

**Waldemar WÓJCIK, Zbigniew LACH, Piotr KISAŁA**  
POLITECHNIKA LUBELSKA, KATEDRA ELEKTRONIKI

## Wstępna ocena metod wyznaczania rozkładu naprężeń zmierzonych przy użyciu światłowodowej siatki Bragga

Dr hab. inż. Waldemar WÓJCIK

Ukończył studia na Politechnice Wrocławskiej - Wydział Elektroniki (1975), doktorat obronił w Politechnice Lubelskiej (1985), a habilitację w Politechnice Lwowskiej (2001). W pracy badawczej zajmuje się optoelektroniką, automatyką, telekomunikacją i informatyką. W swoim dorobku ma 14 monografii, ponad 100 prac naukowych, 3 patenty. Obecnie pełni funkcję Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej.



e-mail: waldemar.wojcik@pollub.pl

Dr inż. Zbigniew LACH

Ukończył studia magisterskie na Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej w 1981 r. W roku 1984 został zatrudniony na stanowisku asystenta w Instytucie Przetwarzania i Użytkowania Energii Elektrycznej Politechniki Lubelskiej. W 1994 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych. Zainteresowania naukowe koncentrują się na zagadnieniach analizy i modelowania światłowodowych sieci teleinformatycznych.



e-mail: z.lach@pollub.pl

Mgr inż. Piotr KISAŁA

Ukończył studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Lubelskiej w 2002 r. W roku tym został zatrudniony na stanowisku asystenta w Katedrze Elektroniki Politechniki Lubelskiej. Działalność naukowo-badawcza Piotra Kisały dotyczy zarówno telekomunikacyjnych jak i nitelekomunikacyjnych zastosowań światłowodów, zwłaszcza nad zastosowaniem światłowodowych siatek Bragga jako elementów filtrujących oraz czujników optycznych.



e-mail: p.kisala@pollub.pl

### Streszczenie

W pracy przedstawiono koncepcję zastosowania światłowodowej siatki Bragga w charakterze czujnika do pomiaru rozkładu naprężenia na długości siatki. Zaprezentowano wyniki wstępnej oceny przydatności wybranych metod numerycznego rozwiązywania problemu odwrotnego dla wyznaczenia rozkładu naprężeń na podstawie spektralnej charakterystyki transmisyjnej siatki. Wyniki sugerują, że metoda symulowanego wyżarzania może zapewnić dużą dokładność wyznaczenia profilu i jednocześnie małą wrażliwość na warunki początkowe.

**Słowa kluczowe:** światłowodowe czujniki optyczne, światłowodowe siatki Bragga, rozkład naprężenia, problem odwrotny, metody optymalizacyjne.

### Initial evaluation of the strain profiles determination methods by using of the fiber Bragg grating

#### Abstract

The paper presents a concept of an application of a fibre optic Bragg grating as a strain distribution sensor. Initial assessment is done concerning applicability of selected numeric methods, for solving an inverse problem, to a reconstruction of strain distribution from a transmission spectrum of a Bragg grating. The results suggest, that the method of a simulated annealing can provide high reconstruction accuracy accompanied by low sensitivity to initial conditions.

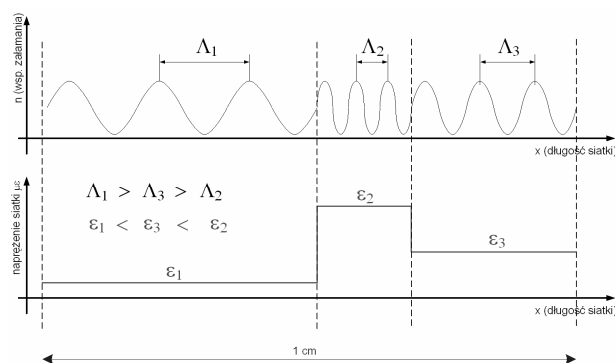
**Keywords:** optical fiber sensors, fiber Bragg gratings, strain distribution, inverse problem, optimization methods.

