

Belka tensometryczna i sposób wykonania belki tensometrycznej

Przedmiotem wynalazku jest belka tensometryczna przeznaczona do stosowania w przemysłowych układach pomiarowych wielkości fizycznych, przykładowo: siły, ciśnienia, momentu obrotowego, przemieszczeń, natężenia przepływu, drogi, drgań, a w szczególności przeznaczona do stosowania w urządzeniach wagowych. Przedmiotem wynalazku jest również sposób wykonania belki tensometrycznej przedstawionej w wynalazku.

W stanie techniki znane są belki tensometryczne wykonane z metalu, głównie ze stali, na powierzchni których zamocowane są elementy tensometryczne pojedynczo lub w określonym układzie elektrycznym. Elementy tensometryczne mocowane są mechanicznie i połączone z powierzchnią badanego elementu przy zastosowaniu technik klejenia. Stosuje się kleje specjalne: samoutwardzalne np. nitrocelulozowe (aceton) lub polimeryzujące np. bakelitowo-fenolowe, typu cyjanopan itd. Jakość przyklejenia czujnika tensometrycznego do podłoża ma decydujący wpływ na dokładność pomiaru. Z tego względu dobierane są nie tylko różne mieszanki klejów w zależności od warunków pomiaru. Na powierzchniach chropowatych, stosuje się przykładowo, metody takie jak naklejanie czujników na paski stalowe, a następnie ich przylutowywanie lub zgrzewanie do powierzchni belki.

Znane są również techniki przyklejania elementów tensometrycznych, polegające na łączeniu ze sobą różnego rodzaju klejów, a także polegające na stosowaniu dodatkowej warstwy kleju pokrywającej z zewnątrz czujniki, która to warstwa tworzy dodatkową powłokę zabezpieczającą.

Wszystkie wymienione metody zmierzają do ciągłej poprawy jakości połączenia klejowego na styku elementów tensometrycznych z belką, celem uzyskania możliwie największej dokładności i powtarzalności pomiaru. W praktyce jednak wyniki nie są w pełni zadawalające. Problemem jest również trwałość takich połączeń klejowych. Po pewnym czasie bowiem tensometryczne układy pomiarowe ulegają rozwarstwieniu, odklejeniu lub delaminacji.

Kształt belki tensometrycznej, stale jest udoskonalany i może być różny w zależności od typu belki i klasy realizowanych pomiarów. Trzeba podkreślić, że możliwości obróbki metalu w celu uzyskania optymalnego kształtu, w szczególności

kształtu wycięć wewnętrznych tak zwanego koncentratora naprężeń, są ograniczone i przekładają się bezpośrednio na: czas obróbki, złożoność operacji i koszty wytworzenia.

Celem wynalazku jest opracowanie belki tensometrycznej nieograniczonej kształtem, która wyeliminuje powyższe wady i zapewni dokładny niezmienny w czasie i niepowtarzalny pomiar.

Belka tensometryczna o kształcie, dobranym do warunków pomiaru i wyposażona w tensometryczne układy pomiarowe według wynalazku charakteryzuje się tym, że wykonana jest z polimerowego materiału termoplastycznego lub z polimerowego materiału duroplastycznego: termoutwardzalnego lub chemoutwardzalnego, zaś tensometryczne układy pomiarowe umieszczone są w obszarze największych naprężeń i są jednolicie zespolone z materiałem belki polimerowej.

Belka charakteryzuje się tym, że tensometryczne układy pomiarowe, połączone są jednolicie z materiałem belki poprzez warstwę kleju polimerowego, przy czym struktura kleju polimerowego oparta jest na bazie struktury materiału polimerowego, z którego wykonana jest belka.

Belka charakteryzuje się tym, że tensometryczne układy pomiarowe połączone są jednolicie z materiałem belki w wyniku ich zatopienia w warstwie włókien skrajnych belki.

Kolejną cechą charakterystyczną jest to, że tensometryczne układy pomiarowe mają postać obwodu drukowanego naniesionego na powierzchni belki i jednolicie z nią zespolonego.

Kolejną cechą charakterystyczną jest, że tensometryczne układy pomiarowe zespolone są jednolicie z powierzchnią belki poprzez napylenie elektrochemiczne.

Kolejną cechą charakterystyczną jest, że tensometryczne układy pomiarowe, zespolone jednolicie z belką polimerową, mają postać detalu wykonanego z polimeru przewodzącego.

