



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU / 205 789

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 20 07 79
(21) PV 5105-79

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³ G 02 F 1/29
G 02 B 27/10

(40) Zveřejněno 30 06 80
(45) Vydáno 01 10 83

(75)

Autor vynálezu STLOUKAL IVAN ing., PRAHA

(54) Zapojení k vyhodnocování signálu optoelektronického snímače

1

Vynález se týká zapojení k vyhodnocování signálu optoelektronického snímače s polovodičovým zdrojem světla zejména pro povrchovou defektometrii kovových součástí.

Zjišťování viditelných povrchových vad kovových součástí s pravidelným geometrickým tvarem, především elementů valivých ložisek pomocí automatických strojů, se provádí optoelektronickou metodou, přičemž vady povrchu jsou indikovány poklesy odraženého světla způsobenými sníženou odrazivostí jejich povrchu. Dosavadní optoelektronické systémy s žárovkou jako zdrojem světla mají zásadní nevýhodu v tom, že neumožňují řízení intenzity světelného toku s rychlou odezvou, což je dáno především dlouhou tepelnou setrvačností jejího vlákna. Proto se provádí pouze stabilizace osvětlovacího světelného toku s dlouhou odezvou nebo jen běžná stabilizace napájecího napětí. V prvním případě je eliminován vliv stárnutí žárovky na intenzitu osvětlovacího světelného toku, ale nedokonale, protože světelný tok pro stabilizaci není odebírán ve stejném směru se směrem osvětlování kontrolovaného povrchu a čerpaní baňky žárovky neprobíhá ve všech místech stejně. V druhém případě není vliv stárnutí žárovky eliminován vůbec. V obou případech je tedy nutno počítat s klesající intenzitou osvětlovacího a tím i snímaného světelného toku. Ale i při stejném osvětlovacím světelném toku se mění snímaný světelný tok ještě z jiných důvodů. Může to být znečišťování optiky, změna polohy optoelektronického snímače vůči kontrolované součásti a nestability elektro- nických napájecích i vyhodnocovacích obvodů. Mění se však i kvalitou povrchu součástí, která je výrobcem považována za přípustnou, ačkoliv je odlišná svou odrazivostí od součas-

205 789

tí jiných.

Proto je v obou případech používán kompenzační způsob vyhodnocování poklesů odraženého světelného toku způsobených vadami, který zaručuje, že nastavená citlivost se nemění se změnou osvětlovacího nebo dokonce snímaného světelného toku. Amplituda signálu vady i úroveň napětí, kterou je dána zvolená citlivost, se však mění souhlasně se změnami osvětlovacího respektive snímaného světelného toku.

Kdyby se dosáhlo vyloučit příčiny kolísání osvětlovacího světelného toku nebo lépe snímaného světelného toku od kontrolovaného povrchu, který je považován při určitých podmínkách za bezvadný, byla by vyloučena i proměnná velikost signálu vady a nutnost kompenzačního vyhodnocování jeho velikosti. Zobrazení takto získané absolutní velikosti amplitudy signálu by umožnilo rychle provozně srovnávat signál vad, především limitních, s šumem způsobeným opracováním a zbytky nečistot povrchu, a volit optimální úroveň citlivosti pro dané podmínky. Dále by umožnilo při provozu kdykoliv překontrolovat oč je menší amplituda šumu a oč je větší amplituda signálu vad než zvolená úroveň, což je zvláště důležité při změně kontrolované dávky, kdy se může měnit kvalita čištění i kvalita opracování a výskyt vad. Stejným způsobem by bylo možno kdykoliv v průběhu provozu překontrolovat, zda nedošlo ke změnám v kvalitě kontroly, např. rozjustováním stroje.

Uvedené výhody neumožňují dosavadní způsoby vyhodnocování signálu optoelektronické kontroly s žárovkovým zdrojem světla.

