

Warszawa, dnia 2 kwietnia 1952 r.



9016 11/176

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 34780

Kl. 42 d, 2/10

Inż. Marian Rogoziński

(Warszawa, Polska)

Sposób określania i rejestracji wydłużeń i krzywizn

Udzielono z mocą od dnia 4 sierpnia 1949 r.

Stosowane dotąd sposoby pomiarowe, pozwalające na określenie rozkładów naprężeń, są albo bardzo złożone i wymagają wykonywania specjalnych modeli, jak przy badaniach elastooptycznych, albo też dają z jednego pomiaru wartość dla jednego tylko odcinka (jedną wartość liczbową), jak przy pomiarach tensometrami. Sposób według wynalazku pozwala na określanie wydłużeń lub krzywizn na pożądanym odcinku, który może być znacznie krótszy niż w tensometrze z drucikami oporowymi oraz umożliwia określenie i zarejestrowanie całego rozkładu wydłużeń jednocześnie w pożądanym zakresie. Ponadto sposób ten nie wymaga, jak przy elastooptycznych sposobach badań, specjalnych modeli. Przy stosowaniu jego uzyskuje się uwzględnienie w uzyskanym obrazie rozkładu wydłużeń nie tylko wpływu kształtu, ale i wpływu budowy wewnętrznej (np. przebiegu włókien) oraz rejestrację wydłużeń zarówno dodatnich (przy rozciąganiu) jak i ujemnych (przy ściskaniu).

Istota wynalazku polega na zastosowaniu taśmy z celuloidu lub innego materiału przepuszczal-

nego dla promieni chemicznie czynnych, w najprostszym przypadku taśmy filmowej, zaopatrzonej (np. przez odpowiednie wyświetlenie emulsji) w cienkie linie równej szerokości na przemian przeźroczyste i nieprzeźroczyste na podobieństwo siatki dyfrakcyjnej. Na przedmiot badany nakłada się kolejno dwie warstwy takiej taśmy (emulsją do emulsji), przy czym jedną warstwę przykleja się do przedmiotu badanego, a drugiej pozwala się swobodnie przesuwac się po pierwszej. W przypadku miejscowego wydłużenia lub skrócenia przedmiotu a zarazem i związanej z nim pierwszej warstwy, a więc powstałych niewielkich różnic w szerokości nałożonych nawzajem linii obu warstw, otrzymuje się, gdy powierzchnia przedmiotu jest jasna — prążki widoczne na ogół już gołym okiem. Prążki te powstają wskutek tego, że w pewnych miejscach linie przeźroczyste obydwóch warstw taśmy nakrywają się, dzięki czemu światło odbite od powierzchni przedmiotu swobodnie przechodzi, w innych zaś miejscach, położonych w takiej odległości od poprzednich, przy której wydłużenie taśmy rozciągniętej jest równe grubości linii — linie przeźroczyste

(szczeliny) są przykryte liniami nieprzeźroczystymi, powodując zaciemnienie obrazu. W miejscach pośrednich linie przeźroczyste są częściowo odsłonięte i w rezultacie otrzymuje się na przemian rozjaśnienia i zaciemnienia w postaci prążków o szerokości znacznie większej od grubości linii pierwotnych.

Wymieniony powyżej sposób nakładania dwóch siatek, odkształcanej i nieodkształcanej, pozwala na charakteryzowanie rozkładu wydłużeń, bezpośrednią obserwację gołym okiem, przez lupę lub mikroskop. W celu utrwalenia otrzymanego obrazu na błonie fotograficznej stosuje się zamiast dwóch nałożonych na siebie siatek jedną tylko siatkę. Siatkę, wykonaną sposobem fotograficznym na błonie, przykładą się emulsją do emulsji błony fotograficznej, na której ma być sfotografowany obraz naprężen. Błone nasświetla się dwukrotnie w takim samym czasie, ale przy różnych stanach obciążenia modelu, przy czym nasświetla się tę błonę, która jest do modelu przeklejona. Można przy tym stosować albo światło zewnętrzne, albo można powlec model lub błonę dodatkową substancją fosforyzującą. Nałożone na siebie obrazy linii po wywołaniu dadzą wyżej omówione prążki.

