

URZĄD PATENTOWY



9016 19/48

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 39885

Kl. 42 k, 45/02

Inż. mgr Kazimierz Sawicki
Otłocko, Polska

Sposób pomiaru różnego rodzaju odkształceń, zwłaszcza do celów budownictwa oraz urządzenie do wykonywania tego sposobu

Patent trwa od dnia 28 lutego 1956 r.

W związku z powstającymi coraz to nowymi prądami w dziedzinie budownictwa, polegającymi między innymi na poszukiwaniu nowych form konstrukcyjnych i dążeniu do oszczędności materiałów budowlanych, zachodzi konieczność doświadczalnego sprawdzania pod względem wytrzymałości zarówno całości tych konstrukcji, jak i poszczególnych ich elementów, szczególnie tych, które mają zastosowanie do projektów typowych i są przeznaczone do masowego wytwarzania.

Niezależnie od tego zachodzi potrzeba sprawdzania konstrukcji budowli już istniejących, osłabionych bądź przez długoletnią eksploatację, jak np. budynki przemysłowe, mosty, zapory wodne, bądź też wskutek uszkodzenia od wypadków na skutek różnego rodzaju przyczyn, jak np. pożar, powódź, działania wojenne.

Wreszcie istnieje potrzeba dokonywania badań wpływów na daną konstrukcję ruchów dynamicznych, powodujących różnego rodzaju drgania, a zachodzących np. w budynkach przemysłowych, fundamentach, mostach itp.

Do pomiaru wyżej wymienionych odkształceń stosuje się dotychczas dwie różne metody, a mianowicie fizyczną i geodezyjną.

Dodatnią stroną stosowanej dotychczas metody fizycznej jest jej wysoka dokładność oraz bezpośredniość i ciągłość obserwacji; metoda ta wymaga jednak stosowania tak skomplikowanych przyrządów fizycznych jak tensometry, klinometry, wahadła, które ulegają częstym uszkodzeniom i są kosztowne. Największą niedogodnością tej metody fizycznej jest jednak to, że nie pozwala ona na dokonywanie pomiarów w sposób zdalny, lecz wymaga dokonywania obserwacji bezpośrednio na badanej konstrukcji, co w wielu przypadkach jest związane z niebezpieczeństwem dla samego obserwatora i utratą niekiedy kosztownej aparatury. Przy tej metodzie, np. przy badaniu konstrukcji na zniszczenie, pomiar ugięć w pewnym momencie musi być przerwany i po usunięciu przyrządów pomiarowych następuje dalsze obciążenie konstrukcji, aż do stwierdzenia wielkości obciążenia niszczącego, ale już bez dokonywania pomiaru ugięć. Ponadto

należy nadmienić, że wyżej wymienione przyrządy fizyczne nie dają możliwości ustalenia przestrzennego obrazu przemieszczeń badanych konstrukcji.

Jeżeli chodzi o drugi rodzaj badania odkształceń, mianowicie o metodę geodezyjną, to wprawdzie pozwala ona na dokonywanie obserwacji w pewnej odległości od badanej konstrukcji oraz umożliwia dokładne ustalenie przemieszczeń przestrzennych, jednakże przy metodzie tej uniemożliwione jest uzyskiwanie wyników odkształceń w sposób ciągły i natychmiastowy, gdyż w wielu przypadkach pomiary te są skomplikowane, a wyniki otrzymuje się dopiero po dokonaniu dość długotrwałych obliczeń.

Wymienione niedogodności obu tych znanych metod usuwa sposób pomiaru odkształceń według wynalazku, przy stosowaniu którego uzyskuje się możliwość prowadzenia obserwacji z dala od badanej konstrukcji, uzyskiwania wyników pomiaru odkształceń wszelkiego rodzaju, otrzymania przestrzennego obrazu przemieszczeń oraz otrzymania obrazu wpływów na daną konstrukcję ruchów dynamicznych, powodujących różnego rodzaju drgania. Przy użyciu sposobu według wynalazku uzyskuje się przy tym bezpośrednio i ciągłość obserwacji, otrzymując wyniki — w przypadkach niezbyt skomplikowanych — w ciągu kilku lub kilkunastu minut.

