RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239384**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **435461**

(22) Data zgłoszenia: **28.09.2020**

(51) Int.Cl.
G01N 3/00 (2006.01)
G01N 3/20 (2006.01)
G01N 3/32 (2006.01)
G01N 27/00 (2006.01)

(54) **Urządzenie i sposób badania zmęczeniowego powłok lakierniczych, zwłaszcza dla osi kolejowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
14.06.2021 BUP 12/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.11.2021 WUP 35/21

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA, Kielce, PL
CZAJKOWSKI JAROSŁAW F. H. BARWA, Kielce, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
WOJCIECH PAULI, Kielce, PL
NORBERT RADEK, Mąchocice Kapitulne, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Kamil Kot

PL 239384 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie i sposób do badania zmęczeniowego powłok lakierniczych, zwłaszcza dla osi kolejowych, zgodnych z normą PN-EN 13261 A1 2011.

Norma PN-EN 13261 A1 2011 dotycząca systemów lakierniczych dla osi kolejowych wymaga badań powłoki lakierniczej na zmęczenie. Badania wykonuje się na specjalnych próbkach, które mają być cyklicznie obciążane, aby uzyskać wskazane w normie obciążenia przez 13 x 10^6 cykli. Dodatkowo, próbka jest skrapiana wodą w miejscu przewężenia. Próba ma na celu sprawdzenie odporności stali oraz powłoki na cykliczne ściskanie i rozciąganie, symulując obciążenia działające na oś jezdną pojazdu szynowego podczas jazdy pociągu.

Klasycznym i intuicyjnym podejściem do takiego badania byłoby zamontowanie napędu obrotowego do próbki i obciążanie jej końca za pomocą ciężarków. Takie podejście, chociaż prawidłowe, spowodowałoby wiele komplikacji i wymusiło konieczność bardzo dużej dokładności wykonania elementów urządzenia. Pierwszym problemem jaki się nasuwa, jest montaż próbki, który musiałby wytrzymać obciążenia przewidziane w normie. Kolejnym problemem byłoby zamontowanie obciążenia, które zawsze musiałoby oddziaływać ze stałą wartością, kierunkiem i zwrotem, każde odstępstwo wprowadziłoby niemożliwy do skompensowania i trudny do określenia błąd. Próbka musiałaby być zamontowana bardzo dokładnie osiowo względem osi napędu. Każde bicie na końcu obciążanym będzie powodować błąd związany z obciążeniem końca. Błąd ten byłby dodatkowo zależny od szybkości obrotu. Celem testu jest doprowadzenie próbki do odkształcenia, czyli jej ugięcia, co musi spowodować bicie, czyli opisane wyżej problemy z dokładnością pomiaru.

Znane jest z opisu wynalazku nr WO2014056462 A1 urządzenie do badań zginania zmęczeniowego, które składa się z ramy z silnikiem elektrycznym z wałem napędowym wyposażonym w mimośrodowy kołnierz oraz tulei prowadzącej do mocowania badanego elementu. Tuleja prowadząca jest umieszczana w klatce, a uchwyt jest instalowany w tulei prowadzącej do mocowania badanego elementu.

Do klatki przymocowany jest poziomy pasek i pionowy pasek, które wyposażone są w trójosiowe czujniki siły do monitorowania obciążenia w obu obciążonych osiach mchu z ramą urządzenia. Kołnierz może mieć mimośród od 0,5 do 5 mm. Próbka może być zakotwiczona do testowania zmęczeniowego elementów zakotwiczonych.

Znane jest z opisu wynalazku JPH0361834A urządzenie do badań zmęczeniowych, umożliwiające wywieranie ciągłego dowolnego i nieliniowego, powtarzalnego obciążenia na różnego rodzaju surowce i materiały o strukturze pierwotnej, poprzez siłownik z kompozytowym pozycjonerem mimośrodowym, napędzanym bezpośrednio silnikiem, który ma stopień charakteryzujący się czterema stopniami swobody.

