

Opinia promotora nt. rozprawy doktorskiej

W ostatnich latach w krajach wysoko rozwiniętych obserwuje się wzrost zainteresowania konstrukcjami cienkościennymi. Prosta technologia produkcji, łatwość montażu oraz dobre właściwości wytrzymałościowe, sprawiają, że pręty cienkościenne stają się coraz popularniejsze wśród projektantów i konstruktorów. Ustroje cienkościenne znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu (motoryzacja, przemysł budowlany i wiele innych). Cienkościenne pręty formowane na zimno są szczególnie nieodporne na niektóre postacie wyboczenia, które nie są obserwowane w innych konstrukcjach cienkościennych. Zagadnienia związane z utratą stateczności cienkościennych słupów walcowanych na zimno stanowią odrębną grupę problemów, których rozwiązania generują postęp teorii stateczności i nośności.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Aleksandry Pawlak pt. „Badania cienkościennych słupów ceowych o niestandardowych przekrojach poprzecznych” składa się z 8-miu rozdziałów poprzedzonych streszczeniem w języku polskim i języku angielskim oraz wykazem symboli. Pracę zamyka bibliografia zawierająca 129 pozycji literaturowych. Ogółem praca liczy 124 strony.

W pierwszym rozdziale Doktorantka opisała wytwarzanie konstrukcji cienkościennych oraz dokonała wyczerpującego przeglądu literatury, w którym wskazała na istniejące rozwiązania związane z modyfikacją kształtów przekroi poprzecznych cienkościennych słupów wytwarzanych w technologii formowania na zimno. W rozdziale drugim zatytułowanym „Opis badanych słupów ceowych” opisany został przedmiot badań, czyli cienkościenne kształtowniki ceowe o zmodyfikowanym kształcie przekroju poprzecznego. Doktorantka przedstawiła typoszeregi kształtowników stanowiących przedmiot analiz. Ponadto wskazała istotne wymiary przekroi poprzecznych oraz wynikające z nich charakterystyki geometryczne, które przedstawione zostały w rozdziale trzecim. W trzecim rozdziale Autorka przedstawia rozwiązania analityczne stateczności słupów cienkościennych. Doktorantka rozpatrzyła trzy przypadki utraty stateczności: wyboczenie ogólne, wyboczenie miejscowe oraz wyboczenie dystorsyjne. Sformułowane zostały wyrażenia na energię potencjalną słupów, a następnie wychodząc z zasady stacjonarności - wyprowadzono wzory na siły krytyczne. Rozdział czwarty poświęcony jest badaniom doświadczalnym, które wykonane zostały dwiema metodami: tensometryczną oraz nowoczesną metodą optyczną (Cyfrowa Korelacja Obrazu). Dla wszystkich słupów przeprowadzono próby w warunkach czystego ściskania. Ponadto rozdział zawiera opis stanowiska badawczego zainstalowanego na maszynie wytrzymałościowej ZWICK Z100/Roell. Na

podstawie badań doświadczalnych Autorka wyznaczyła wartości sił krytycznych, sił maksymalnych oraz postaci wyboczenia ściskanych słupów. W rozdziale piątym opisano badania numeryczne przeprowadzone z zastosowaniem metody elementów skończonych (MES) oraz metody pasm skończonych (CuFSM). Badania MES wykonano w komercyjnym oprogramowaniu ANSYS. Modele zaimplementowane do programu dokładnie odwzorowują geometrię słupów poddanych badaniom doświadczalnym. Przeprowadzona została analiza liniowa i analiza nieliniowa. Badania CuFSM przeprowadzono w dedykowanym do tego celu programie CUFSM v5.04. Na podstawie badań numerycznych Autorka wyznaczyła wartości sił krytycznych, sił wyboczeniowych oraz postaci wyboczenia ściskanych słupów. W rozdziale szóstym omówione zostały wyniki przeprowadzonych badań. Na podstawie badań autorka wyznaczyła wartości sił krytycznych, postaci wyboczenia oraz nośności ściskanych słupów.

Warto wspomnieć, że wszystkie badania, analizy oraz obliczenia przeprowadzone zostały zgodnie z wytycznymi proponowanymi przez normę europejską EUROKOD 3. Uzyskane wyniki zostały poddane walidacji. Cel pracy został osiągnięty, a postawiona hipoteza potwierdziła się. Podsumowując, mgr inż. Aleksandra Pawlak sformułowała problem badawczy istotny z praktycznego punktu widzenia oraz przedstawiła jego rozwiązanie. Jest ono kompleksowe, to znaczy zawiera część analityczną, numeryczną i eksperymentalną. Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione na międzynarodowych konferencjach naukowych a w najbliższym czasie zostaną opublikowane również w czasopiśmie naukowych. Do realizacji pracy użyto współczesnych narzędzi badawczych, a otrzymane wyniki stanowią oryginalny oraz istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna w obszarze wytrzymałości, stateczności i nośności konstrukcji cienkościenny.

Zaświadczam, że opiniuję **POZYTYWNE** rozprawę doktorską napisaną przez Panią mgr inż. Aleksandrę Pawlak pt. „Badania cienkościennych słupów ceowych o niestandardowych przekrojach poprzecznych”. Doktorantka wykonała wszystkie prace związane z realizacją Indywidualnego Planu Badawczego. Rozprawa doktorska została odpowiednio przygotowana do procesu recenzyjnego.

PACZOS

Promotor

dr hab. inż. Piotr Paczos, prof. PP