Sposób według wynalazku może być stosowany zarówno w warunkach terenowych, jak i kameralnych, przy tym zarówno w trakcie budowy, jak i przy badaniach wstępnych dla celów doświadczalnych; ponadto sposób według wynalazku nadaje się do obserwowania zmian refrakcji atmosferycznej.

Sposób pomiaru odkształceń, stanowiący przedmiot wynalazku, polega z jednej strony na zastosowaniu do badania obiektu źródła światła, najlepiej z reflektorem parabolicznym, dającego wąskie pasmo świetlne, z drugiej zaś strony na użyciu w pewnej odległości od tego obiektu ekranu z siatką milimetrową. Na ekran ten źródło światła rzuca plamę świetlną w kształcie koła, np. o średnicy 1 cm, wskutek czego przy najmniejszym odkształceniu badanego przedmiotu następuje zmiana położenia wspomnianej plamy świetlnej, pozwalająca na natychmiastowe obliczenie wielkości odnośnego odkształcenia, dokonywane w układzie współrzędnych.

Wynalazek jest wyjaśniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie urządzenie według wynalazku, fig. 2, 3 przedstawiają przykład rozmieszczenia plam świetlnych na ekranie, wreszcie

fig. 4 i 5 — dwie odmiany wykonania urządzenia według fig. 1.

Na badanym elemencie konstrukcyjnym M umieszczone jest w punkcie S źródło światła, zaopatrzone w reflektorek. To źródło światła daje na ekranie E , umieszczonym w pewnej odległości od elementu M plamę świetlną, której środek oznaczony jest literą P_0 . Jeżeli dana konstrukcja przechyli się w płaszczyźnie pionowej, prostopadłej do ekranu o kąt α , zajmując położenie M^1 , wówczas wspomniane źródło światła zajmie położenie S^1 , a środek tej plamy świetlnej przesunie się na ekranie w kierunku pionowym z punktu P_0 do punktu P_1 , tj. na odległość $P_0P_1 = d$. Odległość badanego obiektu M od ekranu E wynosi $P_0S = l$.

Przy zaznaczonej zmianie położenia elementu M promień świetlny w postaci linii P_0S przetnie się z przedłużeniem linii P_1S^1 . Z uwagi na małą wielkość odcinka NS w porównaniu z odległością ekranu od badanego obiektu, można przyjąć, że $P_0N = P_0S = l$.

Jeżeli kąt odchylenia się od poziomu danej konstrukcji jest α , to wówczas przy pomocy trójkąta P_0NP_1 łatwo obliczyć $\text{tg} \alpha = \frac{d}{l}$, skąd mając zmierzoną odległość l i biorąc z siatki milimetrowej umocowanej na ekranie E odcinek d uzyskuje się wielkość kąta α .

Wspomniany reflektor posiada nakładaną na niego okrągłą przykrywkę z otworem w postaci kółka o średnicy 1 cm. Aby przykrywka mogła służyć jako znak niwelacyjny, są na niej naniesione dwie prostopadłe do siebie osie średnicowe.

Ekran E może być zaopatrzony w ramę typu stalowego, np. o trzech nogach, w których tylna jest ruchoma, przy czym u dołu każdej podstawki należy przymocować na zawiasach poziome łapy dla umieszczenia na nich ciężarków, a to w celu unieruchomienia tej ramy podczas obserwacji.

Do ramy tej przymocowuje się ekran E , który może być wykonany np. z dykty.

Do ustawienia ekranu w płaszczyźnie pionowej, jak również i dla nadania następnie właściwego położenia liniom siatki milimetrowej umocowanej na tym ekranie — służy pion, umieszczony przy jednym z boków tego ekranu.

Ekran ustawia się na takiej wysokości, aby środek otworu wspomnianej przykrywki reflektorka był na tym samym poziomie co środek ekranu E .

Dokładne ustawianie ekranu w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny badanego elementu nie jest

konieczne, pożądane jest jedynie, aby pasmo promieni świetlnych (na początku obserwacji) było mniej więcej prostopadle do płaszczyzny ekranu. Wskazano jest ponadto, aby pasmo to było możliwie bliskie do prostopadłej płaszczyzny badanego obiektu.