Znany jest z opisu wynalazku CN102519791A tester zmęczenia mechanicznego dla próbki testowej oraz sposób testowania testera. Tester zawiera ramę, próbkę i urządzenie do monitorowania naprężeń do monitorowania zmian naprężeń na próbce. Próbka ma jeden koniec przymocowany do ramy, a drugi koniec ułożony jako wspornik, a wspornikowy koniec próbki jest połączony z ramą za pomocą mimośrodowego wzbudnicy drgań. Mimośrodowy wzbudnik drgań zawiera mechanizm obrotowy, blok mimośrodowy połączony z wałem wyjściowym mechanizmu obrotowego za pomocą długiego trzpienia łączącego oraz elastyczny element łączący. Mechanizm obrotowy jest zamocowany na badanej próbce, obwód zasilania mechanizmu obrotowego jest połączony szeregowo z elementem przewodzącym, który przekazuje zwrotnie wygenerowaną przez próbkę granicę pęknięć zmęczeniowych.

Znana jest z opisu wzoru użytkowego CN209495940U maszyna do badania zmęczeniowego, która zawiera mechanizm do badania skręcania i mechanizm do badania zginania obrotowego. Mechanizm do badania skręcania zawiera wspornik mocujący do mocowania próbki doświadczalnej, główny wał skręcania połączony z jedną stroną próbki doświadczalnej, urządzenie generujące moment obrotowy do obciążania momentu obrotowego i czujnik momentu obrotowego. Obrotowy mechanizm do badania zginania zawiera zginający wał główny połączony z drugą stroną próbki doświadczalnej, czujnik momentu zginającego i urządzenie generujące moment zginający.

Urządzenie do badania zmęczeniowego powłok lakierniczych, zwłaszcza dla osi kolejowych, posiadające podstawę, na której zamocowany jest silnik elektryczny, charakteryzuje się tym, że na wale silnika zamontowane jest sprzęgło kłowe, przy czym naprzeciw silnika, centralnie w pionowej ścianie podstawy, zamontowany jest uchwyt, składający się z gniazda i nakrętki dociskowej. Gniazdo uchwytu ma postać tulei nagwintowanej z zewnątrz, zaś otwór wewnętrzny ma kształt stożka, przy czym nakrętka

dociskowa jest nakrętką z zamkniętym końcem, przy czym pomiędzy kłami sprzęgła kłowego zamocowany jest ułożyskowany mimośród, w którego dwóch przeciwległych bocznych ściankach, prostopadle do osi wału silnika, wywiercone i nagwintowane są otwory, do których montowane są ciężarki na ramionach o regulowanej długości, przy czym w mimośrodzie, zainstalowana jest tuleja dystansująca.

Korzystnie, mimośród ma postać prostopadłościennej płytki z zamocowanym centralnie łożyskiem.

Sposób badania zmęczeniowego powłok lakierniczych, zwłaszcza dla osi kolejowych z zastosowaniem normatywnej próbki do badań zmęczeniowych, charakteryzuje się tym, że badaną próbkę montuje się w uchwycie urządzenia według wynalazku tak, że zakończenie stożkowe próbki osadza się w gnieździe urządzenia, po czym dokręca się próbkę nakrętką dociskową, a następnie do próbki mocuje się tuleję dystansującą, do której mocuje się mimośród. Następnie, zakłada się wcześniej dobrane ciężarki na ramionach o założonej długości, przy czym mimośród mocuje się w taki sposób, aby kły sprzęgła oparte były o ściany mimośrodu, po zamocowaniu i ustaleniu odpowiedniego położenia próbki, uruchamia się falownik i ustawia parametry elektryczne tak, aby osiągnąć wcześniej założoną prędkość obrotową silnika.