Nevýhody stávajících zapojení odstraňuje zapojení k vyhodnocování signálu optoelektronického snímače pro povrchovou defektometrii s polovodičovým zdrojem světla napájeným krátkými proudovými pulzy z generátoru pulzů přes regulovatelný výkonový stupeň řízený zpětně tak, aby zpracovaný výstupní signál měl konstantní úroveň, jehož podstata vynálezu spočívá v tom, že zesílený signál optoelektronického snímače je připojen ke vstupu prvního špičkového detektoru s krátkou časovou konstantou danou obvodem C-R na jeho výstupu, k němuž je připojen vybíjecí obvod a vstup druhého špičkového detektoru s dlouhou časovou konstantou danou kondenzátorem na jeho výstupu a zkratitelnou odporem připojitelným k němu paralelně spínačem, a výstup prvního špičkového detektoru je dále připojen k invertujícímu vstupu a výstup druhého špičkového detektoru k neinvertujícímu vstupu rozdílového zesilovače, k jeho výstupu je připojen zkratovací obvod, přičemž ovládací vstup vybíjecího obvodu je připojen přes vypínač k jednomu výstupu a ovládací vstup zkratovacího obvodu je připojen přímo k druhému výstupu tvarovacího obvodu pulzů pro napájení polovodičového zdroje světla. Signál druhého špičkového detektoru je využit ke zpětnému řízení napájení polovodičového zdroje světla a tím ke své vlastní stabilizaci na konstantní úrovni.

Pokrok dosažený vynálezem spočívá především ve vyhodnocování absolutní velikosti signálu vad povrchu vyjádřeného krátkými amplitudově modulovanými pulzy ve třech alternativách:

- vyhodnocování bodových vad včetně sníženého lesku součástí srovnáváním s leskem předcházejících součástí;
- vyhodnocování bodových vad s potlačením vlivu rozdílného lesku dobrého povrchu součástí;
- vyhodnocování sníženého lesku srovnáváním s leskem předcházejících součástí a s potlačením

bodových vad.

Prvý z dosud použitých kompenzačních optoelektronických systémů umožňuje pouze první způsob vyhodnocování signálu, ale bez srovnávání s leskem předcházejících součástí. Druhý z dosud použitých kompenzačních optoelektronických systémů umožňoval především druhý způsob vyhodnocování. Snížený lesk mohl být však vyhodnocován pouze podružně s citlivostí principiálně vždy nižší než byla jeho citlivost na bodové vady. Zapojení podle vynálezu umožňuje oba používané způsoby podstatně dokonaleji a přitom ještě další způsob vyhodnocování sníženého lesku s potlačením bodových vad. Jednotlivé způsoby vyhodnocování jsou snadno volitelné pouhým přepnutím funkce a respektují požadavky na optoelektronickou kontrolu dané rozdílnou technologií opracování součástí. Vysoký lesk povrchu součástí je totiž možno dosáhnout pouze leštěním, ale tato operace vždy zhoršuje dosaženou přesnost geometrického tvaru. Proto se součásti leští co nejméně. V některých případech výrobce požaduje, aby součásti se sníženým leskem byly vyřazovány, v jiném případě je připouští. Snížený lesk však vyvolává podstatně nižší pokles odraženého světla nežli bodové vady. Je to dáno především velikostí okamžitě snímané plošky, která je pouze asi $0,1 \text{ mm}^2$. Černá vada o ploše pouze $0,05 \text{ mm}^2$ může způsobit pokles odraženého světelného toku 50%, ale pokles způsobený sníženou odrazivostí povrchu je na velikosti snímané plošky nezávislý. Poklesy v odrazivosti, které mají být indikovány, jsou okem často nerozeznatelné a prakticky dosahují hodnot do 20%. Povrch se sníženým leskem však obvykle vykazuje i větší "šumový" signál, který se při prvním způsobu vyhodnocování přičítá k signálu danému vlastním snížením lesku. V případech, kdy je třeba vyhodnocovat velmi malé rozdíly lesku, je výhodné použít třetí způsob vyhodnocování s potlačením bodových vad, čímž se potlačí např. i signál drobných nečistot, který je větší než signál způsobený sníženým leskem. Tímto způsobem je potom možno od sebe oddělit součásti s rozdílem lesku 10 i 5%.

