

Studii și cercetări referitoare la extrudarea unghiulară în canale egale (ECAE) a aliajelor de aluminiu

Autor: Ing. ȘERBAN C. NICOLAE; **Conducător științific:** Prof.univ.dr.ing. ȘABAN RAMI

Extrudarea unghiulară în canale egale (ECAE) este o metodă eficientă de finisare a granulației materialelor prin intermediul deformării plastice severe, având ca scop obținerea de structuri ultrafine și nanostructuri. Procedul ECAE presupune presarea unui semifabricat (în general de secțiune transversală pătrată sau rotundă) într-o matriță formată din două canale de secțiune transversală egală (și identică cu cea a semifabricatului) care se intersectează, formând un anumit unghi ϕ , între canale existând de obicei și un unghi de racordare ψ . Finisarea granulației are loc în urma deformării prin forfecare simplă ce se produce de-a lungul planului bisector al unghiului dintre cele două canale. Principala caracteristică a procedurii ECAE constă în faptul că secțiunea transversală a semifabricatului procesat rămâne neschimbată în timpul operațiilor de deformare. Din moment ce dimensiunile probei nu se modifică în urma procesării, rezultă că aceasta poate fi presată de mai multe ori în scopul obținerii unor deformări extrem de mari și a unei finisări avansate a microstructurii materialului. Aliajele de aluminiu cu granulație ultrafină sau nanostructurate prezintă o serie de avantaje care le fac să fie de mare interes pentru diverse aplicații structurale, în special în industria automobilelor și în industria aerospațială sau navală. Scopul principal al acestei teze de doctorat a fost acela de a realiza finisarea granulației aliajului comercial de aluminiu 6063 până la nivel submicronic, obținându-se astfel microstructuri ultrafine (UFG) sau chiar nanocristaline (NC), prin intermediul deformării plastice severe cu ajutorul procedurii ECAE și implicit obținerea unor proprietăți mecanice superioare, îmbunătățite în cazul materialului procesat. Totodată, s-a avut în vedere atât determinarea influenței condițiilor specifice de procesare ECAE asupra caracteristicilor microstructurale și asupra proprietăților mecanice ale aliajului Al-6063, cât și stabilirea regimului optim de deformare plastică severă prin ECAE a acestuia. Probele analizate au fost procesate până la un număr de nouă treceri, folosindu-se trei matrițe cu unghiul canalului de 90°, 100° și respectiv 110°, fiind determinată influența exercitată de numărul de treceri prin matriță N , și de unghiul matriței utilizate pentru procesare ϕ , asupra microstructurii și caracteristicilor mecanice ale aliajului Al-6063. Materialul investigat a fost caracterizat atât din punct de vedere structural (analiză spectrală, difracție de raze X, microscopie optică, microscopie electronică de baleiaj), cât și din punct de vedere al comportării mecanice (încercări de compresiune, teste de microduritate, analiză fractografică a suprafețelor de rupere) în starea inițială, neprocesat, și după procesarea ECAE în conformitate cu programul experimental al tezei de doctorat. Instalația experimentală și sculele de lucru (matrițe, poansoane etc.) necesare pentru deformarea plastică severă a aliajului Al-6063 cu ajutorul procedurii ECAE, au fost concepute, proiectate și executate în cadrul lucrării de față.

Studies and researches regarding the equal channel angular extrusion (ECAE) of aluminium alloys

Author: Eng. ȘERBAN C. NICOLAE; **Scientific coordinator:** Univ.prof.dr.eng ȘABAN RAMI

Equal channel angular extrusion (ECAE) is an efficient method of refining grain size through severe plastic deformation (SPD) in producing ultrafine grained materials (UFG) and nanomaterials (NM). It consists mainly of pressing test samples (generally square or round) through a die containing two channels that are equal in cross section (and also identical to the workpiece cross section) and intersect at a certain angle ϕ . An additional angle of ψ defines the arc of curvature at the outer point of intersection of the two channels. Grain refinement is obtained as a result of the imposed deformation by simple shear which occurs throughout the theoretical shear plane. Despite the introduction of a very intense strain as the sample passes through the shear plane, the sample ultimately emerges from the die without experiencing any change in the cross-sectional dimensions. Since the cross-sectional area remains unchanged, the same sample may be pressed repetitively to attain exceptionally high strains and an advanced microstructure refinement. Ultrafine grained and nanostructured aluminium alloys presents a series of advantages which makes them of high interest for various structural applications, especially in the automotive, aerospace and naval industries. The main goal of this PhD thesis was to refine the microstructure of a commercial 6063 aluminium alloy up to submicrometer range and thereby to obtain ultrafine grained (UFG) or even nanocrystalline (NC) microstructures by means of severe plastic deformation using ECAE processing and consequently to obtain superior, enhanced mechanical properties for the processed material. In the same time, it was considered the influence of the particular ECAE processing conditions on the microstructural characteristics and mechanical properties of 6063 aluminium alloy and also the determination of the optimum severe plastic deformation operating mode for the case of 6063 ECAE processing. The specimens were processed for a number of passes up to nine, using three die channel angles: 90°, 100° and respectively 110°. It was determined the pass number (N) and the die channel angle (ϕ) influence on the microstructure and the mechanical properties of 6063 aluminium alloy. The investigated material was characterized from structural point of view (optical emission spectroscopy – OES, X-ray diffraction – XRD, optical microscopy – OM, scanning electron microscopy – SEM) and also in terms of mechanical behaviour (compression and microhardness tests, fracture surfaces analysis) in the as-received condition and after ECAE processing according to the PhD thesis experimental program. The experimental setting and the working tools (die-sets, punches etc.) required for 6063 aluminium alloy severe plastic deformation via ECAE processing were conceived, designed and made as a result of this present work.