### 1. Wstęp

Pomiar rozkładu naprężeń mechanicznych zlokalizowanych na powierzchni o małych rozmiarach liniowych, rzędu milimetra i mniejszych, ma duże znaczenie praktyczne, zwłaszcza w ocenie stanu konstrukcji mechanicznych, np. w kontekście prognozowania ich trwałości. W dotychczasowych metodach pomiaru naprężeń wykorzystuje się tensometry, które umożliwiają pomiar, uśredniony na obszarze pokrytym tensometrem, ponadto są one podatne na zakłócenia elektromagnetyczne; wykonanie pomiaru

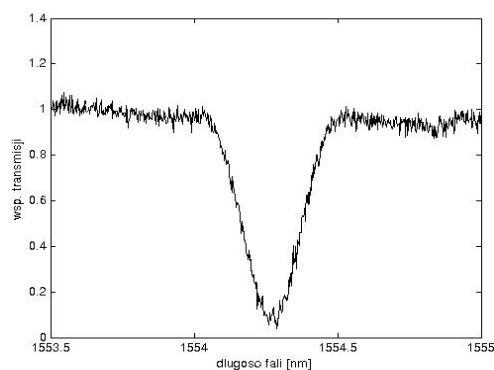
rozkładu naprężeń wymaga więc użycia wielu tensometrów, a zmniejszenie rozmiarów tensometrów, w celu uzyskania dokładniejszej lokalizacji naprężeń, napotyka poważne bariery techniczne.

Alternatywą dla sieci tensometrów może być światłowodowa siatka Bragga (FBG - Fibre Bragg Grating). Siatkę stanowi światłowod, na którego długości występują zmiany efektywnej wartości współczynnika załamania światła w rdzeniu (np. periodyczne). Dla światła przechodzącego, o długościach fal związanych z długością odcinka pojedynczej zmiany współczynnika załamania i odstępami pomiędzy kolejnymi zmianami (okres siatki), FBG działa jak środkowo-zaporowy filtr optyczny. Jeżeli siatka jest sztywno związana z obiektem, wówczas naprężenia obiektu, przenosząc się na siatkę, powodują zmiany okresów siatki (rys. 1a), co zmienia jej charakterystykę spektralną transmisji (rys. 1b), możliwą do wyznaczenia przy użyciu fotospektrometru.



Rys. 1a. Zależność wartości okresu siatki Bragga od lokalnej wartości naprężenia (rysunek poglądowy, skala nie zachowana)

Fig. 1a. Dependence of the Bragg grating period and the local strain value



Rys. 1b. Przykładowa charakterystyka spektralna transmisji optycznej siatki Bragga  
Fig. 1b. Transmission spectrum of the fiber Bragg grating for instance

Charakterystyka spektralna transmisji siatki niesie informację o odkształceniach każdego okresu siatki występującego na jej długości, a zatem umożliwia uzyskanie danych o rozkładzie naprężenia nawet wielokrotnie zróżnicowanego na długości pomiarowej. Dzięki temu FBG jest równoważna układowi wielu tensorów, każdy o mikrometrowych rozmiarach, rozłożonych na długości pomiarowej w mikrometrowych odstępach.

W metodzie pomiaru rozkładu naprężeń z użyciem FBG kluczowym zagadnieniem jest estymacja rozkładu okresów siatki (i związanych z nimi naprężeń) z uzyskanej z pomiarów charakterystyki spektralnej transmisji siatki (problem odwrotny). W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań zmierzających do oceny wybranych metod rozwiązania problemu odwrotnego w zastosowaniu do wyznaczania rozkładu naprężenia z charakterystyki spektralnej FBG.

## 2. Metoda wyznaczania profilu naprężenia

Rozkład naprężeń w próbce materiału może być wyznaczony z rozkładu względnych zmian rozmiarów liniowych tej próbki. Jeżeli, poprzez sztywne połączenie FBG z próbką, zapewniono przeniesienie zmian rozmiarów liniowych próbki na FBG, to wyznaczając zmiany okresów siatki uzyskujemy, z rozdzielczością lokalizacji równą długości okresu siatki, rozkład naprężeń w próbce. Rozkład okresów siatki należy wyznaczyć z charakterystyki spektralnej transmisji siatki.

O ile jednak zależność pomiędzy rozkładem okresów siatki a charakterystyką spektralną transmisji ma postać analityczną, to zależność odwrotna nie może być zapisana analitycznie. Wyznaczanie rozkładu zmian okresów siatki należy dokonywać przy zastosowaniu metod numerycznych używanych dla rozwiązywania problemów odwrotnych [1, 2, 3].

Metody te wykorzystują znany a priori model matematyczny obiektu, czyli w odniesieniu do omawianych zastosowań model charakterystyki spektralnej, w tym wartości tych wszystkich parametrów modelu, które nie podlegają wyznaczaniu. W szczególności takimi parametrami dla FBG są: długość siatki, ilość i rozkład okresów, amplituda zmian współczynnika załamania światła, profil apodyzacyjny, chirp siatki, i inne. Wyznaczenie rozkładu okresów FBG odbywa się drogą poszukiwania rozwiązania (rozpoczynając od założonych wartości początkowych) zapewniającego najlepsze dopasowanie modelu do danej charakterystyki spektralnej, reprezentowanej przez skończoną liczbę wartości próbek (np. dane pomiarowe). Miarą dopasowania jest, minimalizowana w procesie poszukiwania rozwiązania, wartość zdefiniowanej w danej metodzie funkcji celu. Rozwiązanie problemu odwrotnego sprowadza się tym samym do zagadnienia poszukiwania globalnego minimum funkcji.

