



A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

MODELAREA PLĂCILOR PRIN ÎMPROȘCARE CONTROLATĂ CU PARTICULE

Tiberiu CĂTUNEANU, Radu VASIU, Francisc GNANDT

MODELING PLATES WITH SHOT PEENING

This paper presents the new method for modeling the plates, by using the shot peening. Shot peen modeling is a partially effective forming process derived from the shot peening surface treatment. During impact of the shot, a certain amount of its kinetic energy is transformed into plastification of the component. When shot velocity is fairly low only a thin layer of the component's material is elongated resulting in a convex curvature. If shot velocity is increased, concave curvatures are produced.

Keywords: modeling, plates, shot controlled

Cuvinte cheie: modelare, plăci, împrôșcare controlată

1. Introducere

Formele pieselor ambutisate sunt de o mare diversitate, destinația acestora fiind, de asemenea variată: funduri de recipiente de depozitare sau sub presiune (la echipamente pentru agricultură, industria chimică, petrolieră, echipament energetic), elemente de caroserii (aviație, nave, auto), carcase de protecție a elementelor în mișcare etc. Din această cauză și procedeele de ambutisare au particularități impuse de forma și materialul piesei.

Din punct de vedere tehnologic ambutisarea se poate face fără subțiere sau cu subțierea materialului. Prima metodă are cea mai mare pondere în industrie și satisface, în general, condițiile de precizie și

calitate a suprafeței impuse produselor. Când precizia de formă și dimensională sunt mai ridicate, se apelează de obicei la operațiuni ulterioare de calibrare sau ambutisare cu subțiere.

Ambutisarea pieselor având formă de revoluție (cilindrice, sferice, parabolice), este relativ simplă, realizabilă prin toate procedeele clasice, în funcție de gradul de complexitate și precizia impusă. De obicei, procedeele de ambutisare au loc în mai multe faze pregătitoare, în cursul cărora semifabricatul plat se apropie de forma finită, care se realizează în ultima fază.

Din punct de vedere tehnologic, metodele de ambutisare se clasifică după starea eforturilor din porțiunea semifabricatului supus deformării în:

a) ambutisarea pieselor curbe prin transformarea semifabricatului plan într-o formă cilindrică sau de cutie, prin crearea în material a unei stări plane de eforturi de întindere și compresiune;

b) ambutisarea pieselor de formă sferică, curbă sau de formă complexă cu ajutorul matrițelor prevăzute cu muchii active de frânare;

c) ambutisarea în matriță elastică sau ambutisare cu frecare, când datorită apăsării exercitate asupra semifabricatului, se realizează micșorarea eforturilor de întindere în zona periculoasă, ușurându-se astfel procesul de ambutisare.

În cazul fabricației de prototipuri sau serii zero (industria aeronautică, industria navală, industria auto, industria echipamentelor pentru agricultură etc.) sunt necesare piese ambutisate de dimensiuni relativ mari, pentru care este nevoie de prese speciale hidraulice sau mecanice, iar realizarea matrițelor și a poansoanelor de ambutisare este anevoioasă și foarte costisitoare raportat la numărul de piese realizate.

Deoarece cunoștințele de rezistența materialelor și tehnologiile de ambutisare a plăcilor metalice au evoluat continuu în ultimii ani, s-au creat premisele apariției unei noi tehnologii de modelare (ambutisare) prin împroșcare controlată cu particule.

2. Situația pe plan mondial

Primele încercări de deformare plastică a tablelor utilizând împroșcarea cu particule, s-au făcut în 1964 la Lockheed Aircraft Corporation, California. La Boeing și British Aerospace s-au făcut în 1980 câteva încercări de realizare a unor componente de fuselaj și aripă de avion. La Rheinisch Westfalische Technische Hochschule din Aachen, Germania în 1998, s-a încercat optimizarea aripii de la Airbus A 380 și un rezervor de combustibil de la racheta Ariane 4, prin

modelare cu ajutorul împrôșcării controlate cu particule. La Israel Aircraft Industries, în 2004, s-a încercat realizarea unei aripi cu structură monolitică, în loc de ansamble formate dintr-o mulțime de piese mici, pentru reducerea numărului de componente, a articulațiilor costisitoare și a timpului de asamblare. În 2007 la Department of Engineering, University of Cambridge, s-a experimentat realizarea unor componente de avion la Boeing Commercial Airplane Group.

