
WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

ZESZYTY NAUKOWE
INSTYTUTU AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

BUDOWA STANOWISKA DO DOŚWIADCZALNEGO WYZNACZANIA STATYCZNYCH NAPRĘŻEŃ MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH

Tadeusz Orawski¹, Marcin Płaza², Michał Majzner³

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

¹tadeusz.orawski@wp.pl, ²marcin.plaza@onet.pl, ³michal.majzner@polsl.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono przebieg prac związanych z budową stanowiska do delaminacji materiałów kompozytowych. Stanowisko to wykonano w ramach projektu badawczo rozwojowego o numerze PBR-8/RMT-2/2009, realizowanego w Instytucie Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania Politechniki Śląskiej.

1. Wstęp

Nieustanny postęp w każdej dziedzinie życia wywiera ogromny wpływ na zastosowanie materiałów w przemyśle. Poszukiwanie materiałów, charakteryzujących się lepszymi właściwościami w porównaniu do standardowych, takich jak stal czy żeliwo, przy tej samej lub mniejszej masie, stało się konieczne. Nowe stanowisko umożliwia weryfikację szerokiej gamy materiałów kompozytowych pod względem wytrzymałościowym. Wyznaczenie charakterystyk wytrzymałościowych poszczególnych materiałów kompozytowych podczas badań pozwala dobrać odpowiedni laminat w zależności od potrzeb konstrukcji. Najczęściej stosowanymi materiałami, stanowiącymi osnowę kompozytu, są włókna: szklane, węglowe oraz aramidowe [1].

Wykonanie i zastosowanie wirtualnego modelu kompletnego układu stanowiska, pozwala na szybkie przygotowanie dokumentacji technicznej i w znaczący sposób ułatwia wprowadzenie zmian konstrukcyjnych, co w rezultacie przyspiesza proces projektowania. Wykonanie obliczeń wytrzymałościowych modelu wirtualnego eliminuje błędy podczas konstruowania rzeczywistego stanowiska [3].

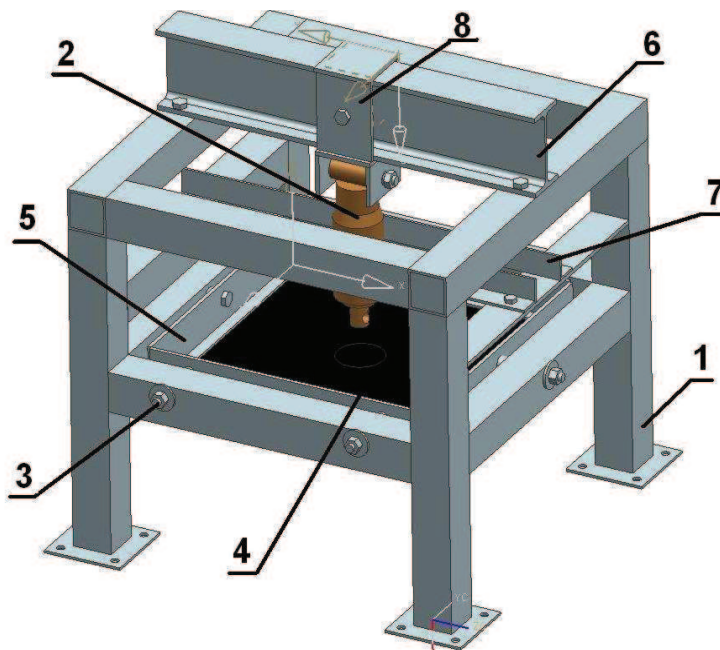
Rozwarstwienie materiału kompozytowego następuje, gdy materiał poddany zostaje zbyt dużemu obciążeniu. W wyniku działającej siły włókna oddzielają się od matrycy i następuje proces delaminacji kompozytu. Materiał taki charakteryzuje się znacznie obniżoną miejscową wytrzymałością i sztywnością w punkcie przyłożenia siły [2,4].

2. Proces utworzenia modelu oraz weryfikacja wytrzymałościowa

Celem pracy było utworzenie stanowiska, służącego do badania wytrzymałości materiałów kompozytowych na rozwarstwianie wraz z zamodelowaniem tego stanowiska w programie NX 7. Przed przystąpieniem do badań zapoznano się z literaturą techniczną, dotyczącą materiałów kompozytowych, wytrzymałości materiałów oraz projektowania komputerowego.