Ogólny algorytm rozwiązania problemu odwrotnego dla omawianych zastosowań ilustruje rys. 2, na którym oznaczono:

$T_{ij}^{pom}$  – dane reprezentujące wartości próbek charakterystyki,

$\Phi$  – funkcja celu,

$F(x,p)$  – model matematyczny charakterystyki spektralnej,

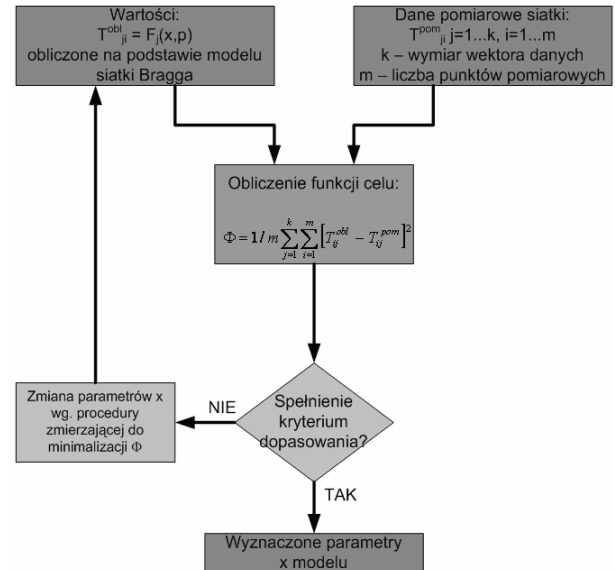
$x$  – wektor poszukiwanych parametrów (rozkład naprężeń),

$P$  – wektor parametrów siatki (takich jak długość siatki, długość fali Bragga itp.).

## 3. Ocena wybranych metod wyznaczania rozkładu naprężenia w FBG

Istnieje wiele metod wyznaczania globalnego ekstremum funkcji, które stosują algorytmy: Newtona, Gauss-Newtona, gradientów sprzężonych, Levenberga-Marquardta, genetycznych, symulowanego wyżarzania. Każda z tych metod charakteryzuje się inną zdolnością znalezienia globalnego ekstremum, a także inną złożonością obliczeniową. Dodatkowo należy zwrócić uwagę, że w przypadku FBG, problem komplikuje duża liczba poszukiwanych wartości parametrów – od kilkudziesięciu do kilku tysięcy, zależnie od liczby okresów siatki i pożądanej rozdzielczości wyznaczenia rozkładu naprężeń. Z praktycznego punktu wi-

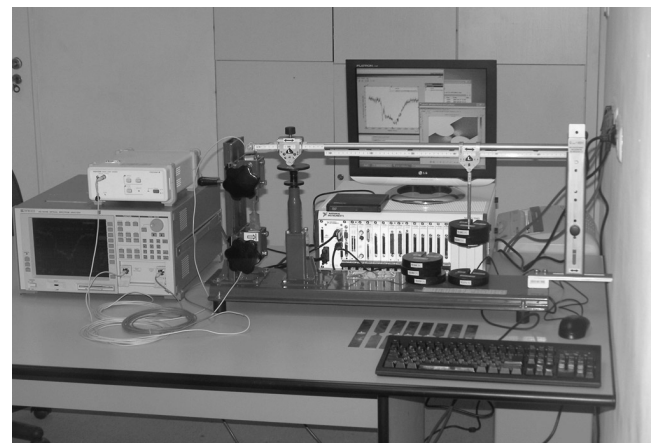
dzenia interesująca jest ocena przydatności poszczególnych metod do zastosowania w specyficznym przypadku, jakim jest wyznaczenie rozkładu naprężeń w FBG. Oceny można dokonać poprzez porównanie rozkładu naprężeń, wyznaczonego na podstawie danych wejściowych charakterystyki spektralnej FBG, z rozkładem wzorcowym. Dodatkowym kryterium oceny może być czas wykonania procedury wyznaczania rozkładu.