Sposób wykonania belki tensometrycznej o konstrukcji według wynalazku charakteryzuje się tym, że trzon belki wykonuje się znaną techniką z polimerowego materiału termoplastycznego lub z polimerowego materiału duroplastycznego: termoutwardzalnego lub chemoutwardzalnego, przy czym kształt belki, rodzaj materiału polimerowego oraz kształt koncentratora naprężeń dobiera się przy pomocy systemu

komputerowego według określonych warunków pomiaru, zaś tensometryczne układy pomiarowe jednolicie zespala się z warstwą włókien skrajnych belki w określonej przez system komputerowy strefie technologicznej.

Sposób charakteryzuje się tym, że tensometryczne układy pomiarowe jednolicie zespala się z warstwą włókien skrajnych belki poprzez nałożenie na belkę w strefie technologicznej, warstwy kleju polimerowego opartego na bazie struktury materiału polimerowego belki, suszy się, a następnie w miejscu występowania największych naprężeń, umieszcza się na belce tensometryczny układ pomiarowy, na który nałożona jest cienka, równomierna warstwa tego samego kleju, po czym tak przygotowany tensometryczny układ pomiarowy dociska się z odpowiednią siłą do belki poprzez przekładkę i poddaje suszeniu.

Sposób charakteryzuje się tym, że tensometryczny układ pomiarowy zespala się z warstwą włókien skrajnych belki poprzez impulsowe nagrzanie tensometrycznego układu pomiarowego, dosunięcie go do powierzchni belki i zatopienie w warstwie włókien skrajnych, przy czym czas trwania impulsu oraz głębokość penetracji kontroluje się za pomocą systemu komputerowego.

Sposób charakteryzuje się tym, że tensometryczny układ pomiarowy jednolicie zespala się z warstwą włókien skrajnych belki poprzez napylenie na powierzchni belki w wyznaczonej strefie technologicznej, roztworu zwiększającego powinowactwo kompozycji drukującej do materiału polimerowego, a następnie zgodnie z zaprojektowanym wzorem nanosi się w wyznaczonej strefie technologicznej kompozycję nadruku tensometrycznego układu pomiarowego, suszy się i utrwala oraz wlutowuje przewody sygnałowe.

Sposób charakteryzuje się tym, że tensometryczny układ pomiarowy jednolicie zespala się z warstwą włókien skrajnych belki poprzez napylenie elektrochemiczne zgodnie z zaprojektowanym wzorem tensometrycznego układu pomiarowego, wytrawienie i wlutowanie przewodów sygnałowych, przy czym przed napyleniem powierzchnię belki oczyszcza się i suszy oraz wyznacza się obszar technologiczny, na którym rozpyła się podkład zwiększający powinowactwo kompozycji bazowej do polimeru belki.

Sposób charakteryzuje się tym, że tensometryczny układ pomiarowy jednolicie zespala się z warstwą włókien skrajnych belki poprzez wykorzystanie technologii

wtrysku wielokomponentowego, przy czym w pierwszej kolejności wykonywana jest belka polimerowa z ukształtowanym obszarem technologicznym, a następnie do gniazda formy wprowadzane są przewody sygnałowe i wtryskiwany jest polimer przewodzący, tworzący detal zespolony z belką, zaś po ustabilizowaniu kształtu, belka wyjmowana jest z formy.

Rozwiązanie według wynalazku pozwala na długotrwałą bezawaryjną pracę belki tensometrycznej. Konstrukcja jest odporna na wpływ korozyjnych czynników środowiska. Wykonanie belki z polimeru pozwala na wykonanie dowolnego najbardziej optymalnego kształtu koncentratora naprężeń opracowanego na podstawie badań i doświadczeń. Poprzez powiązanie tensometrycznych układów pomiarowych z belką polimerową środkiem łączącym o właściwościach powinowatych do materiału belki, możliwe było jednolite zespolenie układów z belką. Tym samym rozwiązanie całkowicie eliminuje zjawiska: rozwarstwiania tensometrycznych układów pomiarowych, odklejania i delaminacji od elementu belki i pozwala wykorzystać nowe techniki. Belka według wynalazku jest trwała w użytkowaniu i tania w wykonaniu.

