

## Dynamometr do pomiaru sił napięcia lin

Przedmiotem wynalazku jest dynamometr do pomiaru sił napięcia lin. Znajduje on zastosowanie do pomiaru i monitorowania obciążeń lin w różnego rodzaju konstrukcjach, a w szczególności do pomiaru stopnia napięcia olinowania masztów statków morskich.

Znanych jest wiele rozwiązań konstrukcyjnych dynamometrów do pomiaru obciążeń lin, zawieszonych i innych elementów narażonych na działanie różnego rodzaju sił, w których jako elementy pomiarowe stosowane są czujniki tensometryczne, najczęściej w układzie mostkowym.

Z polskiego opisu patentowego nr 167372 znany jest dynamometr tensometryczny do pomiaru obciążeń zawieszonych rurociągów, w którym tensometry umieszczone są na elemencie pomiarowym w kształcie tulei i połączone z zewnętrznym układem pomiarowym. Na jeden koniec tulei pomiarowej nakręcona jest końcówka oczkowa, której część cylindryczna obsadzona jest swobodnie w cienkościennej tulei osłonowej. Na drugi koniec tulei pomiarowej nakręcona jest końcówka oczkowa z poprzecznym wkrętem zabezpieczającym, na której część cylindryczną nakręcony jest przeciwległy koniec tulei osłonowej. W bocznej ścianie końcówki osłonowej znajduje się wycięcie, w którym osadzona jest elektryczna kostka łącznikowa połączona z wyjściem układu tensometrów.

Z polskiego opisu patentowego nr 177123 znany jest dynamometr tensometryczny do pomiaru sił osiowych, zwłaszcza zawieszonych rurociągów, o bardziej złożonej budowie. Ma on postać tulei pomiarowej, na której zewnętrznej powierzchni umieszczone są tensometry połączone ze sobą w układzie mostkowym. W jeden nagwintowany koniec tulei pomiarowej wkręcony jest łącznik z dwoma kołnierzami, przy czym do kołnierza centrującego dociśnięta jest za pomocą nakrętki wewnętrzna tuleja osłonowa. W drugi nagwintowany koniec tulei pomiarowej wkręcony jest drugi łącznik, także z dwoma kołnierzami, przy czym do kołnierza centrującego dociśnięta jest za pomocą nakrętki zewnętrzna tuleja osłonowa. Na koniec drugiego łącznika nakręcona jest kształtowa nakrętka połączenia przegubowego osadzona w pierścieniu trwale osadzonym w korpusie.

Znany jest także z polskiego opisu patentowego nr 189882 dynamometr tensometryczny do pomiaru sił osiowych, zwłaszcza w linach i łańcuchach okrętowych. Posiada on korpus z uchwytnymi mocującymi wyposażony w czujniki tensometryczne połączone w układzie mostkowym. Korpus składa się z dwóch elementów wzdłużnych o kształcie podobnym do płytki ogniwa łańcucha płytkowego. Elementy wzdłużne są ze sobą zestawione na jednym końcu za pomocą krótkiej tulei i zdystansowane elementami poprzecznymi. Komora utworzona pomiędzy elementami wzdłużnymi i

elementami poprzecznymi zamknięta jest z obu stron pokrywami tak, że jest komorą wodoszczelną. Na powierzchni elementów wzdłużnych wewnątrz wodoszczelnej komory usytuowane są w kierunku wzdłużnym tensometry dobrane parami i współpracujące z elektronicznym układem pomiarowym umieszczonym także wewnątrz komory.

Dynamometr do pomiaru sił napięcia lin mający osadzoną suwliwie wewnątrz tulei osłonowej rurę pomiarową połączoną z obu stron z końcówkami oczkowymi i zaopatrzoną na swym zewnętrznym obwodzie w czujniki pomiarowe znajdujące się w szczelnej komorze utworzonej pomiędzy tuleją osłonową i rurą pomiarową według wynalazku charakteryzuje się tym, że rura pomiarowa ma przekrój kwadratowy i zaopatrzona jest na swych końcach w łączniki kostkowe o przeciwnych wewnętrznych gwintach, do których wkręcone są końcówki oczkowe tworzące z rurą pomiarową układ śruby rzymskiej, a czujnikami pomiarowymi są pomiarowe czujniki światłowodowe.

Korzystnie jest, gdy dynamometr ma cztery pomiarowe czujniki światłowodowe umieszczone symetrycznie na każdej ze ścian rury pomiarowej i połączone wyprowadzoną na zewnątrz linią światłowodową z zewnętrznym układem rejestrująco-pomiarowym.

Korzystnie w środkowej części tulei osłonowej na jej wewnętrznym obwodzie umieszczone są kompensacyjne czujniki światłowodowe połączone wyprowadzoną na zewnątrz linią światłowodową z zewnętrznym układem rejestrująco-pomiarowym.

W jednym z wariantów dynamometr posiada trzy kompensacyjne czujniki światłowodowe rozmieszczone w układzie trójkąta lub gwiazdy.

Tuleja osłonowa zaopatrzona jest na swym zewnętrznym obwodzie w pręty skręcające.

Główną zaletą rozwiązania według wynalazku jest możliwość pracy dynamometru przez cały okres eksploatacji obiektu, ponieważ pełni on jednocześnie funkcję ściągacza linowego i pracuje tak jak typowy, nie pomiarowy element układu. Umożliwia to prowadzenie pomiarów obiektu bez zmian jego charakterystyk eksploatacyjnych. Dzięki zastosowaniu technologii światłowodowej dynamometr nie wymaga kalibracji, zerowania i wzorcowania przez cały okres eksploatacji. Jednocześnie zastosowany w rozwiązaniu układ światłowodowych czujników pomiarowych i czujników kompensacyjnych zapewnia kompensację sił nie osiowych oraz kompensację temperaturową.

