

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2012-983

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01B 7/02 (2006.01)
G01B 7/14 (2006.01)
G01B 7/00 (2006.01)
G01R 33/02 (2006.01)
G01R 33/09 (2006.01)
G01N 27/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **31.12.2012**

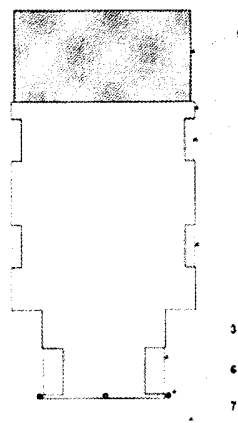
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **09.07.2014**
(**Věstník č. 28/2014**)

(71) Přihlašovatel:
VVV VÝCHOD, spol. s r. o., Most, CZ

(72) Původce:
doc. RNDr. Jan Nedbal, CSc., Praha 13, CZ
RNDr. Milan Neubert, Praha 2, CZ
Ing. Vitaliy Velychko, Praha 8, CZ
doc. RNDr. Jaromír Fährnich, CSc., Praha 7, CZ
RNDr. Jaroslav Jochman, Most, CZ
Ing. Miloš Pfeffer, CSc., Praha 11, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:
Inteligentní lokalizátor feromagnetického kordu

(57) Anotace:
Inteligentní lokalizátor feromagnetického kordu je založen na několika současně použitých magnetických a elektromagnetických metodách, které s úspěchem využívají nově vyvíjené indukční a magnetocitlivé snímače. Vnější budící pulsní nebo periodicky se měnící magnetické pole je vytvářeno budící cívkou, kterou prochází budící proud daného charakteru. Dostane-li se do oblasti dosahu tohoto pole kovový feromagnetický nebo neferomagnetický vodivý předmět, je magnetické pole deformováno, což se projeví ve změně magnetického toku. Změny toku se detekují ve snímací cívce, případně v sadě snímacích cívek či v magnetických snímačích. Celé zařízení využívá řídicí systém založený na mikrokontrolerové technice.



CZ 2012 - 983 A3

Inteligentní lokalizátor feromagnetického kordu

Oblast techniky

Navržené technické řešení se týká měřicího systému pro určování polohy a charakteru planárního feromagnetického kordu bez nutnosti odběru vzorku. Současnou aplikací více
5 metod reaguje řešení na okolnost, že měřená odezva feromagnetických látek na elektromagnetické podněty závisí jak na vzdálenosti místa měření odezvy, tak na feromagnetických vlastnostech těchto látek.

Dosavadní stav techniky

Nedestruktivní způsob měření vzdálenosti (např. tloušťky nekovových povrchových vrstev
10 od rovinného povrchu feromagnetického materiálu) je většinou založen na využití ultrazvuku, případně vířivých proudů, či na magnetickém principu a principu elektromagnetické indukce.

Ultrazvukové tloušťkoměry jsou založeny na měření doby odezvy, odrazu (echa) budicího ultrazvukového pulsu od substrátu zpět k budicí sondě. Jsou využitelné hlavně pro měření
15 malých hodnot tlouštěk, jako např. pro kontrolu tloušťky laků. Jejich nevýhodou je jednak potřeba lubrikantu, kterým je zapotřebí opatřit povrch měřeného materiálu, a jednak fakt, že měřený materiál musí být homogenní, aby nedocházelo k rušivým odrazům na jeho nehomogenitách.

Zařízení pracující na magnetickém principu měří velikost přitažlivé síly mezi sondou,
20 obsahující nejčastěji permanentní magnet a snímač síly (např. pružinu nebo tenzometr), a rovinou feromagnetického povrchu. Velikost přitažlivé síly je přitom nepřímo úměrná vzdálenosti sondy od povrchu.

Přístroje pracující na principu magnetické indukce využívají, stejně jako v předchozím případě, jako zdroje magnetického pole permanentní magnet, ale pro detekci změn
25 magnetického toku, které závisí na vzdálenosti sondy od měřeného povrchu se využívá magnetocitlivých detektorů. Základními typy magnetických snímačů jsou fluxmetr, Hallova sonda, magnetoinduktivní snímač, magnetooporový snímač. Přístroje založené

na těchto snímačích dokáží detekovat pouze feromagnetické objekty, nacházející se v dosahu budicího magnetického pole permanentního magnetu, které je jimi ovlivněno.