Wynalazek w przykładach wykonania został pokazany na rysunku, na którym fig.1 przedstawia belkę tensometryczną z naklejonym tensometrycznym układem pomiarowym w widoku z góry, fig.2 przedstawia przekrój A-A tej belki, fig.3 przedstawia przekrój B-B tej belki, fig.4 przedstawia belkę tensometryczną z zatopionym w warstwie włókien skrajnych tensometrycznym układem pomiarowym w widoku z góry, fig 5 przedstawia przekrój A-A tej belki, zaś fig.6 przekrój B-B tej samej belki, fig.7 przedstawia belkę z drukowanym tensometrycznym układem pomiarowym w widoku z góry fig 8 przedstawia przekrój A-A tej belki, zaś fig.9 przekrój B-B tej samej belki, fig.10 przedstawia belkę tensometryczną z tensometrycznym układem pomiarowym w postaci detalu polimerowego przewodzącego, w widoku z góry, zaś fig 11 przedstawia przekrój A-A tej belki, a fig.12 przekrój B-B tej samej belki, fig.13 przedstawia belkę z tensometrycznym układem pomiarowym napyłonym elektrochemicznie, w widoku z góry fig 14 przedstawia przekrój A-A tej belki, zaś fig.14 przekrój B-B tej samej belki.

W przykładzie wykonania tensometryczna belka polimerowa 1 wykonana została z polipropylenu i ma kształt zbliżony do prostopadłościanu. W centralnej części belki usytuowany jest koncentrator naprężeń 2, który ma postać otworu o optymalnym

kształcie, dobranym przy pomocy systemu komputerowego nie pokazanego na rysunku. Optymalny, zadany przez komputer kształt koncentratora naprężeń **2** można łatwo wykonać w materiale polimerowym jedną ze znanych technik. Dodatkowo w tensometrycznej belce polimerowej **1** wykonane są typowe otwory montażowe **3**, podcięcia technologiczne **4** oraz wyprowadzenie przewodów sygnałowych **5**. Tensometryczny układ pomiarowy **6** naniesiony jest trwale na belkę polimerową **1** metodą klejenia. Proces klejenia przeprowadza się po uprzednim wyznaczeniu strefy technologicznej **7** za pomocą systemu komputerowego i przemyciu powierzchni belki **1** rozpuszczalnikiem polimerowym np. w przypadku belki z polipropylenu rozpuszczalnikiem alkanów nasyconych i przemyciu np. spirytusem tensometrycznego układu pomiarowego **6**. Na wysuszonej powierzchni belki polimerowej **1** umieszczony jest tensometryczny układ pomiarowy **6**, na który nałożona jest cienka, równomierna warstwa kleju polimerowego **8**, opartego na bazie struktury materiału polimerowego, z którego wykonana jest belka polimerowa **1**. Zespolecie z belką następuje poprzez docisk ciężarkiem 5 N, z zastosowaniem przekładki z elastomeru silikonowego, nie pokazanej na rysunku. Następnie tak wykonaną belkę **1** suszy się w komorze klimatycznej przy czym czas suszenia określa się indywidualnie w zależności od użytego kleju. Przykładowo dla kleju o matrycy polipropylenowej czas sezonowania wynosi 12 godzin.

W drugim przykładzie wykonania polimerowa belka tensometryczna **1** o kształcie jak w przykładzie 1 wykonana jest z poliakryloamidu lub innego dowolnego materiału polimerowego. Tensometryczny układ pomiarowy **6** został zatopiony w skrajnych włóknach belki **1**, poprzez miejscowe impulsowe nagrzanie belki i umieszczenie w tej strefie tensometrycznego układu pomiarowego **6**. Tensometryczny układ pomiarowy **6** wprowadza się w ten sposób, że po wprowadzeniu do systemu komputerowego wymiarów charakterystycznych belki w kolejności długość, szerokość, wysokość, system dokonuje kalibracji i wyznacza obszar technologiczny **7**. Następnie Tensometryczny układ pomiarowy **6** jest pobierany do głowicy montażowej i ustawiany na wysokości 2mm nad powierzchnią obszaru technologicznego **7**. Wyzwolenie impulsu napięciowego spowoduje nagrzanie tensometrycznego układu pomiarowego **6**, który dosunięty do powierzchni belki **1** zostanie zatopiony w warstwie jej włókien skrajnych. Czas trwania impulsu oraz głębokość penetracji kontrolowane są przez

system komputerowy nie pokazany na rysunku. W ostatniej operacji nanosi się kod numeryczny na powierzchni belki 1, w którym zakodowane są informacje tj. typ belki, typ elementu pomiarowego, parametry procesu oraz seria i data produkcji.

