

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

⑫ OPIS PATENTOWY ⑲ PL ⑪ 156164

⑬ B1

⑳ Numer zgłoszenia: 264562

⑤① IntCl⁵:
G01B 11/18
G01L 1/24

㉑ Data zgłoszenia: 11.03.1987

CZYTELNIA
OGÓLNA

⑤④ Sposób pomiaru odkształceń za pomocą liniowego elastooptycznego czujnika odkształceń

④③ Zgłoszenie ogłoszono:
13.10.1988 BUP 21/88

④⑤ O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.02.1991 WUP 02/91

⑦③ Uprawniony z patentu:
Polska Akademia Nauk, Instytut Podstawowych
Problemów Techniki, Warszawa, PL

⑦② Twórcy wynalazku:
Bogdan Michalski, Warszawa, PL
Jerzy Lietz, Warszawa, PL

⑤⑦ Sposób pomiaru odkształceń za pomocą liniowego elastooptycznego czujnika odkształceń w postaci prostokątnej wydłużonej płytki z materiału elastooptycznego z odbijającą powierzchnią po stronie obiektu w strefie pomiarowej, przytwierdzonej końcami do badanego obiektu, w którym stałą czujnika mnoży się przez wartość przesunięcia zerowej izochromy, znamienny tym, że do czujnika przykłada się kolinearnie i prostopadle polaryzacyjny kompensator pomiarowy z płytką kompensacyjną o dwójłomności liniowo zmiennej na długości, z naniesioną podziałką izochrom, korzystnie w punktach całkowitych izochrom, mający ponadto płytkę ćwierćfalową i polaryzator, a następnie po oświetleniu czujnika niespolaryzowanym białym światłem prostopadle do jego powierzchni dokonuje się pomiaru przesunięcia zerowej izochromy na skali kompensatora pomiarowego.

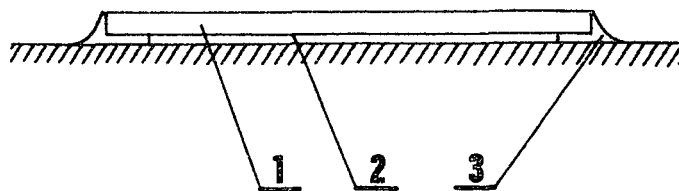


Fig. 1

PL 156164 B1

SPÓSÓB POMIARU ODKSZTAŁCEŃ ZA POMOCĄ
LINIOWEGO ELASTOOPTYCZNEGO CZUJNIKA ODKSZTAŁCEŃ

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

Sposób pomiaru odkształceń za pomocą liniowego elastoptycznego czujnika odkształceń w postaci prostokątnej wydłużonej płytki z materiału elastoptycznego z odbijającą powierzchnią po stronie obiektu w strefie pomiarowej, przytwierdzonej końcami do badanego obiektu, w którym stałą czujnika mnoży się przez wartość przesunięcia zerowej izochromy, z n a m i e n n y t y m, że do czujnika przykłada się kolinearnie i prostopadle polaryzacyjny kompensator pomiarowy z płytką kompensacyjną o dwójłomności liniowo zmiennej na długości, z naniesioną podziałką izochrom, korzystnie w punktach całkowitych izochrom, mający ponadto płytkę ćwierćfalową i polaryzator, a następnie po oświetleniu czujnika niespolaryzowanym białym światłem prostopadle do jego powierzchni dokonuje się pomiaru przesunięcia zerowej izochromy na skali kompensatora pomiarowego.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru odkształceń za pomocą liniowego elastoptycznego czujnika odkształceń.

Z literatury znany jest sposób pomiaru odkształceń za pomocą liniowego elastoptycznego czujnika odkształceń, wynalezionego przez Oppela w r. 1937 (R.S. Doroszkiewicz - "Elastoptyka", PWN, Warszawa, 1975). Czujnik ten ma kształt prostokątnej wydłużonej płytki z materiału elastoptycznego, przyklejonej końcami do badanego obiektu. W płytce czujnika techniką "zamrażania naprężeń" utrwalony jest liniowo zmienny na długości efekt elastoptyczny w postaci szeregu równo oddalonych prążków izochrom. Przy pomiarze odkształceń wykorzystuje się superpozycję tego liniowo zmiennego efektu optycznego wstępnie utrwalonego w czujniku ze stałym na długości czujnika efektem wywołanym przez odkształcenie obiektu. W wyniku superpozycji obu tych efektów odkształcenie czujnika powoduje przesunięcie prążków izochrom proporcjonalne do wartości mierzonych odkształceń. Na płytce przyklejony jest polaryzator kołowy i naniesiona skala do pomiaru przesunięcia izochrom widocznych w świetle odbitym dzięki warstwie odblaskowej znajdującej się pod płytką. Wartość odkształcenia wyznacza się mierząc na skali czujnika przesunięcie prążków izochrom i mnożąc otrzymaną wartość przesunięcia przez stałą czujnika.