Zaletą przedstawionego urządzenia jest to, że normatywna próbka pozostaje nieruchoma w trakcie całego badania i jest zamontowana na sztywno w uchwycie. Pozwala to w łatwy sposób mierzyć naprężenia, na przykład poprzez naklejenie tensometrów. Na obciążany koniec montowane jest łożysko, na którym osadzony jest mimośród, skonstruowany w taki sposób, aby jego geometria była modyfikowalna. Przez to, regulowane jest położenie środka masy i pośrednio obciążenie działające na próbkę. Mimośród wprawiony w ruch obrotowy powoduje cykliczne obciążenia o zdefiniowanej wartości. Mimośród sprzęgnięty jest z napędem za pomocą sprzęgła kłowego. Taka konstrukcja jest zdecydowanie mniej wrażliwa na wszystkie wymienione wcześniej problemy i błędy z nimi związane.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia rysunek wykonawczy normatywnej próbki do badań zmęczeniowych (źródło PN-EN 13261 A1 2011, wymiary próbki podano w milimetrach), fig. 2 – urządzenie w widoku z boku, fig. 3 – urządzenie w widoku z góry, fig. 4 – przekrój "A" z fig. 2, a fig. 5 – urządzenie w widoku izometrycznym.

Urządzenie posiada stabilną sztywną podstawę 1, na której po przeciwległej stronie do pionowej ściany, jest zamocowany i przykręcony śrubami silnik elektryczny 2. Na wale silnika 2 zamontowane jest sprzęgło kłowe 3, którego kształt ułatwia montaż próbki 5. Naprzeciw silnika 2, centralnie w pionowej ścianie podstawy 1, zamontowany jest uchwyt 4, służący do mocowania badanej próbki 5. Uchwyt 4 składa się z gniazda 4a i nakrętki dociskowej 4b. Gniazdo uchwytu 4a ma postać tulei nagwintowanej z zewnątrz, natomiast otwór wewnętrzny ma kształt stożka zgodnego z stożkiem normatywnej próbki 5. Nakrętka dociskowa 4b jest nakrętką z zamkniętym końcem, w której znajduje się otwór, przez który przełożona jest próba 5. Próbka 5 pokryta powłoką lakierniczą, taką jak na przykład podkład epoksydowy, masa głusząca, poliuretanowy lakier nawierzchniowy, jest mocowana w gnieździe uchwytu 4a i dokręcana nakrętką dociskową 4b. Próbka 5 zamocowana w uchwycie 4, pozostaje nieruchoma przez cały czas badania. Na drugi koniec próbki nakładana jest walcowa tuleja dystansująca 6 oraz mimośród 7. Tuleja dystansująca 6 ma za zadanie ustawić miejsce działania siły gnącej. Mimośród 7 jest łożyskowanym elementem symetrycznym względem osi łożyska, mającym postać prostopadłościennej płytki, z centralnym łożyskiem. W dwóch przeciwległych bocznych ściankach mimośrodu 7, prostopadle do osi wału silnika 2, są wywiercone nagwintowane otwory. Do otworów w mimośrodzie 7 montowane są ciężarki 8, na odpowiednio długich ramionach z możliwością regulacji odsunięcia ciężarków 8. Masa ciężarków oraz długość ramion jest dobierana do prędkości obrotowej silnika przed rozpoczęciem badania w taki sposób, żeby uzyskać siłę gnącą o odpowiedniej wartości.

Sterowanie urządzenia realizowane jest falownikiem, który reguluje częstotliwość prądu przemiennego napędzającego silnik elektryczny 2. W ten sposób odbywa się sterowanie prędkością obrotową silnika.

Sposób, według wynalazku, przeprowadza się w następujący sposób. Najpierw montuje się próbkę 5 w uchwycie 4 urządzenia do badania zmęczeniowego powłok lakierniczych tak, że zakończenie stożkowe próbki 5 osadza się w gnieździe 4a, po czym dokręca się próbkę 5 nakrętką dociskową 4b. Następnie, do próbki 5 mocuje się tuleje dystansującą 6, do której mocuje się mimośród 7. Następnie, zakłada się wcześniej dobrane ciężarki 8 na ramionach o założonej długości. Mimośród 7 mocuje się w taki sposób, aby kły sprzęgła 3 oparte były o ściany mimośrodu 7. Po zamocowaniu i ustaleniu odpowiedniego położenia próbki 5, uruchamia się falownik i ustawia parametry elektryczne tak, aby osiągnąć wcześniej założoną prędkość obrotową silnika 2. Dzięki odpowiednio dobranym ciężarkom 8, ramionom i prędkości

