

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

264 867

(11) (B1)

(13)

(51) Int. Cl.⁴

G 01 N 3/00 //
G 01 N 3/38



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

(22) Přihlášeno 20 01 87

(21) PV 420-87.F

(40) Zveřejněno 15 12 88

(45) Vydáno 15 12 89

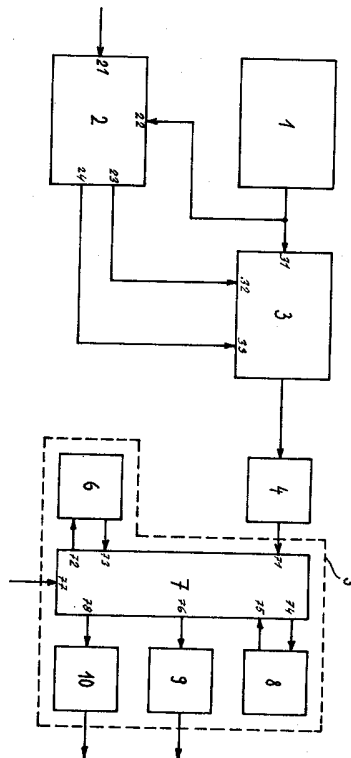
(75)

Autor vynálezu

ŠTASTNÝ ALOIS ing. CSc., PATROVSKÝ JIŘÍ ing.,
NEJEDLÝ VLADIMÍR ing., PRAHA

(54) Zapojení pro záznam a vyhodnocení průběhu dynamické únavové zkoušky

(57) Řešení se týká zapojení pro záznam a vyhodnocení průběhu dynamické únavové zkoušky materiálů na elektrických vysokofrekvenčních pulsátorech, pracujících na rezonačním principu. Podstata řešení spočívá v tom, že měřicí výstup únavového stroje je připojen na čítecí vstup řídicího čítače, jehož hradlovací výstup a spouštěcí výstup jsou připojeny k blokovacím vstupům čítače - převodníku, na jehož čítecí vstup je připojen výstup oscilátoru, připojený současně k synchronizačnímu vstupu řídicího čítače. Výstup čítače - převodníku je připojen na vstup paměti typu FIFO, jejíž výstup je připojen na číslicový vyhodnocovací obvod s analogovými výstupy. Navržené zapojení lze využít tam, kde se provozují a vyhodnocují dynamické únavové zkoušky pomocí vysokofrekvenčních pulsátorů.



Vynález se týká zapojení pro záznam a vyhodnocení průběhu dynamické únavové zkoušky materiálů na elektrických vysokofrekvenčních pulsátorech, pracujících na rezonančním principu.

Při těchto zkouškách se vzorky zkoušených materiálů podrobují současně působícímu statickému a dynamickému harmonickému namáhání. Základem dynamické části únavového stroje je elektromagnetický vibrátor. Ten budí paralelní mechanický kmitavý obvod, tvořený hmotou kmitající části vibrátoru zvětšenou o přídavná závaží, pomocnou pružinou vytvářející statické předpětí ve vzorku a pružinou, kterou je sám vzorek zkoušeného materiálu upnutý do čelistí únavového stroje. Tuhost pomocné pružiny je vůči tuhosti vzorku malá. Velikost přídavných závaží se volí tak, aby se rezonanční kmitočet obvodu, určený v podstatě tuhostí vzorku a hmotností kmitající části nacházel v pracovním frekvenčním pásmu únavového stroje. Elektrický siloměr zjišťující namáhání vzorku, elektronický regulátor a výkonový zesilovač, který napájí elektromagnetický vibrátor tvoří spolu s mechanickým obvodem elektromechanický zpětnovazební systém, který kmitá s kmitočtem (zkušebním kmitočtem) v podstatě rovným rezonančnímu kmitočtu mechanického obvodu. Regulátor zajišťuje definovanou velikost namáhání.

