

Prof. dr hab. inż. Henryk Kopecki  
35-328 Rzeszów, ul. Ossolińskich 9

Rzeszów, dnia 9.10.2023 r.

## R e c e n z j a

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Macieja Malickiego  
pt.

*Określenie stopnia uszkodzenia stopu inconel 718  
na podstawie analizy stanu powierzchni materiału*

napisana na podstawie decyzji Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria  
Mechaniczna” Wojskowej Akademii Technicznej z dnia 12.7.2023 r.

### Uwagi ogólne

W opiniowanej rozprawie liczącej 181 stron podjęto zagadnienie określania stopnia uszkodzenia konstrukcji na podstawie analizy stanu powierzchni materiału. Praca przedstawiona jest w ośmiu rozdziałach ujmujących kolejno następujące zagadnienia.

#### W Rozdziale I

Omówiono mechanizmy rozwoju uszkodzeń konstrukcji wywołanych obciążeniem mechanicznym, sposoby ilościowego ujmowania miar uszkodzenia materiału, właściwości wybranego do badań stopu INCONEL 718. w stanie przesyconym, bez starzenia umacniającego.

#### W Rozdziale II

przedstawiono wyłącznie *tezę pracy* następującej treści:

*Analiza stanu powierzchni i obszaru przypowierzchniowego materiału przeprowadzona z użyciem wybranych metod badawczych umożliwia wykrycie wczesnego etapu uszkodzenia materiału w warunkach eksploatacji konstrukcji.*

### Rozdział III – Metody badań,

Do szacowania stopnia uszkodzenia na podstawie badań powierzchni materiału Autor wybrał instrumentalny pomiar twardości oraz profilometrię stykową. Omówiono wyposażenie stosowne do planowanych badań..

### Rozdział IV - Program badań

plan badań, obejmował statyczną próbę rozciągania oraz badania zmęczeniowe próbek, pomiary odkształceń plastycznych, instrumentalny pomiar twardości oraz pomiary chropowatości.

W Rozdziale V –przedstawiono wyniki badań.

Rozdziały : VI, VII, i VIII, to kolejno: Podsumowanie i wnioski, Dalsze perspektywy badawcze, Bibliografia.

## Ocena merytoryczna rozprawy

Dla oceny rozprawy doktorskiej kluczowe znaczenie ma jej naukowa teza. W wielu rozprawach bywa zastępowana sformułowaniem: *Cel i zakres pracy*. Stanowi ona informację, iż podejmowany wysiłek zmierza w kierunku rozwiązania problemu naukowego, stanowiącego przyczynek do rozwoju wybranej dyscypliny naukowej. Formułowanie tezy bywa poprzedzane wprowadzeniem, prezentowanym na podstawie własnego dorobku, tematycznie związanego z podejmowanym zadaniem.

W opiniowanej rozprawie trudno dopatrzeć się podobnych informacji. Przedstawiona teza, to stwierdzenie ogólne bez związku z zamiarami Autora.

Trudno zorientować się dlaczego w zainteresowaniach Autora nie znalazła się bliźniacza publikacja pt. *Ocena stopnia uszkodzenia stopu Inconel 718 z zastosowaniem prądów wirowych, - Przegląd Spawalnictwa, Vol. 87.Nr 12/2015.* autorstwa: Józefa Krysztofika, Dominika Kukli, Grzegorza Sochy. Podobieństwo treści zawartej w wymienionej publikacji do treści przedstawionej w rozprawie nie ogranicza się do identyczności podanego w tytule zamiaru oraz wyboru materiału do badań. Obie prace opierają się na identycznym założeniu określania oceny stopnia uszkodzenia materiału na podstawie znajomości skumulowanego odkształcenia plastycznego zaistniałego w polu pomiarowym rozciąganej, jednowymiarowej próbki o zmiennym przekroju poprzecznym, co

umożliwiało prześledzenie ewolucji uszkodzenia struktury materiału wywołanego jego deformacją trwałą. W odróżnieniu od autorów wymienionej publikacji, którzy do pomiarów odkształcenia powierzchni zaangażowali metodę opartą na założeniu iż, dokonując korelacji pomiędzy stopniem uszkodzenia wyrażonym miarą parametru uszkodzenia oraz wartością mierzonego kąta fazowego determinowaną lokalnymi zmianami przewodności elektrycznej i przenikalności magnetycznej, Autor opiniowanej rozprawy, jako podstawę szacowania stopnia uszkodzenia przyjmuje instrumentalny pomiar twardości oraz profilometrię stykową. Autor informuje iż: „*W celu wykonania instrumentowanych pomiarów twardości Autor niniejszej rozprawy zaprojektował i wykonał stanowisko badawcze dedykowane do pomiaru wybranych wskaźników uszkodzenia materiału w skali makroskopowej*”.

Doceniając konstruowanie aparatury niezbędnej do realizacji zadania należy uwzględnić fakt, iż współcześnie oferowane urządzenia pozwalają na wszechstronną w skali makro, mikro i nano analizę parametrów charakteryzujących materiał, poczynając od instrumentalnej twardości, czy instrumentalnego modułu Younga. Autor nie przedstawił w rozprawie dokumentacji uwierzytelniającej projektowanie i wykonawstwo urządzenia do pomiaru *wybranych wskaźników uszkodzenia materiału*.

