



Poznań, 13 kwietnia 2022

dr hab. inż. Paweł JASION

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

Politechnika Poznańska

tel. +48 61 665 2175

e-mail: pawel.jasion@put.poznan.pl

OPINIA

promotora dotycząca rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Sowińskiego
z tytułem „Analiza i optymalizacja rozkładu naprężeń w złożonych konstrukcjach powłokowych”

Rozprawa doktorska mgr inż. Krzysztofa Sowińskiego, zatytułowana "Analiza i optymalizacja rozkładu naprężeń w złożonych konstrukcjach powłokowych" wpisuje się w obszar badawczy poświęcony wytrzymałościowej analizie konstrukcji. Szczegółowo badany jest problem spiętrzenia naprężeń w zbiorniku walcowym zamkniętym dnami wypukłymi. Spiętrzenie to pojawia się na styku powłoki walcowej oraz dna i znane jest pod nazwą efektu brzegowego. W przypadku wspomnianych zbiorników problem ten jest dobrze znany, jednak do tej pory nie został w sposób zadowalający rozwiązany, co wynika z jednej strony z ograniczeń technologicznych pojawiających się przy produkcji zbiorników ciśnieniowych, a z drugiej z konieczności projektowania takich zbiorników zgodnie z przyjętymi normami i wytycznymi.

Na podstawie szczegółowego przeglądu literatury doktorant sformułował tezę, że rozkład naprężeń zredukowanych w znormalizowanych dennicach ciśnieniowych zbiorników walcowych jest niekorzystny oraz, że zastosowanie klasycznych teorii powłok, czyli teorii błonowej oraz teorii zaburzeń brzegowych, do wyznaczania naprężeń pozwala uzyskać zadowalające wyniki tylko dla powłok o małej grubości. W toku pracy zweryfikował hipotezy, że istnieje możliwość zmniejszenia spiętrzenia naprężeń w połączeniu walec-dno dzięki optymalizacji kształtu południka opisującego dno oraz, że zastosowanie metody Ritza może prowadzić do zwiększenia dokładności przy obliczaniu wartości naprężeń i przemieszczeń.

O ile narzędzia użyte przez doktoranta do rozwiązania problemu badawczego są znane, to w ich wykorzystaniu wykazał się On dużą pomysłowością. Proces optymalizacji przy użyciu algorytmów genetycznych kontrolowany był przez system MATLAB sprzężony z systemem ANSYS przy użyciu skryptów utworzonych w języku PYTHON. Podobnie, zastosowanie metody Ritza do wyznaczania naprężeń w powłokach nie jest podejściem standardowym. W efekcie prac doktorant przedstawił oryginalne podejście do optymalizacji kształtu konstrukcji oraz do sposobu wyznaczania naprężeń i wskazał na możliwość poprawy aktualnie stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych. Otrzymane wyniki obliczeń analityczno-numerycznych i numerycznych zostały zweryfikowane w czasie eksperymentu przeprowadzonego na autorsko opracowanym i zbudowanym stanowisku laboratoryjnym.



Zaproponowane przez doktoranta podejście do optymalizacji den zbiorników walcowych ma charakter uniwersalny i może być stosowane do optymalizacji innych, zbliżonych konstrukcji. To samo dotyczy zbudowanego stanowiska laboratoryjnego, które może być użyte do badania konstrukcji obciążanych ciśnieniowo. Z jednej strony daje to możliwość realizacji przez doktoranta kolejnych prac badawczych, a z drugiej świadczy o użyteczności rezultatów otrzymanych w ramach pracy nad doktoratem.

Tematyka podjęta przez doktoranta jest trudna i wymaga opanowania wiedzy z zakresu teorii powłok. Teoria ta wykorzystuje rozbudowany aparat matematyczny do opisu zjawisk zachodzących w konstrukcjach cienkościennych. Ukończenie doktoratu wiązało się zatem z konicznością znaczącego poszerzenia przez Pana Sowińskiego wiedzy matematycznej oraz wiedzy z zakresu mechaniki ciała stałego. Dodatkowo musiał On opanować na poziomie biegłym obsługę kilku systemów komputerowych, w szczególności systemu ANSYS.

Przedstawione w pracy zagadnienia wpisują się w aktualne badania naukowe prowadzone w świecie w zakresie analizy konstrukcji powłokowych. Świadczą o tym zarówno opublikowane przez doktoranta artykuły, które szybko doczekały się pierwszych cytowań, jak również liczba prac innych autorów przedstawiona w przeglądzie literatury. Narzędzia zastosowane do rozwiązania problemu badawczego są aktualne. Stanowisko badawcze, na którym badane były próbki, zostało przez doktoranta przygotowane na najwyższym poziomie i w niczym nie ustępuje stanowiskom opisywanym w najnowszych pracach naukowych. Próbki do badań eksperymentalnych wykonane zostały metodą druku 3D, a ich pomiary wykazały bardzo dobrą jakość wykonania.

Na uwagę zasługuje fakt, że doktorant otrzymał i zrealizował grant NCN w programie Preludium. Wymagało to od niego wykazania się umiejętnością syntetycznego sformułowania problemu, zaplanowania prac badawczych i wykonania ich w terminie. Ponieważ w ramach grantu realizowane były również badania laboratoryjne, doktorant musiał wykazać się umiejętnością pracy zespołowej przy budowie stanowiska, jak i współpracy z otoczeniem zewnętrznym w celu pozyskania właściwych komponentów oraz dobrej jakości próbek do badań. O umiejętności współpracy ze środowiskiem zewnętrznym świadczą również prace zlecone, które Pan Sowiński realizuje w ramach swojej pracy w Zakładzie Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji.

Podsumowując, mgr inż. Krzysztof Sowiński sformułował problem badawczy, istotny z praktycznego punktu widzenia, oraz zaproponował jego oryginalne rozwiązanie. Jest ono kompleksowe, to znaczy zawiera część analityczną, numeryczną i eksperymentalną, i udokumentowane w czasopismach naukowych. Do realizacji pracy użyto współczesnych narzędzi badawczych, a otrzymane wyniki stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna w obszarze mechaniki konstrukcji. Ponadto mogą one przyczynić się do modyfikacji procesu projektowania zbiorników ciśnieniowych i zwiększenia ich funkcjonalności.

Uważam, że złożona praca spełnia wszystkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim i jest gotowa do przedłożenia recenzentom.

Paweł Jasion