Zapojení podle vynálezu má i všechny uvedené výhody absolutního vyhodnocování velikosti signálu. Při doplnění vhodnými obvody mohou být zvolena citlivost, amplituda vady i rozdíl mezi zvolenou citlivostí a amplitudou vady indikovány vestavěným měřicím přístrojem cejchovaným přímo v procentech poklesu odraženého světelného toku.

Vynález je znázorněn na připojených výkresech, kde představuje:

- obr. 1. schema zapojení podle vynálezu,
- obr. 2. tvar pulzního napětí v jednotlivých bodech zapojení a
- obr. 3. způsob vyhodnocování signálu při jednotlivých funkcích.

Zesílený pulzní signál odpovídající snímanému světelnému toku je přiváděn na vstup prvního špičkového detektoru 1 /Obr. 1/ s krátkou časovou konstantou danou obvodem C1-R1, ke kterému je paralelně připojen vybíjecí obvod 2. K výstupu prvního špičkového detektoru 1 je připojen vstup druhého špičkového detektoru 2 s dlouhou časovou konstantou danou pouze kondenzátorem C2 a zkratitelnou paralelně připojitelným odporem R2 pomocí spínače 4. Výstup prvního špičkového detektoru 1 je veden též na invertující vstup a výstup druhého špičkového detektoru 2 je veden na neinvertující vstup rozdílového zesilovače 5, k jehož výstupu je připojen skratovací obvod 6. Ovládací vstup obvodu 2 je připojen přes vypínač 7 k jed-

205 789

nomu výstupu a zkratovací obvod 6 je připojen přímo k druhému výstupu tvarovacího obvodu 8 pulzů pro napájení polovodičového zdroje světla. Signál druhého špičkového detektoru 2 je odváděn k zpětnému řízení amplitudy pulzů napájejících polovodičový zdroj světla.

Na obr. 2 je znázorněn tvar pulzního napětí v jednotlivých bodech zapojení. Na vstup tvarovacího obvodu je přiváděn obdélníkový pulzní signál průběhu a, kterým je buzen i výkonový stupeň pro napájení polovodičového zdroje světla, řízený výstupem druhého špičkového detektoru 2. Výstupní signál tvarovacího obvodu 8 řídící vybíjecí obvod 2 má průběh c, který je derivací náběžné hrany obdélníkového průběhu a. Výstupní signál tvarovacího obvodu 8 řídící zkratovací obvod 6 má průběh f se zpožděnou závěrnou hranou obdélníkového průběhu a. Zesílené pulzy odpovídající odraženému světelnému toku mají průběh b. První špičkový detektor 1 nabije kondenzátor C1 při každém pulzu na úroveň jeho amplitudy. Na počátku každého dalšího pulzu je kondenzátor C1 vybit vybíjecím obvodem 2 a v dalším průběhu pulzu je opět nabit na úroveň jeho amplitudy. Napětí na výstupu prvního špičkového detektoru má tedy průběh d a je vstupním napětím druhého špičkového detektoru 2, který nabíjí kondenzátor C2 na stejnosměrnou úroveň e odpovídající amplitudě pulzů při snímání bezvadného povrchu. Tato úroveň je odváděna k zpětnému řízení amplitudy pulzů napájejících polovodičový zdroj světla a jakmile dosáhne předvolenou vztahnou úroveň napětí, ostře snižuje napájecí napětí, čímž se sama udržuje na této konstantní hodnotě.

Výstupní napětí prvního špičkového detektoru 1 (průběh d) a výstupní napětí druhého špičkového detektoru 2 (průběh e) jsou vedeny na vstupy rozdílového zesilovače 5. Pokud se amplituda pulzů (průběh b) nemění, je v mezerách mezi pulzy na obou vstupech rozdílového zesilovače 5 stejně velká úroveň napětí a jeho výstupní napětí je tedy rovněž nulové. V době trvání pulzu klesá napětí invertujícího vstupu rozdílového zesilovače 5 krátkodobě na nulovou úroveň. V této době je však výstup rozdílového zesilovače 5 zkratován zkratovacím obvodem 6 a jeho výstupní napětí zůstává tedy rovněž nulové. Jestliže se vlivem snímané vady amplitudy pulzů sníží o hodnotu x , nabije se kondenzátor C1 po jeho vybití na sníženou amplitudu pulzu, která na něm zůstane po celou dobu trvání následující mezery a po tuto dobu je na výstupu rozdílového zesilovače 5 kladný pulz s průběhem g, jehož amplituda je stejně velká jako rozdíl mezi amplitudami pulzů v průběhu b, tedy rovněž x . Jelikož amplituda většího pulzu v průběhu b odpovídá odraženému množství světla od dobrého povrchu a je řízenou stabilizací udržována na zvolené úrovni, vyjadřuje x v určitém měřítku procentuální pokles způsobený zhoršeným povrchem. Jelikož v průběhu g je tato hodnota x vyjádřena amplitudou pulzu od nulové úrovně, který je podstatně delší než pulzy v průběhu b a má ploché temeno, může být již snadno analogově zapamatována pro dobu potřebnou k jejímu odečtení.