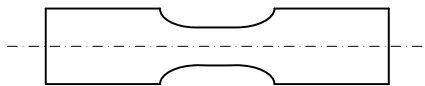
Rys. 2. Schemat blokowy rozwiązania problemu odwrotnego w zastosowaniu do wyznaczenia rozkładu naprężenia FBG

Fig. 2. Diagram of the inverse problem solution in the application of recovery of the strain distribution

Poniżej przeanalizowano oceniane metody w dwóch przypadkach. Dla obydwu wyliczono wzorcowy rozkład naprężeń w wybranej próbce materiału (rys. 3b) poddanej testowemu rozciąganiu. W pierwszym przypadku, dane wejściowe (dla zadania odwrotnego) charakterystyki spektralnej (rys. 5b) uzyskano bezpośrednio z modelu matematycznego użytej do prób FBG (rys. 4), wyliczone dla wzorcowego rozkładu naprężeń (rys. 5a, linia szara). W drugim przypadku, dane stanowiły wyniki pomiarów charakterystyki spektralnej (Rys. 6b) tej samej, co powyżej, FBG uzyskane z użyciem wyżej wymienionej próbki materiału, w której wywołano wzorcowy rozkład naprężeń. Na rys. 3a. przedstawione jest zbudowane w tym celu stanowisko pomiarowe. Na rys. 3b zaprezentowano profil użytej próbki materiału. Próbkę wykonaną z blachy ( $\neq 1,0 - 1.0037$  S235JR UNI EN 10025), poddano rozciąganiu siłą  $F = 250N$ .



Rys. 3a. Stanowisko pomiarowe do wyznaczania rozkładu naprężeń za pomocą FBG  
Fig. 3a. Measurement system for the strain profile determination



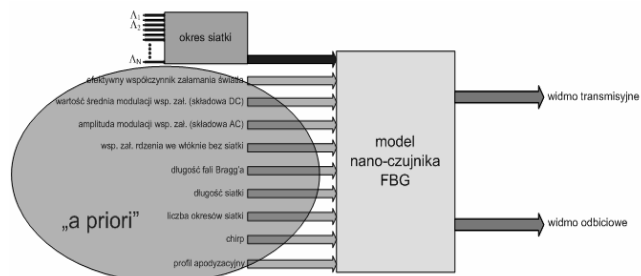
Rys. 3b. Kształt próbki materiału użytej w pomiarach  
Fig. 3b. The shape of the specimen which was used in the measurements

Jako miarę przydatności metody przyjęto wynikową wartość skuteczną błędu  $\delta$  wyznaczenia rozkładu modelowego:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\varepsilon_i^m - \varepsilon_i^o)^2}, \quad (1)$$

gdzie:  $\varepsilon_i^m$  jest wartością naprężenia z modelu,  $\varepsilon_i^o$  jest wartością naprężenia wyznaczonego przy użyciu algorytmu,  $N$  jest liczbą punktów, w których obliczana jest wartość naprężenia. Dla potrzeb oceny  $N$  wynosiło 10 (w każdym z algorytmów wyodrębnia się 10 równych części w FBG).

Przyjęty model obliczeniowy FBG ilustruje rys. 4. Wyróżnione na rysunku wielkości  $A_1, \dots, A_N$  ( $N=10$ ) są poszukiwanymi okresami FBG.



Rys. 4. Ilustracja modelu obliczeniowego charakterystyki spektralnej transmisji FBG  
Fig. 4. Computational model for the FBG's transmission spectrum determination

Funkcję celu określono jako wartość skuteczną względnego błędu dopasowania charakterystyki z modelu do danych wejściowych:

$$F = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( \frac{T_i^{pom} - T_i^{obl}}{T_i^{obl}} \right)^2}, \quad (2)$$

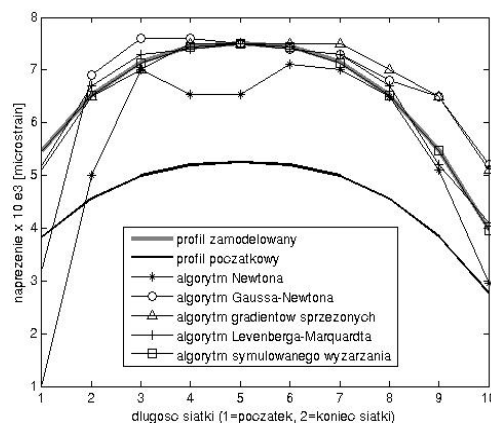
gdzie:  $T_i^{pom}$  jest wartością próbki wejściowej charakterystyki spektralnej,  $T_i^{obl}$  jest obliczoną z modelu wartością próbki charakterystyki spektralnej.

Wyniki uzyskane dla przypadku, w którym dane wejściowe (dla zadania odwrotnego) charakterystyki spektralnej uzyskano bezpośrednio z modelu matematycznego, zilustrowano na rys. 5a i zestawiono w tabeli 1. Na rys. 5a przedstawiono wyznaczone za pomocą poszczególnych metod rozkłady naprężeń na tle rozkładu przyjętego do porównań (linia szara). Na rys. 5b umieszczono przebieg charakterystyki spektralnej, na podstawie którego wyznaczano rozkład naprężeń. Tabela 1 zestawia wartości skuteczne błędu wyznaczenia rozkładu naprężeń.

