

Recenzja dorobku naukowego dr.inż. Wojciecha Moćko opracowana w ramach postępowania habilitacyjnego

Niniejsza recenzja została napisana na zlecenie Dyrektora IPPT-PAN w związku z postępowaniem habilitacyjnym dr. Wojciecha Moćko.

1. Dane biograficzne

Dr. Wojciech Moćko ukończył studia na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, uzyskując tytuł magistra inżyniera ze specjalnością elektronika w roku 2004. Studia doktoranckie odbył na Wydziale Elektrycznym tej politechniki, uzyskując tytuł doktora nauk technicznych w roku 2008, za rozprawę pt. „Zastosowanie scalonych przetworników obrazu do analizy kalorymetrycznej”. Pracę zawodową rozpoczął w Instytucie Transportu Samochodowego w roku 2003, gdzie pracuje do chwili obecnej. W okresie 2011-2014 pracował w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki jako adiunkt, prowadząc badania dotyczące dynamicznych procesów deformacji materiałów konstrukcyjnych. Tematyka badań wynikała z programu naukowego Instytutu Transportu Samochodowego pracującego nad ulepszeniem technik bezpieczeństwa w dziedzinie transportu i motoryzacji. W tym okresie rozwinął i udoskonalił metodykę badań dynamicznych procesów deformacji oraz przygotował do druku szereg publikacji na temat własności materiałów i charakterystyki tych procesów przez połączenie analizy numerycznej i badań doświadczalnych.

2. Ocena cyklu publikacji pt. „Zastosowanie metody pręta Hopkinsona do analizy wpływu wstępnych obciążeń zmęczeniowych na lepko-plastyczne charakterystyki stali i stopów”

Przedstawiony do oceny zbiór 12 publikacji dotyczy wybranych zagadnień analizy procesów dynamicznej deformacji materiałów i ich charakterystyki, a mianowicie

1. Opracowanie techniki badań dla ultra-wysokich prędkości deformacji (3 prace)
2. Wybór właściwego modelu konstytutywnego i określenie jego parametrów (1 praca)
3. Analiza doświadczalna i numeryczna testu przebijania płyt i testu Taylora (osiowe uderzenie pręta), (4 prace)
4. Określenie statycznych i dynamicznych charakterystyk materiałów po wstępnym procesie cyklicznej deformacji zmęczeniowej (4 prace).

Ad 1. Podstawowym aparatem używanym do badań doświadczalnych jest pręt Hopkinsona, gdzie dla cienkich próbek cylindrycznych można uzyskać prędkość odkształcenia $\dot{\epsilon} = 5 \cdot 10^4 s^{-1}$. Autor podjął próbę przeprowadzenia badań dla próbek tantalu przy wyższych prędkościach odkształcenia na zminiaturyzowanym aparacie Hopkinsona opracowanym w IPPT-PAN, stosując bezpośrednie uderzenie pocisku w próbkę. Uzyskano w ten sposób charakterystykę deformacyjną materiału w pełnym zakresie prędkości odkształcenia, osiągając wartość $\dot{\epsilon} = 2.2 \cdot 10^5 s^{-1}$ (po raz pierwszy w skali badań światowych). Określono również wpływ efektów zaburzających jednorodny proces deformacji, takich jak tarcie kontaktowe próbki, siły inercyjne, wzrost temperatury wskutek

adiabaticznego procesu deformacji, etc. Opracowano ulepszone metody optyczne pomiaru deformacji próbki i siły uderzenia. W ten sposób uzyskano charakterystyki mechaniczne określające zależność naprężenia od odkształcenia i jej prędkości, stanowiące podstawową bazę danych do określenia parametrów materiałowych występujących w modelach konstytutywnych, a także do walidacji tych modeli.

Ad. 2. W pracy nie sformułowano własnego ulepszonego modelu dla opisu dynamicznej deformacji, natomiast rozpatrzono trzy modele: Johnsona-Cooka (JK), Zerilli-Armstronga (ZA) i Rusinka-Klepaczko (RK), koncentrując uwagę na tym ostatnim. Wszystkie modele są sformułowane dla jednoosiowej deformacji, określając zależność naprężenia od plastycznego odkształcenia, prędkości odkształcenia i temperatury. Najbardziej rozpowszechniony i prosty jest model Johnsona-Cooka, wyróżniający efekt wzmocnienia plastycznego, prędkości odkształcenia i efekt osłabienia termicznego, wymagający wyznaczenia 5 parametrów materiałowych. Podobnie prosty jest model Zerilli-Armstronga. Model Rusinka-Klepaczko ma bardziej złożoną strukturę, wyróżniając trzy człony naprężenia o różnych zależnościach od odkształcenia plastycznego, jego prędkości i temperatury. Zastosowanie modelu wymaga wyznaczenia 18 parametrów. W pracy przedstawiono wyniki badań dwóch stopów aluminium w zakresie prędkości odkształcenia od 10^{-4}s^{-1} do 10^4s^{-1} i wyznaczono parametry modelu Rusinka-Klepaczko. Badaniu własności dynamicznych stopów i kompozytów aluminium poświęcona jest obszerna literatura światowa przy zastosowaniu różnych modeli, zaś praca zespołu autorów mieści się w głównym nurcie tych badań.

