

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **235612**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **420534**

(51) Int.Cl.
G01N 27/83 (2006.01)
B66B 7/12 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **14.02.2017**

(54) **Urządzenie do oceny niejednorodności namagnesowania lin stalowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
27.08.2018 BUP 18/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
21.09.2020 WUP 14/20

(73) Uprawniony z patentu:

WITOŚ MIROSŁAW, Warszawa, PL
KWAŚNIEWSKI JERZY, Kraków, PL
MOLSKI SZYMON, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MIROSŁAW WITOŚ, Warszawa, PL
JERZY KWAŚNIEWSKI, Kraków, PL
SZYMON MOLSKI, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Jolanta Woźniak

PL 235612 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do oceny niejednorodności namagnesowania lin stalowych pozwalające na określenie stopnia namagnesowania i detekcję anomalii magnetycznych (symptomów przyspieszonego zużycia) występujących w linach stalowych oraz innych elementach ferromagnetycznych pozwalające ocenić niejednorodność namagnesowania lin stalowych.

Znany jest z opisu polskiego zgłoszenia patentowego PL404341 zespół kontrolny do badań diagnostycznych lin stalowych, umożliwiający ocenę stanu technicznego lin stalowych stosowanych w urządzeniach transportu linowego, przykładowo, koleje linowe, wyciągi górnicze, dźwigi osobowe i towarowe, maszyny podstawowe górnictwa odkrywkowego, a także do badania elementów długich o właściwościach ferromagnetycznych przykładowo takich jak rury, żerdzie wiertnicze, ciągną, ciągną, który charakteryzuje się tym, że wyposażony jest w obwód magnetyczny, obwód wizyjny, z co najmniej jednym czujnikiem laserowym połączonym z co najmniej jedną rolką ustalającą, wyposażoną w układ do pomiaru prędkości i przemieszczenia liny względem głowicy pomiarowej, rejestrator z układem rejestrującym pomiary w pamięci przenośnej rejestratora wraz z panelem operatorskim posiadającym wyświetlacz wyników badań profilu liny.

Z prawa wyłącznego numer 211613 B1 „Głowica do nieniszczących badań diagnostycznych lin stalowych” (udzielonego GIG w Katowicach, 28.12.2011) znana jest głowica, wykorzystująca efekt magnetycznej pamięci metalu i naturalnego namagnesowania w magnetycznym polu Ziemi, która ma dwukierunkowe magnetyczne czujniki zmiany wartości składowej stycznej i normalnej natężenia pola magnetycznego i gradientu, umieszczone w dzielonej obudowie promieniowo co 90° . Również ze zgłoszenia PL351421 znana jest głowica pomiarowa do badania ciągów linowych zawierająca w dwuczęściowym korpusie magnesy, nabiegunki i czujnik, która charakteryzuje się tym, że w korpusie są usytuowane co najmniej dwie pary przewodnic. Czujnik przetwarza zaburzenie pola magnetycznego, powstałe pod wpływem uszkodzenia ciągną liny stalowej, na odpowiedni sygnał detekcyjny.

Z kolei w wynalazek nr patentu PL210042 przedstawia stosowane magnetyczne czujniki zmiany wartości składowej pionowej natężenia pola i gradientu, których liczba jest równa liczbie splotek zewnętrznych liny oraz urządzenie ma przewodnicę, która przy ruchu względnym liny lub głowicy wywołuje ruch obrotowy głowicy względem liny. Przewodnicę tworzą uformowane wewnątrz głowicy śrubowe rowki o kształcie i wymiarach splotki zewnętrznej oraz skoku równym skokowi zwichnięcia splotek w linę. Tym urządzeniem można badać jedynie liny splotowe. Urządzenie to wyposażone jest w czujniki, których liczba odpowiada liczbie splotek. Urządzenie z czujnikami ma przewodnicę poruszającą się po splotkach więc nie nadaje się do lin kompaktowanych i o konstrukcji zamkniętej. Pozostaje także problematycznym połączenie elektryczne obracającej się głowicy z rejestratorem. Urządzeniem dokonuje się pomiaru jedynie składowej pionowej natężenia pola i gradientu co nie gwarantuje wykrycia anomalii wewnątrz liny, a jedynie na jej powierzchni. Stosowanie gradientu z kolejnych wartości danych pomiarowych uwypukla również szum co jest istotną wadą.