Průběh h v obr. 3 znázorňuje obálku amplitudově modulovaného pulzního signálu s průběhem b v obr. 2, přičemž v časovém intervalu t_{k1} je kontrolována součást se standardní odrazivostí a jednou bodovou vadou, v časovém intervalu t_{k2} je kontrolována součást se sníženou odrazivostí povrchu a rovněž jednou bodovou vadou a v časovém intervalu t_{k3} kontrolovaná součást chybí. Průběh h vstupuje do zapojení podle vynálezu. V časových intervalech t_v je

zkontrolovaná součást nahrazována další a v této době je výstupní signál zapojení trvale zkratován zkratovacím obvodem 6 ovládaným vnějším signálem.

Je-li spínač 4 rozepnut a vypínač 7 zapnut (jak je znázorněno na obr. 1) má výstupní signál zapojení podle vynálezu průběh i. Úroveň signálu odpovídající standardnímu povrchu součásti je totiž kondenzátorem C2 s nezkrácenou časovou konstantou dlouhodobě pamatována a ve výstupním signálu (průběh i) se projeví i celkově snížená odrazivost povrchu součásti. Chybí-li součást vůbec, má signál úroveň 100%. Jsou tedy vyhodnocovány bodové vady včetně sníženého lesku srovnáváním s leskem předcházejících součástí.

Je-li proti stavu v obr. 1 spínač 4 sepnut, má výstupní signál průběh j. Časová konstanta kondenzátoru C2 je totiž zkrácena paralelně připojeným odporem R2 a napětí na kondenzátoru C2 stačí sledovat pomalejší poklesy vstupního signálu a ty se zpětným řízením vyrovnávají na konstantní úrovni. I když součást chybí vůbec, v signálu se to neprojeví. Jsou tedy vyhodnocovány bodové vady s potlačením vlivu rozdílného lesku dobrého povrchu součástí.

Jsou-li naopak spínač 4 i vypínač 7 rozepnuty, má výstupní signál průběh k. Časová konstanta kondenzátoru C2 je nezkrácena a úroveň signálu odpovídající standardnímu povrchu je dlouhodobě pamatována jako v prvním případě. Kondenzátor C1 však není při každém pulzu vybíjen a znovu nabíjen na úroveň odpovídající nižší amplitudě nového pulzu, ale sleduje pokles pulzního signálu pouze pomalu s časovou konstantou obvodu C1-R1. Tím nejsou sledovány poklesy amplitudy jednotlivých pulzů dané bodovou vadou. Je tedy vyhodnocován snížený lesk srovnáváním s leskem předcházejících součástí a s potlačováním bodových vad.

Průběhy i, j, k jsou obálkou pulzního signálu g z obr. 2. Ve všech těchto průbězích je amplituda signálu dána v určitém měřítku procentuálním poklesem způsobeným vadou. Citlivost kontroly může být stanovena srovnáváním amplitudy signálu se stejnosměrnou úrovní nastavitelnou ve stejném měřítku. Při zobrazení amplitudy signálu prostřednictvím pomocných obvodů může být indikována její absolutní velikost stejně jako úroveň nastavené citlivosti a rozdíl mezi nastavenou citlivostí a amplitudou signálu, což umožňuje uvedené výhody.

