

Prof. dr hab. inż. **Wiesław Ostachowicz**  
Kierownik Zakładu Mechaniki Struktur Inteligentnych  
Kierownik Ośrodka Mechaniki Maszyn  
INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH PAN  
ul. J.Fiszera 14 80-231 GDAŃSK  
fax: (0-58) 341-61-44  
tel.: (0-58) 6995-285  
e-mail: wieslaw@imp.gda.pl

---

Gdańsk, 17 maja 2013

## Recenzja

w postępowaniu habilitacyjnym  
Dr inż. Grzegorza Michała Sochy

### **Uwagi ogólne:**

Dr inż. Grzegorz Michał Socha urodził się 20 sierpnia 1962 roku w Warszawie.

Studia wyższe magisterskie ukończył 28 maja 1987 roku w Politechnice Warszawskiej, na Wydziale Mechanicznym Technologicznym. Stopień magistra i tytuł zawodowy inżyniera uzyskał na podstawie przedstawionej pracy p.t.: *Symulacja komputerowa operacji głębokiego tłoczenia*.

Stopień doktora nauk technicznych w zakresie *Mechaniki* uzyskał dnia 30 listopada 1995 roku na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej p.t.: *Zmiany anizotropii plastycznej w czasie*. Stopień naukowy doktora nadała Habilitantowi Rada Naukowa Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie.

Dr inż. Grzegorz Michał Socha był zatrudniony w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie (na stanowisku konstruktora), w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN (na stanowiskach asystenta i adiunkta), w Helsinki University of Technology oraz w Instytucie Lotnictwa (Centrum Badań Materiałów i Konstrukcji).

Do przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego został wytypowany: Wydział Inżynierii Mechanicznej, na Uniwersytecie Technologiczno – Przyrodniczym im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy.

### **Tytuł osiągnięcia naukowego:**

Jednotematyczny cykl publikacji: „*Metoda badania i monitorowania kumulacji uszkodzeń materiałów konstrukcyjnych*”.

1. G. Socha: *Experimental investigations of fatigue cracks nucleation, growth and coalescence in structural steel*. Int. J. Fat., vol. 2512, pp. 139–147, **2003**.

2. G. Socha: *Experimental investigations of the fatigue damage in 410 structural steel*. Proc. of 5th Int. Conf. FATIGUE 2003, pp. 351–358, Engineering Integrity Society, Cambridge **2003**.
3. D. Kukła, L. Dietrich, G. Socha, K.J. Kurzydłowski, W. Manaj: *Nieniszczące metody badania degradacji zmęczeniowej stali Cr-Mo*. Dozór Techniczny, 6 (210), str. 135–138, **2003**.
4. G. Socha: *Prediction of the fatigue life on the basis of damage progress rate curves*. Int. J. Fat., vol. 2614, pp. 339–347, **2004**.
5. G. Socha: *Nowa metoda wczesnego wykrywania i monitorowania kumulacji zniszczenia zmęczeniowego stali konstrukcyjnych*. 103 strony, Wydawnictwo Centrum Doskonałości LAPROMAT, Warszawa, **2004**.
6. G. Socha, L. Dietrich: Patent PL 199326: *Samocentrujący uchwyt do mocowania przedmiotów zaopatrzonych we współosiowe gwintowane końcówki*. Wiadomości Urzędu Patentowego, 09/08, **2008**.
7. G. Socha: *Changes of the yield condition due to accumulation of damage of metal alloys*. Engineering Transactions, 56, 3, pp. 227–245, **2008**.
8. G. Socha, L. Dietrich: Patent PL 204561: *Sposób określania stopnia uszkodzenia materiału konstrukcyjnego wywołanego obciążeniami konstrukcyjnymi*. Wiadomości Urzędu Patentowego, 01/10, **2010**.
9. G. Socha, L. Dietrich: *Accumulation of damage in A336 GRS structural steel subject to complex stress loading*. STRAIN, 48, pp. 279–285, **2012**.

Prace stanowiące przedmiot oceny opisują nowe metody badania kumulacji uszkodzenia materiałów o cechach sprężysto – plastycznych. Wspomniane metody polegają na monitorowaniu zmian lokalnej odpowiedzi niesprężystej materiału poddanego obciążeniom cyklicznie zmiennym.

W pierwszej z wyżej wymienionych prac Autor przedstawił propozycję definicji parametru uszkodzenia, która uwzględnia obserwację zmian uszkodzenia materiałów wykazujących cykliczne osłabienie. Konsekwencją takiego postępowania jest eksperymentalne wyznaczenie wykresu uszkodzeń. W dalszym procesie badań możliwy jest dobór odpowiedniej hipotezy sumowania uszkodzeń zmęczeniowych, co umożliwi zminimalizowanie błędu oszacowania trwałości elementu konstrukcji a także monitorowanie uszkodzenia materiału w fazie poprzedzającej utworzenie makropęknięcia.