În România nu au existat până în prezent cercetări în acest domeniu și nu se aplică acest procedeu de prelucrare a pieselor curbe.

3. Descrierea procesului

Metoda de fabricare a unei piese curbe prin deformarea plastică a semifabricatului plan, utilizând împrôșcarea controlată cu particule, este un proces de deformare fără matriță de ambutisare, efectuat în general la temperatura camerei. În timpul procesului, suprafața piesei este supusă impactului cu alicele de oțel. Fiecare particulă ce lovește suprafața acționează ca un mic ciocan, producând întinderea elastică a suprafeței superioare. Presiunea de impact a particulei determină deformația plastică locală a materialului și imprimă o tensiune remanentă de compresiune.

Tensiunile remanente de compresiune combinate cu întinderea materialului determină apariția la suprafața materialului a unei forțe ce duce la curbarea piesei. Atunci când curburile se formează în intervalul de deformație elastică, interiorul metalului rămâne elastic cu o tensiune mică remanentă de întindere. Alte procese de deformare mecanică, necesită o supraformare cu revenire elastică ulterioară și induc tensiuni înalte de întindere.

Modelarea (ambutisarea) prin împrôșcare controlată cu particule, un derivat al metodei de sablare cu alică, este un procedeu de prelucrare la rece, de întindere a materialului pentru a introduce tensiuni de compresiune în suprafața unei plăci metalice, rezultând posibilitatea de a forma curburi după una sau mai multe axe, fără a fi nevoie de matrițe de ambutisare. Spre deosebire de toate celelalte metode de deformare a pieselor metalice, tensiunile de compresiune generate în acest proces, elimină apariția microfisurilor datorate tensiunilor de la operațiile anterioare de tracțiune și necesitatea testelor nedistructive pentru a descoperi defectele induse. Lipsa prelucrărilor termice în timpul operațiilor complexe de deformare, permite prelucrarea unor piese din aliaje complexe, fără a schimba (altera) proprietățile componentilor. Modelarea pieselor prin împrôșcare controlată cu particule, are la bază deformarea plastică a materialului

datorită energiei cinetice de impact cu un număr foarte mare de particule, ce sunt proiectate cu o anumită viteză și sub un anumit unghi. Când viteza particulelor este relativ mică, doar un strat subțire de la suprafața materialului este alungit, rezultând o curbare convexă a piesei. Dacă viteza, deci și energia cinetică a particulelor este mare, se produce o curbare concavă a materialului ecruisat (figura 1).

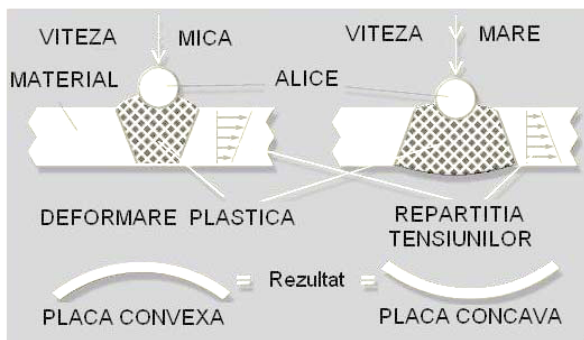


Fig. 1 Modelarea prin împrôșcare controlată cu particule

Este foarte importantă determinarea și controlul parametrilor optimi ai procesului, pentru a se obține forma dorită cu dimensiunile încadrate în toleranțele admise. Modelarea prin împrôșcare controlată cu particule permite obținerea unei precizii mai mari de execuție decât în cazul metodelor tradiționale de prelucrare a metalelor.