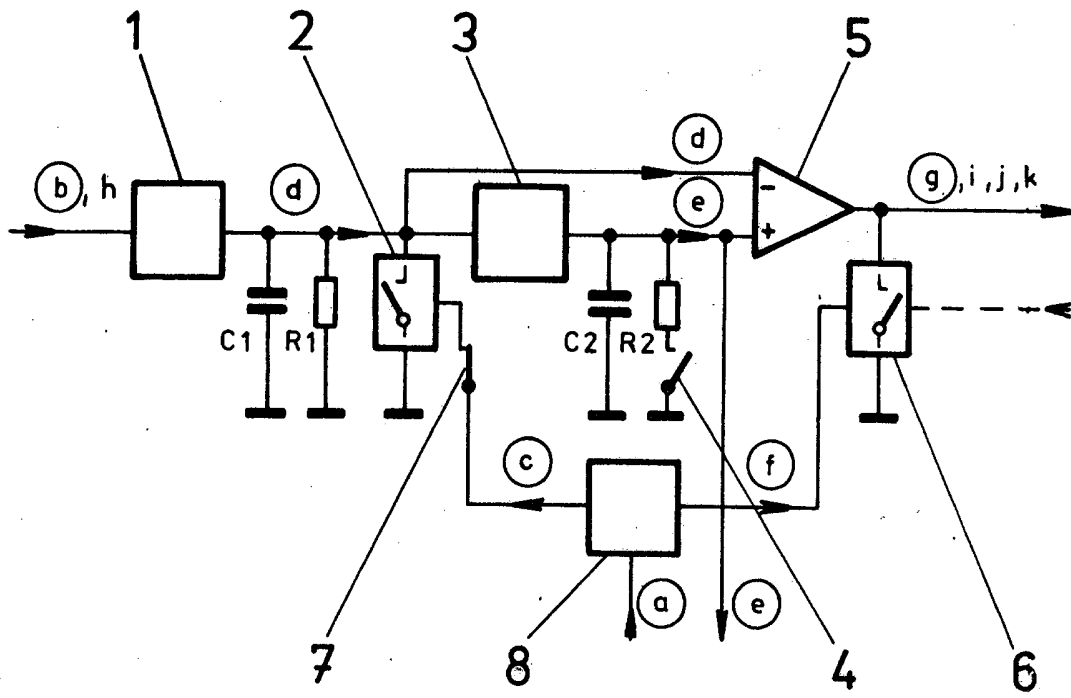
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení k vyhodnocování signálu optoelektronického snímače pro povrchovou defektometrii s polovodičovým zdrojem světla napájeným krátkými proudovými pulzy z generátoru pulzů přes regulovatelný výkonový stupeň řízený zpětně tak, aby zpracovaný výstupní signál měl konstantní úroveň, vyznačené tím, že zesílený signál optoelektronického snímače je připojen ke vstupu prvního špičkového detektoru (1) s krátkou časovou konstantou danou obvodem (C1-R1) na jeho výstupu, k němuž je připojen vybíjecí obvod (2) a vstup druhého špičkového detektoru (3) s dlouhou časovou konstantou danou kondenzátorem (C2) na jeho výstupu a zkrátitelnou odporem (R2) připojitelným k němu paralelně spínačem (4) a výstup prvního špičkového detektoru (1) je dále připojen k invertujícímu vstupu a výstup druhého špičkového detektoru

