
WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

ZESZYTY NAUKOWE
INSTYTUTU AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

POMIARY ODKSZTAŁCENÍ MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH Z ZASTOSOWANIEM METOD EKSPERYMENTALNYCH ORAZ MODELOWYCH

Mateusz Reczek¹, Michał Skalski², Andrzej Baier³

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania, Wydział
Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska,
ul. Konarskiego 18A 44-100 Gliwice.

¹mateusz.reczek@op.pl, ²michal.skalski85@gmail.com, ³andrzej.baier@polsl.pl

Streszczenie: W niniejszej pracy porównano dwie metody badawcze elementów kompozytowych, stosowanych w badaniach wytrzymałościowych. W pierwszej metodzie – doświadczalnej, wykorzystano tensometry oporowe oraz wzmacniacz tensometryczny niemieckiej firmy Hottinger Baldwin Messtechnik MGCPlus AB22A i oprogramowanie Catman. Natomiast do badań modelowych wykorzystano zaawansowany program graficzny Unigraphics NX 7.

1. Wstęp

W dzisiejszych czasach coraz większe zastosowanie znajdują materiały, których właściwości mogą być odpowiednio dobierane do konkretnego zastosowania. Jednym z takich materiałów jest materiał kompozytowy. Ogólna definicja kompozytu mówi, że jest to materiał utworzony z co najmniej dwóch komponentów o różnych cechach, w taki sposób, że ma właściwości lepsze i (lub) nowe, w stosunku do komponentów użytych osobno. Kompozyt jest materiałem zewnętrznym monolitycznym z widocznymi granicami między komponentami. W niniejszej pracy rozpatrzono kompozyt zbrojony tkaniną węglową oraz szklaną znajdującą się w osnowie z żywicy epoksydowej.

Ze względu na to, że materiał kompozytowy składa się z różnych komponentów, jego właściwości wytrzymałościowe w znacznym stopniu zależą od zastosowanych komponentów, m.in.: rodzaju zbrojenia, osnowy, a także technologii w jakiej został on wykonany. Projektując dany element, nie można w pełni przewidzieć, jakie będą jego ostateczne właściwości. Dlatego też coraz większe zastosowanie znajdują różnego rodzaju metody badawcze. Jedną z nich jest tensometria oporowa, bazująca na zjawisku zmiany rezystancji w przewodniku poddanym odkształceniom. W celu przeprowadzenia pomiaru wykonano próbkę, budową odzwierciedlającą gotowy wyrób, następnie naklejono w odpowiedni sposób tensometry oraz podłączono je do wzmacniacza tensometrycznego. W wyniku takiego pomiaru uzyskano rzeczywiste odkształcenia, występujące w badanej próbce. Metoda ta jest wysoce czasochłonna, a alternatywą dla tego typu badań są metody modelowe. Za pomocą zaawansowanego programu graficznego NX 7 można wykonać badania wytrzymałościowe elementów kompozytowych.

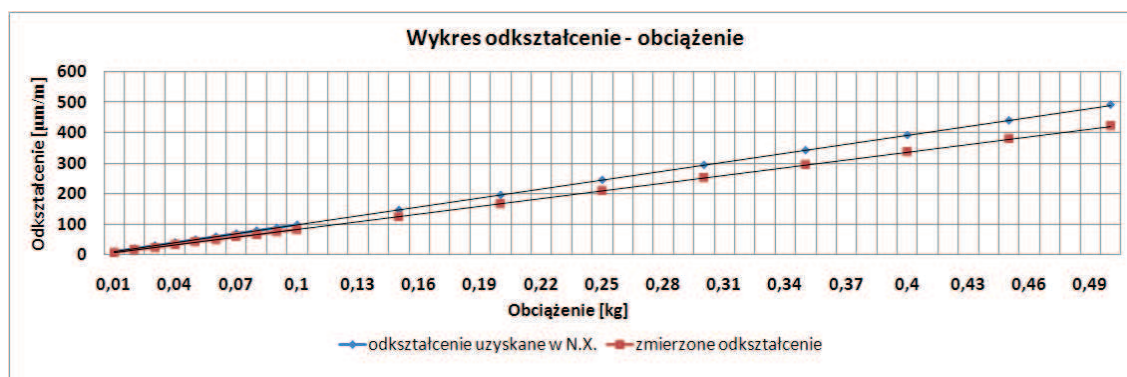
2. Realizacja pomiarów

Badana próbka składała się z czterech warstw, których rozkład przedstawiono na rys. 1. Znajdującą się na spodzie stalową płytkę zastosowano w celu zapewnienia większej sztywności, umożliwiającej przeprowadzenie pomiarów. Osnowę kompozytu stanowiła żywica epoksydowa. Próbkę wykonano metodą kontaktową, polegającą na ręcznym przesączaniu tkanin żywicą.