W drugiej z prac umieszczonych na liście jednotematycznego cyklu publikacji Autor przedstawił możliwości wykorzystania proponowanej techniki badawczej między innymi do badań kumulacji uszkodzeń sprężysto – plastycznych stopów metali w warunkach laboratoryjnych. Wspomniana technika jest przeznaczona do szacowania trwałości elementów konstrukcji oraz do pomiaru stopnia jej uszkodzenia na podstawie lokalnego pomiaru odpowiedzi niesprężystej elementu konstrukcji.

W trzeciej z ocenianych prac przedstawiono wyniki badań korelacji pomiarów nieniszczących wykonanych metodą ultradźwiękową oraz wiroprowadową dla kilku

gatunków stali w fazie poprzedzającej utworzenia makropęknięcia. Stwierdzono brak korelacji pomiędzy zmierzonym współczynnikiem tłumienia fal ultradźwiękowych a stopniem uszkodzenia materiału, natomiast w przypadku metody wiropądowej stwierdzono, iż jest ona czuła na zmiany strukturalne materiału spowodowane uszkodzeniem zmęczeniowym. Można zatem sformułować wniosek, że metoda wiropądowa może być zastosowana do detekcji uszkodzenia w fazie poprzedzającej utworzenie makropęknięcia.

W czwartej z ocenianych prac zaproponowano nową metodę szacowania trwałości zmęczeniowej materiałów konstrukcyjnych w oparciu o koncepcję *Krzywej Szybkości Kumulacji Uszkodzeń*. Wykresy wyznaczono dla trzech gatunków stali a następnie przeprowadzono weryfikację eksperymentalną, która polegała na obciążaniu próbek blokami o stałych amplitudach naprężenia w sekwencji Hi-Lo oraz Lo-Hi.

W piątej pracy znajduje się przegląd metod eksperymentalnych badania zjawiska zniszczenia zmęczeniowego, przegląd hipotez kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych, oraz przegląd metod pomiaru i parametrów uszkodzenia.

W pracy szóstej (*Biuletyn Urzędu Patentowego*) zawarto opis nowej metody osiowania próbki układu chwytowego, który zastosowano do badań kumulacji uszkodzeń zmęczeniowych. Opisany wynalazek umożliwia rejestrację wyników badań zmian niesprężystych cech materiału próbki w badanym przekroju, nie obarczonych błędem systematycznym, spowodowanym nieosiowym przyłożeniem obciążenia do próbki.

W pracy siódmej przedstawiono propozycję rozszerzenia modelu matematycznego, który opisuje kumulację uszkodzeń, na złożone stany naprężenia. Autor zaproponował równanie, które opisuje zmiany powierzchni plastyczności wywołane redystrybucją naprężeń resztkowych (stabilizacja cykliczna) oraz kumulację uszkodzenia materiału w złożonym stanie naprężenia.

W ósmej pracy (*Biuletyn Urzędu Patentowego*), którą Habilitant umieścił na liście jednotematycznego cyklu publikacji, przedstawiono opis metody wyznaczania stopnia uszkodzenia materiału konstrukcyjnego polegającego na porównaniu cech materiału nieuszkodzonego z charakterystyką materiału (próbki), która była eksploatowana określoną liczbę godzin.

W ostatniej (dziewiątej) z ocenianych prac przedstawiono nową technikę badawczą, która polega na użyciu zminiaturyzowanych próbek rurkowych obciążanych siłą osiową i momentem skręcającym. Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano m.in. wniosek, że pod wpływem kumulacji uszkodzeń materiał nabiera cech anizotropowych co w konsekwencji prowadzi do stwierdzenia: - parametr uszkodzenia nie może być miarą skalarną. A zatem potrzebna jest definicja miary o charakterze tensorowym, która uwzględni anizotropię nabytą w procesie kumulacji uszkodzeń.

Podstawowym osiągnięciem naukowym, które przedstawiono w dziewięciu pracach stanowiących jednotematyczny cykl publikacji, jest nowa technika badań zjawiska kumulacji uszkodzenia zmęczeniowego materiałów konstrukcyjnych. Opracowana przez Habilitanta metoda polega na lokalnej obserwacji zmian odpowiedzi

niesprężystej materiału podczas cyklicznego obciążenia o stałej amplitudzie naprężenia. Habilitant wykonał szereg badań eksperymentalnych dla wielu gatunków stali stosowanych w przemyśle stoczniowym i petrochemicznym. Opracował też nowy rodzaj charakterystyki zmęczeniowej dla sprężysto-plastycznych materiałów konstrukcyjnych (tzw. *Krzywa Szybkości Kumulacji Uszkodzeń*).

Wyniki badań Habilitanta opublikowano w dobrych czasopismach naukowych (o szerokim zasięgu rozpowszechniania) a ponadto stały się przedmiotem dwóch zgłoszeń patentowych.

