

Prof. dr hab. inż. Janusz Badur
Zakład Konwersji Energii
Instytut Maszyn Przepływowych PAN
Gdańsk

Gdańsk 12.11.2008

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Bednarka
pt.
Komputerowe wspomaganie procesu
projektowania konstrukcji drgających
z uwzględnieniem zmęczenia materiału**

1. Ogólne dane o rozprawie.

Przedłożona mi do recenzji rozprawa Pana Tomasza Bednarka napisana jest w języku polskim. Wykorzystuje ona bogate słownictwo naukowe oraz posiada językowe propozycje dla pojęć jeszcze w języku polskim nieużywanych. Zawarta jest w siedmiu rozdziałach, podsumowaniu, literaturze oraz dodatku – łącznie - 158 stron. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Włodzimierz Sosnowski. Rozprawa była współfinansowana przez IPPT PAN, UKW w Bydgoszczy oraz dwa granty celowe.

Tytuł rozprawy w dużej części oddaje jej zawartość merytoryczną. Zwykle określenie „komputerowe wspomaganie” używane jest w biurach konstrukcyjnych w nieco innym znaczeniu. Tutaj te określenie niepotrzebnie sugeruje iż rozprawa mogłaby być zaliczona do dziedziny „budowa i eksploatacja maszyn” - podczas gdy z treści wynika jednoznacznie że jest ona znakomitym przykładem pracy w dziedzinie „Mechanika i Informatyka” stąd chyba nie ma powodu, aby jej charakter ukrywać w tytule.

Określenie „proces projektowania”, w tytule, jest mało fortunne - sugeruje, iż celem rozprawy jest przygotowanie programu dla firmy projektującej np. maszyny wirnikowe. Tytuł rozprawy bliższy jej naukowej zawartości mógłby brzmieć: **Sformułowanie i numeryczna implementacja problemu zmęczenia materiału konstrukcji drgających.**

2. Aktualność i oryginalność tematu rozprawy

Specyfika pracy urządzenia, jej okresowość, ruch tłoków, wirowanie wirników zwykle nieuchronnie przyczyniają się do drgań konstrukcji. Te drgania nie są groźne w poprawnie zaprojektowanej konstrukcji i w najgorszym przypadku przyczyniają się do degradacji zmęczeniowej materiału konstrukcji. Jednak, w przypadku konstrukcji nie odstrojonych znacznie wzrastają amplitudy drgań i amplitudy towarzyszących im naprężeń w wyniku czego następuje kilku- lub kilkunastokrotne obniżenie przewidywanej trwałości zmęczeniowej. Zniszczenie zmęczeniowe charakteryzuje się drobnym przelomem łatwym do określenia za pomocą mikroskopii elektronowej, stąd wiadomo, iż duża ilość poprawnie zaprojektowanych urządzeń (75-80%) ma wymieniane elementy właśnie z powodu wyczerpania trwałości zmęczeniowej.

Bardzo częsta jest sytuacja pośrednia między zwykłym przypadkiem utraty trwałości zmęczeniowej a przypadkiem zniszczenia zmęczeniowego indukowanego nadmiernymi drganiami w rezonansie. Ma to miejsce, na przykład, w eksploatacji turbin, gdzie elementami krytycznymi są wolnonośne łopatki mające trwałość zmęczeniową ocenianą na 140 tys. godzin (około 30 lat). Jednak w trakcie cykli eksploatacyjnych następuje zwątlenie materiału najczęściej na wskutek kruchości wodorowej, i po 2-3 latach początkowo (z zapasem) odstrojona łopatka wchodzi w obszar rezonansu i pod wpływem zwiększonych amplitud naprężeń kończy swój żywot po dalszych 5-6 miesiącach. Według takiego mieszanego scenariusza mogły ulec zniszczeniu łopatki wirnikowe turbiny 100 MW w Wrocławiu, turbiny 120 MW w Siekierkach, Poznaniu, Łęku, etc.

Ambicją doktoranta i jego promotora jest podjęcie tego ważnego i złożonego zagadnienia. Wymaga ono najpierw stworzenia podstaw teoretycznych, potem obmyślenia zaawansowanych algorytmów numerycznych i ich implementacji do kodów obliczeniowych. Takie ustawienie tematu jest nie tylko poważnym zadaniem naukowym lecz również zadość czyni potrzebom praktycznym – pozwala bowiem na opracowanie ściślejszych niż dotychczas, odpowiedzi na główne pytania najbardziej twórczych konstruktorów. Po zaprojektowaniu nowego, sprawniejszego i bardziej ekologicznego urządzenia należy zapytać się bowiem o istniejące w konstrukcji zapasy żywotności zmęczeniowej i odstrojenie konstrukcji.

Niezwykle wysoko ocenić trzeba odwagę badawczą, talent i umiejętności numeryczne oraz zaangażowanie i pracowitość doktoranta. Celem Doktoranta, wspieranym przez promotora, było bowiem kompleksowe opracowanie i wytestowanie nowego narzędzia badawczo-obliczeniowego ujmującego powyżej naszkicowany problem długiej, bezpiecznej i taniej eksploatacji urządzenia. Ta potrzeba kompleksowości tłumaczy po części fakt iż doktorant podejmuje dwa, częściowo niezależne z numerycznego punktu widzenia, tematy. Tak więc już w samym zamyśle, ten doktorat zawiera w sobie dwa duże tematy. Ich doskonała realizacja pokazuje, że Doktorant wykonał dwa doktoraty w jednej rozprawie i z tego punktu widzenia, rozprawa mgr Bednarka jest wyróżniająca się ponad standardy i zwyczajową tradycję.

