RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239951**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424958**

(22) Data zgłoszenia: **20.03.2018**

(51) Int.Cl.
G01H 1/12 (2006.01)
G01L 1/10 (2006.01)
G01L 11/04 (2006.01)
G01N 3/12 (2006.01)
G01N 19/08 (2006.01)
G01N 29/14 (2006.01)
G01N 29/34 (2006.01)
G01N 29/44 (2006.01)
G01N 33/2045 (2019.01)

(54) **Urządzenie do wykonania rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych eksploatowanych na elektrowni wiatrowej oraz sposób wykonania warunków rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych w układach hydraulicznych elektrowni wiatrowej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
23.09.2019 BUP 20/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.01.2022 WUP 05/22

(73) Uprawniony z patentu:
STATUCH KRZYSZTOF EKO-WIATR BIS, Sieradz, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
PAWEŁ KRÓL, Lubliniec, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Wojciech Zajączkowski

PL 239951 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wykonania rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych eksploatowanych na elektrowni wiatrowej oraz sposób wykonania warunków rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych w układach hydraulicznych elektrowni wiatrowej do oceny stanu technicznego stałych zbiorników ciśnieniowych po dziesięciu latach od wyprodukowania zbiornika.

Nowoczesne turbiny wiatrowe w swoich układach hydraulicznych służących do dynamicznej zmiany kąta natarcia skrzydeł zostały wyposażone w zbiorniki ciśnieniowe przeznaczone do zapewnienia odpowiedniego, krótkotrwałego ciśnienia roboczego w stanach awaryjnych, tj. w przypadku wystąpienia braku zasilania głównego układu hydraulicznego lub jego awarii. Stałe zbiorniki ciśnieniowe podlegają przepisom prawnym, które jednoznacznie wskazują zakres obowiązków eksploatującego podczas pracy tego typu urządzeń, a co za tym idzie podlegają pod pełen dozór techniczny Urzędu Dozoru Technicznego. Wiąże się z tym konieczność przeprowadzania okresowych kontroli/badań urządzeń ciśnieniowych zainstalowanych na turbinach wiatrowych, które można podzielić na dwie grupy, takie jak rewizje zewnętrzne obejmujące zewnętrzne oględziny urządzenia ciśnieniowego i osprzętu w miejscach dostępnych, a w miarę możliwości także sprawdzenie działania tego sprzętu oraz rewizje wewnętrzne obejmujące ocenę wizualna stanu ścianek urządzenia ciśnieniowego, jego połączeń rozłącznych oraz osprzętu zabezpieczającego.

W obecnym stanie techniki brak jest urządzeń do wykonania rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych eksploatowanych bezpośrednio na elektrowni wiatrowej.

Znany i powszechnie stosowany sposób dokonania rewizji wewnętrznej zbiorników polega na tym, że po zdemontowaniu tych zbiorników ciśnieniowych z turbiny wiatrowej wysyłane są one do jednostki akredytowanej przez Urząd Dozoru Technicznego celem przeprowadzenia pełnej rewizji wewnętrznej urządzeń. Ze względu na charakterystykę pracy tego typu urządzeń na turbinach wiatrowych, posadowienie zbiorników w maszynowni na wysokościach rzędu 100 metrów nad poziomem gruntu i wyżej, praktykowane rozwiązanie stwarza szereg niedogodności dla eksploatującego siłownie wiatrowe z uwagi na konieczność demontażu stałych zbiorników ciśnieniowych oraz ich osprzętu, a także konieczność wymiany uszczelnień połączeń śrubunkowych przewodów ciśnieniowych. Ponadto demontażowi/montażowi zbiorników ciśnieniowych towarzyszy realne ryzyko rozlewów olejowych i uwalnianie ich do środowiska naturalnego. Zakładany czas przestoju maszyny podczas demontażu zbiorników wynosi 7 dni roboczych włącznie z rewizją wewnętrzną przeprowadzoną przez jednostki akredytowane przez UDT.

Emisja akustyczna AE jest jedną z metod badań nieniszczących. Zgodnie z definicją ujętą w normach termin emisji akustycznej jest stosowany w przypadku chwilowych fal sprężystych wywołanych przez wyzwolenie energii w materiale lub przez proces. Metoda AE jest pasywną metodą badań nieniszczących, którą zastosowano w wynalazku.

Celem wynalazku jest przedstawienie urządzenia oraz sposobu przeprowadzenia kontroli zbiorników ciśnieniowych elektrowni wiatrowych bezpośrednio w miejscu ich użytkowania, bez konieczności ich demontażu.

