

## **Zakład Mechaniki Materiałów Pracownia Warstwy Wierzchniej**

### **Proponowany temat pracy doktorskiej**

Wykorzystanie testu indentacji do oceny uszkodzeń zmęczeniowych w elementach konstrukcyjnych poddanych wieloosiowym obciążeniu cyklicznym.

### **Dyscyplina**

inżynieria materiałowa, inżynieria mechaniczna

### **Opis tematyki badawczej**

Test indentacji ma duże znaczenie praktyczne ponieważ umożliwia oszacowanie właściwości materiału przy wykorzystaniu próbek o małej objętości i może być przydatny do identyfikacji lokalnych parametrów materiałowych. Test indentacji może być szczególnie przydatny w badaniu uszkodzeń zmęczeniowych, które zwykle inicjują się w niewielkich, krytycznych obszarach elementów konstrukcyjnych, gdzie występuje największa koncentracja naprężeń. Do analizy takich obszarów stosuje się podejście mikromechaniczne [1-3]. W ostatnich latach nastąpił szybki wzrost liczby prac poświęconych wykorzystaniu testu indentacji (w mikro- i nano-skali) do oszacowania parametrów takich jak moduł Younga, odporność na pękanie, twardość lub nawet charakterystyka naprężenie-odkształcenie w zakresie sprężysto-plastycznym dla materiałów i cienkich warstw. Znacznie mniej jest prac dotyczących oceny trwałości zmęczeniowej elementów maszyn na podstawie parametrów mierzonych w teście indentacji [4,5,6]. Opracowanie metody umożliwiającej taką ocenę będzie przedmiotem pracy doktorskiej. Praca wymagała będzie wykonania klasycznych badań zmęczeniowych w stanie jedno- i wieloosiowego naprężenia (np ściskanie i skręcanie) oraz przeprowadzenia testów indentacji przy obciążeniu nisko- i wysoko-cyklicznym. Testy mikro- i nanoindentacji posłużą do badania stanu uszkodzeń w mikro i nano-skali, na poziomie pojedynczych ziaren. Analiza numeryczna stanu naprężenia w testach wykonywana będzie przy pomocy metody elementów skończonych. Badane będą materiały jednorodne (metale) o różnym stopniu umocnienia plastycznego.

### **Literatura**

1. Maass R., Derlet P.M., 2018. Micro-plasticity and recent insights from intermittent and small-scale plasticity *Acta Materialia* 143 338-363
2. Sangid M. D. 2013. The physics of fatigue crack initiation. *International Journal of Fatigue* 57 58–72
3. Robert C., Saintier N., Palin-Luc T., Morel F., 2012. Micro-mechanical modelling of high cycle fatigue behaviour of metals under multiaxial loads. *Mechanics of Materials* 55 112-129
4. N. V. Nguyen, T.H Pham, S.E. Kim Strain rate sensitivity behavior of a structural steel during low-cycle fatigue investigated using indentation. *Materials Science & Engineering A* 744 (2019) 490–499
5. H. S. Kramer, P. Starke, M Klein, D. Eifler Cyclic hardness test PHYBAL<sub>CHT</sub> – Short-time procedure to evaluate fatigue properties of metallic materials. *International Journal of Fatigue* 63 (2014) 78–84
6. Ustrzycka A., Mróz Z., Kowalewski Z.L., Kucharski S., Analysis of fatigue crack initiation in cyclic microplasticity regime, *International Journal of Fatigue*, .2019.105342, 1-15

### **Promotor**

dr hab. Stanisław Kucharski ([skuchar@ippt.pan.pl](mailto:skuchar@ippt.pan.pl), tel. 228261281 w. 141),  
IPPT PAN, Pawińskiego 5b, Warszawa