

Streszczenie rozprawy doktorskiej

mgr inż. KATARZYNA GOJNY

temat: ***Multi-scale FE modelling of composite structures – development, analysis and validation based on experimental results***

dziedzina: nauki techniczne / nauki inżynierjno-techniczne

dyscyplina: mechanika / inżynieria mechaniczna

promotor pracy: dr hab. inż. Adam Dacko, prof. uczelni - Politechnika Warszawska Wydział MEiL

promotor pomocniczy: dr inż. Paweł Borkowski

Recenzenci:

dr hab. inż. Stanisław Kachel, prof. WAT - Wojskowa Akademia Techniczna

dr hab. inż. Rafał Chatys, prof. uczelni - Politechnika Świętokrzyska

Praca przedstawia wieloskalowe modelowanie elementami skończonymi kompozytowych struktur, w której dokonano opracowania, analizy i walidacji na podstawie wyników eksperymentalnych. Celem pracy było opracowanie numerycznych modeli struktur kompozytów warstwowych o różnej skali, ich analiza i walidacja zastosowanego modelowania materiałów kompozytowych Metodą Elementów Skończonych (MES) dla małoskalowych i wieloskalowych modeli numerycznych w ramach wieloskalowego modelowania elementami skończonymi i wieloskalowej analizy materiałów kompozytowych. Praca pokazuje również specyfikę uzyskiwania danych do modelowania MES za pomocą technik eksperymentalnych.

W pracy przedstawiono również wiedzę o materiałach kompozytowych w lotnictwie, ich zastosowaniach oraz lotniczych materiałach kompozytowych tzw. „nowej generacji”. Opisano proces modelowania i różne rodzaje modelowania MES struktur kompozytowych oraz różne czynniki mające wpływ na proces modelowania. W przypadku kompozytów istotnym czynnikiem mającym wpływ na otrzymane wyniki symulacji są właściwości materiałowe. Oprócz stałych materiałowych, istotnymi cechami kompozytów są grubości warstw, kąt orientacji włókien oraz kolejność ułożenia warstw, co sprawia, że materiały kompozytowe są bardziej złożonymi materiałami do modelowania w porównaniu z materiałami jednorodnymi. Ponadto stałe materiałowe kompozytów nie są często dostępne, a nawet nie są ujawniane, co powoduje konieczność przeprowadzenia własnych badań.

Praca badawcza składała się z dwóch części: małoskalowego i wieloskalowego modelowania MES materiałów kompozytowych. Przedstawiono następujące rodzaje modelowania MES materiałów kompozytowych i zastosowano je w analizach MES: modelowanie typu powłokowego, bryłowego i bryłowo-warstwowego. W przypadku modelowania małoskalowego zbudowano różne modele belek warstwowych i belek o strukturze przekładkowej. Kompozytowe próbki zostały również zamodelowane i ich wyniki symulacji zostały zwalidowane na podstawie wyników eksperymentalnych. Warto podkreślić, że kompozytowe próbki zostały wykonane przez autora. W przypadku modelowania wieloskalowego przedmiotem badań było kompozytowe skrzydło szybowca PW-6U i jego komponenty. Rozmieszczenie, układ i grubości laminatów oraz kąt ułożenia włókien zostały dokładnie zamodelowane w programie i następnie poddane obciążeniom. Otrzymane wyniki numeryczne porównano z danymi eksperymentalnymi uzyskanymi podczas rzeczywistych prób statycznych szybowca.

Porównanie uzyskanych numerycznych wyników pozwoliło autorowi stwierdzić, że opracowane modele numeryczne pozwalają na zbadanie wpływu różnych typów modelowania MES materiałów kompozytowych na wyniki symulacji. Jest to szczególnie ważne, gdy badania naukowe nad porównaniem różnych metod modelowania MES materiałów kompozytowych są rzadko spotykane. Dzięki zastosowanemu modelowaniu MES uzyskane wyniki numeryczne były zadowalające i bardzo zbliżone do wyników eksperymentalnych zarówno dla modeli małoskalowych jak i wieloskalowych. Dlatego można stwierdzić, że przeprowadzona walidacja modelowania materiałów kompozytowych w oparciu o Metodę Elementów Skończonych (MES) była prawidłowa.

Ze względu na różne zachowania mechaniczne i odkształcenia kompozytów w różnych skalach, ważne jest odpowiednie zamodelowanie rozpatrywanego kompozytu, który podlega obciążeniu. Dlatego bardzo ważnym zagadnieniem jest wieloskalowe modelowanie MES struktur kompozytowych. Jest to temat tym ważniejszy, że kompozyty znajdują coraz szersze zastosowania w różnych dziedzinach życia. Można zauważyć, że publikacje porównujące różne typy modelowania MES materiałów kompozytowych są nadal rzadko badanym zagadnieniem. Dlatego w niniejszej pracy badawczej opracowano, przeanalizowano i zwalidowano wieloskalowe modelowanie MES struktur kompozytowych i jednocześnie różne typy modelowania MES materiałów kompozytowych.