W celu uproszczenia czynności, a zarazem stworzenia możliwości bezpośredniego powiększenia obrazu na drodze optycznej pożądane jest, zamiast dwóch błon, jednej z substancją fosforyzującą a drugiej z siatką, stosowanie jednej tylko błony fotograficznej, na której substancja fosforyzująca znajduje się pod emulsją światłoczułą bezpośrednio lub jest oddzielona od niej warstwą dodatkowego filtra.

W emulsji światłoczułej wytwarza się drogą fotograficzną siatkę, złożoną z drobnych linii (lub ewentualnie inny rysunek). Aby substancja fosforyzująca, znajdująca się pod emulsją światłoczułą, nie spowodowała zmiany obrazu, wytworzonego w tej emulsji należy:

- 1) do nasświetlenia emulsji stosować światło, które nie działa w ogóle (lub w znikomym stopniu) na substancję fosforyzującą,
- 2) dobierać taką substancję fosforyzującą, której światło nie działa w znaczniejszym stopniu na emulsję światłoczułą.

Każdy z tych warunków uzyskać można albo przez odpowiedni dobór substancji światłoczułej i fosforyzującej, albo przez zastosowanie filtra, rozdzielającego obie warstwy emulsji.

W przypadku gdy substancja fosforyzująca jest dostatecznie drobnoziarnista i gdy jej ziarna nie są wzbudzone w znaczniejszym stopniu pod wpływem emulsji ziaren sąsiednich, to jest gdy w emul-

sji z ciałami fosforyzującymi wytworzona zostanie siatka dostatecznie cienkich linii świecących, zamiast wyżej omawianej błony z emulsją dwuwarstwową wystarcza błona pokryta tylko jedną warstwą emulsji fosforyzującej.

Po przyklejeniu błony fosforyzującej do przedmiotu (modelu) nasświetla się ją przez dodatkową siatkę na błonie celuloidowej, przykładając obie błony do siebie emulsją do emulsji. Otrzymaną w ten sposób świecącą kopię siatki odbija się z kolei w dwóch różnych stanach napięcia modelu, a więc i przyklejonej do niego błony, na przyłożonej (również emulsją do emulsji) drobnoziarnistej błonie. Po wywołaniu nałożonych na siebie w ten sposób obydwóch obrazów cienkich linii otrzymuje się obraz szerszych znacznie prążków.

Przykład liczbowy. Przyjmując dla przykładu, że badaniu podlega przedmiot o module Younga 2000000 kg/cm^2 przy największym naprężeniu 2000 kg/cm^2 otrzymuje się największe wydłużenie

$$\frac{2000}{2000000} = \frac{1}{1000}$$

Jeśli siatka zawiera 100 linii przeźroczystych (szczelin) na 1 mm długości, uzyskuje się po wydłużeniu na długości 10 mm zamiast 1000 linii 1001 linię i 10 mm stanowić będzie odległość oddzielającą 2 utworzone prążki. Dla takich wydłużeń pożądane jest stosowanie znacznie większej ilości linii na 1 mm biejący siatki, gdyż nawet oglądając taśmę tylko gołym okiem, można swobodnie rozróżniać prążki znacznie węższe niż 5 mm, uzyskując zarazem dokładniejsze określenie miejsca powstałych wydłużeń.

Wymieniony powyżej sposób nakładania na siebie dwóch drobnych siatek, umożliwiający bezpośrednio gołym okiem obserwację wydłużeń, nadaje się tylko do określenia wydłużeń w kierunkach, w których przedmiot nie posiada krzywizny (powierzchnie płaskie, cylindryczne lub stożkowe wydłużane osiowo). Natomiast przy stosowaniu tego sposobu do obserwacji powierzchni posiadających krzywiznę w kierunku wydłużenia przedmiotu, nawet gdy przedmiot badany nie ulega wydłużeniu, występują prążki omawiane powyżej, gdyż w taśmach nakładany emulsją do emulsji jedna z nich znajduje się w warstwie rozciąganej, a druga — w ściskanej. Wobec tego istnieje możliwość określenia, na podstawie odległości prążków, krzywizny przedmiotu (np. krzywki, zarysu zęba itd.). Natomiast aby zastosować do określania krzywizny omawiany dalej sposób nakładania dwóch obrazów siatek, złożonych z cienkich linii, należy pierwszy obraz wyświetlić po nałożeniu siatki i błony fotograficznej na powierzchnię płaską, drugi zaś obraz