Po určité době od začátku zkoušky, to je po určitém počtu únavových cyklů, se začne od středového otvoru nebo jiného předem definovaného narušení vzorku testovaného materiálu šířit únavová trhlinka. Je zřejmé, že šíření trhliny, které způsobuje postupné zmenšování tuhosti vzorku, má za následek pokles rezonančního kmitočtu zmíněného mechanického obvodu a tím i pokles zkušebního kmitočtu. Průběh šíření únavové trhliny lze tedy zkoumat prostřednictvím průběhu změny zkušebního kmitočtu únavového stroje. Ten se během zkoušky změní pouze o několik procent. Po dosažení předem volitelné změny zkušebního kmitočtu anebo po přetržení vzorku se činnost únavového stroje automaticky zastaví. Pro určování únavových vlastností materiálu je důležitá závislost rychlosti šíření trhliny na její délce, tedy vztah

$$\dot{l} = \varphi_1(l)$$

kde

$$l = \varphi_2(n)$$

je délka trhliny závislá na počtu absolvovaných únavových cyklů n a

$$\dot{l} = \frac{dl}{dn} = \frac{d\varphi_2(n)}{dn} = \varphi_3(n)$$

je rychlost šíření trhliny v závislosti na počtu únavových cyklů.

U dosud používaného zapojení pro záznam a vyhodnocení průběhu dynamické únavové zkoušky se z příslušného výstupu elektronického řídicího bloku pulsátoru odebírá stejnosměrný elektrický signál, jehož velikost je úměrná zkušebnímu kmitočtu f a zaznamenává se pomocí liniového zapisovače. Změřená závislost má tedy tvar

$$f = \psi_1(t).$$

Dále je k dispozici závislost

$$l = \psi_2(f),$$

která se pro každý typ vzorku zjistí experimentálně měřením délky trhliny l v závislosti na zkušebním kmitočtu. K určení požadovaných charakteristik je však třeba znát průběh kmitočtu v závislosti na počtu únavových cyklů n , to je vztah

$$f = \psi_3(n).$$

Ten lze odvodit z časového průběhu kmitočtu. Pro n - počet absolvovaných únavových cyklů při kmitání s kmitočtem f platí

$$n = \int_0^t \psi_1(\tau) d\tau.$$

Výpočet tohoto integrálu ze změřeného průběhu $\psi_1(t)$ lze uskutečnit např. pomocí sumace. Průběh $\psi_1(t)$ se nahradí stupňovitou závislostí, kde se pro časové intervaly $\Delta t = t_{k+1} - t_k$, kde $t_k = k\Delta t$, $k = 0, 1, 2 \dots$ předpokládá $f_k = \psi_1(t_k) = \text{konst.}$ Potom lze výraz

$$n = \int_0^t \psi_1(\tau) d\tau$$

přepsat do tvaru

$$n_k = \Delta t \sum_{i=0}^k f_i = \Delta t \sum_{i=0}^k \psi_1(i\Delta t) = t_k \frac{1}{k} \sum_{i=0}^k \psi_1(i\Delta t).$$

Z tohoto vztahu dostaneme

$$t_k = \frac{n_k}{\frac{1}{k} \sum_{i=0}^k \psi_1(i\Delta t)}$$

a pak

$$f_k = \psi_1(t_k) = \psi_1 \frac{n_k}{\frac{1}{k} \sum_{i=0}^k \psi_1(i\Delta t)} = \psi_3(n_k).$$

Tento způsob stanovení závislosti je pracný a málo přesný. Další nevýhodou dosud používaného zapojení pro záznam a vyhodnocení průběhu dynamické únavové zkoušky z časového průběhu velikosti zkušební kmitočtu, který je k dispozici na výstupu elektronického řídicího bloku pulsátoru je to, že ke vzniku trhliny dochází v závislosti na velikosti statického a dynamického namáhání a daném typu vzorku většinou až za relativně velmi dlouhou dobu od zahájení zkoušky. Ta je obvykle delší, než doba, po kterou se vzniklá trhlina šíří až do zastavení zkoušky nebo přetržení vzorku.

Protože vlastní okamžik vzniku trhliny je jiný nejen pro různé vzorky, ale může se i u stejných vzorků lišit až o řád, musí se velikost zkušební kmitočtu zaznamenávat již mnohem dříve, než dojde ke vzniku trhliny. S tím souvisí i volba rychlosti posuvu záznamového materiálu. Výsledkem jsou redundantní záznamy, kde vlastní úsek potřebný k vyhodnocení je velmi krátký.

