

RECENZJA

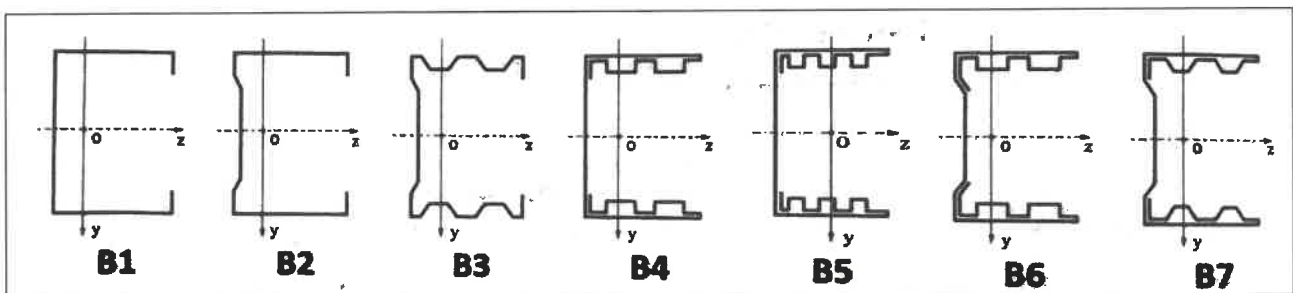
Rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Magdaleny Pawlak
pod tytułem:
Badania cienkościennych słupów ceowych
o niestandardowych przekrojach poprzecznych

1. Podstawa opracowania

Pismo dr hab. inż. Olafa Ciszaka, prof PP, Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej z dnia 02.11.2023 roku wraz z egzemplarzem pracy doktorskiej, napisanej pod kierunkiem dr. hab. inż. Piotra Paczosa, prof. PP i dr. Marcina Rodaka.

2. Wprowadzenie i kontekst badania

W rozprawie doktorskiej, pt. Badania cienkościennych słupów ceowych o niestandardowych przekrojach poprzecznych, **Doktorantka** (pani Aleksandra Magdalena Pawlak) **skupia się na analizie globalnej oraz lokalnej postaci utraty stateczności w przypadku słupów cienkościennych o niestandardowych przekrojach poprzecznych** (Rys. 1).



Rys. 1 Przekroje poprzeczne analizowane w rozprawie

Rozprawa rozpoczyna się od wstępu, w którym Doktorantka omawia istotne aspekty wskazanej problematyki na bazie wstępnego przeglądu literatury. Kolejno Autorka przedstawia cele swoich badań, opisuje metodologię, którą także wzbogaca o dodatkowy przegląd literatury, a następnie przedstawia wyniki swoich badań w zakresie analizy

doświadczalnej i obliczeń numerycznych. We wstępie do dysertacji Autorka stara się określić problem badawczy oraz wyjaśnić znaczenia tematu. **Doktorantka wskazuje na lukę badawczą w zakresie zastosowania niestandardowych profili cienkościennych przekrojów ceowych, co podkreśla oryginalność i znaczenie podjętego tematu i pracy.**

3. Cele, tezy i hipotezy badawcze

W rozprawie doktorskiej Aleksandra Pawlak przedstawia ogólny cel badawczy związany z metodologią wraz z celami szczegółowymi (opisując plan badawczy) ale niestety nie formułuje w przejrzysty sposób ani tezy ani hipotez badawczych. To w mojej opinii ważny element każdej pracy doktorskiej. **Głównym celem pracy** (choć nie został on znowu sformułowany wprost na wstępie pracy) **jest wskazanie/opracowanie efektywnych metod analizy problemów związanych z utratą stateczności słupów cienkościennych o niestandardowych przekrojach poprzecznych**, które pozwolą na parametryczną analizę (analizę wrażliwości) wpływu zmiany kształtów przekrojów poprzecznych na zmianę wartości (wzrost wartości) sił krytycznych czy niszczących. **Dodatkowo założono** (choć znowu nie wyrażono tego wprost), **że optymalizacja geometrii przekroju poprzecznego będzie prowadzić do poprawy nośności struktury/słupa**. Faktycznie jednak takiej optymalizacji nie wykonano. Zaproponowano jedynie pewne geometrie przekrojów poprzecznych bez opisu powodów przyjęcia takich czy innych rozwiązań geometrycznych.

4. Metodologia

Metody badawcze zostały dobrane poprawnie. Autorka przeprowadziła zarówno badania doświadczalne, jak i numeryczne.

W ramach badań doświadczalnych wykonano zarówno pomiary tensometryczne (zastosowano tensometry elektorooprowe) jak i optyczne (system ARAMIS), które to pozwolił na obserwację zmian geometrii i stanu odkształceń układów poddanych ścisłaniu w czasie rzeczywistym. Zastosowana metoda optyczna wykorzystująca technikę cyfrowej korelacji obrazu, dała wgląd w przemieszczenie całych słupów, a nie tylko w analizę odkształceń w wybranych punktach tak jak ma to miejsce w przypadku pomiarów tensometrycznych.

W zakresie analiz numerycznych wykonano obliczenia z wykorzystaniem Metody Elementów Skończonych (wykorzystano program ANSYS) jak i Metody Pasm Skończonych (z wykorzystaniem programu cuFSM), a dodatkowo bazując na procedurze normowej EC3 (wykorzystując interfejs programu napisanego przez promotora pomocniczego pana Marcina Rodaka).

5. Analiza danych i wyników

Analiza wyników badań została przedstawiona w sposób czytelny ale czy wnioski wynikające z badań są poprawne tego pewny być nie mogą. Po pierwsze w tym miejscu należy niestety podkreślić, że przebadano w laboratorium jedynie 7 różnych wariantów słupa, po jednym słupie o każdej geometrii (Rys. 1). To w mojej opinii stanowczo za mało by wyciągać ogólne wnioski w przypadku badań doświadczalnych pojedynczych próbek. Niestety nie opisano także wystarczająco szczegółowo warunków podparcia końców badanych w laboratorium słupów.

