

Prof. dr hab. inż. Jacek Chróścielewski
Katedra Mechaniki Budowli i Mostów
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk

tel.: (0-58) 347-21-47
e-mail: jchrost@pg.gda.pl
fax.: (0-58) 347-16-70

Gdańsk, dnia 05.09.2008r.

Opinia

o pracy doktorskiej mgr inż. **PRZEMYSŁAWA PANASZA** pt. **Nieliniowe modele powłok z 6 stopniami swobody bazujące na dwustopniowych aproksymacjach**

1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania opinii jest pismo Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie doc. dra hab. KAZIMIERZA PIECHÓRA z dnia 12 czerwca 2008 r. i dołączona do niego rozprawa doktorska mgra inż. PRZEMYSŁAWA PANASZA pt. „*Nieliniowe modele powłok z 6 stopniami swobody bazujące na dwustopniowych aproksymacjach*” wykonana pod kierunkiem doc. dra hab. KRZYSZTOFA WIŚNIEWSKIEGO.

2. Dane o pracy

Praca zawiera 139 stron, 87 rysunków/wykresów, 219 numerowanych wzorów, 27 tabel oraz 101 pozycji bibliografii. Rozprawa obejmuje: spis treści, 7 numerowanych rozdziałów (w tym wstęp, podsumowanie i zestawienie literatury) oraz jeden dodatek. Dysertacja dotyczy sformułowania teoretycznego, opracowania i implementacji komputerowej oraz testujących badań numerycznych 9-węzłowego powłokowego elementu skończonego o sześciu stopniach swobody w każdym węźle. Element bazuje na dwustopniowej aproksymacji odkształceń lub gradientu deformacji i przeznaczony jest do obliczeń geometrycznie nieliniowych konstrukcji powłokowych. Dysertacja napisana jest w języku polskim.

3. Omówienie zakresu rozdziałów i uwagi

Rozdział 1 (8 stron), „*Wstęp*”, na tle odwołań do literatury przedstawiono problematykę podjętego w pracy zagadnienia, tj. sformułowania wolnego od blokady (zakleszczenia) elementu powłokowego. Przedstawiono główne trudności związane z efektem blokady występującym w elementach skończonych niskiego rzędu oraz część z technik usuwających ten dalece niepożądany efekt. Określono cel pracy i zakres poszczególnych rozdziałów. Rozdział pierwszy poprzedza streszczenie w języku polskim i angielskim oraz zestawienie oznaczeń i skrótów.

Uwagi

Tytuł dysertacji budzi wątpliwości. Jak należy odczytać „*Nieliniowe modele...*”, raczej zamiast „*modele*” powinno być „*elementy skończone*”, jednak wówczas nie wiadomo czy chodzi o nieliniowe elementy skończone (w sensie bikwadratowe), czy o nieliniowy problem teorii powłok. Także opracowany przez Autora bardzo efektywny element skończony 9-SRI (*Selective Reduced Integration*) nie należy do podejścia o dwustopniowej aproksymacji. Prawdopodobnie 9-SRI jest efektem ubocznym głównego nurtu badań.

W oznaczeniach (str. 1), tej samej etykiety *ext* użyto w różnych kontekstach, tj. do rozszerzonej przestrzeni konfiguracyjnej i do funkcjonału sił zewnętrznych.

Omawiając problem blokady (zakleszczenia), należałoby wyraźnie rozróżnić zagadnienia ogólne dotyczące wszystkich elementów skończonych niskiego rzędu, od tych, które są charakterystyczne dla 9-węzłowego powłokowego elementu skończonego omawianego w pracy. Z dyskusji Autora dotyczącej metod zapobiegania blokadzie (str. 5) nie wynika, że poza trzema wymienionymi i rozważonymi w pracy, istnieją także inne techniki, a cały problem najlepszego obejścia efektu zakleszczenia pozostaje nadal otwarty.

Szczegółowe uwagi typu redakcyjnego, odszukane błędy językowe, stylistyczne, powtórzenia itp. zaznaczono w tekście rozprawy i przekazano Autorowi poprzez Promotora.

Rozdział 2 (25 stron), „Podstawowe równania powłok”, tytułowe równania powłok wyprowadzono nakładając kinematyczne więzy typu Reissnera na przestrzenny ośrodek ciągły z rotacjami reprezentowanymi tensorem obrotu. Tensor obrotu sprzężono z gradientem deformacji poprzez dodatkowy warunek, który ostatecznie włączono do funkcjonału energetycznego poprzez funkcję kary z pojedynczym parametrem skalarnym. Parametry teorii, przesunięcia i obroty (w reprezentacji kanonicznej), opisane są na powierzchni środkowej ciała typu powłoka. Wykorzystując hipotezę Reissnera w kolejnych podrozdziałach określono powłokowy gradient przemieszczeń i tensor odkształcenia, równania konstytutywne materiału typu Saint Venanta–Kirchhoffa dla uogólnionych wielkości przekrojowych oraz odpowiednie funkcjonały energetyczne stanowiące podstawę aproksymacji MES.

Uwagi

Operacja \times (krzyżyk – iloczyn wektorowy, str. 3) w równaniu (2.8)₁ i dalej, nie została zdefiniowana dla tensorów, podobnie dla wektora i tensora np. po wzorze (2.23).

Wypisanie funkcjonału (2.14) wymaga założenia o potencjalności obciążeń. Formułując słabą postać równania więzów na obroty (2.15) i dalej, nie podano interpretacji skońsiesymetrycznego tensora mnożników Lagrange’a T_a .

Czy przyjęcie powierzchni środkowej jako powierzchni podstawowej powłoki (str. 15) jest ograniczeniem wymaganym przez dalsze sformułowanie?

Niezrozumiały jest na tym etapie rozważań (bez wprowadzenia pojęcia elementu skończonego) sposób parametryzowania powierzchni środkowej powłoki poprzez, tzw. współrzędne naturalne $\xi, \eta \in [-1, +1]$. Autor na etapie formułowania teorii nie powinien używać pojęć charakterystycznych dla przyjętej dalej aproksymacji skończenie wymiarowej MES, bowiem MES jest tylko jedną z możliwych aproksymacji. Ponadto wprowadzony sposób parametryzacji i użycia baz lokalnych (str. 16), mimo iż koncepcja ta pochodzi od sławnych uczonych, budzi moje zastrzeżenia, które podam w dalszej części opinii.

Parametryzacja kanoniczna tensora obrotu (2.23), jest jedną z możliwych, nie jest jednak wolna od osobliwości. Jak rozwiązano problem osobliwości w analizie nieograniczonych (jak pisze autor) obrotów?

Autor zbyt lakonicznie (nawet w kontekście obliczeń symbolicznych) prześlizgnął się przez kluczowe i nietrywialne dla tego sformułowania rozpisanie i wrażenie poprzez parametry obrotowe (2.23): gradientów przemieszczeń (2.26) i deformacji (2.31) oraz tensorów odkształceń (2.37), czy przeniesienia (translatora), np. w (2.52), i ostatecznie funkcjonałów energetycznych.

