

Streszczenie

Praca dotyczy możliwości wykorzystania stopów NiTi w układach sensorycznych oraz aktuatorach wykonanych z kompozytów polimerowych. W trakcie pracy doktorskiej przeprowadzono szereg badań doświadczalnych na autorskim stanowisku badawczym, z wykorzystaniem drutów ze stopu NiTi o niewielkiej średnicy, nieprzekraczającej 375 μm . Podjęto zarówno zagadnienia dotyczące wykorzystania stopów NiTi w układach sensorycznych, jak i w aktuatorach, a także problematykę łączącą oba te obszary. Praca została podzielona na trzy kluczowe etapy. W pierwszej części opisano badania dotyczące wpływu obciążenia mechanicznego na właściwości elektryczne cienkich drutów ze stopu NiTi (o średnicy poniżej 150 μm), zarówno nieosłoniętych, jak i umieszczonych w osnowie polimerowej. W kolejnej części przedstawiono badania wpływu przemiany fazowej na zmiany właściwości mechanicznych cienkich drutów ze stopu NiTi oraz kompozytów opartych na ich bazie. Trzeci etap skoncentrowano na badaniach numerycznych, obejmujących proces identyfikacji parametrów modelu materiałowego oraz jego walidację. Pierwsze badania wykazały wpływ odkształcenia i reorientacji struktur na zmianę rezystancji cienkich drutów ze stopu NiTi. Podczas cyklicznego rozciągania próbki stopu NiTi ze stałym przemieszczeniem obserwowano spadek rezystancji elektrycznej po każdym kolejnym cyklu rozciągania. Dalsze badania właściwości elektrycznych stopów NiTi skupiły się na strukturach kompozytowych. W tym celu opracowano próbki stanowiące proste kompozyty o osnowie z PLA z zatopionym wewnątrz drutem ze stopu NiTi. Przeprowadzone badania cyklicznego zginania próbek kompozytowych potwierdziły, że dla drutu ze stopu NiTi umieszczonego wewnątrz osnowy polimerowej (PLA) również obserwowany jest efekt spadku rezystancji po każdym kolejnym cyklu obciążenia. Badając aktuatory ze stopów NiTi w układzie szeregowym ze sprężyną, wykazano zależność skurczu drutu oraz generowanej przez niego siły od temperatury drutu, a tym samym od natężenia prądu, którym nagrzewano drut. Wykazano, że wraz ze spadkiem wartości natężenia prądu poniżej wartości nominalnej oraz temperatury zmniejsza się uzyskane skrócenie oraz wygenerowana siła. Opracowano aktuator będący prostym kompozytem, składającym się z zatopionego wewnątrz osnowy drutu ze stopu NiTi, obciążonego stałą siłą przyłożoną za pomocą stempla w centralnej części próbki. Odkształcenie wywołane obciążeniem zostało częściowo skompensowane poprzez aktywację aktuatora, wywołującą przemiany w stopie NiTi. Aby ułatwić projektowanie aktuatorów oraz sensorów wykorzystujących stopy NiTi, dokonano wyznaczenia parametrów modelu materiałowego stopu NiTi. W tym celu eksperymentalnie określono krzywą rozciągania stopu NiTi. Pierwsze przeprowadzone symulacje potwierdziły dobrą zbieżność modelu z wynikami eksperymentalnymi.