

Celem projektu jest zbudowanie, w oparciu o termodynamik procesów nieodwracalnych, ogólnego modelu konstytutywnego materiału wielodyssypatywnego, składającego się z dwóch faz o różnych właściwościach oraz podlegającego rozwojowi uszkodzenia w poszczególnych fazach. Ponadto, udział objętościowy poszczególnych faz może ulegać zmianie wskutek zmiany temperatury, odkształcenia plastycznego lub stanu naprężenia. Model zostanie zaimplementowany numerycznie oraz zweryfikowany w oparciu o dostępne dane do wiadczenia oraz do wiadczenia przeprowadzone podczas realizacji projektu.

Model będzie dotyczył opisu zachowania siłki austenitycznej poddanej obciążeniu w zakresie niesprężystym. Odkształcenia plastyczne w stali austenitycznej powodują przemian fazową austenitu w martenzyt. Z uwagi na fakt, iż obie fazy różnią się w znaczący sposób właściwościami (granic plastyczności, twardości) do opisu rozwoju uszkodzenia w obu fazach użyte zostaną sformułowania.

Zostaną również przeprowadzone studia parametryczne, w celu weryfikacji poprawności odpowiedzi modelu dla różnych ciężeń obciążenia oraz w celu określenia interpretacji fizycznej poszczególnych parametrów modelu.

Równania modelu wyprowadzone zostaną w oparciu o zasadę równowagi energii całkowitej. W tym elemencie projektu będzie uwzględnione, w fizycznie usprawiedliwiony sposób, sprzężenie pomiędzy poszczególnymi zjawiskami dyssypatywnymi.

Opracowana zostanie reguła homogenizacji dla określenia uśrednionego stanu uszkodzenia w reprezentatywnym elemencie objętościowym w przypadku materiału wielofazowego, w którym każda z faz może podlegać rozwojowi uszkodzenia różnego typu (ciągliwego albo kruchego), a dodatkowo udział objętościowy faz w objętości reprezentatywnego elementu podlega ewolucji.

W ramach projektu zostanie także opracowany algorytm numeryczny oraz zostanie napisany kod numeryczny w celu implementacji modelu w programie MES ABAQUS, przy pomocy procedur użytkownika UMAT i VUMAT. Procedury te zostaną utworzone przy użyciu programów Mathematica oraz AceGen/AceFem.

Parametry modelu zostaną zidentyfikowane na podstawie dostępnych wyników badań (w ramach projektu również przewidywane są próby jednoosiowego rozciągania z odciążeniem w temperaturze pokojowej). Zostanie w tym celu wykorzystany pakiet ISIGHT.

Zostanie przeprowadzona symulacja numeryczna wybranych elementów konstrukcyjnych (cylindry, kompensatory faliste) poddanych cyklicznym obciążeniom mechanicznym.

Opracowany model będzie mógł zostać wykorzystany dla grupy wielofazowych materiałów inżynierskich, w których łączy się matryca wzmocnienia jest dyspersyjnie rozmieszczonymi inkluzjami faz kruchych. Przykładem takiego materiału może być stal austenityczna, w której częściowo doszło do przemiany fazowej austenitu w np. martenzyt. W projekcie do weryfikacji modelu zostanie wykorzystana właśnie stal austenityczna 304, 304L, 316 czy 316L. Wybór stali austenitycznych podyktowany jest tym, iż jest to stal dobrze przebadana eksperymentalnie co w znaczący sposób ułatwia samo modelowanie materiału, gdy chcąc opisać zachowanie materiału potrzebne jest jak najwięcej informacji o danym procesie dyssypatywnym występującym w materiale w danych warunkach. W literaturze istnieje także wiele modeli opisujących przemian martenzytyczną indukowaną odkształceniami plastycznymi w stalach austenitycznych jednak brak jest publikacji opisujących zarówno przemian fazową, różnego typu uszkodzenia występujące w obu fazach oraz sprzężenia pomiędzy rozwojem uszkodzenia a przemian fazową. Jest to nowa i innowacyjna część projektu.