Znane rozwiązania opierają się na pomiarze charakterystycznych parametrów rozkładu pola magnetycznego wokół badanej struktury. Główne przeznaczenie dedykowane jest do oceny stanu technicznego (w diagnostyce technicznej) lin stalowych stosowanych np. w górnictwie, kolejach linowych, masztach z odciągami, mostach linowych itp.

Celem rozwiązania jest opracowanie urządzenia dla uzyskania możliwości identyfikacji pękniętych drutów o niejednorodności magnetycznej pozwalający na bezkontaktowy pomiar liny, bez konieczności stosowania dodatkowych układów prowadzenia dla lin nieruchomych.

Urządzenie do pomiaru niejednorodności namagnesowania stalowych lin i oceny ich stanu technicznego składające się z układu pomiarowego, rejestratora R, analizatora A i układu decyzyjnego UD lokalizującego i zliczającego uszkodzenia charakteryzuje się tym, że ma układ pomiarowy, który składa się z wycinków pierścienia o szerokości H, rozłożonych wokół badanej liny na średnicy D, gdzie na każdym wycinku pierścienia znajdują się dwa czujniki magnetometryczne trójosiowe, które są usytuowane względem siebie w odległości L ułożone parami, zintegrowane z trójosiowymi czujnikami akcelerometrycznymi urządzenia.

Trójosiowe czujniki akcelerometryczne zintegrowane z czujnikami trójosiowymi magnetometrycznymi poprzez analizator, przekazują informację o położeniu układu pomiarowego, informują o wartościach i rozkładzie pola rozproszenia wokół badanej liny. Analizator poddaje analizie wektorowej sygnały z wszystkich czujników które podlegają analizie wektorowej o lokalizacji uszkodzeń – niejednorodności

magnetycznej w linie. Analizator koryguje wynik pomiaru poprzez odjęcie wartości pola ziemskiego uzyskiwanego z zweryfikowanego modelu numerycznego od zmierzonej wartości pola rozproszenia.

Czujniki akcelerometryczne w analizatorze wyznaczają chwilową prędkość v badanej liny, analizator wykorzystuje algorytmy oceny stanu energetycznego i technicznego badanych lin oraz zautomatyzowane procedury diagnozowania, a w układzie decyzyjnym podaje informacje o stanie technicznym liny.

Zaletą rozwiązania jest pomiar magnetyzmu szczątkowego badanej liny i ocena niejednorodności pola wywołanej nieciągłościami w jej budowie. W rozwiązaniu według wynalazku tor pomiarowy nie używa głowicy wirującej wokół liny, przez co jest prostszy i tańszy, nie jest tak wrażliwy na lokalne zmiany cech konstrukcyjnych liny, np. rozplecenia, itp. Liczba czujników magnetometrycznych w torze pomiarowym nie zależy od cech konstrukcyjnych liny.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładowym wykonaniu na rysunku schematycznym, na którym fig. 1 przedstawia układ pomiarowy urządzenia a fig. 2 obrazuje układ trójosiowych czujników magnetometrycznych.