Przedstawiony powyżej podstawowy typ czujnika był następnie udoskonalany przez wielu badaczy. I tak Oppel w swoich następnych pracach z lat 1958 i 1961 oraz Trumbacov i Katkov w pracy z roku 1966 przedstawili rozwiązanie termokompensacyjnych czujników liniowych. R.S. Doroszkiewicz i B. Michalski przedstawili propozycję takiego ukształtowania czujnika liniowego, które umożliwia pełne określenie rzędu izochromy na kresce pomiarowej przy dużych odkształceniach, powodujących przejście kilku izochrom przez strefę pomiarową i tym samym zwiększenie zakresu pomiarowego (opis patentowy PRL nr 50221). Krzysztof Dudek i Ludomir Jankowski przedstawili rozwiązanie dwupasmowego tensometru elastoptycznego o zwiększonej dokładności (opis patentowy PRL nr 99416). Inne rozwiązanie jednoosiowych czujników elastoptycznych i ich zastosowanie do pomiaru odkształceń w elementach konstrukcyjnych przedstawili między innymi: Javornicky (1960), Zandman (1960), Dantu i Santini (1961), Rigner (1962), Holister (1963), Bogdyl (1963), Chesin i Sacharov (1963).

Wszystkie znane z literatury jednoosiowe czujniki (tensometry) elastoptyczne, różniące się kształtem, budową i sposobem przyklejenia do obiektu, opierają się na wykorzystaniu tej samej zasady superpozycji efektu wstępnego w czujniku z efektem wymuszonym na skutek odkształcenia. Stąd też w dotychczasowych rozwiązaniach konieczne jest "zamrożenie" wstęp-

nego efektu optycznego w płytce czujnika i naklejenie na niej polaryzatora kołowego oraz indywidualne nanoszenie skali pomiarowej na każdym czujniku. Zabiegi te powodują duże koszty wykonania czujników. Inną wadą dotychczas stosowanych czujników jest ich stosunkowo duża baza pomiarowa (powyżej 50 mm). Wynika ona z konieczności zachowania wymaganej liczby i odstępów prążków izochrom w strefie pomiarowej czujnika.

Sposób pomiaru odkształceń przy pomocy liniowego elastooptycznego czujnika odkształceń według wynalazku, w którym czujnik ma postać płytki prostokątnej z materiału elastooptycznego z lustrzaną powierzchnią po stronie obiektu mierzonego, przytwierdzonej końcami do tego obiektu, polega na tym, że do czujnika przykłada się kolinearnie i prostopadle polaryzacyjny kompensator pomiarowy z płytką kompensacyjną o dwójłomności liniowo zmiennej na długości z naniesioną podziałką izochrom, korzystnie w punktach całkowitych izochrom, zawierający ponadto płytkę ćwierćfalową i polaryzator. Następnie oświetlając czujnik białym niespolaryzowanym światłem prostopadle do jego powierzchni i spoglądając przez kompensator na strefę pomiarową czujnika mierzy się na skali kompensatora przesunięcie zerowej izochromy.

W rozwiązaniu według wynalazku, w odróżnieniu od rozwiązań dotychczasowych, wykorzystano zamiast superpozycji efektów - wstępnego i wymuszonego, zachodzącej w samym czujniku, kompensację wstępnego efektu optycznego w płytce kompensatora z efektem optycznym w czujniku, wywołanym przez odkształcenia obiektu. Kompensacja ta jest możliwa przy pokrywaniu się głównych kierunków odkształceń w czujniku i kompensatorze, to jest przy dwóch wyróżnionych położeniach kompensatora względem czujnika: kolinearnym i prostopadłym. Efekt wizualny kompensacji jest wówczas taki sam, jak efekt superpozycji i sprowadza się do przesunięcia prążków izochrom proporcjonalnego do mierzonych odkształceń.