obrotowej silnika uzyskujemy odpowiednią siłę gnącą, która wywołuje w próbce 5 naprężenia przewidziane w normie PN-EN 13261 1A 2011. Podczas całego przebiegu badania zmęczeniowego powłoki lakierniczej, próbka 5 zamocowana w uchwycie 4, pozostaje nieruchoma, a obraca się napędzany poprzez sprzęgło kłowe 3 mimośród 7 wraz z ciężarkiem 8.

Przykład doboru obciążeń.

Norma PN-EN 13261 1A 2011 podaje wartość naprężeń w punkcie przewężenia np.

$$270 \frac{N}{mm^2}.$$

Znając geometrię próbki 5 przedstawionej na fig. 1, można obliczyć wartość siły gnącej w miejscu zaznaczonym strzałką, w tym wypadku wynosi 180,83 N. Zakładając prędkość obrotową silnika 2 w wartości

$$1000 \frac{obr}{min},$$

można obliczyć moment bezwładności potrzebny do wytworzenia odpowiedniej siły gnącej, wynoszący 0,0165 kg * m. Mając moment bezwładności można dobrać odpowiednią masę ciężarka 8 i długość ramienia, na jakim powinien się obracać, w tym przypadku masa ciężarka m = 200 g, ramie długości 4,2 cm. Powyższa procedura może zostać zastąpiona w całości pomiarami tensometrycznymi lub częściowo poprzez pomiar siły gnącej lub momentu bezwładności i obrotów mimośrodu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do badania zmęczeniowego powłok lakierniczych, zwłaszcza dla osi kolejowych, posiadające podstawę, na której zamocowany jest silnik elektryczny, **znamienne tym**, że na wale silnika (2) zamontowane jest sprzęgło kłowe (3), przy czym naprzeciw silnika (2), centralnie w pionowej ścianie podstawy (1), zamontowany jest uchwyt (4), składający się z gniazda (4a) i nakrętki dociskowej (4b), przy czym gniazdo uchwytu (4a) ma postać tulei nagwintowanej z zewnątrz, zaś otwór wewnętrzny ma kształt stożka, przy czym nakrętka dociskowa (4b) jest nakrętką z zamkniętym końcem, przy czym pomiędzy kłami sprzęgła kłowego (3) zamocowany jest ułożyskowany mimośród (7), w którego dwóch przeciwległych bocznych ściankach, prostopadle do osi wału silnika (2), wywiercone i nagwintowane są otwory, do których montowane są ciężarki (8) na ramionach o regulowanej długości, przy czym w mimośrodzie (7), zainstalowana jest tuleja dystansująca (6).
2. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamienne tym**, że mimośród (7) ma postać prostopadłościennej płytki z zamocowanym centralnie łożyskiem.
3. Sposób badania zmęczeniowego powłok lakierniczych, zwłaszcza dla osi kolejowych z zastosowaniem normatywnej próbki do badań zmęczeniowych, **znamienny tym**, że badaną próbkę (5) montuje się w uchwycie (4) urządzenia według zastrz. 1 i 2 tak, że zakończenie stożkowe próbki (5) osadza się w gnieździe (4a) urządzenia, po czym dokręca się próbkę (5) nakrętką dociskową (4b), a następnie do próbki (5) mocuje się tuleje dystansującą (6), do której mocuje się mimośród (7), następnie zakłada się wcześniej dobrane ciężarki (8) na ramionach o założonej długości, przy czym mimośród (7) mocuje się w taki sposób, aby kły sprzęgła (3) oparte były o ściany mimośrodu (7), po zamocowaniu i ustaleniu odpowiedniego położenia próbki (5), uruchamia się falownik i ustawia parametry elektryczne tak, aby osiągnąć wcześniej założoną prędkość obrotową silnika (2).