Tab. 1. Wartość skuteczna błędu  $\delta$  wyznaczenia rozkładu naprężeń dla poszczególnych metod wyznaczania z charakterystyki zamodelowanej  
Tab. 1. RMS error of strain distribution determination for individual methods based on a model

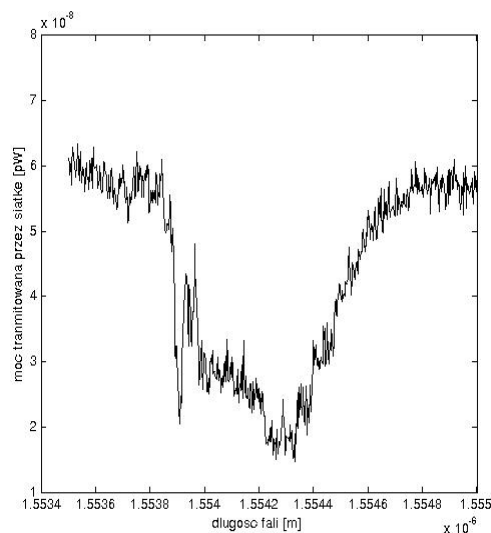
algorytm	Newtona	Gausa-Newtona	gradientów sprzężonych	Levenberga-Marquardta	Symulowanego wyżarzania
wartość skuteczna błędu $\delta$	1,5942	0,9082	0,5359	0,1710	0,0048
Czas wykonania procedury [s]	235	358	553	1820	3450

Jakkolwiek charakter kształtu rozkładu został odwzorowany przez wszystkie zastosowane algorytmy (rys. 5a), to jednak dokładność odtworzenia rozkładu naprężeń jest bardzo zróżnicowana (tab. 1). Użycie algorytmów Newtona i Gaussa-Newtona skutkowało najmniejszą dokładnością, natomiast użycie algorytmów: Levenberga-Marquardta i symulowanego wyżarzania – największą. Jednocześnie czas wykonania obliczeń był dłuższy dla algorytmów zapewniających dużą dokładność, a w szczególności był nieproporcjonalnie długi dla algorytmu symulowanego wyżarzania.



Rys. 5a. Wyznaczone z zamodelowanej charakterystyki spektralnej FBG rozkłady naprężeń w FBG na tle rozkładów: wzorcowego i rozkładu użytego w każdym z algorytmów jako rozkład początkowy

Fig. 5a. Strain profiles in FBG, which was recovered from the FBG spectrum



Rys. 5b. Charakterystyka spektralna, na podstawie której wyznaczano rozkład naprężeń

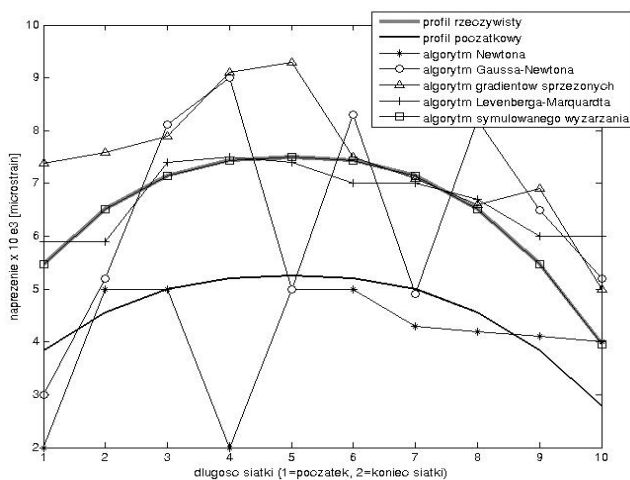
Fig. 5b. FBG spectrum for which the strain profile was recovered

Wyniki uzyskane dla przypadku, w którym dane wejściowe (dla zadania odwrotnego) charakterystyki spektralnej uzyskano z pomiarów, zilustrowano na rys. 6a i zestawiono w tabeli 2. Na rys. 6a przedstawiono wyznaczone za pomocą poszczególnych metod rozkłady naprężeń na tle rozkładu przyjętego do porównań (linia szara), a na rys. 6b umieszczono przebieg zmierzonej charakterystyki spektralnej czujnika FBG, na podstawie którego wyznaczano rozkład naprężeń. Tabela 2 zestawia wartości skuteczne błędu wyznaczenia rozkładu naprężeń.