U přístrojů pracujících na principu elektromagnetické indukce budíme vnější magnetické pole střídavým proudem, procházejícím budicí cívkou. Změny magnetického pole a magnetického toku, které jsou opět úměrné vzdálenosti sondy od feromagnetického povrchu, jsou snímány detekční cívkou.

Využití vířivých proudů k detekci tloušťky nevodivých materiálů v poslední době roste. I zde se využívá principu elektromagnetické indukce, přičemž je vnější střídavé magnetické pole buzeno střídavým proudem procházejícím budicí cívkou. Dostane-li se sonda do blízkosti vodivého povrchu, vznikají v něm vířivé proudy, jejichž velikost bude úměrná vodivosti kovu a vzdálenosti sondy od jeho povrchu. Vířivé proudy přitom vytvářejí vlastní reakční magnetické pole, které zeslabuje pole budicí a tato změna je v sondě detekována. Přístroje založené na tomto principu jsou proto schopny detekovat nejen feromagnetické, ale jakékoliv vodivé objekty nacházející se v nevodivém nebo mírně vodivém prostředí.

Všechny měřiče tloušťky, resp. vzdálenosti měřicí sondy od referenčního povrchu jsou založeny na některém se shora popsaných principů. Měřiče jsou výrobci patentově chráněny, přičemž většina patentů má specifický charakter, popisující konkrétní uspořádání. Měřič vyhodnocující současně jak kvalitu feromagnetického kordu, tak jeho vzdálenost od přístroje však dosud popsán není.

Podstata vynálezu

Inteligentní lokalizátor feromagnetického kordu může být postaven teoreticky na základě několika dotykových či bezdotykových metod, přičemž využití magnetických a elektromagnetických metod se pro daný účel jeví jako perspektivní, neboť u nich lze s úspěchem využít v poslední době výrobci elektronických součástí vyvíjených indukčních a magnetocitlivých snímačů. Vnější budicí pulsní nebo periodicky se měnící magnetické pole je vytvářeno budicí cívkou, kterou prochází budicí proud daného charakteru. Dostane-li se do oblasti dosahu tohoto pole kovový feromagnetický nebo neferomagnetický vodivý předmět, je magnetické pole deformováno, což se projeví

ve změně magnetického toku. Změny toku se detekují ve snímací cívce, případně sadě snímacích cívek. Oba typy cívek (budicí i snímací) jsou soustředěny v indukční sondě. Snímací cívka (cívky) je přitom umístěna tak, že za normálních okolností, tj. v případě, že kovové předměty se nacházejí mimo dosah budicího pole, není na jejím výstupu žádný elektrický signál. Dojde-li k narušení pole přiblížením kovového předmětu, dojde i k narušení vyvážení, a na výstupu snímací cívky se objeví signál, úměrný velikosti a typu předmětu nebo vzdálenosti předmětu od sondy.

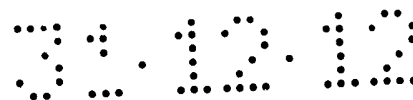
Měření pulsní metodou je založeno na vyhodnocení časového průběhu proudu procházejícího měřicí cívkou v závislosti na vzdálenosti této cívky od měřeného objektu. Cívka je buzena obdélníkovými pulsy s proměnnou opakovací frekvencí. Je zaznamenávána jak časová odezva proudu bez přítomnosti kovového předmětu, tak i časová odezva proudu změněného přítomností kovového předmětu nacházejícího se v dosahu budicího pole. Rozdíl těchto proudů vyhodnocen pomocí rychlé Fouierovy transformace (FFT) a dále počítačově zpracován.

15 Přehled obrázků

Fig. 1 – schematický náčrt realizace inteligentního lokalizátoru s jednou budicí cívkou, dvěma souosými snímacími cívkami a několika dalšími magnetickými snímači

Příklad uskutečnění vynálezu

V námi uskutečněném řešení (Fig. 1) měření vzdálenosti a tvaru feromagnetického kordu se kombinuje harmonické buzení magnetického pole s buzením pulsním. Změny tvaru a velikosti budících elektromagnetických signálů, generovaných budicí cívkou 2, způsobených přítomností feromagnetického kordu 7 nacházejícího se v dosahu tohoto pole jsou detekovány jednak snímacími cívkami 3, 4 a jednak dalšími snímači 6 intenzity magnetického pole, jako jsou Hallovy sondy, fluxmetry či magnetoodporové snímače. Tyto „doplňkové“ snímače sledují zároveň i chování deformovaného vektorového magnetického pole v určitých vzdálenostech od feromagnetického kordu. Budicí i snímací cívky, jakož i další doplňkové snímače intenzity magnetického pole jsou integrovány do měřicí sondy 1, která se předem definovaným způsobem přikládá k měřenému objektu.



