

## **„Antropotechniczne modelowanie sztywności siedzisk mebli do wypoczynku”**

**Krzysztofa Wiaderek**

**Stypendysta projektu pt. „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski”, Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki**

Celem naukowym zrealizowanej rozprawy doktorskiej było określenie wartości oraz rozkładu naprężeń kontaktowych pomiędzy ciałem użytkownika a siedziskiem w zależności od sztywności warstwowych układów piankowych, a także oszacowanie dokładności modeli opracowanych w środowisku programów prowadzących obliczenia metodą elementów skończonych. Ponadto w pracy zbadano wpływ geometrii mebli na wartości naprężeń kontaktowych.

Przeprowadzone studia literaturowe wykazały, że dotychczas wiele prac poświęcono kształtowaniu cech ergonomicznych takich jak parametry liniowe oraz kątowe mebli do siedzenia i wypoczynku oraz analizie nacisków powstających na styku ciała użytkownika z siedziskiem wózka inwalidzkiego. Zgłębienia wymaga natomiast problematyka wyznaczania i modelowania właściwości sprężystych materiałów piankowych przeznaczonych do projektowania mebli tapicerowanych w tym numerycznego modelowania sztywności wielowarstwowych układów piankowych mebli do siedzenia.

Przygotowując badania eksperymentalne i obliczenia numeryczne wykorzystano nowoczesne techniki badawcze w tym metodę cyfrowej analizy obrazu do pomiaru ugięcia siedzisk, matę sensorową do pomiaru naprężeń kontaktowych występujących na styku ciała użytkownika z siedziskiem. Obliczenia numeryczne przeprowadzono w systemie Abaqus wykorzystując metodę elementów skończonych w zakresie nieliniowej geometrycznie i materiałowo mechaniki kontaktu ciał hipersprężystych.

Prowadzono badania nad:

- określeniem ugięcia siedziska wykorzystując metodę obliczeń numerycznych oraz metodę eksperymentalną z cyfrową analizą obrazu,

- określeniem naprężeń występujących w płaszczyźnie kontaktu ciała użytkownika i siedziska wykorzystując metody obliczeń numerycznych oraz matę sensorową,
- określeniem wpływu geometrii mebli do wypoczynku na rozkład naprężeń występujących na powierzchni siedzisk.

Na podstawie otrzymanych wyników badań i ich analizy ustalono że:

- dla analizowanych warunków i materiałów najbardziej optymalnym rozwiązaniem konstrukcyjnym siedziska jest układ dwuwarstwowy złożony z hipersprężystych pianek poliuretanowych (K2518/K3530),
- dla podniesienia komfortu użytkownika siedziska należy dzielić na autonomiczne prostopadłościanny, wówczas siedziska wykazują spadek wartości naprężeń kontaktowych o 13% w stosunku do układów pełnych (niepodzielonych),
- podczas projektowania siedzisk mebli do wypoczynku należy stosować kąt pochylenia oparcia  $10^\circ$  lub  $20^\circ$  oraz kąt pochylenia siedziska  $10^\circ$  lub  $20^\circ$  tak, aby kąt pomiędzy siedziskiem a oparciem był większy od  $90^\circ$ ,
- zaleca się stosowanie dwu- lub trójwarstwowych układów siedzisk w kolejności ułożenia warstw pianek od najbardziej miękkich u góry do bardziej twardych na warstwie dolnej. Najbardziej efektywna jest proporcja 50/50 hipersprężystych pianek K2518/K3530,
- brakuje jednoznacznego wpływu gęstości pianki na jej sztywność. Podstawowym kryterium wyboru rodzaju pianki do konstrukcji mebli powinna być jej sztywność, a nie jak dotychczas gęstość,
- model matematyczny hyperfoam ciała ściśliwego oraz model Ogdena dla ciała nieściśliwego zapewniają poprawność obliczeń numerycznych zjawisk kontaktu ciała użytkownika z siedziskiem,
- numeryczne modelowanie układów antropotechnicznych usprawnia proces projektowania nowych konstrukcji, ułatwia dobór optymalnych sztywności materiałów poprawiając komfort użytkowania mebli do wypoczynku.

Na podstawie zestawionych w rozprawie wyników badań, przeprowadzonych analiz oraz sformułowanych konkluzji nakreślono wytyczne projektowania układów tapicerskich na bazie hipersprężystych pianek poliuretanowych stosowanych na siedziska mebli do wypoczynku. Wdrożenie podstawowych zasad w zakresie antropotechnicznego modelowania siedzisk tapicerskich może wpłynąć na zwiększenie konkurencyjności wielkopolskich przedstawicieli tej branży nie tylko w aspekcie krajowym ale i europejskim.