Jeżeli pasmo promieni da na ustawionym pionowo ekranie plamę świetlną w postaci kółka, oznacza to, że pasmo to przebiega poziomo i prostopadle do ekranu, w przeciwnym bowiem razie plama świetlna będzie miała kształt eliptyczny.

Po uruchomieniu reflektorka i skierowaniu pasma promieni na środek ekranu, ustala się graficznie środek plamy świetlnej, który przyjmuje się na początek układu współrzędnych prostokątnych. W tym celu wykreśla się przechodzące przez ten punkt osie x -ów i y -ków, a niezbędne obliczenia dotyczące odkształceń badanego obiektu są wykonywane następnie w tym układzie współrzędnych.

Należy jednakże zaznaczyć, że korzystanie tylko z jednego ekranu może nie dać właściwego obrazu przemieszczenia się obiektu badanego. Obraz bowiem przesuwania się plamy świetlnej na ekranie E , podany na fig. 2, może świadczyć bądź o przechylaniu się badanej konstrukcji w kierunku ekranu, bądź też — o równomiernym jej osiadaniu, względnie o równoczesności obydwu tych ruchów, gdyż ustalenie rodzaju tych odkształceń przy małych ruchach badanej konstrukcji, na podstawie zmiany zarysu plamy świetlnej z koła na elipsę, będzie mało dostrzegalne.

Do otrzymania więc właściwego obrazu odkształceń należy prowadzić obserwacje z dwóch stron badanego obiektu, przy użyciu dwóch ekranów, ustawionych w płaszczyznach do siebie prostopadłych.

Jeżeli obydwa obrazy na tych dwóch ekranach będą takie same jak na fig. 2, wówczas będzie to świadczyło o równomiernym osiadaniu badanego obiektu.

Jeżeli zaś na ekranie pierwszym powstanie obraz przesuwania się plam świetlnych podany na fig. 2, natomiast na drugim ekranie powstanie obraz podany na fig. 3, będzie to wskazywać na pochylanie się konstrukcji w stronę ekranu, jak to uwidoczniło na fig. 1.

W tych przypadkach, kiedy ustawienie ekranu naprzeciwko badanego obiektu jest utrudnione albo w ogóle niemożliwe, jak np. przy obserwacjach mostów lub zapór wodnych, stosuje się urządzenie

według fig. 4. Urządzenie to różni się od powyżej opisanego tym, że źródło światła zaopatruje się w pryzmat W aby móc skierować pasmo światła w stronę ekranu E , umieszczonego np. na brzegu rzeki lub jeziora, jak to jest schematycznie pokazane na fig. 4.

W tych przypadkach, gdy źródło świetlne przytwierdzone do badanego obiektu winno być bardzo lekkie lub też może ulec zniszczeniu, stosuje się urządzenie według fig. 5.

Urządzenie to różni się od wyżej opisanych tym, że źródło światła S jest umieszczone nie na badanym przedmiocie M , lecz na zewnątrz tego przedmiotu, natomiast na badanym obiekcie M umieszcza się wspomniane zwierciadło Z , ekran zaś E umieszcza się tak, aby pasmo świetlne wysyłane przez źródło S , po odbiciu od tego zwierciadła Z trafiło w punkcie P_0 na siatkę milimetrową ekranu E .

Użycie światła odbłaskowego może być stosowane przy badaniach konstrukcji na zniszczenie, tj. przy ustalaniu amplitudy drgań wskutek wpływów na daną konstrukcję sił dynamicznych, stosowanym np. do różnego rodzaju badań metrologicznych, jak zmian długości przymiarów, szyn kolejowych, stalowych belek konstrukcyjnych itp., spowodowanych zmianą temperatury środowiska lub innych.

Ekran E może być wykonany także z materiału przezroczystego, np. ze szkła lub masy plastycznej, ażeby przesuwanie się plamy świetlnej na tym ekranie mogło być filmowane aparatem ustawionym po drugiej stronie ekranu. Wówczas w narożnikach ekranu należy umieścić małe żarówki i w ten sposób uzyskać na zdjęciach zarówno zarys granic ekranu, jak i położenie plamy świetlnej.