Wyszczególnione powyżej osiągnięcia badawcze Habilitanta stanowią istotny wkład do rozwoju dyscypliny naukowej *Budowa i Eksploatacja Maszyn*. Uważam, że przedstawiony do oceny cykl publikacji w stopniu wystarczającym spełnia wymagania Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym i może stanowić podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie *Budowa i Eksploatacja Maszyn*.

#### **Omówienie pozostałych osiągnięć naukowych:**

Dr inż. Grzegorz Socha w okresie jego pracy naukowo – badawczej opublikował łącznie **62** prace w czasopismach krajowych oraz zagranicznych a także w materiałach konferencji organizowanych w kraju i za granicą. W ogólnej liczbie **62** prac ujęte są publikacje przed doktoratem – **8**. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Habilitant opublikował łącznie **54** prace (artykuły krajowe i zagraniczne, streszczenia umieszczone w materiałach konferencji krajowych i zagranicznych, raporty).

Do najważniejszych prac (artykułów) opublikowanych przez Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych zaliczam:

1. Dietrich, L.; Socha, G.: *Accumulation of Damage in A336 GR5 Structural Steel Subject to Complex Stress Loading*. STRAIN, Vol. 48 (4), 279–285, AUG **2012** {Cited: 0}.
2. Romanoff, J.; Remes, H.; Socha, G.; et al.: *The stiffness of laser stake welded T-joints in web-core sandwich structures*. THIN-WALLED STRUCTURES, Vol. 45 (4), 453–462, APR **2007** {Cited: 5}.
3. Socha, G.: *Prediction of the fatigue life on the basis of damage progress rate curves*. INTERNATIONAL JOURNAL OF FATIGUE, Vol. 26 (4), 339–347, APR **2004** {Cited: 4}.
4. Socha, G.: *Experimental investigations of fatigue cracks nucleation, growth and coalescence in structural steel*. INTERNATIONAL JOURNAL OF FATIGUE, Vol. 25 (2), 139–147, FEB **2003** {Cited: 12}.
5. Socha, G; Dietrich, L.: *Analysis of a thermally induced phase transformation strain state for the TiNi shape memory alloy under a complex stress state*. JOURNAL OF STRAIN ANALYSIS FOR ENGINEERING DESIGN, Vol. 37 (2), 151–161, MAR **2002** {Cited: 1}.

Wyżej wymienione prace były cytowane (według bazy *Web of Knowledge*) **22** razy. Stopień cytowania jego prac mierzony indeksem Hirscha wynosi:  $H=3$ .

Habilitant jest współautorem dwóch patentów i jednego wniosku patentowego z zakresu techniki badań właściwości mechanicznych materiałów konstrukcyjnych: PL 199326 oraz PL20456.

W trakcie jego pracy zawodowej odbył następujące staże i szkolenia zagraniczne: Finlandia – Ship Laboratory, Helsinki University of Technology, 11 mies. | Japonia – Tokyo Metropolitan University of Technology, University of Tsukuba, 1 tydzień | Japonia – Tokyo Metropolitan University of Technology, University of Tsukuba, Mie University, Aichi Institute of Technology, 2 tygodnie | USA – Pratt&Whitney Corp., 2 tygodnie | USA– General Electric Corp., 1 tydzień.

Należy zwrócić uwagę na efektywną współpracę Habilitanta z przemysłem. Dr inż. Grzegorz Michał Socha legitymuje się współpracą zawodową ze znanymi firmami przemysłowymi, m.in. Pratt & Whitney, Hamilton Sundstrand, Sikorsky Aircraft, GE Aviation, GE Energy, MTU, AVIO, EATON, FINCANTIERI, RAUTARUUKKI, KONECRANES, STOMIL, THOMPSON i wielu innych.

Habilitant był wykonawcą lub głównym wykonawcą **10** projektów badawczych (w tym trzech międzynarodowych). Był także kierownikiem projektu Badawczo – Rozwojowego R00 015209.

Na uwagę zasługuje dorobek Habilitanta w zakresie popularyzacji nauki (w przedstawionych do oceny dokumentach jest **13** pozycji).

#### **Podsumowanie i wnioski końcowe:**

Reasumując stwierdzam, że przedłożone do oceny w postępowaniu habilitacyjnym Dr inż. Grzegorza Michała Sochy publikacje naukowe (**9** jednotematycznych publikacji) zawierają kilka wyżej wymienionych oryginalnych wyników badań, które stanowią istotny wkład do rozwoju dyscypliny naukowej *Budowa i Eksploatacja Maszyn*. Dorobek naukowy Habilitanta po doktoracie jest oryginalny i wystarczający do nadania Mu stopnia doktora habilitowanego.

W moim przekonaniu dorobek naukowy i aktywność badawcza Dr inż. Grzegorza Michała Sochy spełniają warunki określone w obowiązującej Ustawie o Stopniach i Tytule Naukowym i mogą stanowić podstawę do nadania Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie *Budowa i Eksploatacja Maszyn*.