Pierwszym etapem pracy było utworzenie poszczególnych elementów modelu stanowiska w module graficznym „Modeling” programu NX 7. Następnie wszystkie utworzone części

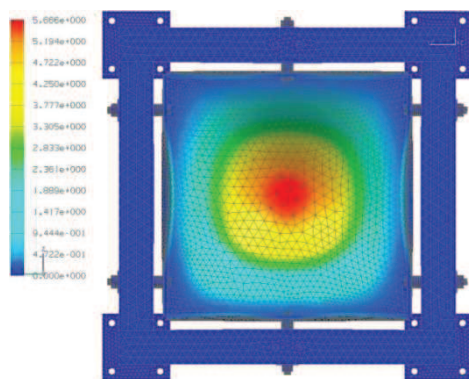
połączono ze sobą, nadając odpowiednie więzy w module „Assembly”. Funkcja dynamicznego modelowania umożliwiła dokonywanie na bieżąco zmian wymiarów i położenia podczas procesu modelowania oraz automatyczną aktualizację w poszczególnych elementach modelu.



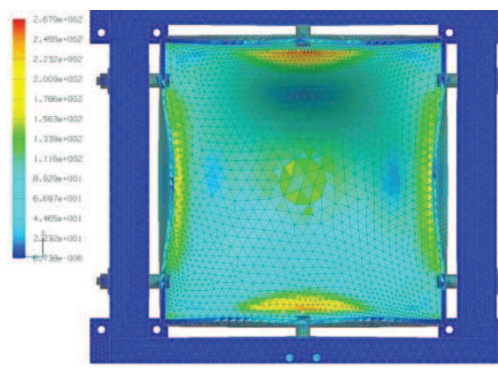
Rys.1. Model stanowiska, służącego do badania rozwarstwiania kompozytów

Stanowisko badawcze (rys.1.) składa się z ramy głównej (1), do której przymocowano za pomocą śrub (3) ramę (5), w której umieszczony zostanie kompozyt (4). Rama umożliwia montaż dowolnego laminatu o wymiarach 360 x 360 mm. Laminat poddany zostaje działaniu siły prostopadłej do powierzchni kompozytu, pochodzącej od siłownika (2), zamocowanego na dwuteowniku (6) przy użyciu kłamy (8). Dla zapewnienia pionowego ruchu siłownika zastosowano prowadnice (7).

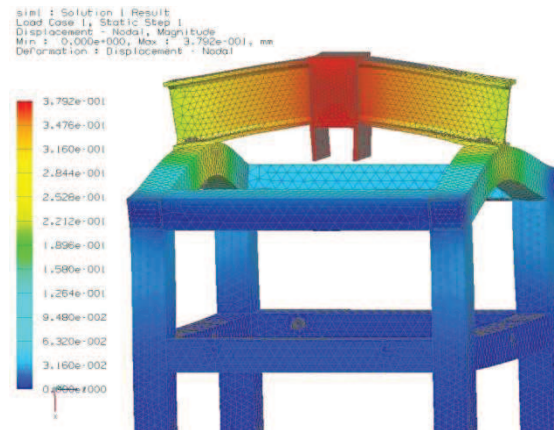
Ostatnim etapem pracy nad wirtualnym modelem stanowiska badawczego było przeprowadzenie symulacji wytrzymałościowej metodą elementów skończonych (MES). W tym celu skorzystano z modułu „Advanced Simulation” programu NX Nastran. Poniżej przedstawiono przemieszczenia oraz naprężenia w miejscach najbardziej narażonych na odkształcenia w wyniku działania siły o wartości 20 kN (rys.2., 3.), pochodzącej od siłownika.



