

Prof. dr. hab. inż. Radosław Iwankiewicz
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
al. Piastów 50
70-311 SZCZECIN
Adres prywatny:
Forstweg 18, 21075 Hamburg,
Niemcy

17 czerwca 2022 r.

**RECENZJA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO
DR INŻ. MACIEJA KLÓSAKA:**

**MONOTEMATYCZNY CYKL 11 PUBLIKACJI P.T.
"ANALIZA EKSPERYMENTALNA I NUMERYCZNA
WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW PODDANYCH
OBCIĄŻENIOM UDERZENIOWYM W SZEROKIM
SPEKTRUM TEMPERATUR"**

**PRZEDSTAWIONEGO JAKO PODSTAWA W POSTĘPOWANIU
HABILITACYJNYM W DZIEDZINIE: NAUKI INŻYNIERYJNE,
W DYSCYPLINIE: INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT**

Podstawa opracowania:

Recenzja została opracowana na podstawie pisma RD/hab/9/03/2022 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Prof. dr hab. inż. Jacka Pielechy w związku z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej z dn. 5 kwietnia 2022 r.

Przedstawione przez dr inż. Macieja Klósaka osiągnięcie naukowe to cykl jedenastu współautorskich publikacji z lat 2017 - 2021 pod tytułem "Analiza eksperymentalna i numeryczna właściwości materiałów poddanych obciążeniom uderzeniowym w szerokim spektrum temperatur".

Habilitant załączył:

1. Dane wnioskodawcy.
2. Kopie dyplomów stopni naukowych.
3. Autoreferat w języku polskim i angielskim.
4. Wykaz osiągnięć naukowych w języku polskim i angielskim.
5. Oświadczenia współautorów publikacji.
6. Kopie publikacji.
7. Kopie innych dokumentów potwierdzających osiągnięcia naukowe.

1. Charakterystyka Kandydata

Dr inż. Maciej Klósak obronił w 1993 roku dwie prace magisterskie: w dziedzinie mechaniki ośrodków ciągłych, w języku francuskim, na Uniwersytecie w Metz (we Francji) oraz w dziedzinie budownictwa na Politechnice Poznańskiej. W 1999 roku obronił na Uniwersytecie w Metz pracę doktorską (w języku francuskim) pod tytułem "Simulations numériques de la localisation plastique dans les aciers martensitiques chargés par impact" (Symulacje numeryczne lokalizacji plastycznej w stalach martenzytycznych poddanych obciążeniom uderzeniowym). W 2003 roku dr inż. Maciej Klósak uzyskał także stopień Master of Business Administration (Nottingham Trent University / Akademia Ekonomiczna w Poznaniu). Od 1994 do 2013 roku zajmował się działalnością badawczo-rozwojową w firmach Arbed Recherches, Arcelor oraz Arcelor Mittal (w Luksemburgu, we Francji i w Polsce), pracując nad rozwojem produktów stalowych i metod projektowych. Od 2013 roku jest zatrudniony głównie na stanowisku badawczo-dydaktycznym na Politechnice w Agadirze (w Maroko). W 2017 oraz w 2019 roku odbył krótkie pobyty badawcze na Uniwersytecie Lotaryngii w Metz. Wiodącą tematyką pracy naukowej dr inż. Macieja Klósaka są badania eksperymentalne, w podwyższonych temperaturach, a także analizy numeryczne zachowania się materiałów i konstrukcji poddanych obciążeniom uderzeniowym. Przedstawione bogate i ciekawe curriculum vitae świadczy o wszechstronności kwalifikacji zawodowych i naukowych Kandydata.

2. Opinia o przedstawionym osiągnięciu naukowym

2.1. Omówienie osiągnięcia naukowego

Prace przedstawione jako osiągnięcie naukowe zostały opublikowane w latach 2017 - 2021, w tym ostatnia publikacja (A11) była w czasie składania wniosku w trakcie recenzji. Wszystkie publikacje są współautorskie, przy czym liczba autorów wynosi od czterech do sześciu. Trzy z przedstawionych prac zostały opublikowane w materiałach konferencyjnych. Dr inż. Maciej Klósak jest pierwszym autorem sześciu z jedenastu przedstawionych publikacji.

Artykuł A01 "Experimental and numerical analysis of aluminium alloy AW5005 behaviour subjected to tension and perforation under dynamic loading" (Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 2017) dotyczy zachowania się stopu aluminium pod działaniem obciążeń uderzeniowych. Wykonano badania na rozciąganie oraz procesu perforacji. Porównano wyniki badań eksperymentalnych i analizy numerycznej oraz stwierdzono dobrą korelację między wynikami. Badania potwierdziły poprawność przyjętego kryterium

zniszczenia.