Ad 3: Dwie prace poświęcono analizie dynamicznego przebijania blachy ze stali austenitycznej i staliwa przy użyciu młota opadowego. Wyniki uzyskane z badań doświadczalnych porównano z wynikami analizy numerycznej dla przyjętych modeli JC, ZA, i RK, jednocześnie weryfikując poprawność tych modeli oraz wyznaczenie parametrów. Podobnie dwie prace przedstawiają analizę procesu deformacji w tzw. teście Taylora przy osiowym uderzeniu pręta w sztywną przegrodę lub osiowym zderzeniu dwóch prętów. Badania przeprowadzono dla stopu aluminium 6082-T6, dla którego parametry modelu RK zostały wyznaczone w oddzielnych pracach. Analiza numeryczna procesu deformacji metodą elementów skończonych przy zastosowaniu modelu RK wykazała wiarygodność tego modelu do opisu dynamicznych procesów deformacji w złożonych stanach naprężenia. Model RK wymaga wyznaczenia dużej liczby parametrów materiałowych, zatem dla pewnej klasy problemów powinien być uproszczony przez wprowadzenie jedynie dwóch członów naprężenia (naprężenie wewnętrzne plus efektywne).

Ad.4. Cztery prace poświęcone są nowej klasie problemów dotyczących wzajemnego oddziaływania dwóch rodzajów obciążenia występujących w kolejnych okresach czasowych. W typowym elemencie konstrukcyjnym w dziedzinie transportu podstawowym typem obciążenia są okresowe lub stochastyczne siły generowane w czasie ruchu pojazdu lub w konstrukcji mostowej. Wywołują one rozwój uszkodzeń zmęczeniowych oraz deformację plastyczną w miejscach koncentracji naprężeń. Obciążenia dynamiczne występują przypadkowo w wyniku zderzeń lub awarii. Analiza wpływu zakumulowanego stanu uszkodzenia na charakterystykę dynamiczną materiału jest zatem niezmiernie istotna przy wyborze materiałów i projektowaniu elementów konstrukcji. W przedstawionych pracach zbadano próbki ze stali AISI 1045, stopu tytanu TiAl6V4 i stali dwu-fazowej DP poddane wstępnej deformacji cyklicznej w odzerowych cyklach rozciągania lub cyklach symetrycznych, a następnie określono ich charakterystyki deformacyjne w testach statycznych i dynamicznych. Uzyskano bardzo ciekawe wyniki ilustrujące wpływ wstępnej

deformacji cyklicznej na wzmocnienie plastyczne i wartość maksymalnego odkształcenia dla testów statycznych i dynamicznych. Tego rodzaju program badań stanowi istotny oryginalny wkład do zbadania własności materiałów dla bardziej złożonych historii obciążenia, występujących w pracy typowych elementów konstrukcyjnych. Szkoda, że nie przeprowadzono badań dla wysoko-cyklowych programów wstępnego obciążenia, gdy nie występuje deformacja plastyczna, jedynie wzrost spękań zmęczeniowych.

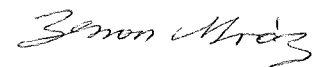
Przedstawiony zbiór prac ma logiczną strukturę i wnosi istotny wkład do metodyki badania własności materiałów dla dynamicznych procesów deformacji i zniszczenia. Istotne oryginalne elementy to: wybór właściwego modelu konstytutywnego i wyznaczenie jego parametrów z testów na pręcie Hopkinsona, następnie zastosowanie modelu do numerycznej symulacji złożonych procesów deformacji w dynamicznej próbie przebijania płyty i próbie uderzeniowej Taylora, połączonej z pełną weryfikacją doświadczalną. Analiza wpływu obciążeń zmęczeniowych generujących kumulację uszkodzeń na charakterystyki statyczne i dynamiczne materiałów otwiera nowy program badań, który będzie z pewnością rozwijany w szeregu laboratoriach. Uzyskanie wyników przy ultra wysokich prędkościach odkształcenia i ulepszenie techniki pomiarowej stanowi również istotny wkład do metodyki badań.

2. Ocena dorobku naukowego

Dr. W. Moćko jest autorem lub współautorem 38 prac opublikowanych w czasopismach recenzowanych, w tym 13 prac w czasopismach posiadających IF. Jest również autorem lub współautorem 30 publikacji w materiałach konferencyjnych. Wygłosił 55 referatów na konferencjach naukowych, w tym na wielu konferencjach międzynarodowych. Liczna cytowań: Google Scholar: 141, Web of Science:58. Tematyka prac w głównej części dotyczy wyznaczania własności materiałów przy obciążeniach statycznych i udarowych. Druga część prac poświęcona jest szerokiej tematyce o charakterze praktycznym: fizyki paneli fotowoltaicznych, ładowania baterii elektrycznych, pomiarów fotometrycznych, projektowanie osłon balistycznych etc. W okresie pracy w ITS wykonał 100 prac badawczych i wdrożeniowych na zlecenia przemysłowe. Był promotorem pomocniczym jednej pracy doktorskiej i organizatorem kilku konferencji i seminariów. Jest także autorem jednego patentu i dwóch zgłoszeń patentowych.

3. Wniosek końcowy

W moim przekonaniu zbiór prac przedstawionych do oceny przez dr. Wojciecha Moćko wnosi istotny wkład do mechaniki materiałów poddanych obciążeniom dynamicznym i w pełni zasługuje na przyznanie mu stopnia doktora habilitowanego. Jest on aktywnym i doświadczonym badaczem mającym również znaczący dorobek wdrożeniowy w dziedzinie transportu i energetyki.


Zenon Mróz