15, 60 do trysek 5, 16, 34 se rozkmitají kmitající konce kontrolované součásti 1 a frekvenčních etalonů 21, 28. Přerušovaný proud vzduchu periodicky ohybově, případně i torzně, zatěžuje kontrolovanou součástku 1, například kompresorovou nebo turbinovou lopatku, i frekvenční etalony 21, 28.

Jakmile otáčky kotoučů 44, 35 dosáhnou takové hodnoty, že součin této hodnoty otáček a počtu levých dolních otvorů 60 se rovná frekvenci levého frekvenčního etalonu 28, naladěného na nejnižší hodnotu frekvence předepsaného tolerančního pole kontrolované součásti 1, tento etalon 28 se rezonančně rozkmitá. Světelný paprsek, vysílaný z levého dolního zdroje světla 31 a v klidovém stavu tohoto etalonu 28 přerušovaný, je při rezonančním kmitání přijímán periodicky levou dolní fotobuňkou 33. Vzniklé elektrické napětí se přivede na první vstup logického členu 48.

Pro indikaci rezonančního kmitání lze použít i alternativní způsob, kdy v klidovém stavu kontrolované součásti 1 nebo frekvenčních etalonů 21, 28 není světelný paprsek přerušen, takže fotobuňky 33, 45, 17 vyvíjejí stálé napětí, které se začne periodicky měnit až v okamžiku rezonančních amplitud, při nichž dochází k přerušování světelných paprsků kmitající kontrolovanou součástí 1 a frekvenčními etalony 21, 28.

Jestliže je kontrolovaná součást 1 správně naladěna, je její vlastní frekvence (při malém tlumení se frekvence rezonanční v podstatě rovná vlastní frekvenci) vyšší, než nejnižší hodnota frekvence jejího předepsaného tolerančního pole, a nižší, než nejvyšší hodnota tohoto pole. Proto dojde při dalším zvyšování otáček kotoučů 44, 35 k rezonančnímu kmitání kontrolované součásti 1, které se indikuje horním snímačem 56 vysílajícím z horního zdroje světla 47 světelný paprsek na horní fotobuňku 45, která ho převede na elektrické napětí, jež se přivede na druhý vstup logického členu 48.

Při dalším zvyšování otáček kotoučů 44, 35 nastane rezonanční kmitání pravého frekvenčního etalonu 21, naladěného na nejvyšší hodnotu frekvence předepsaného tolerančního pole kontrolované součásti 1. Rezananční kmitání tohoto etalonu 21 se indikuje již popsáním způsobem pravým snímačem 58, vysílajícím z pravého dolního zdroje světla 19 světelný pa-

207 522 |

prsek na pravou dolní fotobuňku 17, která ho převede na elektrické napětí, jež se přivede na třetí vstup logického členu 48, odkud se vyšle povel do servomotoru 29 k uzavření uzavíracího ventilu 11.

Logický člen 48, vytvořený reléovými, klopnými nebo podobnými obvody, posoudí časový sled elektrických impulsů fotobuněk 33, 45, 17 při zvyšování nebo snižování počtu otáček kotoučů 44, 35, to jest pořadí vzniku rezonancí frekvenčních etalonů 28, 21 a kontrolované součásti 1. Je-li splněno předepsané pořadí nerovností rezonančních frekvencí: frekvence levého frekvenčního etalonu 28 < frekvence kontrolované součásti 1 < frekvence pravého frekvenčního etalonu 21, vyšle logický člen 48 elektrický impuls k rozsvícení zelené žárovky 49 s nápisem "ANO" na znamení, že kontrolovaná součást 1 je vyrobena ve frekvenční toleranci. Není-li splněno předepsané pořadí nerovností, vyšle logický člen 48 elektrický impuls k rozsvícení červené žárovky 50 s nápisem "NE" na znamení, že kontrolovaná součást 1 je nevyhovující.

Zařízení může být snadno upraveno pro kontrolu dvou i více frekvencí vlastních kmitů různého typu. Po obvodu dolního kotouče 35 lze rozmístit potřebný počet frekvenčních etalonů a jim příslušných trysek, který bude zpravidla dvojnásobkem počtu kontrolovaných frekvencí vlastních kmitů kontrolované součásti 1. V případě potřeby může mít každá dvojice frekvenčních etalonů vlastní řadu přepouštěcích otvorů v dolním kotouči 35 a každý kontrolovaný tvar kontrolované součásti 1 zvláštní trysku a jí příslušnou řadu otvorů v horním kotouči 44.