Artykuł A02 "New device to capture the temperature effect under dynamic compression and impact perforation of polymers, application to PMMA" (Polymer testing, 2018) przedstawia wyniki badania dynamiki i perforacji w warunkach wysokich prędkości odkształcenia w zakresie temperatur od temperatury otoczenia do 130° C. W wyniku badań ustalona została zależność między prędkością odkształcenia oraz temperaturą.

W artykule A03 "Experimental study of brass properties through perforation tests using a thermal chamber for elevated temperature" (Latin American Journal of Solids and Structures, 2019) omówione są wyniki badań standardowego stopu brązu. Wykonane przy użyciu działa gazowego badania perforacji przy prędkości uderzenia 40 - 120 m/s miały na celu określenie postaci (mechanizmów) zniszczenia. Zastosowano innowacyjną komorę termiczną (do 260° C). Stwierdzono, że maksymalna prędkość uderzenia nie prowadząca do pełnej perforacji (tzw. ballistic limit) jest mniejsza przy wyższej temperaturze.

Celem badań omówionych w pracy A04 "Dynamic perforation and compression tests of PMMA for a wide range of temperatures. Experimental and preliminary numerical analysis" (EPJ Web of Conference, 2018) jest sprawdzenie efektywności eksperymentalnej techniki dotyczącej perforacji i ściskania w zakresie temperatur od temperatury otoczenia do 140° C. Badanym materiałem jest poly (Methyl Methacrylate) - PMMA.

Praca A05 "Perforation Tests of Aluminium Alloy Specimens for a Wide Range of Temperatures using High-Performance Thermal Chamber - Experimental and Numerical Analysis" (IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019) dotyczy badań perforacji próbek wykonanych ze stopu aluminium w szerokim zakresie temperatur do 300° C.

Artykuł A06 "Material and structural behaviour of PMMA from low temperatures to over the glass transition: Quasi-static and dynamic loading" (Polymer Testing, 2020) omawia badania zachowania się materiału PMMA w zakresie od niskich temperatur do temperatury zeszklenia. Badania wykonano dla jednoosiowego ściskania. Przebadano nowy model konstytutywny dla skończonych deformacji.

W pracy A07 "Perforation tests of composite structures specimens at wide range of temperatures and strain rates - experimental analysis" (Materials Today: Proceedings, 2020) przedstawiono wyniki badania charakterystyk mechanicznych oraz dynamicznego zachowania się kompozytu z włókna szklanego w warunkach testów perforacyjnych. Badane próbki zostały podgrzane w specjalnej komorze termicznej. Zbadano zachowanie się i własności balistyczne materiału przy uderzeniu i perforacji pociskami o kształcie stożkowym. W artykule A08 "Mechanical properties of brass under impact and perfora-

tion tests for a wide range of temperatures: experimental and numerical approach” (Materials, 2020) omówione są wyniki badań procesu perforacji prostokątnych płytek z brązu przy uderzeniu pociskami o prędkości początkowej od 40m/s do 120m/s w temperaturze od 293K do 533K , czyli od 20°C do 260°C . Zbadano postaci zniszczenia w procesie perforacji. Stwierdzono wpływ temperatury na rezydualną prędkość perforacji oraz na energię zaabsorbowaną w procesie perforacji.

Artykuł A09 ”Perforation analysis of S235 steel sheets up to 573 K using experimental and numerical methods” (Archives of Civil Engineering, 2021) stanowi omówienie eksperymentów polegających na perforacji stalowych blach wskutek uderzeń z prędkością od 40 - 120 m/s. Dokonano pomiarów oraz numerycznych symulacji (metodą elementów skończonych) końcowej postaci deformacji.

Przedmiotem artykułu A10 ”The influence of temperature in the Al 2024-T3 aluminium plates subjected to impact: experimental and numerical approaches” (Materials, 2021) jest badanie zachowania się płytek aluminiowych pod wpływem uderzenia. Badania wykonano dla prędkości początkowej od 40m/s do 120m/s w temperaturze od 293K do 573K , czyli od 20°C do 300°C . Stwierdzono, że empiryczna formuła Johnsona - Cooka najlepiej odpowiada wynikom doświadczalnym oraz, że kryterium zniszczenia jest zależne od temperatury.

Artykuł A11 ” Aluminium-rubber composite - experimental and numerical analysis of perforation process at ambient and high temperatures” (złożony do Acta Polytechnica Hungarica, 2021) przedstawia badanie procesu perforacji próbek z kompozytu aluminium-guma przy prędkości początkowej od 40m/s do 120m/s w temperaturze od 20°C do 150°C . Zastosowano empiryczną formułę Johnsona - Cooka.