Rys.2. Przeszyczenia laminatu [mm]

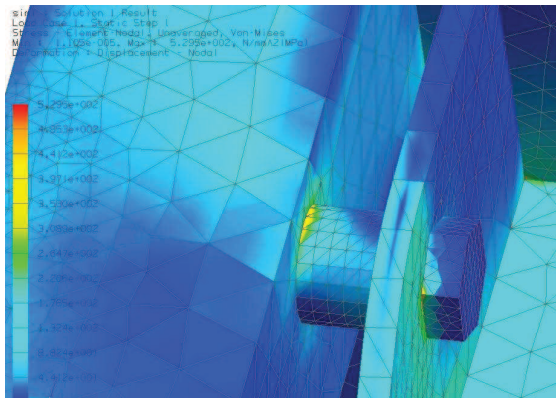


Rys.3. Naprężenia w laminacie [MPa]

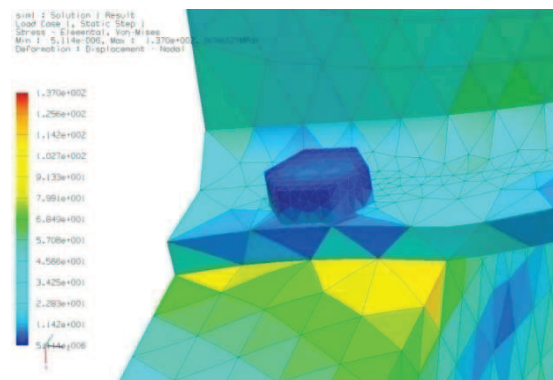


Rys.4. Strzałka ugięcia dwuteownika [mm]

Istotnym elementem weryfikacji było sprawdzenie wytrzymałości połączeń śrubowych rami kompozytu (rys.5.) oraz dwuteownika (rys.4., 6.).



Rys.5. Naprężenia w śrubie rami [MPa]

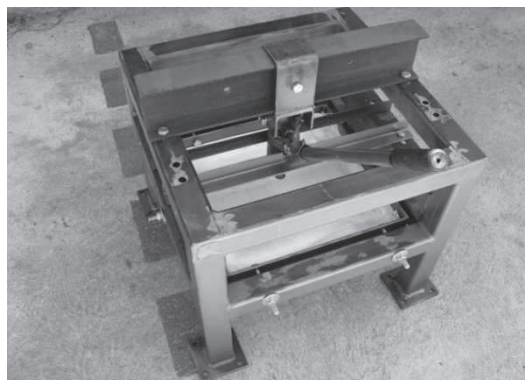


Rys.6. Naprężenia w śrubie dwuteownika [MPa]

W wyniku przeprowadzonych symulacji komputerowych stwierdzono, że wybrane rozwiązanie jest poprawne pod względem konstrukcyjnym i wytrzymałościowym. Wyniki analizy potwierdzają, że stanowisko badawcze może zostać poddane obciążeniu 20 kN.

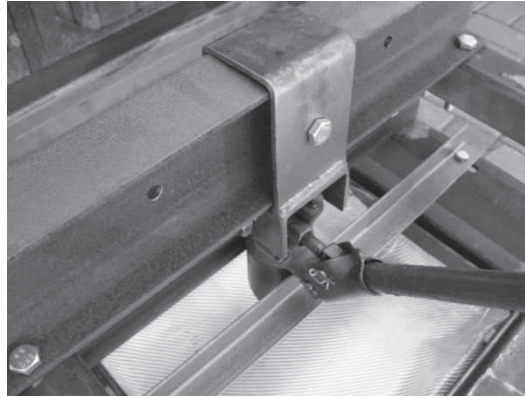
3. Zbudowane stanowisko

Po wykonaniu modelu oraz analizy przystąpiono do zbudowania modelu rzeczywistego stanowiska (rys.7.).



Rys.7. Wykonane stanowisko z zamocowanym laminatem z włókna szklanego

Do budowy ramy głównej zastosowano profile zamknięte o przekroju kwadratu. Ramę, mocującą kompozyt, wykonano z kątownika nierównoramiennego. Całość skręcono śrubami o średnicy 10 mm. Siłownik hydrauliczny zamocowano za pomocą klamry wygiętej z płaskownika, osadzonej na dwuteowniku. Do przeprowadzenia badań zastosowano siłownik hydrauliczny, pochodzący z podnośnika samochodowego typu „Żaba” (rys.8.) o nośności do 2 ton. Ciśnienie robocze uzyskuje się w wyniku wahadłowych ruchów rączki siłownika.



Rys.8. Mocowanie siłownika

Wykonane stanowisko gotowe jest do przeprowadzenia badań wytrzymałościowych na rozwarstwianie wybranych materiałów kompozytowych.

