

Streszczenie rozprawy doktorskiej

nt.: „Identyfikacja procesu rozciągania nitek w ekstremalnych warunkach technologii dziania”.

mgr inż. Aleksandra Prążyńska

Celem pracy doktorskiej jest weryfikacja w rzeczywistym otoczeniu unikatowej metodyki identyfikacji właściwości mechanicznych procesu dynamicznego rozciągania nitek w ujęciu eksperymentalnym jak i teoretycznym wykorzystując reologiczne nieliniowe modele rozwiązywane w matematycznym środowisku metod elementów skończonych MES.

Teza pracy: Identyfikacja w rzeczywistości realnie zdefiniowanego procesu dynamicznego rozciągania nitek w procesach technologicznych tekstyliów przynosi pozytywne rezultaty w efekcie prowadzonych badań eksperymentalnych z wykorzystaniem niestandardowych urządzeń pomiarowych jak i badań teoretycznych aplikujących metodykę elementów skończonych w analizie nieliniowych modeli reologicznych.

Streszczenie pracy ujmuje opis istotnych zagadnień w tym nowatorskich i oryginalnych rozwiązań w zakresie prowadzonych badań naukowych.

Przeprowadzone studium literaturowe obejmuje analizę badań materiałów tekstylnych w warunkach statycznego i dynamicznego procesu rozciągania z wykorzystaniem powszechnie stosowanych maszyn wytrzymałościowych oraz skonstruowanych urządzeń prototypowych. Przedstawiono także zagadnienia związane z identyfikacją właściwości mechanicznych procesów i materiałów włókienniczych dokonywaną z wykorzystaniem modeli reologicznych ciał lepko-sprężystych w tym modeli wieloparametrowych, trójczłonowych liniowych i nieliniowych oraz z uwzględnieniem elementów ciernych. W przeglądzie literatury poruszono również tematykę związaną z modelowaniem numerycznym, które umożliwia korzystanie z szerokiego rodzaju narzędzi informatycznych wykorzystywanych powszechnie do obliczeń inżynierskich związanych między innymi z rozwiązywaniem problemów dotyczących mechaniki ciała odkształcalnego, dynamiki czy też wytrzymałości materiałów.

W celu wykonania badań dynamicznego rozciągania zaprojektowano i zbudowano unikatowe stanowisko badawcze w ujęciu mechanicznym, elektronicznym oraz programowo - informatycznym oraz opracowano metodykę pomiaru i rejestracji wyników badań. Umożliwiło ono przeprowadzenie pomiarów w zakresie prędkości od 0,5 do 100 m/s oraz długości rozciąganych odcinków nitek od 200 do 1000 mm. Do pomiaru sił w nitce skonstruowano czujnik tensometryczny o wysokiej częstotliwości drgań własnych 11 kHz, a wyniki rejestrowano na komputerze wyposażonym w kartę akwizycji danych o taktowości 10 MHz umożliwiającą zapis odpowiedniej liczby punktów pomiarowych pozwalających na prawidłowe odwzorowanie charakterystyki przebiegu procesu rozciągania nitki z dużymi prędkościami. Badania przeprowadzono dla wielofilamentowych przędz syntetycznych, poliamidowych (PA6) o masie liniowej 56 i 156 dtex oraz poliestrowych o masie liniowej 55, 111 i 167 dtex, które są najbardziej rozpowszechnionym surowcem stosowanym w technologiach dziewiarskich. Wykonano serię badań empirycznych dynamicznego rozciągania nitek. Sumaryczna liczba wariantów pomiarów wynosiła 150.

Przeprowadzono analizę charakterystyk doświadczalnych, która wykazała, iż wzrost prędkości rozciągania powoduje spadek wartości sił w nitkach oraz wydłużenia względnego dla tej samej długości rozciąganego odcinka przędzy.

Na podstawie analizy literaturowej i badań własnych do przeprowadzenia symulacji numerycznej procesów zachodzących w nitkach poddanych obciążeniom dynamicznym wybrano dwa modele trójparametrowe model Zenera i Standardowy 2, które opisują proces rozciągania nitki w ujęciu ciała lepko-sprężystego odwzorowując jednocześnie zjawisko relaksacji i pełzania. Dla przyjętych modeli reologicznych określono ich czułość na zmiany wartości parametrów wejściowych tj. sztywności statycznej i dynamicznej oraz współczynnika lepkości.

W kolejnym etapie pracy w środowisku programu Autodesk® Inventor® zbudowano wirtualny model analogowy na bazie odpowiednio połączonych modułów modeli reologicznych Kelvina - Voigta, dla którego zdefiniowano parametry wejściowe wytypowanych modeli reologicznych. Wykonano serię obliczeń symulacji dynamicznego procesu rozciągania nitek.

Nieliniowe współczynniki sprężystości statycznej i dynamicznej wyznaczono na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzonych badań eksperymentalnych w warunkach statycznych na maszynie wytrzymałościowej z prędkością 2 mm/min oraz w warunkach dynamicznych na skonstruowanym przyrządzie pomiarowym. Nieliniowy współczynnik lepkości obliczono w oparciu o dane odczytane z charakterystyk siły w funkcji czasu uzyskanych w wyniku pomiaru sił podczas relaksacji naprężeń w nitkach. W celu przeprowadzenia niniejszych badań zaprojektowano i zbudowano oryginalne stanowisko badawcze. Przędze mocowano między dwoma zaciskami, nieruchomym i ruchomym, którego przesunięcie uzyskano poprzez przesuw tłoka siłownika pneumatycznego. Wartości sił mierzone były za pomocą czujnika tensometrycznego o częstotliwości drgań własnych 20 kHz. Długość rozciąganego odcinka przędzy wynosiła 1000 mm, a czas pomiaru 300 s.

Odmienność zachowań procesu statycznego i dynamicznego rozciągania nitek wykazano w oparciu o porównanie otrzymanych charakterystyk siły w funkcji odkształcenia dla wybranych warunków pomiarów.

Dokonano analizy porównawczej charakterystyk uzyskanych na podstawie badań eksperymentalnych i modelowych dla wszystkich wariantów pomiarów oraz wyznaczono współczynnik korelacji w celu weryfikacji stopnia ich dopasowania. Uzyskano bardzo silną zgodność krzywych doświadczalnych z krzywymi symulacji numerycznej, co skłania do konkluzji o przydatności wykorzystanych w pracy narzędzi fizycznego opisu procesu rozciągania nitek.