2.2. Ocena osiągnięcia naukowego

Kandydat jako podstawowy cel przedstawionego cyklu prac określił sprawdzenie efektywności opracowanej przez Niego metody testów perforacyjnych próbek (płytek kwadratowych) przeprowadzanych w podwyższonych temperaturach przy użyciu komory termicznej. W pracach tych zostało podjęte zagadnienie analizy materiałów i konstrukcji poddanych obciążeniom pochodzącym od uderzeń pociskami wystrzeliwanymi z działa pneumatycznego. Badania przeprowadzono na próbkach w różnych temperaturach, przy czym podgrzewanie próbek było wykonane w specjalnej komorze termicznej. Eksperymenty polegające na przebiciu (perforacji) próbek miały na celu określenie właściwości materiałów poddanych obciążeniom o charakterze uderzeń i wybu-

chów. Badania te mają związek z zastosowaniami w przemyśle motoryzacyjnym, wojskowym i lotniczym.

Istotną nowością i osiągnięciem Kandydata jest wykonanie eksperymentów perforacji próbek w postaci płytek kwadratowych w podwyższonych temperaturach, przy użyciu oryginalnie opracowanej komory termicznej.

Celem badań przedstawionych w cyklu publikacji było także opracowanie lepszej metody eksperymentalnej polegającej na teście balistycznym wykonywanym za pomocą działa pneumatycznego. W tym celu do działa pneumatycznego dobudowano komorę termiczną, dzięki czemu można było przeprowadzić eksperymenty perforacji w podwyższonych temperaturach. Badania eksperymentalne uzupełniono analizą numeryczną.

Istotnym aspektem badań było również zbadanie złożonego stanu naprężenia w okolicy perforacji próbki oraz mechanizmów zniszczenia. Porównanie wyników eksperymentów z wynikami obliczeń (metodą elementów skończonych) wskazuje, że analizy numeryczne pozwalają dobrze przewidzieć zachowanie się materiału. Świadczy to nie tylko o sprawnym posługiwaniu się przez Habilitanta metodami obliczeniowymi, ale przede wszystkim o umiejętnym, opartym na bardzo dobrej znajomości mechaniki materiałów / ośrodków ciągłych oraz na intuicji badawczej, zbudowaniu adekwatnego modelu teoretycznego przyjętego do obliczeń.

Jak wynika z przedstawionego cyklu publikacji dr inż. Maciej Klósak z powodzeniem zrealizował postawione cele badań. Wykazał się wiedzą i intuicją pozwalającą na połączenie badań eksperymentalnych i analiz numerycznych.

3. Opinia o dorobku naukowym

Dr inż. Maciej Klósak w krótkim okresie czasu, od 2017 do 2021 roku stworzył znaczny dorobek naukowy. Wszystkie przedstawione we wniosku habilitacyjnym publikacje mają charakter współautorski przy liczbie współautorów od czterech do sześciu. Z jednej strony świadczy to o prowadzonej przez Kandydata współpracy naukowej z kilkoma ośrodkami naukowymi, m.in. z Politechniką Poznańską, instytucjami w Agadirze (Maroko), w Metz (Francja), w Madrycie oraz z Wojskową Akademią Techniczną. Z pewnością należy to ocenić pozytywnie.

Z drugiej strony wagę tego dorobku obniża jednak fakt, że Kandydat jest pierwszym autorem tylko sześciu z przedstawionych jedenastu publikacji oraz trzy z tych jedenastu publikacji są jedynie publikacjami w materiałach konferencyjnych. W tych sześciu publikacjach, w których Kandydat jest pierwszym autorem, Jego udział własny jest określony jako: "opracowanie

metodologii badań” tylko w dwóch publikacjach, a w pozostałych czterech jest to ”prorowadzenie projektu” lub ”administrowanie projektem”. Z pewnością udział własny ma charakter zdecydowanie naukowy gdy jest to ”opracowanie metodologii badań”.

4. Konkluzja

Wyniki badań opisane w przedstawionym cyklu publikacji pozwalają stwierdzić, że dr inż. Maciej Klósak dokonał oryginalnego wkładu w dziedzinie badań materiałów poddanych obciążeniom uderzeniowym. Oznacza to przyczynienie się do rozwoju w dziedzinie Nauk Inżynieryjnych, w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport. Niezależnie od zastrzeżeń dotyczących znacznej liczby współautorów prac, ograniczającej własny udział Kandydata, przedstawiony dorobek należy uznać za znaczny i ważny. Dokonany rozwój metody eksperymentalnej, przedstawione wyniki badań eksperymentalnych oraz obliczeń numerycznych przeprowadzonych na opracowanym modelu teoretycznym, jak również fakt prowadzenia z powodzeniem międzynarodowej współpracy naukowej świadczą o dojrzałości naukowej Kandydata.

Podsumowując, osiągnięcie naukowe doktora inżyniera Macieja Klósaka zawarte w monotematycznym cyklu jedenastu publikacji oceniam pozytywnie oraz stwierdzam, że spełnia ono wymagania Ustawy o stopniach i tytule naukowym i jest wystarczające do nadania Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauki Inżynieryjne, w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.

Radosław Paweł