

Prof dr Zbigniew Wesołowski
Politechnika Świętokrzyska
Al. Tysiąclecia PP. 7, 25-314 Kielce.

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Jacka widłaszewskiego:

Modelowanie i badania doświadczalne termo- sprężysto-plastycznych deformacji aktuatora dwumostkowego.

1. Cel rozprawy.

Celem jest analiza możliwości zastosowań technicznych kraty termicznego pozycjonowania. Krata taka to układ połączonych ze sobą prętów o małych rozmiarach, albo w szczególnych przypadkach miniaturowa płaska rama. Dostatecznie silne ogrzanie jednego z prętów powoduje wydłużenie i odkształcenie plastyczne tego pręta, co z kolei prowadzi do trwałej deformacji całej kraty. Takie kraty termicznego pozycjonowania, w języku angielskim *actuators*, po polsku nazywane są bardzo niezręcznie aktuatorami (to jest tak, jakby angielskie *novel* przetłumaczyć na polskie *nowela*) używane są do bardzo precyzyjnych, trwałych zmian położenia i wzajemnego dopasowania głowic magnetycznych, soczewek, światłowodów, zwierciadeł i innych elementów optycznych. Ogrzewanie prętów i węzłów kraty musi być bardzo starannie dobrane, dlatego może być realizowane jedynie przy pomocy lasera. Przedstawiona w rozprawie analiza takich krat składa się z części matematycznej, eksperymentalnej i numerycznej.

2. Rozprawa

Rozprawa obejmuje ponad 200 stron maszynopisu. Poza bardzo interesująco i obszernie przedstawionym opisem aktualnego stanu wiedzy, stosowanych rozwiązań inżynierskich i przykładów kształtowania zawiera aż 6 oryginalnych elementów.

- Zaproponowano modele kraty termicznego pozycjonowania, wykonano z różnych materiałów i przeprowadzono eksperymenty używając lasera Nd:YAG.
- Dla rozpoznania mechanizmów rozpraszania energii, i wpływu temperatury na własności materiału i przewodnictwo ciepła wykonano bezdotykowe pomiary temperatury. Przeanalizowano te pomiary wykorzystując metodę elementów skończonych.

- Opracowano model matematyczny opisujący termo-sprężysto-plastyczną deformację miniaturowej kraty wywołaną nagrzewaniem laserowym. Dla zastosowań ważne są przemieszczenia węzłów tej kraty. Wyznaczono te przemieszczenia i dodatkowo siły w prętach. Należy podkreślić, że przewodnictwo ciepła i zależność własności materiału od temperatury powoduje, że zależności są bardzo złożone. Opanowanie teorii termo-platyczności i transportu ciepła wymaga wielomiesięcznej pracy. Doktorant porusza się bardzo swobodnie w tym gąszczu pojęć i wzorów.
- Bardzo pomysłowo wyodrębniono wyrazy opisujące ograniczenie swobody wynikające ze sztywności konstrukcji. Osiągnięciem jest wyliczenie progowych wartości mocy i czasu nagrzewania koniecznych dla wywołania deformacji plastycznej i trwałych przemieszczeń kraty.
- Opracowano program numeryczny i metodą elementów skończonych przeprowadzono obliczenia kraty. Obliczenia były pomocne przy prowadzeniu eksperymentów, bo pozwoliły na zwrócenie szczególnej uwagi na własności materiału i elementy kształtu, które mają duży wpływ na końcowe przemieszczenia. Pokazało się, że taką własnością jest w szczególności zależność granicy plastyczności od temperatury.
- Dla sytuacji, kiedy pręt składa się z dwu różnych materiałów z płaską, prostopadłą do osi płaszczyzną graniczną wyznaczono natężenie fali odbitej i fali przechodzącej. Rozważania nad każdym zagadnieniem zakończono interpretacją wyników i wnioskami.

3. Uwagi.

Praca zredagowana jest poprawnie, język jest precyzyjny. Z przyjemnością się ją czyta.

Podana literatura obejmuje prawie 200 pozycji. Są to pozycje wykorzystane w pracy. Jestem pewien, że doktorant zapoznał się z każdą z nich.

4. Wniosek

Cel rozprawy został jasno sprecyzowany. Doktorant poprawnie sformułował zagadnienie i poprawnymi metodami je rozwiązał i zinterpretował. Rozwiązania są nowe, a rezultaty interesujące. Mają duże znaczenie poznawcze, a również znaczenie przy zastosowaniach przemysłowych. W szczególności przedstawione rozważania

- Mają znaczenie dla właściwego zrozumienia zachowania się kraty termicznego pozycjonowania.
- Pozwalają na dość łatwą wstępną analizę krat pozycjonowania o różnym kształcie i oszacowanie ich czułości.
- Pozwalają na racjonalne projektowanie takich krat.

Doktorant wykazał się znajomością obszernej literatury przedmiotu i biegłością w operowaniu skomplikowanym aparatem matematycznym. Wykazał się również

biegłością przy przeprowadzeniu obliczeń numerycznych. Przeprowadził bardzo stranne i nowoczesne eksperymenty i porównał ich rezultaty z obliczeniami. Wykazał się sumiennością badacza i pomysłowością. W rozprawie można zauważyć, jak wątpliwości, co do jednego problemu starał się wyjaśnić innymi sposobami. Tę pasję badawczą i uczciwość badacza cenię u mgra Widłaszewskiego szczególnie. Cała rozprawa sprawia wyjątkowo dobre wrażenie. Widać, że doktorant nie robił jej po to, by szybko otrzymać stopień doktora, ale dlatego, że pasjonowało go zagadnienie naukowe. Zakres przedstawionych badań znacznie przekracza taki zakres, który wystarczyłby do uzyskania stopnia doktora. Uważam, że rozprawa spełnia z nadmiarem wszystkie warunki stawiane rozprawom doktorskim i może być dopuszczona do publicznej obrony.

Z opisanych wyżej powodów uważam, że rozprawa zasługuje na wyróżnienie i to w pierwszej kolejności, a to dlatego, że została wykonana niezwykle starannie, że analizuje ważne zagadnienie techniczne, że do jej wykonania było konieczne opanowanie nowoczesnych technik eksperymentalnych i zaawansowanego aparatu matematycznego. **Dawno nie miałem w rękach tak pełnego i starannego opracowania problemu techniczno-naukowego. Rozważania znacznie wybiegają poza oczekiwania, które miałem po przeczytaniu tytułu rozprawy.**

Kielce, 20 marca 2008 r.