Z przedstawionych opisów i fotografii można wnioskować, iż Autor skompletował aparaturę umożliwiającą dokonanie instrumentalnego pomiaru twardości.

Uwagi zasadnicze nasuwają się przede wszystkim w odniesieniu do sposobu realizacji podjętego zadania.

Koncepcję określania stopnia uszkodzenia materiału na bazie badania próbek o zmiennym polu przekroju Autor zasięgnął z patentu: Socha G., Madejski B., Krysztofik J., Czarnewicz S. [127] *Method for testing the damage material structure caused by permanent deformation of the specimen subjected to tensile test and the specimen for testing the damage of material structure. PPO – nr P-409294, 2014,*

W pracy nie zamieszczono ani jednej fotografii przedstawiającej badany element. Próbek nie pokazano ani przed ani po badaniach.

Omawiając referencyjne zmienne uszkodzenia Autor informuje iż: *ze względu na możliwość stosunkowo prostego pomiaru odkształcenia zdefiniowanego wzorem (103) (wzór poniżej)*

$$\Delta \varepsilon^p = \bar{\varepsilon}^p = \varepsilon_1^p$$

*przyjęto, że wzór ten będzie wykorzystany do wyznaczenia referencyjnych wartości zmiennej uszkodzenia  $D_\varepsilon$  dla danej wartości odkształcenia plastycznego jakie zostanie wprowadzone w materiał podczas statycznej próby rozciągania oraz w czasie nisko i wysokocyklowych prób zmęczeniowych.*

Ten „stosunkowo prosty” pomiar odkształcenia wynika z przyjętego przez Autora założenia wyrażonego następująco (str. 92):

„Zmienna geometria próbki sprawia, że bezpośredni pomiar odkształceń  $\varepsilon_{1n}^p$  w danym przekroju próbki jest utrudniony. Dokładny pomiar wymagałby zmierzenia odkształcenia w relatywnie niewielkich odstępach między poszczególnymi przekrojami. Dlatego też wartości  $\varepsilon_{1n}^p$  wyznaczano korzystając z zasady nieściśliwości materiału z pomiarów odkształceń w szerokości -  $\varepsilon_{2n}^p$  i grubości -  $\varepsilon_{3n}^p$  próbki w  $n$ -tym przekroju przed i po próbach wytrzymałościowych zgodnie z zależnościami:

$$\varepsilon_{1n}^p = -(\varepsilon_{2n}^p + \varepsilon_{3n}^p) „$$

Zatem pomiar grubości i szerokości próbki w wybranym przekroju dokonywany za pomocą projektora pomiarowego stanowił podstawę wyznaczania wartości referencyjnej zmiennej uszkodzenia. Inaczej mówiąc, wyznaczanie stopnia uszkodzenia materiału na podstawie analizy stanu powierzchni Autor realizuje nie dokonując pomiaru odkształcenia powierzchni.

Na szesnastu stronach przedstawiono *Fraktografie próbek*, prezentujące *powierzchnie przełomu*. O jakie powierzchnie, jakiego przełomu chodzi, tego nie wiadomo. Na stronie 103 przedstawiono pięć fotografii z podpisem: *Oobraz powierzchni bocznej próbki po statycznej próbie rozciągania*. Z podpisów na fotografiach wynika, iż cztery fotografie wykonywano w roku 2021, piątą zaś w roku 2018.

### Wniosek końcowy

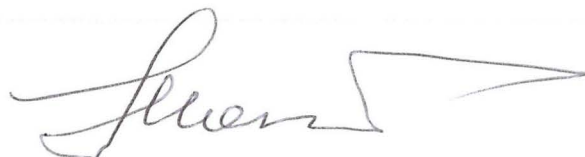
Wyrażony w tytule cel pracy, pokrywa się z zamysłem przedstawionym w publikacji: *Ocena stopnia uszkodzenia stopu Inconel 718 z zastosowaniem prądów wirowych* – Przegląd Spawalnictwa Nr 12/2015.

Przyjęty sposób określania stopnia uszkodzenia materiału sprowadził się do elementarnego pomiaru grubości i szerokości próbki przed i po próbie rozciągania, rezygnując z podjęcia badań opartych na pomiarze odkształceń powierzchni.

W opinii pomijam mnogość niezręcznych i błędnych sformułowań, zarówno z zakresu podstaw teorii plastyczności, mechaniki pękania, jak również z zamieszczania zbędnych fragmentów literatury..

Jest rzeczą niedopuszczalną by w rozprawie doktorskiej o charakterze eksperymentalnym, nie zamieszczono ani jednej fotografii elementu przeznaczonego do badań.

Praca mgr. inż. Macieja Malickiego zgłaszana jako rozprawa doktorska nie spełnia wymogów, warunkujących dopuszczenie do publicznej obrony.  
Wnioskuje o nie dopuszczanie do obrony.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sien', followed by a long horizontal line that ends in a sharp, upward-pointing arrowhead.

.....

▪