Doba potřebná ke zkoušce jednoho vzorku se v praxi pohybuje v závislosti na typu vzorku v rozmezí několika minut až několika dní. Potřebné veličiny nutné k charakteristice únavových vlastností materiálů se tedy u dosud používaného zapojení k záznamu a vyhodnocení průběhu dynamické únavové zkoušky získávají nepřímo, musejí se složitým způsobem počítat a výsledky jsou značně nepřesné.

Uvedené nevýhody odstraňuje zapojení pro záznam a vyhodnocení průběhu dynamické únavové zkoušky podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že měřicí výstup únavového stroje, na kterém je k dispozici signál s časovým průběhem odpovídajícím průběhu dynamického namáhání, je připojen na čítací vstup řídicího čítače, jehož hradlovací výstup a spouštěcí výstup jsou připojeny k blokovacím vstupům čítače - převodníku, na jehož čítací vstup je připojen výstup oscilátoru připojený současně k synchronizačnímu vstupu řídicího čítače. Výstup čítače - převodníku je připojen na vstup paměti typu FIFO, jejíž výstup je připojen na číslicový vyhodnocovací obvod s analogovými výstupy.

Výhodou navrženého zapojení je, že svým uspořádáním a způsobem činnosti dovoluje pomocí signálu, který je běžně k dispozici na výstupu řídicího bloku pulsátoru, měřit s velkou přesností kmitočet namáhání přímo v závislosti na počtu únavových cyklů, přičemž automaticky vypouští nadbytečná data, nepotřebuje během své činnosti až do samočinného ukončení zkoušky žádnou obsluhu a ze zaznamenaných hodnot může snadno určovat ostatní důležité závislosti, které charakterizují únavovou zkoušku, přičemž kultura vydávání výsledků je na vysoké úrovni.

Příklad provedení zapojení podle vynálezu je schematicky znázorněn na připojeném výkrese.

Měřicí výstup únavového stroje je připojen na čítací vstup 21 řídicího čítače 2, jehož hradlovací výstup 23 a spouštěcí výstup 24 jsou připojeny k blokovacím vstupům 32, 33 čítače - převodníku 3, na jehož čítací vstup 31 je připojen výstup oscilátoru 1 připojený současně k synchronizačnímu vstupu 22 řídicího čítače 2. Výstup čítače - převodníku 3 je připojen na vstup paměti 4 typu FIFO, jejíž výstup je spojen s prvním vstupem 71 aritmetickologické jednotky 7 s řadičem a interfejsem, která spolu s blokem 8 zadávání a zobrazování parametrů, pamětí 6 typu RAM, prvním převodníkem D/A 9 a druhým převodníkem D/A 10 tvoří číslicový vyhodnocovací obvod 5 s analogovými výstupy. Druhý vstup 73 a první výstup 72 aritmetickologické jednotky 7 jsou spojeny s výstupem a vstupem paměti 6 typu RAM. Třetí vstup 75 a druhý výstup 74 aritmetickologické jednotky 7 jsou spojeny s výstupem a vstupem bloku 8 zadávání a zobrazování parametrů, třetí výstup 76 se vstupem prvního D/A převodníku 9 a čtvrtý výstup 78 se vstupem druhého D/A převodníku 10. Na řídicí vstup 77 aritmetickologické jednotky 7 je připojen blokovací výstup pulsátoru.

Zapojení podle vynálezu zpracovává zkušební harmonický průběh, jehož perioda je rovna periodě harmonického průběhu dynamického namáhání zkušební vzorku. Tento harmonický signál se z výstupu pulsátoru přivádí na čítací vstup 21 řídicího čítače 2, kde se nejprve zatvaruje. Dále se z něj zde vytváří hradlovací signál a spouštěcí signál, které se vedou na blokovací vstupy 32, 33 čítače - převodníku 3, na jehož čítací vstup 31 se přivádí z oscilátoru 1 signál referenčního kmitočtu. Hradlovací i spouštěcí signál jsou synchronní se signálem referenčního kmitočtu, jehož kmitočet je mnohonásobně vyšší než kmitočet vstupního zkušební signálu. Na výstupu čítače - převodníku 3, který čítá počet period signálu referenčního kmitočtu po dobu danou půlperiodou hradlovacího signálu, jež je úměrná určitému zvolenému počtu period zkušební signálu, je tak po každém měření k dispozici číslo N, jehož velikost je přímo úměrná periodě zkušební signálu.