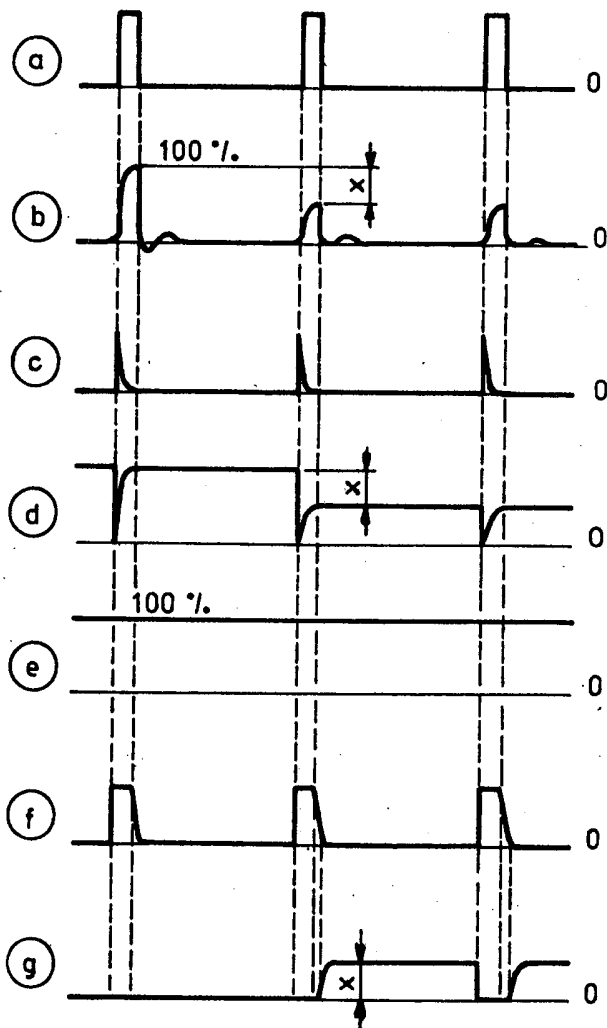
205 789

(3) je dále připojen k neinvertujícímu vstupu rozdílového zesilovače (5), k jeho výstupu je připojen zkratovací obvod (6), přičemž ovládací vstup vybíjecího obvodu (2) je připojen přes vypínač (7) k jednomu výstupu a ovládací vstup zkratovacího obvodu (6) je připojen přímo k druhému výstupu tvarovacího obvodu (8) pulzů pro napájení polovodičového zdroje světla, zatímco signál druhého špičkového detektoru (3) je využit k zpětnému řízení napájení polovodičového zdroje světla a tím ke své vlastní stabilizaci na konstantní úrovni.

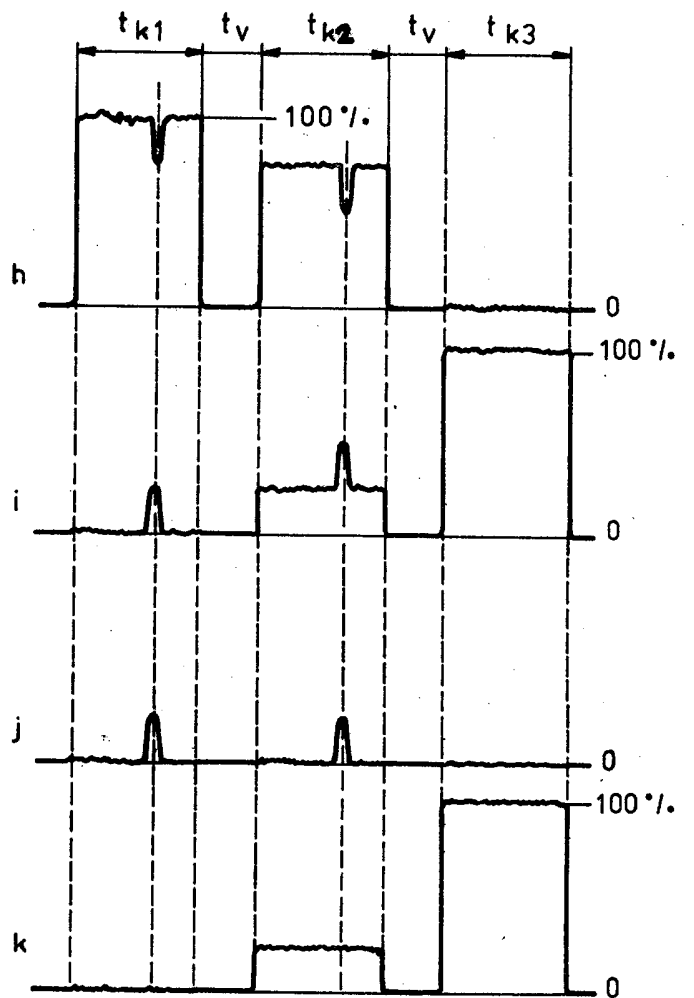
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3