po nałożeniu tej samej błony fotograficznej z tą samą lub taką samą jak poprzednio siatką na badaną powierzchnię krzywą.

Pomiary wydłużeń, o ile można pominąć zakłócenia pomiaru, wywołane zmianami krzywizny, wykonywać można w sposób wyżej opisany.

Do uzyskania przy badaniu wydłużeń wyraźniejszych i dokładniejszych wyników można stosować siatkę podzieloną na szereg pasów, biegnących w poprzek do linii, tworzących siatkę, przy czym poszczególne pasy zawierają w siatce na 1 mm bieżący różne ilości linii. Podobne wyniki uzyskać można i przy siatce o jednakowej na całej swej szerokości ilości linii na 1 mm, o ile linie te są w poszczególnych pasach względem siebie przesunięte o pewną część podziałki (odstępu między przyległymi liniami łącznie z grubością linii).

W tym samym celu można posługiwać się zwykłą siatką (o liniach ciągłych na całej szerokości) kolejno odkrywając, a więc wyświetlając poszczególne pasy, biegnące w poprzek linii, przy różnych stanach napięcia modelu (przedmiotu).

W celu uniknięcia przy nakładaniu obrazów niepożądanego skręcenia błony filmowej, na której ma być utrwalony obraz rozkładu wydłużeń względem błony z materiałem fosforyzującym, obie błony zaopatrzone być mogą na części swej powierzchni w widoczne (bezpośrednio lub po nałożeniu na siebie) siatki lub inne linie, umożliwiające orientację jednej błony względem drugiej. Jednak te dodatkowe szczegóły są zbyteczne w przypadkach, gdy dostatecznie dokładne ustawienie błon możliwe jest za pomocą zwykłych perforacji.

Stosując nałożone na siebie 2 błony z siatkami (ale bez emulsji fotograficznej) do bezpośredniej obserwacji ocznej prążków, można uniknąć trudności ich wzajemnego ustawiania, o ile jedna z siatek utworzona jest, zamiast z linii prostych, z łuków kół o dużym promieniu lub ze zbliżonych do nich linii łamanych.

Zarówno przy sposobie bezpośredniej obserwacji obrazu, powstałego przy nakładaniu dwóch siatek, jak i przy sposobie nakładania dwóch obrazów siatek na emulsji fotograficznej, stosując zamiast siatek z linii prostych siatki o bardziej złożonej konfiguracji, np. z ułożonych na przemian przezroczystych i nieprzezroczystych trójkątów równobocznych (kwadratów, sześciokątów foremnych), uzyskuje się możliwość, za pomocą jednego zdjęcia, utrwalenia nie tylko jednokierunkowego, ale dwuwymiarowego (powierzchniowego) stanu wydłużeń.

Oczywiście podane sposoby dają się pośrednio stosować również do określania naprężeń wewnętrznych, a mianowicie przez określanie wydłużeń, wywołanych próbnymi wierceniami, nacięciami itd.