Urządzenie do wykonania rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych eksploatowanych na elektrowni wiatrowej, według wynalazku, zawiera falownik, silnik elektryczny, sprzęgło, pompę zębatą, zawór zwrotny, zawór przelewowy, manometr, zawory iglicowe, armaturę hydrauliczną przyłączeniową, czujniki pomiarowe emisji akustycznej AE, system pomiarowy emisji akustycznej AE oraz komputer, przy czym silnik zasilany za pośrednictwem falownika jest połączony sprzęgłem z pompą zębatą, na wyjściu pompy znajduje się zawór zwrotny połączony z zaworami iglicowymi, do obwodu hydraulicznego łączącego zwór zwrotny oraz zawory iglicowe podłączony jest zawór przelewowy oraz manometr, na każdym kontrolowanym zbiorniku są zamontowane parami czujniki pomiarowe emisji akustycznej AE, które są połączone poprzez systemem pomiarowy z komputerem, charakteryzuje się tym że, że pompa zębata jest połączona z gniazdem ssącym zbiornika układu hydraulicznego turbiny wiatrowej za pomocą armatury hydraulicznej przyłączeniowej oraz zawory iglicowe są połączone z gniazdem przyłączeniowym bloku sterowniczo-rozdzielczego układu hydraulicznego turbiny wiatrowej za pomocą armatury hydraulicznej przyłączeniowej.

Korzystnie, armatura hydrauliczna przyłączeniowa składa się z przewodów hydraulicznych zakończonych szybkozłączami.

Korzystnie, falownik jest podłączony do układu elektrycznego 230 V turbiny wiatrowej.

Sposób wykonania warunków rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych w układach hydraulicznych elektrowni wiatrowej, w którym redukuje się ciśnienie w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej do poziomu 0 bar, podłącza się urządzenie do wykonywania rewizji zastępczej do układu hydraulicznego turbiny wiatrowej, montuje się na wszystkich kontrolowanych zbiornikach ciśnieniowych układu hydraulicznego turbiny wiatrowej parami czujniki emisji akustycznej AE, jednocześnie rejestruje się sygnały z czujników emisji akustycznej AE na komputerze za pośrednictwem systemu pomiarowego oraz podnosi się ciśnienie oleju hydraulicznego w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej charakteryzuje się tym, że, urządzenie do wykonywania rewizji zastępczej podłącza się do układu hydraulicznego turbiny wiatrowej za pomocą armatury hydraulicznej przyłączeniowej, przy czym pompę zębatą łączy się z gniazdem ssącym zbiornika układu hydraulicznego turbiny wiatrowej, a zawory iglicowe łączy się z gniazdem przyłączeniowym bloku sterowniczo-rozdzielczego układu hydraulicznego turbiny wiatrowej, ciśnienie oleju hydraulicznego w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej podnosi się według zakładanych progów parametrów testowych, przy czym ciśnienie oleju hydraulicznego na danym progu utrzymywane jest w kilkuminutowym przedziale czasowym, po czym następuje wzrost ciśnienia do kolejnego progu aż do osiągnięcia ciśnienia 250 bar lub do zadziałania zaworu przelewowego w głównym układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej.

Korzystnie, poszczególne progi ciśnienia utrzymywane w czasie dziesięciominutowym w zbiornikach ciśnieniowych wynoszą 150 bar, 180 bar, 200 bar, 220 bar i 250 bar.

Urządzenie do wykonania rewizji zastępczej pobiera olej hydrauliczny ze zbiornika oleju turbiny wiatrowej i pompuje go do układu hydraulicznego turbiny wiatrowej podnosząc ciśnienie we wszystkich kontrolowanych zbiornikach ciśnieniowych turbiny wiatrowej zgodnie z wymaganiami normowymi.

Uszkodzenie zbiorników ciśnieniowych wykrywa się metodą emisji akustycznej AE. Czujniki emisji akustycznej AE umieszczone na ścianie badanego zbiornika ciśnieniowego wykrywają fale sprężyste generowane na skutek obecności powierzchniowych i wewnętrznych nieciągłości w materiale ścianek i spoin badanego zbiornika, który poddany jest obciążeniu w postaci ciśnienia oleju hydraulicznego. Sygnał elektryczny z czujników AE jest następnie przetwarzany i rejestrowany przez system pomiarowy AE.