Podobnie w przypadku wyników analiz numerycznych opis modeli bazujących na MES także niestety jest mało czytelny. Nie opisano podobnie jak w przypadku badań doświadczalnych warunków podparcia końców słupów. Nie opisano także w sposób poprawny modeli numerycznych w zakresie problemu kontaktu poszczególnych blach w odniesieniu do zmiany ich geometrii w trakcie obciążania, jak i wartości współczynnika tarcia.

6. Dyskusja, oryginalność i wkład naukowy

Niewątpliwym elementem oryginalnym pracy są przeprowadzone badania doświadczalne. Choć w mojej opinii jest tych badań za mało. Zpełnym minimum są conajmniej 3 próby na pojedynczy słup. Niestety nie wskazano liczby badanych słupów z każdego rodzaju (B1-B7). Czy było ich faktycznie tylko 7? Jeżeli tak to nie można formułować jakichkolwiek wniosków tylko na podstawie pojedynczych doświadczeń.

Dodatkowo, co ważne ze względu na kompleksowość analizy wyniki badań doświadczalnych zostały porównane z wynikami analiz numerycznych (MES i cuFSM). Walidacja modeli numerycznych to podstawowa sprawa w tak złożonym problemie badawczym. Modele numeryczne zostały niestety opisane zbyt pobieżnie. Tak jak zauważyłem wcześniej nie opisano czytelnie przyjętych warunków brzegowych, przyjętego modelu materiału czy zagadnienia kontaktu.

7. Struktura, styl i język

Rozprawa doktorska (123 strony) składa się z wprowadzenia (6 stron), 6 rozdziałów (91 stron) i podsumowania (3 strony), w którym wskazano ważniejsze wnioski oraz kierunki dalszych badań, co jest typowe dla rozprawy naukowej. **Styl pisania jest zwykle formalny i akademicki, raczej odpowiedni dla rozprawy doktorskiej choć nie uniknięto pewnych błędów stylistycznych i drobnych „literówek”.** Pozwolę sobie tych błędów w recenzji nie przytaczać. Jedynie zwrócę uwagę na zmianę w nazwisku pana prof. Warnera T. Koitera (https://en.wikipedia.org/wiki/Warner_T._Koiter), którego

nazwisko pojawiało się w tekście w kontekście metody P-delta, nazywanego w pracy wielokrotnie „Kotierem”.

8. Bibliografia i źródła

Bibliografia (w sumie 129 pozycji) w rozprawie doktorskiej Aleksandry Pawlak jest raczej **kompletna**, aktualna i dobrana poprawnie. Źródła są uporządkowane w sposób czytelny. Choć i tu pojawiają się pewne błędy edytorskie.

9. Słabości, ograniczenia i potencjalne obszary dalszych badań

Słabości i ograniczenia:

Główną słabością pracy jest liczba przeprowadzonych badań doświadczalnych. W mojej opinii powinno ich być conajmniej trzykrotnie więcej. Dodatkowo sam opis pewnych elementów badań (o czym wspominałem powyżej) w wielu momentach wymagałby znaczących uzupełnień i korekt.

Potencjalne kierunki dalszych badań:

Kierunki dalszych badań zostały dobrze wskazane przez Autorkę (w rozdziale 7 pracy). Szkoda jednak, że choćby tak podstawowa kwestia jak wpływ rzeczywistych imperfekcji geometrycznych nie została uwzględniona w przeprowadzonych badaniach numerycznych opisanych w dysertacji. W chwili obecnej analiza w zakresie tak zwanej inżynierii odwrotnej jest w mojej opinii kluczowa i niezbędna.

10. Podsumowanie i wniosek końcowy

W recenzowanej rozprawie doktorskiej Autorka podjęła się rozwiązanie aktualnego zagadnienia naukowego dotyczącego problematyki nośności ceowych słupów cienkościennych o niestandardowych przekrojach poprzecznych.

Przedstawiona rozprawa Doktorska pomimo pewnych niedociągnięć stanowi moim zdaniem rozwiązanie (próbę rozwiązania) ważnego problemu naukowego, w opracowaniu którego Doktorantka wykazał się dobrą ogólną wiedzą w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Pawlak, pt.: Badania cienkościennych słupów ceowych o niestandardowych przekrojach poprzecznych, odpowiada warunkom stawianym (przez Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dział V - Stopnie i tytuł w systemie szkolnictwa

wyższego i nauki, Art. 187) rozprawom doktorskim w zakresie nauk technicznych i na tej podstawie **stawiam wniosek o przyjęcie i dopuszczenie** pracy mgr inż. Aleksandry Pawlak do publicznej obrony.

Pytania do doktoranta:

1. Jaki był główny/faktyczny cel pracy? Jak sformułowała by Pani główną tezę czy hipotezę badawczą? Jak brzmiała by Pani odpowiedź na tak postawioną tezę czy hipotezę?
2. Czym się kierowano przy doborze geometrii przekrojów poprzecznych badanych elementów? Kto i na jakiej podstawie zaproponował analizowane w pracy geometrie przekrojów?
3. Czy lokalna utrata stateczności w przypadku badanych słupów wpływa na ogólną wytrzymałość i bezpieczeństwo konstrukcji?
4. Jakie są praktyczne wnioski wynikające z przeprowadzonych badań? Czy z przeprowadzonych badań wynikają jakies specyficzne zalecenia dla projektantów i inżynierów stosujących cienkościenne słupy ceowe w praktyce?

Harald Ullmer