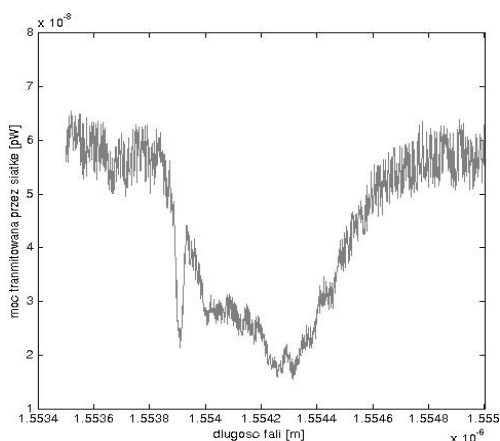
Tab. 2. Wartość skuteczna błędu  $\delta$  wyznaczenia rozkładu naprężeń dla poszczególnych metod wyznaczania z charakterystyki pomierzonej  
 Tab. 2. RMS error of strain distribution determination for individual methods based on measurements

algorytm	Newtona	Gausa-Newtona	gradientów sprzężonych	Levenberga-Marquardta	Symulowanego wyżarzania
wartość skuteczna błędu $\delta$	2,7575	1,6935	1,2032	0,7281	0,0136
Czas wykonania procedury [s]	235	359	683	2238	5365

Wskutek błędów pomiarowych, zmierzona przy wzorcowym rozkładzie naprężeń w siatce, charakterystyka spektralna FBG jest zniekształcona w stosunku do wynikającej z modelu. Wyznaczenie z takiej charakterystyki rozkładu naprężeń zapewniającego najmniejszą wartość funkcji celu jest trudniejsze, niż w omówionym wcześniej przypadku. W wyniku obliczeń stwierdzono, że jedynie algorytmy: Levenberga-Marquardta oraz symulowanego wyżarzania umożliwiają wyznaczenie profilu naprężenia. Przy pozostałych algorytmach nie uzyskano zbieżności do minimum globalnego funkcji celu. Relacja pomiędzy czasami wykonania obliczeń jest taka sama, jak w poprzednim przypadku.

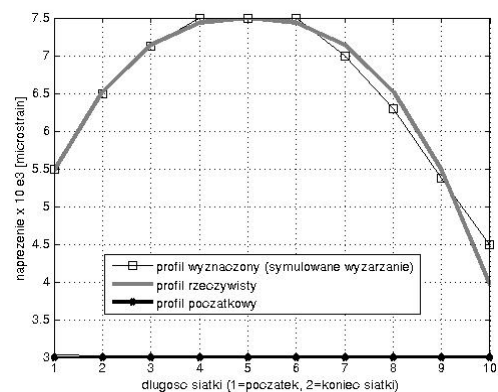


Rys. 6a. Rozkłady naprężeń w FBG wyznaczone ze zmierzonej charakterystyki spektralnej FBG oraz rozkłady: wzorcowy i początkowy  
 Fig. 6a. Strain distributions in FBG recovered from the FBG spectrum. Initial and real strain profiles



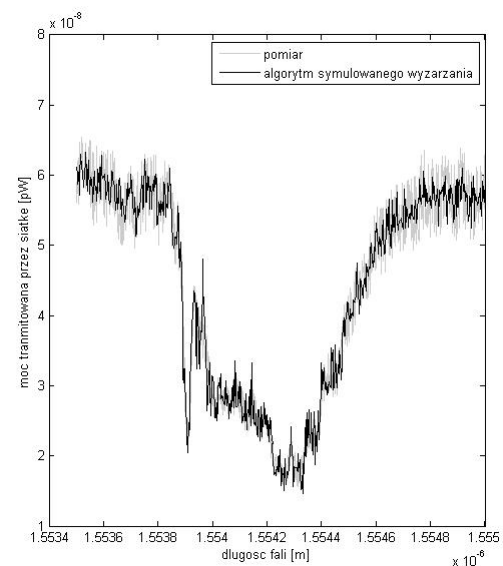
Rys. 6b. Zmierzona charakterystyka spektralna, na podstawie której wyznaczano rozkład naprężeń  
 Fig. 6b. Measured spectrum for which the strain profiles was recovered

Przy stosowaniu numerycznych metod optymalizacji należy oczekiwać, że uzyskany wynik może zależeć od przyjętych wartości początkowych. W zilustrowanych powyżej obliczeniach początkowy rozkład naprężeń był zbliżony kształtem do wyznaczonego rozkładu. Przyjęcie rozkładu początkowego o innym charakterze, niż rozkład wyznaczony, a w szczególności rozkładu równomiernego, powodowało, że wszystkie algorytmy, z wyjątkiem algorytmu symulowanego wyżarzania, nie były zbieżne do wyznaczonego rozkładu naprężenia. Dla algorytmu symulowanego wyżarzania wartość skuteczna błędu wyznaczenia rozkładu naprężeń, gdy przyjęto jako początkowy rozkład równomierny, wyniosła 0,1930. Kształt wyznaczonego rozkładu naprężeń zilustrowano na rys. 7a. Na rys. 7b przedstawiono porównanie charakterystyki spektralnej FBG uzyskanej z pomiarów z charakterystyką obliczoną z modelu na podstawie rozkładu naprężeń wyznaczonego metodą symulowanego wyżarzania.