W kolejnym przykładzie wykonania polimerowa belka tensometryczna 1 o kształcie jak w przykładzie pierwszym, wykonana z materiału polimerowego termoplastycznego lub duroplastycznego: termoutwardzalnego lub chemoutwardzalnego, ma naniesiony po obu stronach belki tensometryczny układ pomiarowy 6 w postaci obwodu drukowanego. Tego typu belkę wykonuje się w ten sposób, że korpus belki polimerowej 1 przemywa się w spirytusie etylenowym, wysusza i zabezpiecza przed zabrudzeniem, a następnie umieszcza się w uchwycie technologicznym stanowiska montażowego, na którym to stanowisku za pomocą systemu komputerowego, po wprowadzeniu wymiarów belki 1, zostanie wyznaczony obszar technologiczny 7 nadrukowania tensometrycznego układu pomiarowego 6. Z bazy systemu wybiera się typ, rodzaj, model i układ tensometrów do układu pomiarowego 6. Następnie na powierzchni belki 1 w obszarze technologicznym rozpyla się roztwór zwiększający powinowactwo kompozycji drukującej do materiału polimerowego belki 1. Głowica drukująca dokonuje naniesienia kropel kompozycji zgodnie z zaprojektowanym wzorem. Wykonana w ten sposób belka zostaje przeniesiona do komory stabilizującej, gdzie następuje wysuszenie i utrwalenie nadruku. Następnie wlotowuje się przewody sygnałowe 5. Po opuszczeniu komory stabilizującej tensometryczny układ pomiarowy 6 na belce 1 zostaje zabezpieczony poprzez natryskiwanie punktowe preparatem zabezpieczającym i konserwującym. W ostatniej operacji nanosi się kod numeryczny na powierzchni belki, w którym zakodowane są informacje tj. typ belki, typ elementu pomiarowego, parametry procesu oraz seria i data produkcji.

W kolejnym przykładzie wykonania polimerowa belka tensometryczna 1 o kształcie jak w przykładzie pierwszym, wykonana z materiału polimerowego termoplastycznego lub duroplastycznego: termoutwardzalnego lub chemoutwardzalnego, ma po obu stronach naniesiony metodą napylenia elektrochemicznego tensometryczny układ pomiarowy 6. Tego typu belkę wykonuje się w ten sposób, że przemywa się ją wstępnie, i wyznacza za pomocą systemu

komputerowego obszar technologiczny 7 oraz tensometryczny układ pomiarowy 6 tak jak w poprzednich przykładach, a następnie na powierzchni belki 1 napyła się podkład 11 zwiększający powinowactwo kompozycji drukującej do materiału polimerowego belki 1. Głowica napyłająca przesuując się po obszarze roboczym, punktowo nanosi środek zabezpieczający zgodnie z wzorem tensometrycznego układu pomiarowego 6. Belkę 1 przemieszcza się do komory, w której następuje wytrawianie. Następnie wlotowuje się przewody sygnałowe 5. Po opuszczeniu komory stabilizującej tensometryczny układ pomiarowy 6 na belce 1 zostaje zabezpieczony poprzez natryskiwanie punktowe preparatem zabezpieczającym i konserwującym. W ostatniej operacji nanosi się kod numeryczny na powierzchni belki, w którym zakodowane są informacje tj. typ belki, typ elementu pomiarowego, parametry procesu oraz seria i data produkcji.

W kolejnym przykładzie wykonania polimerowa belka tensometryczna 1 o kształcie jak w przykładzie pierwszym, wykonana z materiału polimerowego termoplastycznego lub duroplastycznego: termoutwardzalnego lub chemoutwardzalnego, zawiera tensometryczny układ pomiarowy 6 w postaci detalu 9 z przewodzącego polimeru zespolonego trwale z belką 1 w strefie włókien skrajnych. Konstrukcja belki 1 wykonywana jest w jednej operacji przy wykorzystaniu technologii wtrysku komponentowego. W pierwszej kolejności wykonywana jest belka jak w pozostałych przykładach, z rdzeniem definiującym obszar technologiczny 7. Następnie rdzeń ten wycofuje się, a do gniazda formy wprowadza się przewody sygnałowe 5. Kolejno do formy wtryskiwany jest polimer przewodzący tworzący detal 9. Po ustabilizowaniu kształtu belka 1 wyjmowana jest z formy. W ostatniej operacji nanosi się kod numeryczny na powierzchni belki, w którym zakodowane są informacje tj. typ belki, typ elementu pomiarowego, parametry procesu oraz seria i data produkcji.

MEGATERM TECHNOLOGY Sp. z o.o.

Pełnomocnik

RZECZNIK PATENTOWY

mgr inż. Sylwia Fietko-Basa
Upr. Nr 2116