Rozwiązanie według wynalazku, w którym za pomocą armatury hydraulicznej przyłączeniowej łączy się pompę zębatą urządzenia do rewizji zastępczej z gniazdem ssącym zbiornika układu hydraulicznego turbiny wiatrowej oraz zawory iglicowe urządzenia do rewizji zastępczej z gniazdem przyłączeniowym bloku sterowniczo-rozdzielczego układu hydraulicznego turbiny wiatrowej pozwala na przeprowadzenie kontroli zbiorników ciśnieniowych bezpośrednio na turbinie wiatrowej bez konieczności ich demontażu. Zapobiega to również inwazyjnej ingerencji w główny układ hydrauliczny turbiny wiatrowej obejmującej demontaż armatury, bloków sterowniczo-rozdzielczych oraz zabezpieczeń. Eliminowane jest również zagrożenie zanieczyszczenia środowiska substancjami ropopochodnymi podczas demontażu zbiorników/armatury. W znacznym stopniu skraca się czas przeprowadzenia badania stałych zbiorników ciśnieniowych zapobiegając długotrwałym przerwą w pracy instalacji wiatrowej. Kontrola zbiorników ciśnieniowych na jednej turbinie wiatrowej zajmuje do 8 godzin.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania, na którym fig. 1 przedstawia schemat hydrauliczny urządzenia do wykonania rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych eksploatowanych na elektrowni wiatrowej.

Urządzenie zawiera falownik 1 zasilany z układu elektrycznego 230 V turbiny wiatrowej służący do płynnej regulacji obrotów silnika elektrycznego 2 połączonego sprzęgłem z pompą zębatą 3. Na wyjściu W pompy zębatej 3 zainstalowano zawór zwrotny 4 zapobiegający cofaniu się oleju hydraulicznego na pompę zębatą 3 i zawór przelewowy 5, za którym jest manometr 6 oraz zawory iglicowe P na wyjściu urządzenia. Ponadto urządzenie zawiera armaturę hydrauliczną przyłączeniową 7 składającą się z elastycznych przewodów hydraulicznych zakończonych szybkozłączami, z których pierwszy zasilający pompę zębatą 3 jest podłączony za pomocą złączek hydraulicznych do gniazda ssącego R zbiornika układu hydraulicznego turbiny wiatrowej 10, drugi zaś mający początek w miejscu zaworów iglicowych P zakończony szybkozłączem podłączony jest do gniazda przyłączeniowego T bloku sterowniczo-rozdzielczego 8 układu hydraulicznego turbiny wiatrowej 10. Kontrolowane zbiorniki ciśnieniowe 12, 13, 14 są połączone z wyjściem S bloku sterowniczo-rozdzielczego 8 układu hydraulicznego turbiny wiatrowej 10 za pomocą armatury hydraulicznej przyłączeniowej 11. Na zbiornikach ciśnieniowych 12, 13, 14 zamontowane są pary czujników pomiarowych emisji akustycznej AE 18, 19, 20 połączone przewodami komunikacyjnymi 15 poprzez system pomiarowy emisji akustycznej AE 16 z komputerem 17.

Wykonanie warunków rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych w układach hydraulicznych elektrowni wiatrowej rozpoczyna się od zredukowania ciśnienia w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej 10 do poziomu 0 bar przy użyciu zaworów iglicowych układu hydraulicznego turbiny wiatrowej 10. Następnie podłącza się urządzenie do wykonania rewizji zastępczej do układu hydraulicznego turbiny wiatrowej 10. Pierwszy elastyczny przewód hydrauliczny wchodzący w skład armatury hydraulicznej przyłączeniowej 7 podłącza się do gniazda ssącego R zbiornika układu hydraulicznego turbiny wiatrowej 10. Drugi elastyczny przewód hydrauliczny wchodzący w skład armatury hydraulicznej przyłączeniowej 7 podłącza się do gniazda przyłączeniowego T bloku sterowniczo-rozdzielczego 8 wyposażonego w przetwornik ciśnienia 9. W kolejnych etapach poprzez działanie pompy zębatej 3 napędzanej silnikiem elektrycznym 2 sterowanym falownikiem 1 zwiększa się ciśnienie oleju hydraulicznego w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej 10 według zakładanych progów parametrów testowych wynoszących 150, 180, 200, 220 i 250 bar przy czym ciśnienie oleju hydraulicznego na danym progu utrzymywane jest w dziesięciominutowym okresie czasu. Jednocześnie na wszystkich badanych zbiornikach ciśnieniowych 12, 13, 14 układu hydraulicznego turbiny wiatrowej 10 są zamontowane pary czujników pomiarowych emisji akustycznej AE 18, 19, 20, które są połączone z systemem pomiarowym AE 16 za pomocą przewodów komunikacyjnych 15. Odczyt sygnałów emisji akustycznej jest realizowany za pomocą komputera 17 z dedykowanym oprogramowaniem testowym.