Jednotlivé prvky v sondě umístěné jsou uspořádány se stálou geometrií, měnící se však podle konkrétní konfigurace vodivých předmětů.

Harmonické buzení magnetického pole se provádí při několika relativně nízkých frekvencích, tak aby při vyšších budících frekvencích nedocházelo k ovlivnění pole v důsledku velké permeability magnetického kordu. Aby bylo dosaženo větší citlivosti detekce, jsou snímací cívky doplněny cívkami kompenzačními 4, zapojenými v protifázi k příslušným snímacím cívkám, tak aby bez přítomnosti feromagnetického kordu byl detekovaný signál nulový. Kompenzační cívky mohou být s určitými omezeními (např. nepřítomnost vnějších poruch pole) nahrazeny elektronicko kompenzací, kterou lze snadno realizovat digitálním přepínáním referenční úrovně kompenzačního signálu.

Pulzní metoda měření je založena na vyhodnocení časového průběhu proudové odezvy detekované snímací cívkou (cívkami) na budící obdélníkový puls. Snímaná proudová odezva přitom představuje široké frekvenční spektrum obsahující hlubokou informaci o vlastnostech feromagnetického kordu. Pulsní metoda měření doplňuje a rozšiřuje shora popsanou metodu frekvenčního harmonického buzení tím, že měření probíhá v časové doméně, která s použitím rychlé Fourierovy transformace může být převedena do domény frekvenční. Vzájemné porovnání výsledků získaných oběma metodami umožňuje usoudit, jak již bylo řečeno, nejen na charakter feromagnetického kordu, ale i zpřesnit údaje o měřené vzdálenosti kordu od měřicí sondy.

Popisovaný budící i detekční systém využívá předností současné digitální techniky, která je základem řídicího systému 5. Umožňuje snadnou změnu velikosti, tvaru a frekvence budícího signálu. Předností digitální detekce signálu je její komplexní zpracování (amplituda i fáze), ale i možnost absolutního a relativního vyhodnocení měření.