Rys. 7a. Rozkłady naprężenia siatki Bragga: wzorcowy i wyznaczony za pomocą algorytmu symulowanego wyżarzania oraz rozkład początkowy (równomierny rozkład naprężeń)

Fig. 7a. Strain profiles of the Bragg grating: real and recovered by using of the simulated annealing algorithm, and the initial profile



Rys. 7b. Zmierzona charakterystyka spektralna, na podstawie której wyznaczano rozkład naprężeń oraz charakterystyka obliczona z modelu na podstawie wyznaczonego rozkładu naprężeń

Fig. 7b. Measured and recovered by the simulated annealing algorithm spectrums

W rzeczywistych warunkach zwykle nie ma możliwości przewidzenia kształtu rozkładu naprężenia, dlatego do dalszych badań winien być wykorzystywany algorytm symulowanego wyżarzania.

#### 4. Wnioski

Rozkład naprężenia może być wyznaczony na podstawie charakterystyki widmowej siatki Bragga, działającej jako czujnik, a rozdzielczość lokalizacji naprężeń odpowiada rozmiarowi okresu siatki, czyli w praktycznych zastosowaniach jest rzędu mikrometra.

Do wyznaczenia rozkładu naprężenia zmierzonego przy użyciu czujnika FBG niezbędne jest zastosowanie numerycznych metod rozwiązywania problemu odwrotnego, które z kolei wykorzystują numeryczne algorytmy optymalizacji globalnej. Wybór algorytmu do realizacji tego zadania nie jest obojętny dla dokładności wyznaczenia rozkładu i związanego z tym nakładu obliczeń (czasu wykonania). Ponadto, poszczególne algorytmy wykazują różną wrażliwość rozwiązania na przyjmowaną do obliczeń wartość początkową rozwiązania.

Stwierdzono, że w zastosowaniu do wyznaczania rozkładu naprężeń z charakterystyki spektralnej transmisji czujnika FBG, algorytmy wymagające względnie małych nakładów obliczeń, takie jak Newtona, Gaussa-Newtona, gradientów sprzężonych, z małą dokładnością wyznaczają rozwiązanie i cechują się dużą wrażliwością na wartość początkową rozwiązania. W szczególności wykazano, że mogą nie być zbieżne do rozwiązania, jeżeli do wyznaczania rozkładu użyć charakterystyki spektralnej FBG uzyskanej w drodze pomiarów.

W odniesieniu do testowego rozkładu naprężeń metody Levenberga-Marquardta i symulowanego wyżarzania wykazały się wyraźnie wyższą, niż powyżej wymienione, dokładnością wyznaczenia rozkładu, a metoda symulowanego wyżarzania była zbieżna do rozwiązania niezależnie od przyjętych wartości początko-

wych rozwiązania. Jednocześnie, czas potrzebny na wyznaczenie rozkładu tymi metodami znacząco przewyższa (od kilku do kilkadziesiąt razy) czas potrzebny dla metod Newtona i Gaussa-Newtona.

Wyniki sugerują, że metoda symulowanego wyżarzania pomimo, iż cechuje się dużym nakładem obliczeniowym, może być najbardziej odpowiednią metodą rozwiązania problemu odwrotnego w zastosowaniu do wyznaczania rozkładu naprężeń z charakterystyki spektralnej czujnika FBG.

#### 5. Literatura

- [1] A. S. Blagoveshchenskii, „An Inverse Problem of the Theory of Wave Propagation in a Random Layered Medium”, *Differential Equations*, Vol. 41, No. 10, 2005, pp. 1442–1448. Translated from *Differentsial'nye Uravneniya*, Vol. 41, No. 10, 2005, pp. 1369–1374.
- [2] A. Tarantola, „Inverse Problem Theory and Methods for Model Parameter Estimation”, *Institut de Physique du Globe de Paris Université de Paris 6 Paris, France, Society for Industrial and Applied Mathematics Philadelphia*.
- [3] Steen Moller, „Reconstruction Methods for Inverse Problems”, A dissertation submitted to the Faculty of Technology and Science, Aalborg University, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Department of Mathematical Sciences Aalborg University.

