

Analiza Numeryczna Rozciągania Rdzenia Elastomerowego Nici Helikalnej

Michał Kwietniewski^{1, a)}, Danuta Miedzińska^{1, b)}

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny, Katedra Mechaniki I Informatyki Stosowanej, ul. Gen. Witolda Urbanowicza 2, 00-908 Warszawa

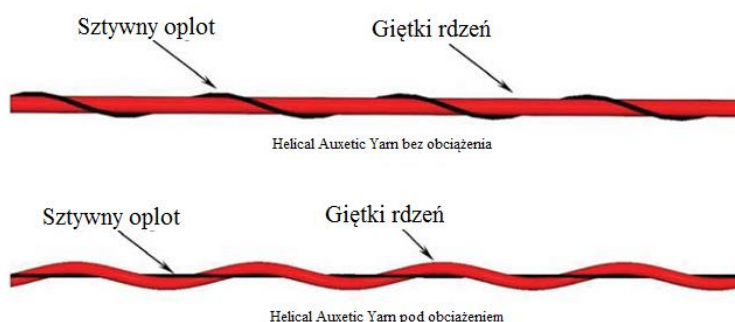
^{a)}Adres korespondencyjny: michal.kwietniewski@wat.edu.pl

^{b)}danuta.miedzinska@wat.edu.pl

Abstrakt. W pracy przedstawiono wyniki badań rozciągania włókna elastomerowego pochodzącego ze splotu Helical Auxetic Yarn. Przeprowadzono numeryczne analizy statycznego rozciągania, a następnie zwalidowano model wykonując próby eksperymentalne. Analizy numeryczne dokonano w oprogramowaniu LS-Dyna wykorzystując Metodę Elementów Skończonych. Przyjęty model numeryczny wykazał dużą zgodność do wyników prób eksperymentalnych.

OPIS ZAGADNIENIA

Rozważany w tej pracy problem dotyczy rozciągania fragmentu nici elastomerowej pochodzącej z tkaniny akustycznej. Tkanina ta składa się z nici auksetycznych typu HAY (Helical Auxetic Yarn) [1]. Specyfikę splotu takiej nici pokazano na Rys. 1. Splot ten składa się z elastycznego rdzenia i sztywnego oplotu, który w wyniku rozciągania prostuje się i wypycha włókno rdzenia. Ta zależność geometryczna prowadzi do uzyskania ujemnej wartości współczynnika Poissona, co jest główną cechą materiałów auksetycznych. Celem pracy jest odwzorowanie charakterystyki pracy elastomeru podczas rozciągania przy użyciu Metody Elementów Skończonych. Walidacja obliczeń numerycznych jest możliwa w oparciu o przeprowadzone badania eksperymentalne.



Rysunek 1. Splot Helical Auxetic Yarn w stanie nieobciążonym i obciążonym [1].

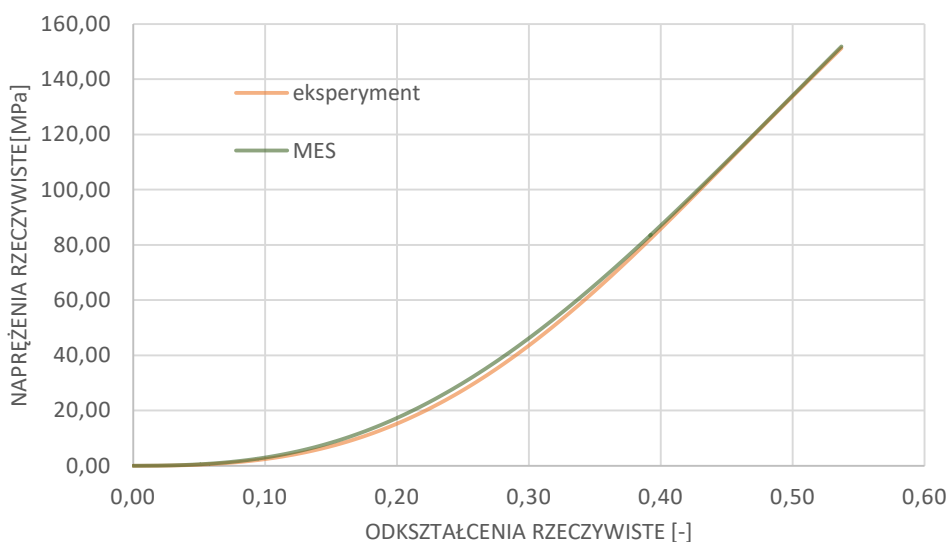
MODEL DYSKRETNY

Model geometryczny o kształcie cylindra, który symuluje włókno elastomeru wygenerowano w programie LS-PrePost, a następnie sporządzono siatkę elementów skończonych. Model składa się z 52605 elementów typu HEX 8 oraz 58232 węzłów. Na podstawie wcześniejszych badań eksperymentalnych przyjęto średnicę włókna równą 0,62 mm oraz długość 70 mm. Rozciąganie realizowane jest wzdłuż osi włókna w warunkach statycznych

Do przeprowadzenia symulacji rozciągania włókna elastomerowego przyjęto parametry mechaniczne tworzywa sztucznego TPEE. Przeprowadzono badania eksperymentalne, które polegały na rozciąganiu włókna przy użyciu uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej. Na podstawie tych badań, możliwe było sporządzenie charakterystyk siłowo-odkształceniowych dla tego materiału. Do symulacji komputerowej w programie LS-Dyna użyto modelu materiałowego MAT_24_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY. Na potrzeby zaimplementowania krzywej z eksperymentu do modelu materiałowego MAT_24, przekształcono go do wielkości naprężenie rzeczywiste-odkształcenie rzeczywiste.

WYNIKI

W efekcie przeprowadzonej analizy otrzymano wykres naprężeń rzeczywistych-odkształceń rzeczywistych, dla losowego elementu skończonego. Należy pamiętać, że podczas jednoosiowego rozciągania we wszystkich punktach modelu występuje takie samo naprężenie, a delikatna rozbieżność wyników może być spowodowana błędami numerycznymi. Po przekształceniu wykresu z badań eksperymentalnych na wielkości naprężenia rzeczywiste oraz odkształcenia rzeczywiste porównano wyniki numeryczne i eksperymentalne, które zamieszczono na Rys. 6.



Rysunek 6. Krzywe naprężenie-odkształcenie uzyskane drogą badań eksperymentalnych i numerycznych.

Na podstawie przeprowadzonych analiz numerycznych z wykorzystaniem solwera obliczeniowego LS-Dyna można stwierdzić, że model materiałowy MAT_24 po wprowadzeniu krzywej z badań eksperymentalnych nadaje się do odwzorowania charakterystyki rozciągania elastomeru TPEE. Porównanie wyników z eksperymentu oraz obliczeń numerycznych wykazuje bardzo dużą zgodność.

PODZIĘKOWANIA

Badania realizowano w ramach projektu Nr DOB-BIO6/04/104/2014, pt. " Nowoczesne technologie nanokompozytowych, refleksyjnych warstw materiałów strażackich ubrań ochronnych" finansowanego przez NCBiR w ramach programu Bezpieczeństwo i Obronność.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. R. Sloan, J. R. Wright i K. E. Evans, „The helical auxetic yarn – A novel structure for composites and textiles; geometry, manufacture and mechanical properties,” *Mechanics of Materials*, pp. 476-486, 2011.