Rysunki

Fig 1, 2, 3

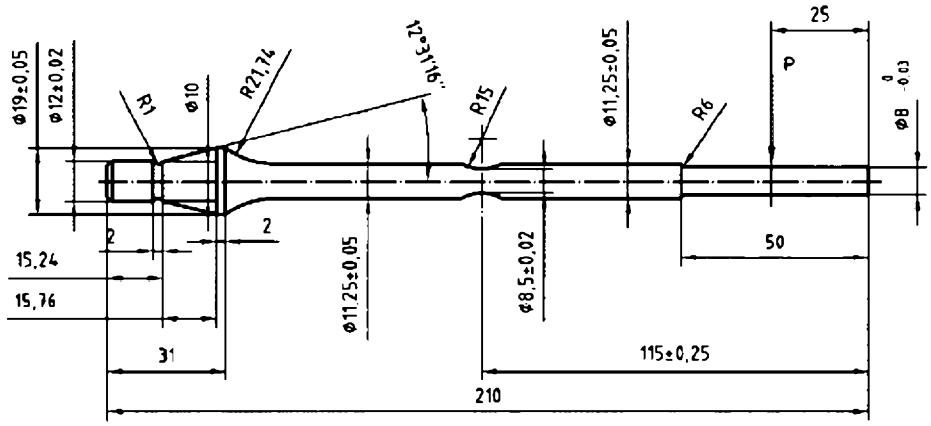


Fig. 1

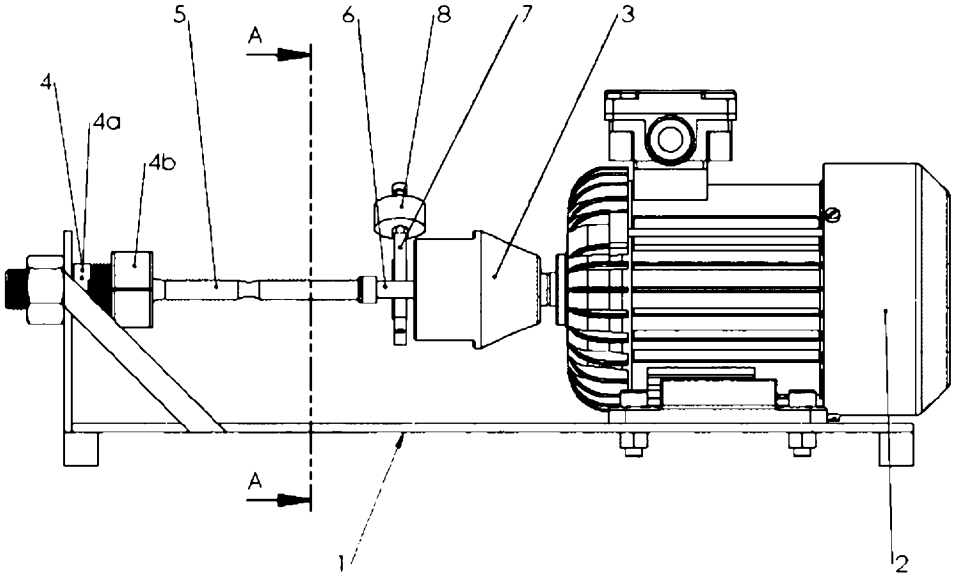


Fig. 2