W przypadku uszkodzenia, któregoś z kontrolowanych zbiorników ciśnieniowych 12, 13, 14, tj. obecności powierzchniowych i wewnętrznych nieciągłości w materiale ścianek lub spoin badanego urządzenia, podczas osiągania lub utrzymywania ciśnienia na pierwszym progu testowym wynoszącym 15O bar generowana jest fala emisji akustycznej AE w postaci fali sprężystej. Fala jest przetwarzana na sygnał emisji akustycznej AE przez pary czujników 18, 19, 20 rozmieszczone na powierzchni badanych zbiorników ciśnieniowych 12, 13, 14. Następnie sygnał AE jest rejestrowany i przetwarzany przez system pomiarowy AE 16, który jest zintegrowany z komputerem 17 procesującym dane w oparciu o dedykowane oprogramowanie testowe. Jeżeli fala sprężysta nie jest generowana po wzroście ciśnienia (działaniu bodźca) w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej 10, ocenia się, że badane urządzenie i jego stan techniczny jest na zadawalającym poziomie.

W chwili zakończenia pomiaru poprzez przesterowanie falownika 1 obroty silnika elektrycznego 2 zmniejszane są do poziomu 0 obr./min, przez co pompa zębata 3 przestaje tłoczyć olej na główny układ hydrauliczny turbiny wiatrowej 10, a poprzez otwarcie zaworów iglicowych układu hydraulicznego turbiny wiatrowej 10 ciśnienie w układzie zostaje zmniejszone do poziomu 0 bar, po czym następuje demontaż urządzenia z punktów przyłączeniowych R, T oraz demontaż systemu pomiarowego wraz z czujnikami pomiarowymi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do wykonania rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych eksploatowanych na elektrowni wiatrowej zawiera falownik, silnik elektryczny, sprzęgło, pompę zębatą, zawór zwrotny, zawór przelewowy, manometr, zawory iglicowe, armaturę hydrauliczną przyłączeniową, czujniki pomiarowe emisji akustycznej AE, system pomiarowy emisji akustycznej AE oraz komputer, przy czym silnik zasilany za pośrednictwem falownika jest połączony sprzęgłem z pompą zębatą, na wyjściu pompy znajduje się zawór zwrotny połączony z zaworami iglicowymi, do obwodu hydraulicznego łączącego zwór zwrotny oraz zawory iglicowe podłączony jest zawór przelewowy oraz manometr, na każdym kontrolowanym zbiorniku są zamontowane parami czujniki pomiarowe emisji akustycznej AE, które są połączone poprzez systemem pomiarowy z komputerem, **znamienne tym**, że pompa zębata (3) jest połączona z gniazdem ssącym (R) zbiornika układu hydraulicznego turbiny wiatrowej (10) za pomocą armatury hydraulicznej przyłączeniowej (7) oraz zawory iglicowe (P) są połączone z gniazdem przyłączeniowym (T) bloku sterowniczo-rozdzielczego (8) układu hydraulicznego turbiny wiatrowej (10) za pomocą armatury hydraulicznej przyłączeniowej (7).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że armatura hydrauliczna przyłączeniowa (7) składa się z przewodów hydraulicznych zakończonych szybkozłączami.
3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że falownik (1) jest podłączony do układu elektrycznego 230 V turbiny wiatrowej (10).

4. Sposób wykonania warunków rewizji zastępczej stałych zbiorników ciśnieniowych w układach hydraulicznych elektrowni wiatrowej, w którym redukuje się ciśnienie w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej do poziomu 0 bar, podłącza się urządzenie do wykonywania rewizji zastępczej do układu hydraulicznego turbiny wiatrowej, montuje się na wszystkich kontrolowanych zbiornikach ciśnieniowych układu hydraulicznego turbiny wiatrowej parami czujniki emisji akustycznej AE, jednocześnie rejestruje się sygnały z czujników emisji akustycznej AE na komputerze za pośrednictwem systemu pomiarowego oraz podnosi się ciśnienie oleju hydraulicznego w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej, **znamienny tym**, że urządzenie do wykonywania rewizji zastępczej podłącza się do układu hydraulicznego turbiny wiatrowej (10) za pomocą armatury hydraulicznej przyłączeniowej (7), przy czym pompę zębatą (3) łączy się z gniazdem ssącym (R) zbiornika układu hydraulicznego turbiny wiatrowej (10), a zawory iglicowe (P) łączy się z gniazdem przyłączeniowym bloku sterowniczo-rozdzielczego (8) układu hydraulicznego turbiny wiatrowej (10), ciśnienie oleju hydraulicznego w układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej (10) podnosi się według zakładanych progów parametrów testowych, przy czym ciśnienie oleju hydraulicznego na danym progu utrzymywane jest w kilkuminutowym przedziale czasowym, po czym następuje wzrost ciśnienia do kolejnego progu aż do osiągnięcia ciśnienia 250 bar lub do zadziałania zaworu przelewowego w głównym układzie hydraulicznym turbiny wiatrowej (10).
5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że poszczególne progi ciśnienia utrzymywane w czasie dziesięciominutowym w zbiornikach ciśnieniowych (12, 13, 14) wynoszą 150 bar, 150 bar, 200 bar, 220 bar i 250 bar.