*Artykuł recenzowany*

## INFORMACJE

### Sesja Jubileuszowa 80-lecia urodzin Profesora Henryka Góreckiego

W dniu 5.10.2007 w Zakopanem, w ramach XVII Międzynarodowego Sympozjum „Zastosowania teorii systemów”, z udziałem wielu gości odbyła się uroczysta Sesja Jubileuszowa z okazji 80-lecia urodzin Profesora Henryka Góreckiego.

Prof. zw. dr inż. Henryk Górecki urodził się 10.03.1927 roku w Zakopanem. W roku 1950 ukończył studia na Wydziale Elektromechanicznym AGH w Krakowie. Pracując na AGH doktoryzował się w roku 1956, docentem został w roku 1958, profesorem nadzwyczajnym w roku 1965, a w roku 1972 uzyskał tytuł profesora zwyczajnego. W latach 1957-1960 był Kierownikiem Zakładu Podstaw Automatyki w Katedrze Elektryfikacji Górnictwa AGH, w latach 1960-1969 był Kierownikiem Katedry Automatyki i Elektroniki Przemysłowej. W roku 1969 został Dyrektorem Instytutu Automatyki i Elektroniki Przemysłowej, który w latach 1972-1979 nazywał się Instytutem Informatyki i Automatyki, w latach 1980-1984 Instytutem Automatyki, Inżynierii Systemów i Telekomunikacji, a w latach 1984-1992 Instytutem Automatyki. W roku 1993 w AGH wprowadzono ponownie strukturę katedralno-zakładową. Od 1.01.1993 do 30.09.1997 Profesor kierował Katedrą Automatyki. Od roku 1997 Kierownikiem Katedry Automatyki AGH jest prof. Ryszard Tadeusiewicz. W latach 1962-1964 Prof. Henryk Górecki był Prodziekanem Wydziału Elektrotechniki Górniczej i Hutniczej AGH (obecnie Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH). W latach 1970-1997, z krótkimi przerwami był Kierownikiem Wydziałowego Studium Doktoranckiego. Jest członkiem wielu towarzystw i organizacji naukowych (Senior Member of the Institution of Electronic and Electrical Engineering (IEEE), American Mathematical Society, SEP, PTM, członkiem (był również wiceprzewodniczącym) Komitetu Automatyki i Robotyki PAN, członkiem kilku Komitetów IFAC, członkiem wielu Rad Naukowych). W latach 1990-1996 był członkiem KBN-u (jako Przewodniczący

Zespołu). Był Przewodniczącym Komisji Ekspertów Ministerstwa Edukacji Narodowej w zakresie Automatyki i Robotyki. W latach 1997-2002 był członkiem Centralnej Komisji d/s Tytułu Naukowego i Stopni Naukowych. Od roku 2000 członek PAU. Otrzymał tytuł dhc AGH (1997) oraz tytuł Zasłużony dla AGH (2001). Obecnie Profesor jest pracownikiem naukowym Wyższej Szkoły Informatyki w Łodzi. Kierunki badawcze Profesora: teoria sterowania optymalnego, optymalizacja wielokryterialna, analiza i synteza układów dynamicznych opisywanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi, cząstkowymi i równaniami różniczkowymi z odchylonym argumentem. Opublikował 176 prac, w tym kilkanaście monografii i podręczników. Wiele z tych prac było wykorzystane w przemyśle, głównie chemicznym i metalurgicznym.

Profesor Henryk Górecki stworzył i kierował Katedrą Automatyki umożliwiając pracę naukową wielu pokoleniom pracowników nauki w atmosferze swobodnego dążenia do prawdy naukowej. Odpowiednia atmosfera dawała możliwość twórczej pracy pogłębianej wielowarstwowymi interpretacjami z różnych obszarów teorii i praktyki. Należy podkreślić energię, z jaką Profesor podejmował i podejmuje nowe tematy badawcze i ich szeroki zasięg. Z Katedry Automatyki oddzieliły się, tworząc samodzielne jednostki, Katedry: Elektroniki, Informatyki i Telekomunikacji. Imponująca jest liczba 78 doktoratów pod Jego promotorstwem. Około 30 Jego wychowanków z Jego inspiracji uzyskało stopnie doktora habilitowanego i tytuły naukowe profesora, w kraju i za granicą. Profesor był twórcą szkoły naukowej.

Uczestnicząc w tej Sesji Jubileuszowej chcieliśmy okazać naszą wdzięczność za możliwość pracy naukowej w Katedrze kierowanej od lat przez Profesora.

*Uczniowie i Pracownicy Katedry Automatyki AGH*