Další měření periody tohoto signálu proběhne za dobu danou periodou spouštěcího signálu, která je celistvým násobkem periody zkušební signálu (celistvým počtem únavových cyklů) a je nastavitelná v potřebném rozmezí v závislosti na očekávané době trvání zkoušky a kapacitě paměti 4 typu FIFO, na jejíž vstup se přivádí paralelní číslicový signál (reprezentující číslo N) z výstupu čítače - převodníku 3. V paměti 4 se tak ukládají hodnoty N (n_k), odečtené vždy po proběhnutí předem stanoveného konstantního počtu únavových cyklů, kde $k = 0, 1, 2, \dots$ a n_k je počet únavových cyklů, které proběhly za čas t_k . Získá se tak posloupnost číselných hodnot $\{N(n_k)\}$ úměrných velikosti periody $T(n_k)$ zkušební signálu. Velikost tohoto souboru hodnot je dána kapacitou paměti 4 typu FIFO. Z vlastnosti této paměti vyplývá, že se neustále plní novými hodnotami, přičemž staré hodnoty, převyšující svým počtem její kapacitu se ztrácejí. Zůstávají tak pouze nejaktuálnější poslední hodnoty před zastavením zkoušky, tedy z doby, kdy vznikne a začne se šířit trhlinka.

Zastavení zkoušky je dáno blokovacím signálem z pulsátoru, který se vede na řídicí vstup 77 aritmetickologické jednotky 7. Ta řídí činnost paměti 6 typu RAM, provádí výpočty a ovládá vstupní a výstupní zařízení, to je blok 8 zadávání a zobrazování parametrů a D/A převodníky 9 a 10.

Pro další zpracování souboru hodnot $\{N(n_k)\}$ je třeba použít charakteristiku

$$1 = \xi(N),$$

která je jiným vyjádřením závislosti $1 = \psi_2(f)$ a obdobně jako u dosavadního způsobu měření se stanovuje pro určitý typ vzorků experimentálně. S použitím této charakteristiky, která se ukládá ve formě tabulky do paměti 6 typu RAM se pomocí vhodných algoritmů v aritmetickologické jednotce 7 vypočítá soubor hodnot $\{1(n_k)\}$, který reprezentuje závislost $1 = \varphi_2(n)$ a soubor hodnot $\{i(n_k)\}$, který reprezentuje závislost

$$1 = \frac{d1}{dn} = \frac{d\varphi_2(n)}{dn} = \varphi_3(n).$$

Odpovídající páry hodnot ze souborů $\{l(n_k)\}$ a $\{i(n_k)\}$ pak vyjadřují požadovanou závislost $i = \varphi_1(1)$.

Zapojení podle vynálezu lze realizovat pomocí moderních prostředků mikroelektroniky buď jako přístroj s vestavěným mikroprocesorem nebo s využitím kompletního mikropočítače. S výhodou se uplatní všude tam, kde se provozují a vyhodnocují dynamické únavové zkoušky pomocí vysokofrekvenčních pulsátorů pracujících na rezonančním principu, které mají na svém výstupu k dispozici elektrický signál, jehož kmitočet odpovídá frekvenci kmitání zkoušeného vzorku.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Zapojení pro záznam a vyhodnocení průběhu dynamické únavové zkoušky vyznačené tím, že měřicí výstup únavového stroje je připojen na čítací vstup (21) řídicího čítače (2), jehož hradlovací výstup (23) a spouštěcí výstup (24) jsou připojeny k blokovacím vstupům (32, 33) čítače - převodníku (3), na jehož čítací vstup (31) je připojen výstup oscilátoru (1) připojený současně k synchronizačnímu vstupu (22) řídicího čítače (2), přičemž výstup čítače - převodníku (3) je připojen na vstup paměti (4) typu FIFO, jejíž výstup je připojen na číslicový vyhodnocovací obvod (5) s analogovými výstupy.

1 výkres

