

Analiza numeryczna MES hybrydowej obróbki ECAP i SP w stopie aluminium RSA-501

Paulina Byczkowska^{1, a)} Mariusz Stegliński^{1, b)} Jacek Sawicki^{1, c)}

¹ *Institute of Materials Science and Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Lodz University of Technology, 1/15 Stefanowskiego Street, 90-924 Lodz, Poland*

^{a)}Corresponding author: paulina.byczkowska@p.lodz.pl

^{b)}mariusz.steglinski@p.lodz.pl

^{c)}jacek.sawicki@p.lodz.pl

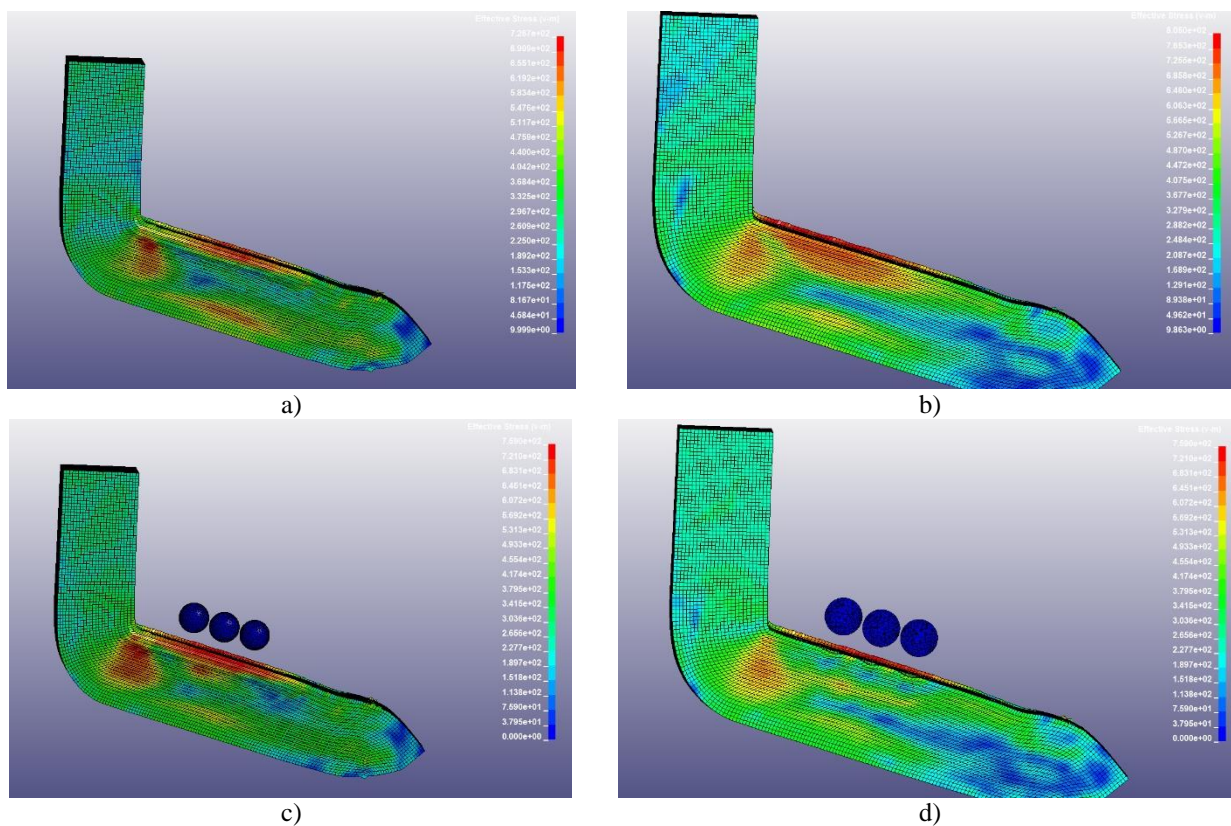
Abstract. W pracy przeanalizowano za pomocą metody elementów skończonych superpozycję naprężeń obróbek intensywnych odkształceń plastycznych (z ang. SPD - Several Plastic Deformation) na przykładzie dwóch rodzajów procesów ECAP (z ang. Equip Chanel Angular Pressing) i SP (z ang. Shot Peening). Głównym założeniem przeprowadzonej analizy było zwiększenie właściwości wytrzymałościowych materiału poddanego założonemu procesowi, w stosunku do pojedynczych metod obróbek plastycznych SPD. Symulacje numeryczne przeprowadzone zostały z wykorzystaniem program pakietu ANSYS LS-DYNA.

