

Streszczenie popularnonaukowe

Tytuł projektu:

Modelowanie zmęczenia w stopach z pamięcią kształtu: zależność między zachowaniem materiału a niestatecznością strukturalną

Polikrystaliczne stopy z pamięcią kształtu (SPK), zwłaszcza stopy NiTi, są obecnie szeroko stosowane w wielu dziedzinach inżynierii i biomedycyny. Podczas użytkowania elementy wykonane z SPK są często poddawane obciążeniom cyklicznym. Dlatego też konieczne jest dogłębne zrozumienie charakterystyk zmęczeniowych SPK. W badaniu zagadnień zmęczenia SPK wyzwaniem jest interakcja zachodząca pomiędzy ewolucją zmęczenia, tj. degradacją funkcjonalną i rozwojem pęknięć zmęczeniowych, a martenzytyczną przemianą fazową, która makroskopowo objawia się w jednorodnym lub niejednorodnym przebiegu procesu deformacji. W pseudosprężystym stopie NiTi poddanym jednoosiowemu naprężeniu, przemiana zachodzi poprzez niestateczność w postaci zlokalizowanych pasm martenzytu i postępuje poprzez propagację makroskopowych frontów przemiany, które oddzielają obszary, w których zaszła przemiana fazowa (martenzyt), od tych, w których nie zaszła (austenit). Obecnie wiadomo już, że niestateczności propagacyjne odgrywają krytyczną rolę w zachowaniu zmęczeniowym stopów NiTi. Zlokalizowane zmiany odkształcenia na granicy austenit–martenzyt powodują powstawanie dużych naprężeń lokalnych, które przyspieszają degradację właściwości pseudosprężystych podczas cyklicznej przemiany fazowej, jak również zarodkowanie pęknięć zmęczeniowych i ostatecznie prowadzą do zniszczenia.

Choć prowadzone w ostatnim okresie badania znacznie powiększyły zakres wiedzy w zakresie zmęczenia w SPK, uzyskanie pełnego zrozumienia tego zagadnienia wymaga dalszych badań szeregu ważnych i złożonych aspektów tych procesów. Z punktu widzenia modelowania szczególnie istotna jest potrzeba opracowania nowej generacji modeli SPK pozwalających opisywać wzajemne interakcje pomiędzy ewolucją zmęczenia i niestatecznościami propagacyjnymi. Dlatego też, głównym celem niniejszego projektu jest opracowanie nowego makroskopowego podejścia do modelowania zjawiska zmęczenia w SPK, opartego na analizie niestateczności propagacyjnych. Jest to nowatorskie podejście do modelowania, które kontrastuje z przyjętym w literaturze konwencjonalnym podejściem do modelowania zmęczenia, w którym przyjmuje się, że przemiana fazowa zachodzi w sposób jednorodny. W ramach projektu zostanie opracowany zestaw nowych modeli, które następnie zostaną zastosowane do analizy szeregu zagadnień, w których niestateczności propagacyjne odgrywają ważną rolę. W pierwszej części projektu, szczegółowo zbadane zostaną interakcje pomiędzy ewolucją zmęczenia funkcjonalnego i makroskopową przemianą fazową. Badania będą skoncentrowane na próbkach stopu NiTi poddawanych cyklicznemu jednoosiowemu rozciąganiu oraz cyklicznemu rozciąganiu w połączeniu z skrętem. W drugiej części projektu, badania zmęczenia funkcjonalnego zostaną uzupełnione o analizy zmęczenia strukturalnego. W związku z tym, sformułowane zostanie oparte na modelowaniu kryterium trwałości zmęczeniowej dla SMA w całym reżimie zmęczenia od wysoko do niskocyklowego.