THICKNESS	ANGLE	PLY	MATERIAL
0.800	0.0	4	CARBON FABRIC 600
0.700	0.0	3	GLASS FABRIC 450
0.800	0.0	2	CARBON FABRIC 600
0.500	0.0	1	STEEL

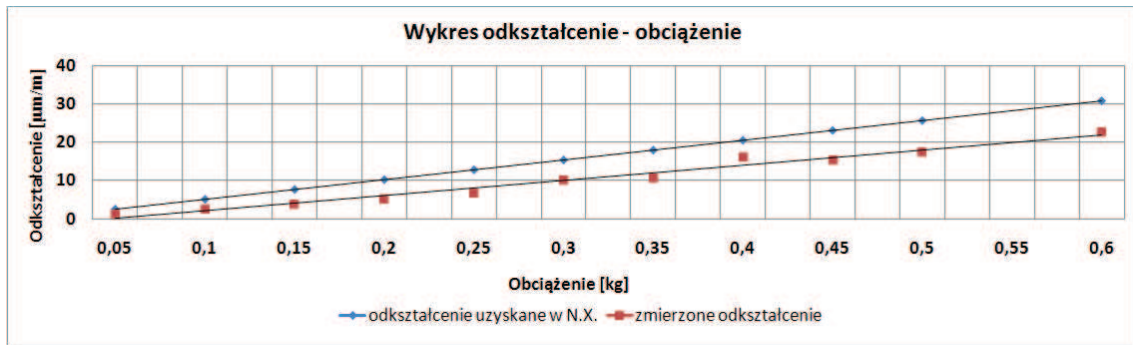
Rys. 1. Struktura kompozytu

Po upływie czasu potrzebnego na utwardzenie żywicy wycięto próbkę o określonych wymiarach. W kolejnym etapie naklejono w odpowiednim miejscu tensometr. Za jego pomocą zmierzono odkształcenia powstałe w wyniku naprężeń. Ostatni etap polegał na zamocowaniu próbki w przyrządzie umożliwiającym przeprowadzenie pomiarów odkształceń podczas zginania oraz rozciągania. W wyniku przeprowadzenia serii badań pod różnym obciążeniem uzyskano wartości odkształceń panujących na wierzchniej warstwie próbki. Otrzymane wyniki przedstawiono na rysunkach 2 oraz 3.



Rys. 2. Wykres, przedstawiający wartości odkształceń w belce zginanej

Tę samą próbkę zamodelowano w programie NX 7. W pierwszym etapie wykonano model zgodnie z wymiarami rzeczywistej próbki, a w drugim obejmował symulację. Proces tworzenia symulacji rozpoczęto od utworzenia siatki elementów skończonych, niezbędnej do przeprowadzenia badań wytrzymałościowych. Ponadto należało odpowiednio zdefiniować próbkę jako element składający się z różnych komponentów. W tym celu wykorzystano moduł Laminate Modeler. Do prawidłowego opisu kolejnych warstw próbki niezbędna była informacja o module Younga oraz współczynniku Poissona, jaki posiada dany materiał. W początkowym etapie wartości te wprowadzono na podstawie literatury, natomiast po przeprowadzeniu serii prób, dobrano wartości najlepiej opisujące zachowanie się próbki. Na rysunkach 3 oraz 4 przedstawiono końcowy rezultat.



Rys. 3. Wartości odkształceń w belce rozciąganej

3. Podsumowanie

Ze względu na swoje dowolnie kształtowalne parametry materiały kompozytowe znajdują coraz szersze zastosowanie w codziennym życiu. Jednakże dowolność ta powoduje, że każdy gotowy wyrób wykonany w technologii kompozytowej może różnić się swoimi parametrami wytrzymałościowymi. Dlatego też, w przypadku specjalnych zastosowań, wymagane jest uprzednie poznanie szczegółowych wartości tych parametrów. W tym celu przeprowadzono różnego rodzaju badania materiałów kompozytowych, zarówno doświadczalne, jak i modelowe. Najlepiej, jako pierwsze, wykonywać badania doświadczalne np. za pomocą tensometrii oporowej lub na specjalnych maszynach wytrzymałościowych. Badania te pozwalają na wyznaczenie dokładnych wartości parametrów wytrzymałościowych. Niestety, ich wadą jest stosunkowo duża czasochłonność oraz koszty wykonania próbek testowych. Alternatywą dla tego typu pomiarów są badania modelowe. Za ich pomocą można realizować wiele różnorodnych badań w znacznie krótszym czasie i przy mniejszym nakładzie kosztów. Warunkiem uzyskania zadowalających wyników jest wcześniejsze poznanie parametrów wytrzymałościowych zastosowanych materiałów. W przypadku badanej próbki, parametry wytrzymałościowe określono na podstawie literatury, a następnie zweryfikowano w celu uzyskania jak najlepszych rezultatów.