WPROWADZENIE

Stosując metody SPD możliwe jest uzyskanie materiału np. na bazie Al o porównywalnych własnościach wytrzymałościowych do stali, z jednoczesnym zachowaniem plastyczności. Zastosowanie tych obróbek pozwala na silną akumulację odkształcenia w temperaturze pokojowej lub na gorąco. Uzyskiwane w ten sposób materiały charakteryzują się silnie rozdrobnionym ziarnem, a jednocześnie korzystnie zmienionym stanem naprężeń własnych [1-4]. Z uwagi na zainteresowanie i poszukiwanie wciąż to nowych, lżejszych oraz bardziej wytrzymałych materiałów konstrukcyjnych, autorzy podjęli próbę połączenia znanych dotychczas procesów obróbki plastycznej powierzchniowej (SP) i objętościowej (ECAP). Jedną z możliwości analizy rozkładu oraz wartości stanu naprężeń wywołanych procesami odkształceniowymi są metody numeryczne. Opracowanie numerycznego algorytmu połączenia różnych obróbek SPD i określenia ich wpływu na technologiczną warstwę wierzchnią pozwoli na zminimalizowanie energochłonności procesów. Metody numeryczne w porównaniu do technik eksperymentalnych stanowią najszybszy i najtańszy sposób doboru parametrów procesu w odpowiednio szerokim zakresie.

SYMULACJA NUMERYCZNA

Model geometryczny matrycy ECAP przygotowano w programie Autodesk Inventor i poddano symulacjom numerycznym w wykorzystując pakiet ANSYS. Analiza numeryczna została wykonana pod kątem wprowadzenia korzystnych naprężeń w obrabianym materiale, a co za tym idzie zwiększeniu właściwości wytrzymałościowych. W celu osiągnięcia zakładanych efektów element obrabiany w pierwszym etapie przeciętno raz przez zagięty kanał kątowy (ECAP). Natomiast w następnym etapie obrobiony wcześniej element poddano obróbce powierzchniowej poprzez kulowanie (SP). Uzyskane wyniki synergii naprężeń obróbek SPD przedstawiono na rysunku 1.



RYSUNEK 1. Wyniki naprężeń V-M po procesie ECAP (a), wyniki naprężeń V-M na przekroju po procesie ECAP (b),
Wyniki naprężeń V-M po procesie ECAP+SP (c) wyniki naprężeń V-M na przekroju po procesie ECAP+SP (d),

WNIOSKI

W pracy przedstawiono metodę ulepszenia materiałów aluminiowych, poprzez wykorzystanie synergii obróbek SPD. Wykonana symulacja przy wykorzystaniu programu ANSYS LS-DYNA pozwala na analizowanie procesów SPD. Po przeprowadzonych próbach zauważono zalety jej zastosowania z uwagi na korzystniejszy rozkład naprężeń w obrabianym materiale, w porównaniu do pojedynczej obróbki. Wraz ze wzrostem ciśnienia przeciskania próbki przez kanał w procesie ECAP dochodzi do wzrostu naprężeń. Zastosowanie synergii obróbek (ECAP+SP) powoduje wzrost naprężeń ściskających oraz przesunięcie punktu Bielajewa w głąb obrabianego elementu.

LITERATURA

1. Kaczmarek Ł., Kula P., Sawicki J., Armand S., Castro T., Kruszyński P., Rochel A.: New Possibilities of Applications Aluminium Alloys in Transport, Archives of Metallurgy and Materials, Vol. 54, Issue 4 (2009) p. 1199-1205.
2. Kaczmarek Ł., Stegliński M., Sawicki J., Świniarski J., Batory D., Kyzioł K., Kołodziejczyk Ł., Szymański W., Zawadzki P., Kottfer D.: Optimization of the heat treatment and tribological properties of 2024 and 7075 aluminium alloys, Archives of Metallurgy and Materials, Vol.58, Issue 2 (2013) p. 535-540.
3. Kukielka L., Bartosik P., Szyk M.: Optymalizacja procesu kulowania strumieniowego ze względu na naprężenia wynikowe. Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji vol.30, Issue 1 (2010) p. 117-126.
4. PL 398270 (A1)- Method for improving mechanical properties of aluminum alloys (2012).