Výstupní signály logického členu 48 lze s výhodou použít při zařazení zařízení podle vynálezu do automatizovaného výrobního procesu kompresorové nebo turbínové lopatky.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zařízení pro zjišťování polohy vlastní frekvence kontrolované součásti k mezním hodnotám frekvencí jejího předepsaného tolerančního pole sestávající ze základového stojanu s upnutou kontrolovanou součástí rozkmitávanou budičem, přičemž rezonance vlastní frekvence kontrolované součásti je snímána elektrickým snímačem, vyznačené tím, že společně s kontrolovanou součástí (1), opatřenou elektrickým snímačem rezonance (56) její vlastní frekvence, je na základový stojan (4) upnut nejméně jeden frekvenční etalon (21, 28), naladěný na mezní hodnotu frekvence jejího předepsaného tolerančního pole a opatřený elektrickým snímačem rezonance (57, 58) této mezní hodnoty frekvence, přičemž výstupy elektrických snímačů rezonancí (56, 57, 58) jsou připojeny na vstupy logického členu (48) pro vyhodnocení pořadí rezonancí vlastní frekvence kontrolované součásti (1) a frekvence frekvenčního etalonu (21, 28).
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že budič je tvořen rotorem otočně uloženým vůči základovému stojanu (4) a opatřeným na alespoň jedné kružnici soustředné s rotorem pravidelně rozmístěnými výřezy nebo otvory propojujícími potrubí přívodu tlakového

- média s tryskami, ústíci u příslušných ploch rozkmitávané kontrolované součásti (1) a frekvenčního etalonu (21, 28).
3. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že rotor je tvořen dvěma kotouči (44, 35) nasazenými na konce hřídele (42) otočně uloženého svou střední částí v ložiskové skříni (38) uchycené pomocí žeber (37) k prstenci (14) základového stojanu (4), k němuž jsou připevněny jednak horní těleso (6) s horním potrubím (7) přívodu tlakového média do horní trysky (5) ústící u rozkmitávané plochy kontrolované součásti (1) upnuté v držáku (2) na základovém stojanu (4), přičemž v horním tělese (6) je vytvořeno horní vybrání (61), do něhož zasahuje obvodová část horního kotouče (44) s horními otvory (59), tvořícími průchod tlakového média do horní trysky (5), a jednak nejmeně jedno dolní těleso (13, 36) s dolním potrubím (8) přívodu tlakového média do dolní trysky (16, 34) ústící u rozkmitávané plochy frekvenčního etalonu (21, 28) připevněného k podložce (20, 27) na základové desce (32) spojené se základovým stojanem (4), přičemž v dolním tělese (13, 36) je vytvořeno vybrání, do něhož zasahuje obvodová část dolního kotouče (35) s dolními otvory (15, 60) tvořícími průchod tlakového média do dolních trysek (16, 34).
 4. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že na přívod tlakového média je napojena hnací tryska (40) pro usměrnění tlakového média ve směru otáčení rotoru na jeho záběrové plochy.
 5. Zařízení podle bodů 2 až 4, vyznačené tím, že na přívod tlakového média je napojeno ovládací ústrojí třecí brzdy rotoru.
 6. Zařízení podle bodu 5, vyznačené tím, že ovládací ústrojí třecí brzdy sestává z pístnice (64) k základové desce (32) připevněné v ose hřídele (42), a zakončené pístem (23) a propojené dutinou s odbočkou (55) přívodu tlakového média a s prostorem (22), vytvořeným mezi pístem (23) a odpruženým hrncovitým přitlačným válcem (24), nesoucím brzdový kotouč (26) zabírající s třecím obložním (51) dolního kotouče (35), a posuvně uloženým neotočně na pístnici (64).
 7. Zařízení podle bodů 2 až 6, vyznačené tím, že s rotorem budiče je spojen odnímatelný setrvačnick (41).
 8. Zařízení podle bodů 2 až 7, vyznačené tím, že výstup logického členu (48) je připojen na ovládací vstup servomotoru (29) uzavíracího ventilu (11) přívodu tlakového média.
 9. Zařízení podle bodů 1 až 8, vyznačené tím, že elektrické snímače rezonancí (56, 57, 58) jsou tvořeny fotonkovými snímači se zdroji světla (47, 19, 31) a fotonkami (45, 17, 33).
 10. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že k základovému stojanu (4) je připevněn kryt (53) pro uzavírání kontrolované součásti (1), frekvenčního etalonu (21, 28), budiče a elektrických snímačů rezonance (56, 57, 58).
 11. Zařízení podle bodů 2 až 10, vyznačené tím, že kryt (53) je opatřen tlumičem (43) hlu ku tlakového média vytékajícího do vnějšího prostředí.