Průmyslová využitelnost

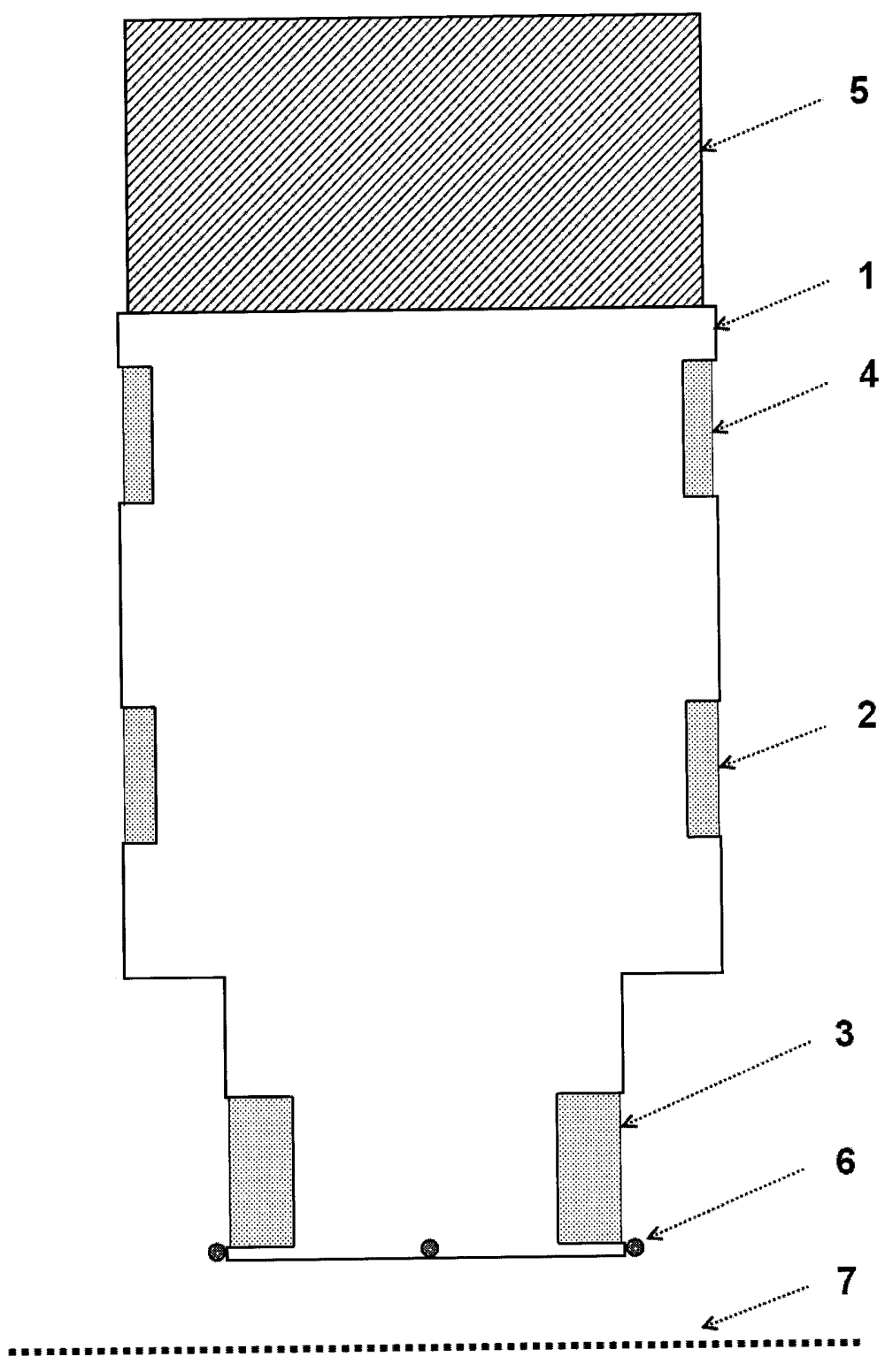
Navržené řešení je možno využít ve všech průmyslových odvětvích, kde je třeba zjišťovat vzdálenost planárních ocelových struktur nebo tloušťku krycí nevodivé a nemagnetické vrstvy nad touto strukturou, a to s výhodou tam, kde jsou vlastnosti ocelové struktury (kordu) neznámé nebo kde se s časem mění (koroze).

Patentové nároky

1. Inteligentní lokalizátor feromagnetického kordu sestávající z budicích cívek, jejichž magnetické pole působí na materiál zkoumaného feromagnetického kordu, ze snímacích cívek a dalších magnetických snímačů, které zaznamenávají odezvu budicího signálu od
5 zkoumaného feromagnetického kordu a z řídicího systému se zadanými algoritmy, **vyznačující se tím, že** řídicí systém podle zadaného algoritmu vytváří v určených budicích cívkách elektrické proudy, sleduje odezvové funkce zmíněných snímacích cívek a magnetických snímačů a určuje z nich vzdálenost a charakteristiku zkoumaného kordu.
2. Systém podle nároku 1 **vyznačující se tím, že** řídicí systém střídá vysílání
10 harmonického signálu a pulsního obdélníkového signálu střídavy 1:1 o zvoleném kmitočtu po určenou dobu.
3. Systém podle nároku 2, **vyznačující se tím, že** budicí cívka je společná pro harmonický i pulsní režim.
4. Systém podle nároku 3, **vyznačující se tím, že** má dvě snímací cívky, souosé s cívkou
15 budicí, jednu blíže k měřenému kordu, druhou dále od měřeného kordu, avšak se stejnou vzájemnou indukčností vůči cívce budicí, přičemž v pulsním režimu se používá pro sejmnutí odezvy jen cívka k materiálu bližší, zatímco v harmonickém režimu se odezvový signál kompenzuje cívkou vzdálenější tak, aby bez přítomnosti feromagnetického kordu byl výstupní signál nulový.
- 20 5. Systém podle nároku 3, **vyznačující se tím, že** má jedinou snímací cívku, společnou pro pulsní i harmonický režim, přičemž v případě harmonického režimu systém provádí digitální kompenzaci výstupního signálu tak, aby tento byl bez přítomnosti feromagnetického kordu nulový.
6. Systém podle nároku 1 **vyznačující se tím, že** sestava snímacích cívek i dalších
25 magnetických snímačů a algoritmy řídicího systému umožňují vyhodnocovat křivost povrchu feromagnetického kordu.

1/1 164

Fig. 1



obn. 1