Nad liną 11 w stałej odległości $x = x_1 + x_2$ umieszczone są czujniki magnetometryczne 1 i 3 oraz 2 i 4, które mierzą niejednorodność namagnesowania wywołaną anomaliami magnetycznymi 10 podając sygnały do rejestratora 6. Na układ pomiarowy oddziałuje pole ziemskie, wartości tego pola zależne od położenia czujników akcelerometrycznych podawane są także do rejestratora 6. Przykładowym rozwiązaniem czujnika 6D z trójosiowym magnetometrem i trójosiowym akcelerometrem jest typ FXOSB 700. W analizatorze 7 po uwzględnieniu parametrów liny czyli konstrukcji i średnicy następuje odfiltrowanie informacji o wystąpieniu anomalii. W układzie decyzyjnym 8 podawana jest informacja o stanie technicznym liny 11 dzięki algorytmom oceny stanu energetycznego i technicznego badanych lin – krzywym kalibracyjnym. Wzdłuż szerokości jednego z pierścieni usytuowane są dwa czujniki magnetometryczne 1, i 12 względem siebie w odległości L , a sygnały z nich są poddane analizie w analizatorze 7 do wyznaczenia chwilowej prędkości v badanej liny 11. Układ pomiarowy 5 umieszczony jest nad badaną liną 11 i składa się z układu czujników magnetometrycznych trójosiowych 1, 2, 3, 4 zintegrowanych z trójosiowym i czujnikami akcelerometrycznym i co istotne umieszczonych na wycinkach pierścienia 9 o szerokości H jak pokazano na fig. 2, rozłożonych wokół liny 11 na średnicy D . Wzdłuż szerokości jednego z pierścieni usytuowane są dwa czujniki magnetometryczne 1, i 12 względem siebie w odległości L . Sygnały z czujników magnetometrycznych 1, 2, 3, 4 podawane są do rejestratora 6, następnie do analizatora 7 i układu decyzyjnego 8 lokalizującego i zliczającego uszkodzenia 10. W analizatorze 7 wyznaczane są chwilowe położenia układu pomiarowego 5 w zewnętrznym układzie odniesienia – grawitacyjnym i dokonywana jest korekcja wyników pomiaru czujników magnetometrycznych 1, 2, 3, 4, w celu zwiększenia prawdopodobieństwa poprawnej diagnozy. Tam też uwzględniana jest informacja o oczekiwanym polu magnetycznym Ziemi dla współrzędnych geograficznych lokalizacji urządzenia pomiarowego, uzyskana ze zweryfikowanego modelu magnetyzmu Ziemi. W analizatorze 7 zastosowane są algorytmy oceny stanu energetycznego i technicznego badanej liny 11 oraz zautomatyzowane procedury diagnozowania a w układzie decyzyjnym 8 podawana jest informacja o stanie technicznym liny 11. Do oceny niejednorodności wykorzystywane są trójosiowe magnetometry, zintegrowane z trójosiowymi akcelerometrami o wysokiej czułości. Ich odpowiednie usytuowanie na wycinkach pierścienia obejmujących badaną linę pozwala na zbieranie informacji o anomaliiach magnetycznych poprzez uśrednienie pola na półpierścieniach, a odpowiednia analiza sygnałów pozwala na lokalizację pękniętych drutów. W analizatorze wyznaczane są chwilowe położenia układu pomiarowego w zewnętrznym układzie odniesienia (grawitacyjnym) i dokonywana jest korekcja wyników pomiaru czujników magnetometrycznych. Rozwiązanie daje możliwość wykrywania pęknięć drutów nie wykazujących szczelin, i jest lekką i prostą konstrukcją urządzenia z analizą wektorową lokalizacji uszkodzenia w całym przekroju liny, a nie tylko na jej powierzchni zewnętrznej. Ważną zaletą jest układ różnicowy czujników pozwalający na bezkontaktowy pomiar liny, bez konieczności stosowania dodatkowych układów prowadzenia dla lin nieruchomych.

Zastrzeżenie patentowe

1. Urządzenie do pomiaru niejednorodności namagnesowania stalowych lin i oceny ich stanu technicznego składające się z układu pomiarowego, rejestratora R, analizatora A i układu decyzyjnego UD lokalizującego i zliczającego uszkodzenia, **znamiennie tym**, że ma układ pomiarowy (5), który składa się z wycinków pierścienia (9) o szerokości H , rozłożonych wo-

kół linii (11) na średnicy D , gdzie na każdym wycinku pierścienia (9) znajdują się i dwa czujniki magnetometryczne trójosiowe (1,12) usytuowane względem siebie w odległości L ułożone parami, zintegrowane z akcelerometrami trójosiowymi (1, 2, 3, 4).

Rysunki