Przykładowa realizacja dynamometru według wynalazku zilustrowana jest rysunkiem, na którym fig. 1 przedstawia przekrój podłużny dynamometru, fig. 2 - przekrój poprzeczny, fig. 3 - rozmieszczenie pomiarowych czujników światłowodowych, a fig. 4 - przykładowe rozmieszczenie kompensacyjnych czujników światłowodowych.

W przykładowej realizacji dynamometr ma rurę pomiarową 1 o przekroju kwadratowym, która na swych końcach zaopatrzona jest w łączniki kostkowe 2 o przeciwnych wewnętrznych gwintach, do których wkręcone są końcówki oczkowe 3. Takie połączenie rury pomiarowej 1 z końcówkami oczkowymi 3 tworzy układ śruby rzymskiej. Rura pomiarowa 1 osadzona jest suwliwie i kształtowo w tulei osłonowej 4, która zaopatrzona jest w pręty skręcające 5. Tuleja osłonowa 4 zamknięta jest z jednej strony pokrywą osłonową 6 ze śrubami mocującymi. W środkowej części rury pomiarowej 1 naklejone są symetrycznie, na zewnętrznej powierzchni każdej jej ściany, cztery pomiarowe czujniki światłowodowe 7. Na wewnętrznej powierzchni tulei osłonowej 4 w jej środkowej części znajdują się trzy kompensacyjne czujniki światłowodowe 8 naklejone w układzie trójkąta lub gwiazdy. Wszystkie czujniki światłowodowe znajdują się w szczelnej komorze pomiędzy rurą pomiarową 1 i tuleją osłonową 4 i połączone są wyprowadzonymi na zewnątrz dynamometru liniami światłowodowymi 9 z zewnętrznym układem rejestratora odkształceń, niepokazanym na rysunku. Pomiarowymi czujnikami światłowodowymi 7 i kompensacyjnymi czujnikami światłowodowymi 8 są czujniki typu Fibre Bragg Grating, nie wymagające kalibracji oraz zerowania przez cały okres eksploatacji. W przykładowej realizacji dynamometr według wynalazku przeznaczony jest do pomiaru sił osiowych w sztagu o średnicy 25 mm żaglowca i ma zakres pomiarowy od 0 do 600 kN. Wszystkie elementy konstrukcyjne dynamometru wykonane są ze stali nierdzewnej. Kwadratowa rura pomiarowa 1 wykonana jest ze stali nierdzewnej o wymiarach 70 x 70 x 3, a tuleja osłonowa 4 – z rury bezszwowej o średnicy 120 x 5. Zasadnicza długość dynamometru, bez końcówek oczkowych, wynosi 500 mm, a długość zamkniętej przestrzeni roboczej wynosi 400 mm. Gwinty w łącznikach kostkowych 2 są trapezowe o wymiarze nominalnym 42 mm.

W dynametrze według wynalazku zbudowanym na zasadzie śruby rzymskiej, elementem przenoszącym obciążenie jest kwadratowa rura pomiarowa 1, natomiast połączona z nią suwliwie zewnętrzna tuleja osłonowa 4 przenosi jedynie obciążenie momentem skręcającym niezbędnym do zmiany długości dynamometru pełniącego równocześnie funkcję ściągacza i jest płaszczem dynamometru chroniącym układ czujników światłowodowych. Obrót prętów skręcających 5 powoduje zmianę napięcia badanej liny poprzez przekazanie momentu skręcającego do śruby rzymskiej przez element kształtowy i pokrywę osłonową 6. Pomiarowe czujniki światłowodowe 7 są zasadniczymi elementami pomiarowymi sił osiowych, tj. obciążenia dynamometru, a ich rozmieszczenie umożliwia całkowitą kompensację momentów gnących we wszystkich kierunkach. Kompensacyjne czujniki światłowodowe 8 natomiast umożliwiają kompensację temperaturową oraz kompensację obciążenia momentem skręcającym.

W przykładowym zastosowaniu dynamometry według wynalazku wmontowuje się w miejsce standardowych ściązaczy w układ linowy statku. Odpowiednie napięcie sztagów i want masztów, służące do nadania im żądanej sztywności i wytrzymałości oraz odpowiedniego osiowania, uzyskuje się poprzez regulację i monitorowanie dynamometrów. Po prawidłowym ustawieniu i kalibracji masztów z olinowaniem, dynamometr światłowodowy pozostaje w układzie linowym i może służyć do okresowego lub ciągłego monitoringu wyężenia i wytrzymałości masztów poddanych obciążeniom środowiskowym (wiatr) i eksploatacyjnym (stawianie żagli). Zwiększa to w wysokim stopniu bezpieczeństwo załogi poprzez monitoring żywotności konstrukcji morskich, pozwalając jednocześnie na przewidywanie wystąpienia możliwych uszkodzeń i pozwalający na racjonalne zaplanowanie inspekcji i przeglądów okresowych. Zastosowanie czujników światłowodowych daje możliwość pracy dynamometru przez cały okres eksploatacji obiektu bez konieczności dodatkowych kalibracji i zerowań układu pomiarowego.

RZECZNIK PATENTOWY  
nr rej. 2510

  
mgr inż. Anna Kwapich