

Nowe sformułowanie metody odkształcalnych elementów dyskretnych

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Ogromny rozwój nauki i techniki, jaki obserwujemy w ostatnich latach, byłby niemożliwy bez możliwości symulacji komputerowej badanych zjawisk i projektowanych urządzeń i procesów. Jednym z ważnych obszarów zastosowania symulacji komputerowych jest projektowanie nowych materiałów, modelowanie zachowania się materiałów w procesie wytwarzania i w warunkach pracy. Z powodu wciąż nowych potrzeb oraz rosnących oczekiwań jest nieustanna potrzeba rozwoju metod modelowania numerycznego które stanowią podstawę teoretyczną programów komputerowych wykorzystywanych w symulacjach.

Jedną z metod o rosnącym znaczeniu w modelowaniu materiałów jest metoda elementów dyskretnych (MED). W metodzie elementów dyskretnych materiał jest reprezentowany przez duży zbiór cząstek (elementów dyskretnych) oddziałujących między sobą poprzez kontakt. Elementy dyskretne mogą mieć dowolny kształt. W tej pracy są stosowane walce o podstawie kołowej i kule, które są bardzo często wykorzystywane ze względu na prostotę i dużą efektywność obliczeniową. Metoda elementów dyskretnych w prosty sposób uwzględnia strukturę materiału oraz nieciągłości, istniejące w materiale lub powstające pod wpływem przyłożonego obciążenia. Jest ona szeroko stosowana do modelowania różnych materiałów, takich jak materiały sypkie, grunty, skały, beton, ceramika, proszki oraz inne materiały naturalne i sztuczne.

W standardowym sformułowaniu MED zakłada się, że elementy dyskretne są sztywne, a odkształcenie jest zlokalizowane w strefie kontaktu między cząstkami. Model oddziaływania kontaktowego pełni rolę mikromechanicznego modelu materiału. Odpowiedni model oddziaływania kontaktowego i odpowiednie parametry tego modelu powinny dać pożądane zachowanie makroskopowe materiału.

Dokładne odwzorowanie właściwości makroskopowych w metodzie elementów dyskretnych jest jednak wciąż dużym wyzwaniem. Występują pewne ograniczenia w zależnościach między parametrami mikroskopowymi i właściwościami makroskopowymi spowodowane m.in. założeniem o sztywności elementów dyskretnych. W niniejszym projekcie jest proponowane opracowanie metody odkształcalnych elementów dyskretnych, która może wyeliminować albo zmniejszyć wady standardowej MED. Podstawową ideą proponowanego udoskonalenia MED jest wprowadzenie dodatkowego globalnego odkształcenia cząstki – elementu dyskretnego. Dodatkowa globalna postać odkształcenia cząstek powinna poprawić odwzorowanie mechanizmów odkształcenia materiałów oraz rozszerzyć zakres właściwości makroskopowych, które można otrzymać w modelu MED. Prace badawcze w niniejszym projekcie obejmują sformułowanie teoretyczne modeli, opracowanie i implementację algorytmów numerycznych, weryfikację oraz teoretyczną i doświadczalną walidację nowych modeli.

Nowe sformułowanie metody odkształcalnych elementów dyskretnych udoskonali metodę modelowania, która stanowi ważne narzędzie w badaniach naukowych oraz w analizie praktycznych problemów inżynierskich w wielu gałęziach przemysłu ważnych dla rozwoju społecznego i ekonomicznego, takich jak budownictwo, górnictwo, inżynieria chemiczna, inżynieria materiałowa, przemysł spożywczy, przemysł farmaceutyczny i wiele innych.