Taśmy z siatkami pomiarowymi wytwarzać można przez bezpośrednie kopiowanie fotograficzne z negatywu, który z kolei uzyskać można sposobami zmniejszenia optycznego odpowiedniego rysunku, jeśli zaś chodzi o siatki złożone wyłącznie z linii prostych — sposobami zbliżonymi do stosowanych przy produkcji rastrów litograficznych lub siatek dyfrakcyjnych. W niektórych przypadkach te rastry i siatki można wykorzystać do uzyskania negatywu siatek pomiarowych drogą fotograficzną albo też stosować je jako negatywy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób określania i rejestracji wydłużeń, znamienny tym, że na przedmiot badany nakłada się dwie przezroczyste taśmy, na których sposobem fotograficznym lub innym wykonane są drobne, równoległe, jednakowej szerokości, na przemian przezroczyste i nieprzezroczyste linie, w ten sposób, że jedną taśmę w stanie nieobciążonym przyrządu badanego przykleja się do niego, podczas gdy druga taśma pozostaje swobodna, zachowując swą pierwotną długość, po czym obserwuje się lub utrwalą zmiany obrazu powstałe wskutek nałożenia się dwóch siatek przed i po obciążeniu przedmiotu.
2. Odmiana sposobu według zastrz. 1, znamienna tym, że stosuje się taśmy, z których tylko jedna posiada utrwaloną na swej emulsji lub wykonaną innym sposobem siatkę, druga zaś taśma posiada niewyświetloną drobnoziarnistą emulsję światłoczułą, służącą do utrwalenia obrazu wydłużeń, przy czym naświetla się tę emulsję dwukrotnie, przy dwóch różnych stanach obciążenia przedmiotu badanego, stosując do naświetlania, zależnie od kolejności nałożenia taśm na przedmiot badany, dowolne źródła światła albo światło fosforescencji poprzednio naświetlonej substancji fosforyzującej, nałożonej bezpośrednio na przedmiot badany lub na dodatkowo taśmę.
3. Sposób według zastrz. 2, znamienny tym, że substancję fosforyzującą umieszcza się na błonie, zawierającej siatkę, albo bezpośrednio pod tą siatką, albo oddzielając od niej filtrem.
4. Sposób według zastrz. 2, znamienny tym, że wyświetlanie odbywa się nie poprzez siatkę, ale przy użyciu świecącej siatki, utworzonej w drobnoziarnistej substancji fosforyzującej, za pomocą uprzedniego naświetlania jej przez siatkę.
5. Sposób według zastrz. 4, znamienny tym, że nakładanie obrazów przy zastosowaniu dwóch różnych stanów obciążenia przedmiotu badanego i połączonej z nim taśmy odbywa się nie przy

wyświetlaniu substancji światłoczułej, ale przy naświetlaniu drobnoziarnistej substancji fosforyzującej, w której dzięki temu powstaje wskutek nałożenia się obu siatek obraz prążków widoczny bezpośrednio przed utrwaleniem na błonie fotograficznej.

6. Sposób określania i rejestracji krzywizn, znamieny tym, że stosuje się taśmy, z których tylko jedna jest zaopatrzona w siatkę, a druga w emulsję światłoczułą, przy czym obraz w emulsji światłoczułej uzyskuje się nakładając taśmę z siatką na przemian na krzywiznę badaną i na porównawczą.
7. Sposób określania i rejestracji wydłużeń i krzywizn według zastrz. 1 — 6, znamieny tym, że siatki wykonywa się tak, iż w kierunku wzdłuż linii gęstość ich (ilość linii na 1 mm) zmienia się albo skokami albo w sposób ciągły, tak by przy niezmienniej ilości linii na 1 mm były one

w poszczególnych pasach poziomych względem siebie przesunięte o część podziałki.

8. Sposób określania i rejestracji wydłużeń i krzywizn według zastrz. 1, 6 i 7, znamieny tym, że stosuje się jedną siatkę utworzoną z łuków kół o dużym promieniu lub zbliżonych do nich linii łamanych, drugą zaś z prostych, dzięki czemu ułatwione jest uzyskanie na pewnym odcinku równoległości linii obu siatek.
9. Sposób określania i rejestracji wydłużeń i krzywizn według zastrz. 1 — 8, znamieny tym, że stosuje się siatki utworzone z trójkątów równobocznych, albo kwadratów, albo sześciokątów foremnych lub innych figur w określonym porządku na przemian przezroczystych i nieprzezroczystych w celu umożliwienia określania na podstawie jednego obrazu dwuwymiarowego stanu wydłużeń.

Inż. Marian Rogoziński