Przedstawiony sposób pomiaru ma szereg zalet, do których należy znaczne uproszczenie technologii wykonania liniowych elastooptycznych czujników odkształceń i obniżenie ich kosztu. Jest to możliwe dzięki wyeliminowaniu konieczności "zamrażania" wstępnego efektu elastooptycznego w czujnikach, naklejania na nich polaryzatorów i indywidualnego nanoszenia skali na każdym czujniku. Czynności te wykonuje się tylko przy sporządzaniu kompensatora, który umożliwia dokonywanie pomiarów przy użyciu dowolnej liczby czujników.

Inną zaletą rozwiązania według wynalazku jest wydatne zmniejszenie długości (bazy pomiarowej) czujników. Nie jest ona uzależniona od wstępnego obrazu elastooptycznego w czujniku.

Ponadto sposób według wynalazku cechuje zwiększona dokładność pomiarów oraz rozszerzenie zakresu pomiarowego zastosowanych do pomiaru czujników. Zakres ten jest zależny tylko od wytrzymałości kleju i charakterystyki materiału, z którego wykonana jest płytka czujnika.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w oparciu o rysunek, na którym fig.1 przedstawia przykładowe wykonanie liniowego elastooptycznego czujnika odkształceń, fig.2 - wykonanie polaryzacyjnego kompensatora pomiarowego a fig.3 i fig.4 - zestawienie czujnika z kompensatorem przy dwóch różnych położeniach kompensatora względem czujnika: kolinearnym i prostopadłym.

Pomiaru odkształceń dokonuje się za pomocą liniowego elastooptycznego czujnika odkształceń w postaci prostokątnej płytki 1 z materiału elastooptycznego, który stanowi żywica epoksydowa, mającej powierzchnię odbijającą światło w strefie pomiarowej 2, przyklejonej końcami do badanego obiektu za pomocą warstwy kleju 3.

Sposób pomiaru polega na tym, że do płytki czujnika przykłada się polaryzacyjny kompensator pomiarowy. Składa się on z ramki 4, płytki kompensacyjnej 5, w której utrwalano metodą "zamrażania naprężeń" wstępny efekt elastooptyczny, liniowo zmienny na długości kompensatora, w postaci równo oddalonych prążków izochrom, płytki ćwierćfalowej 6 i polaryzatora 7. Na płytce kompensatora naniesiona jest podziałka według "zamrożonego" efektu optycznego, korzystnie w punktach całkowitych izochrom.

Kompensator przykłada się do czujnika kolinearnie lub prostopadle tak, by otrzymać w nim widoczny obraz zerowej izochromy 8. Przy pomiarze odkształceń dodatnich (wydłużeń) zerowa izochroma widoczna jest przy kolinearnym przyłożeniu kompensatora (fig.3), przy odkształceniu ujemnym - w położeniu prostopadłym (fig.4).

Wartość odkształcenia ustala się mnożąc zmierzone przesunięcie zerowej izochromy przez stałą czujnika, wyznaczoną przez wycechowanie wybranych czujników.

Sposób pomiaru odkształceń według wynalazku może znaleźć zastosowanie do pomiarów odkształceń wszelkiego rodzaju konstrukcji metalowych (kratownice i blachownice, konstrukcje ramowe, obudowy górnicze, ściągi i inne).

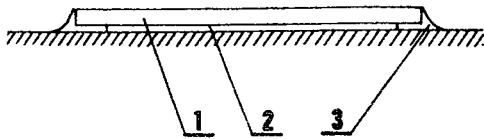


Fig. 1

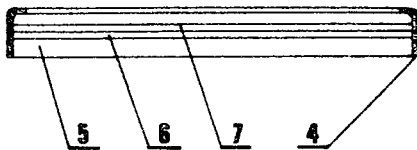


Fig. 2

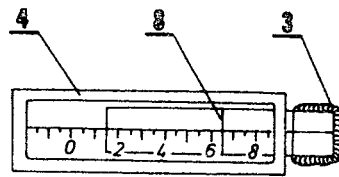


Fig. 3

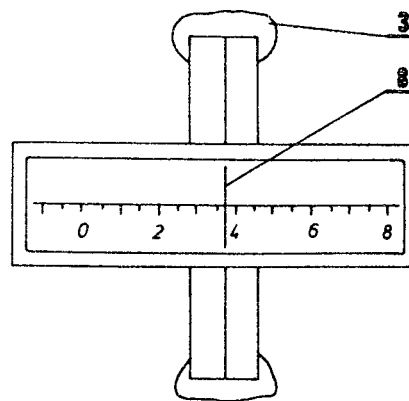


Fig. 4