Rysunek

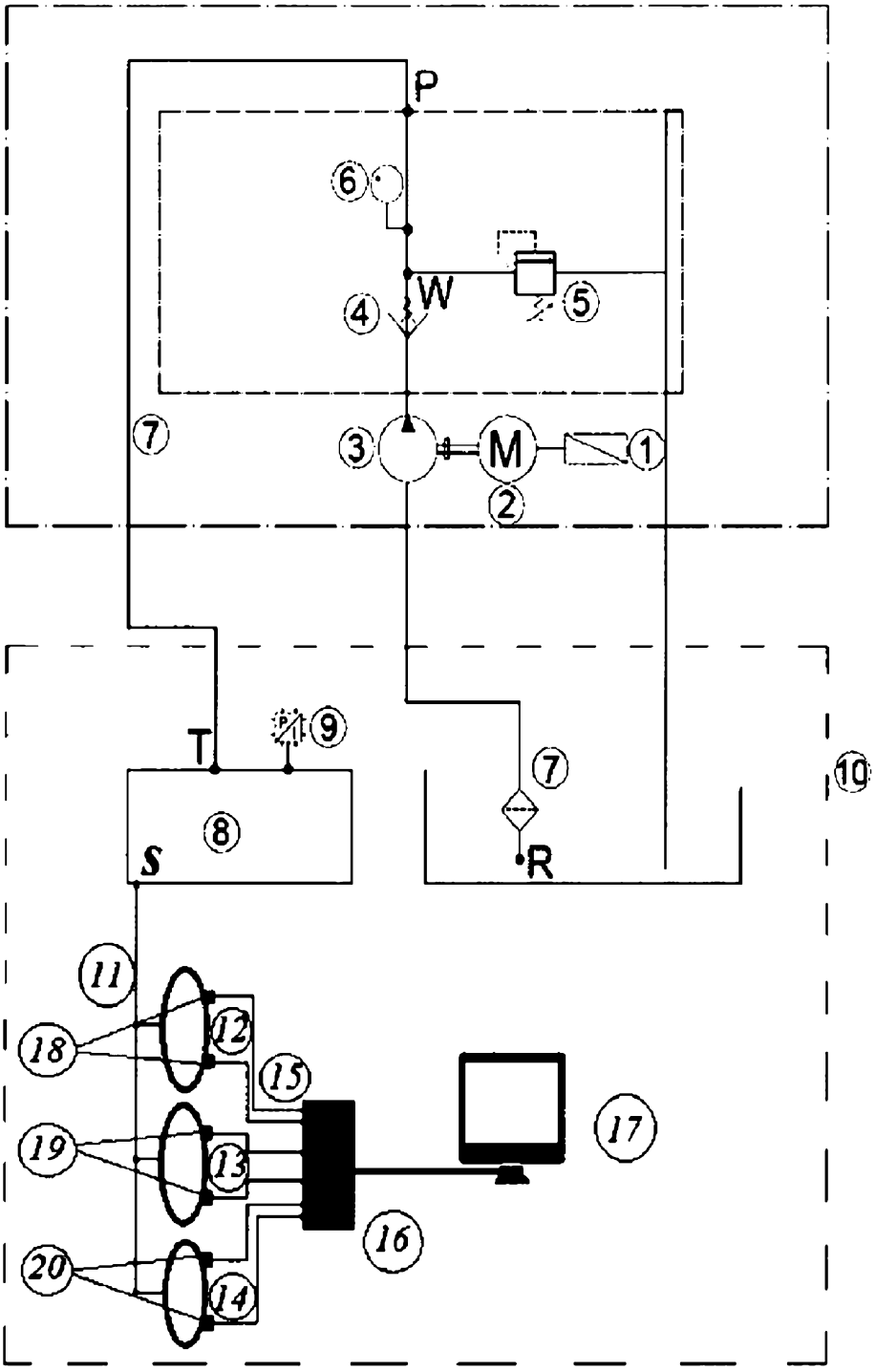

Fig. 1