Odbitki fotograficzne sporządza się w skali odpowiedniej do wielkości ekranu, nakładając na papier światłoczułą płytkę przezroczystą, na której wykreślona jest milimetrowa siatka kwadratów, ponumerowana na brzegach co 1 cm. W narożnikach płytki z siatką oznacza się w odpowiedniej skali cztery punkty, odpowiadające czterem punktom narożnym ekranu, w których wmontowane są żarówki. Następnie, przed wyświetleniem odbitki, ustawia się w aparacie projekcyjnym negatyw i płytkę z siatką tak, aby cztery punkty narożne negatywu rzutowały się na odpowiednie punkty siatki.

Opracowanie wyników obserwacji dokonuje się na podstawie wykresu, sporządzonego z poszczególnych odbitek fotograficznych. Wykonanie takiego wykresu jest proste, ponieważ położenie środka

plamy świetlnej na poszczególnych odbitkach da się dokładnie ustalić na sfotografowanej siatce milimetrowej.

Odbitki można również sporządzić i bez siatki, wtedy współrzędne środków plam świetlnych określa się przez odpowiednie nakładanie na nie płytki z siatką.

Stosowanie ekranu półprzezroczystego i aparatu filmowego jest wskazane przy badaniu wpływów drgań o dużej częstotliwości, próbach obciążania konstrukcji aż do zniszczenia itp.

Należy zaznaczyć, że przy badaniu zmian refrakcji atmosferycznej można prowadzić obserwacje na jednym ekranie, przy użyciu kilku reflektorów ustawionych jeden za drugim w pewnej odległości, otrzymując na różnych częściach ekranu kilka plam świetlnych. Daje to np. możliwość jednoczesnego badania refrakcji różnych stref atmosferycznych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru różnego rodzaju odkształceń, zwłaszcza do celów budownictwa, znamienny tym, że odkształcenie oblicza się za pomocą zmiany położenia plamy świetlnej na ekranie

umieszczonym w pewnej odległości od badanego obiektu, wytwarzanej na ekranie przez źródło światła, umieszczone bądź na obiekcie, bądź też w pewnej od niego odległości i w tym przypadku na ekranie wytwarza się plamę świetlną odblaszkowo, zamieszczając na badanym obiekcie odpowiednie zwierciadło.

2. Urządzenie do wykonywania pomiaru odkształceń według zastrz. 1, znamiennie tym, że składa się ze źródła światła (S) z reflektorem, najlepiej parabolicznym, oraz ekranu (E) z umocowaną na nim siatką milimetrową lub też ekranu wykonanego z materiału przeświecającego, półprzezroczystego i zaopatrzonego na rogach w żarówki elektryczne.
3. Urządzenie według zastrz. 1 i 2, znamiennie tym, że jest zaopatrzone w zwierciadło (Z), przystosowane do umocowywania go na badanych obiektach.
4. Urządzenie według zastrz. 2 i 3, znamiennie tym, że posiada pryzmat (W), przymocowany do źródła światła (S).

Inż. mgr Kazimierz Sawicki
Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych

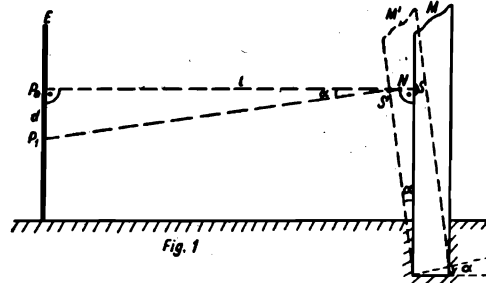


Fig. 1

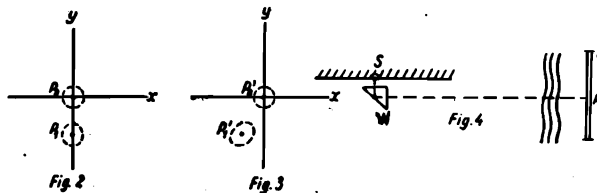


Fig. 2

Fig. 3

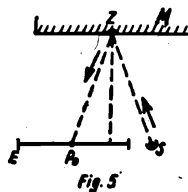


Fig. 5