

Zakład Mechaniki Materiałów Pracownia Warstwy Wierzchniej

Proponowany temat pracy doktorskiej

Sprężenie mechanizmów deformacji plastycznej w pojedynczych kryształach w mikro- i w mezo-skali.

Dyscyplina:

inżynieria materiałowa, inżynieria mechaniczna

Opis tematyki badawczej

Deformacja plastyczna to zjawisko wielo-skalowe, w którym zachodzi ściśle powiązanie pomiędzy mechanizmami deformacji występującymi w mikro- mezo- i makroskali [1,2]. Badania w skali mikro, na poziomie pojedynczych ziaren mają charakter podstawowy gdyż umożliwiają zrozumienie zachowania materiału przy większych skalach i sformułowaniu efektywnych modeli konstytutywnych dla polikryształów. W plastycznej deformacji pojedynczych kryształów obserwuje się efekty które nie są dotychczas w pełni wyjaśnione: wzmocnienie plastyczne, osłabienie plastyczne oraz efekt skali. Wzmocnienie plastyczne jest widoczne jako wzrost naprężeń związany z przyrostem odkształceń, natomiast efekt skali ujawnia się dla określonego odkształcenia przy przechodzeniu ze mezo- do mikro-skali i jest obserwowany jako wzrost naprężeń gdy zmniejsza się rozmiar próbki lub obszaru, który podlega badaniu w materiale [3]. Można oczekiwać, że efekt skali, plastyczne wzmocnienie i plastyczne osłabienie są ze sobą sprzężone, gdyż związane są z ruchem dyslokacji [4]. Zjawiska te opisywane są przez zaawansowane modele materiałowe (plastyczność kryształów, dynamika dyslokacji), które są obecnie intensywnie rozwijane. Badanie tego sprzężenia jest proponowanym tematem pracy doktorskiej. W ramach badań przewiduje się wykonywanie eksperymentów w mikro i nano-skali to jest ścisłanie mikro-kolumn, rozciąganie mikro-belek, mikro- i nanoindentacja. Dla wybranych próbek wykonywane będą testy „in situ” w mikroskopie elektronowym i pod mikroskopem optycznym. Badane materiały to monokryształy typu FCC miedź, nikiel, Ni3Al. Wyniki badań posłużą do weryfikacji i rozwoju tych modeli oraz do poszerzenia wiedzy na temat deformacji metali.

Literatura

1. D. Kiener, W. Grosinger, G. Dehm, R. Pippan; A further step towards an understanding of size dependent crystal plasticity: In situ tension experiments of miniaturized single-crystal copper samples, *Acta Materialia* 56 (2008) 580–592
2. William D. Nix, Julia R. Greer, Gang Feng, Erica T. Lilleodden; Deformation at the nanometer and micrometer length scales: Effects of strain gradients and dislocation starvation, *Thin Solid Films* 515 (2007) 3152–3157
3. X.D. Hou, A.J. Bushby, and N.M. Jennett Study of the interaction between the indentation size effect and Hall–Petch effect with spherical indenters on annealed polycrystalline copper *J. Phys. D Appl. Phys.*, (2008), vol. 41, p. 074006.
4. J.Zhang K.Kishida, H.Inui Specimen size and shape dependent yield strength in micropillar compression deformation of Mo single crystals *International Journal of Plasticity* 92 (2017) 45-56
5. S. Hasunuma, H. Miazaki, T. Ogawa Investigation of the mechanism of the indentation size effect for titanium *Mechanical Engineering Journal Bulletin of the JSME* Vol.6, No.2, 2019

Atrakcyjne finansowanie: stypendium + projekt badawczy NCN

Promotor

dr hab. Stanisław Kucharski (skuchar@ippt.pan.pl, tel. 228261281 w. 141), IPPT PAN