Literatura

1. Hyla I., Ślężiona J.: Kompozyty: elementy mechaniki i projektowania. Gliwice: Wyd. Pol. Śl., 2004.
2. Roliński Z.: Tensometria oporowa: podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań. Warszawa : WNT, 1981.
3. Samouczek programu Unigraphics NX 7.

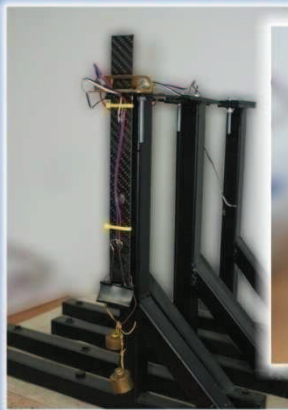
MEASUREMENTS OF COMPOSITE MATERIALS DEFORMATION WITH APPLICATION OF THE EXPERIMENTAL AND MODELING METHODS

Summary: In the present study two testing methods of composite elements applied during strength tests were compared. In the first - the experimental method strain gauges and the strain gauge amplifier of the German company Hottinger Baldwin Messtechnik MGCPlus AB22A, which cooperates with software Catman, were implemented. Whereas, to the method tests an advanced program - Unigraphics NX 7 was used.

POMIARY ODKSZTAŁCEŃ MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH Z ZASTOSOWANIEM METOD EKSPERYMENTALNYCH ORAZ MODELOWYCH

MATEUSZ RECZEK¹, dr hab. inż. ANDRZEJ BAIER prof. nzw. w Pol. Śl.²
 Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania

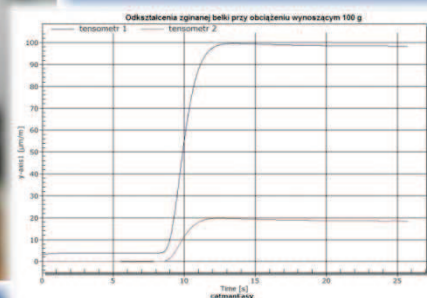
¹mateusz.reczek@op.pl ²andrzej.baier@polsl.pl



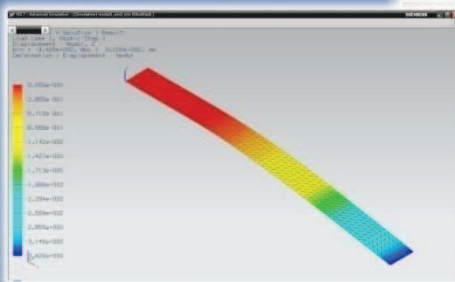
Widok stanowiska do rozciągania próbki



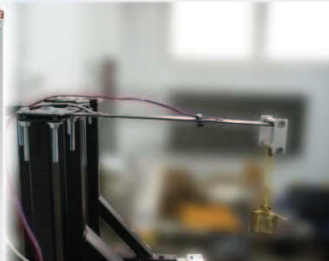
Wzmacniacz pomiarowy MGCplus AB22 firmy HBM



Wyniki pomiarów tensometrycznych wykonane za pomocą programu Catman

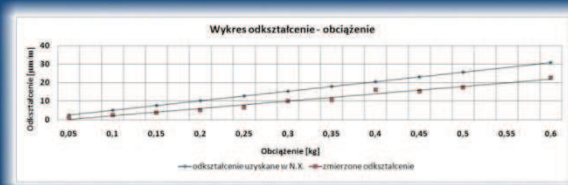


Model utworzony w programie NX7



Widok stanowiska do zginania próbki

Celem pracy było porównanie dwóch metod badawczych materiałów kompozytowych. Badania przeprowadzono metodą tensometrii oporowej oraz wykorzystując zaawansowany program graficzny Unigraphics NX 7. Do pomiarów tensometrycznych zastosowano wzmacniacz pomiarowy MGCplus AB22 firmy HBM współpracujący z oprogramowaniem Catman. Po przeprowadzeniu serii badań porównano wartości odkształceń uzyskanych za pomocą obydwu metod pomiarowych.



Wykres przedstawiający odkształcenia rozciąganej belki w funkcji obciążenia



Wykres przedstawiający odkształcenia zginanej belki w funkcji obciążenia

Literatura:

1. Hyla J., Szeźona J.: Kompozyty. Elementy mechaniki i projektowania. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
2. Samouczek programu Unigraphics NX7