Literatura

1. German J.: Podstawy mechaniki kompozytów włóknistych. Kraków: Pol. Krak., 1996.
2. Wilczyński A.: Polimerowe kompozyty włókniste, Warszawa: WNT, 1996.
3. Pacana J.: Parametryczne projektowanie CAD z wykorzystaniem systemu Unigraphics NX. Rzeszów: Pol. Rzesz., 2005.
4. Orłoś Z.: Doświadczalna analiza odkształceń i naprężeń, Warszawa: PWN, 1997.

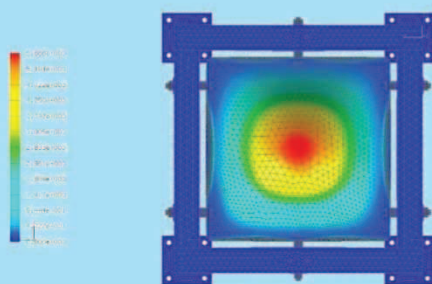
TEST UNIT CREATION FOR AN EXPERIMENTAL DETERMINATION OF STATIC STRAINS IN COMPOSITE MATERIALS

Summary: In this article the course of work connected with test unit creation assigned to composite materials delamination was presented. This test unit has been conducted as a part of research project PBR-8/RMT-2/2009, which was realized in The Institute of Engineering Processes Automation and Integrated Manufacturing Systems.

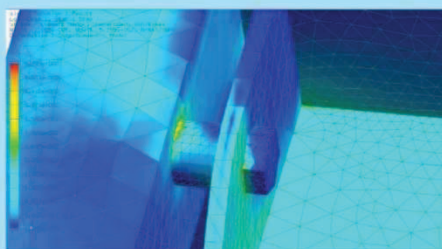
BUDOWA STANOWISKA DO DOŚWIADCZALNEGO WYZNACZANIA STATYCZNYCH NAPRĘŻEŃ MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH

Marcin Płaza, Tadeusz Orawski, Michał Majzner
Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania
marcin.plaza@onet.pl, tadeusz.orawski@wp.pl, michal.majzner@polsl.pl

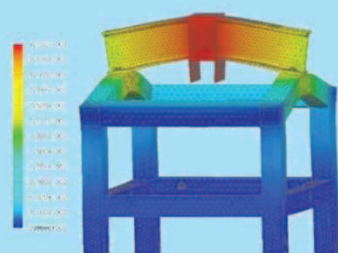
Stanowisko przeznaczone jest do badań laminatów na rozwarstwianie. Umieszczony w stanowisku laminat poddany zostaje działaniu siły o wartości do 25000 N wytworzonej przez siłownik.



Działanie siłą przyłożoną punktowo



Weryfikacja wytrzymałościowa Metodą Elementów Skończonych (MES) wybranych elementów

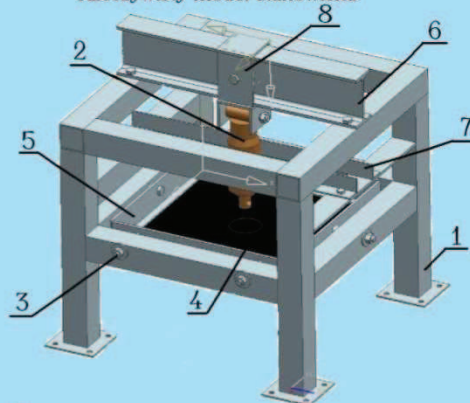


Po zakończeniu symulacji otrzymano następujące wyniki:

1. Strzałka ugięcia - $f_{\max} = 0,3792 \text{ mm}$
2. Naprężenia - $\sigma_{\max} = 137,8 \text{ MPa}$
3. Reakcje w podporach - $F_{\max} = 93,76 \text{ N}$



Rzeczywisty model stanowiska



Opis stanowiska:

- 1 - Rama główna
- 2 - Siłownik
- 3 - Śruby mocujące M10
- 4 - Laminat
- 5 - Ramka mocująca kompozyt
- 6 - Dwuteownik IPE 100
- 7 - Prowadnice
- 8 - Klamra mocująca siłownik

Próbka z włókna aramidowego o gramaturze 320 g/m², składająca się z 4 warstw połączonych żywicą epoksydową. Stanowisko umożliwia łatwy montaż dowolnego laminatu o wymiarach 360 x 360 mm.