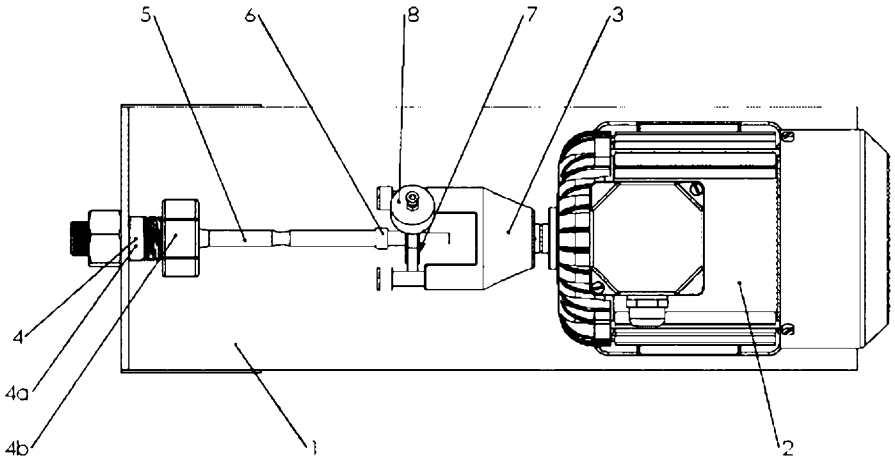


Fig. 3

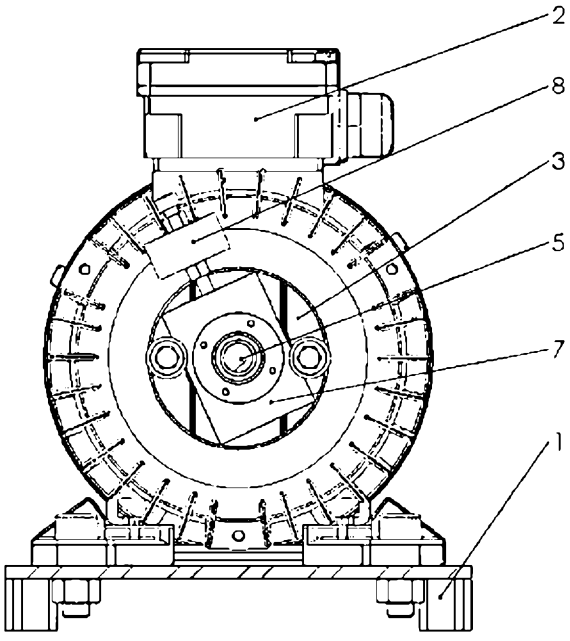


Fig. 4

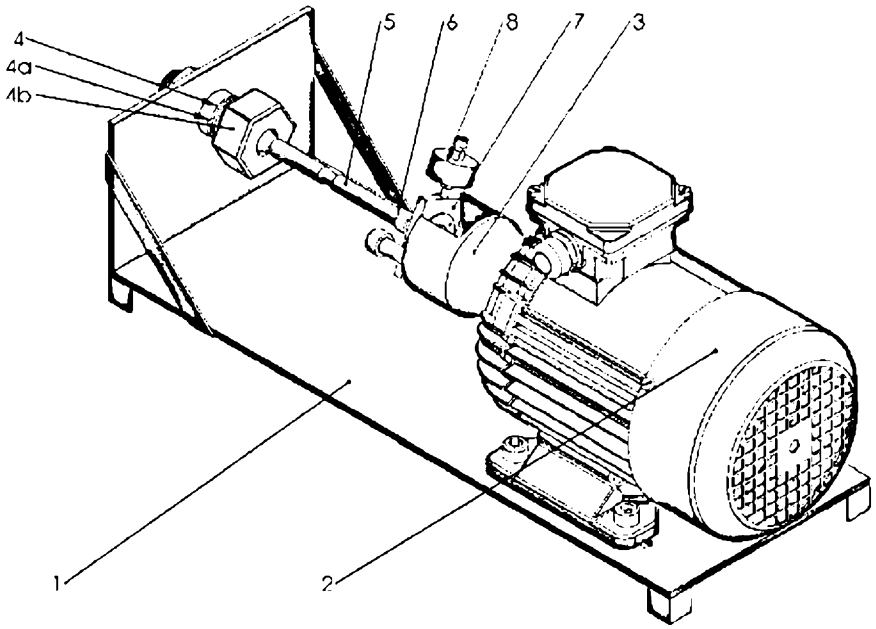


Fig. 5