Deformația produsă prin împrôșcare controlată cu particule, depinde foarte mult de geometria piesei, ca de exemplu: raportul lungime/lățime (până la zeci de metri/metri), grosime (0,1...10 mm), forma (simplă sau complexă), proprietățile materialului (oțeluri cu conținut scăzut de C, aluminiu, cupru, alamă etc.), mărimea alicelor (0,4...8 mm), viteza alicelor (70...110 m/sec) etc. Prin modificarea parametrilor procesului de împrôșcare controlată cu particule, se vor putea obține curburi convexe sau concave, după una sau mai multe axe, fiind posibilă realizarea unei game variate de forme de piese. Procesul este extrem de flexibil și permite realizarea unor forme geometrice deosebite, care prin metodele convenționale sunt foarte greu de obținut, implicând deseori costuri prohibitive.

Pentru obținerea unei curburi mai mari este necesară o intensitate de împrôșcare mult mai mare. Se poate realiza în prealabil printr-un alt procedeu, o pretensionare unidirecțională de întindere a

plăcii. În continuare se face împrôșcarea cu particule a suprafeței ce trebuie curbată mai accentuat. După operația de împrôșcare cu particule, tensiunile de compresiune în placă vor fi mai mari într-o direcție față de celelalte, ducând la obținerea unei curburi mai mari în placa pretensionată (figura 2).

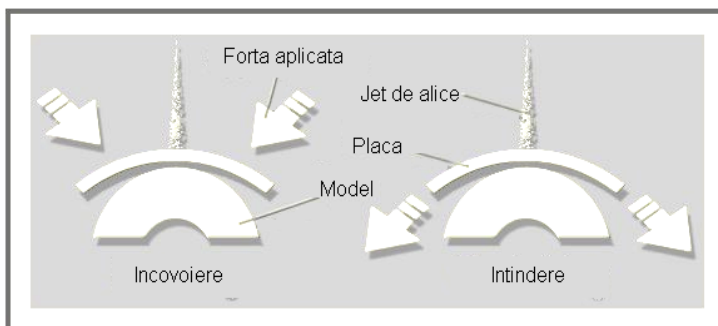


Fig. 2 Combinarea efectului de pretensionare a plăcilor și împrôșcarea controlată cu particule pentru obținerea curburilor mai mari

Metoda de deformare plastică prin împrôșcare controlată cu particule poate fi utilizată cu succes în industria aeronautică navală, auto, echipamente pentru agricultură sau în construcții, unde se poate obține o reducere semnificativă a greutateii diferitelor componente, alături de creșterea rezistenței la oboseală și la coroziune. Prin combinarea metodei de ambutisare prin împrôșcare controlată cu jet de particule, cu pretensionarea mecanică și eventual deformarea la cald, se vor putea asigura cerințele tehnologice din proiectele moderne.

4. Concluzii

- Noua metodă asigură un timp mai scurt de fabricație și permite efectuarea de modificări în proiect în timpul execuției, fără pierderea reperului inițial. Toate datele componentelor și parametrii proceselor sunt înregistrate într-o bază de date și se pot accesa oricând ulterior. Procesul poate fi utilizat și pentru a corecta unele distorsiuni apărute în timpul fabricației și a tratamentelor ulterioare.

- Piesele din plăci deformate plastic prin împrôșcare controlată cu particule prezintă rezistență mărită la oboseală și la încovoiere. În cazul în care piesele sunt împrôșcate numai pe o singură față, se induc tensiuni de compresiune pe ambele fețe.

■ Procesul de deformare plastică prin împrôşcare controlată cu particule se poate adapta ușor la diferite cerințe de curburi, diferite grosimi și profile de plăci, precum și pentru remedierea unor distorsiuni de la prelucrări anterioare.

■ Procesul de deformare plastică prin împrôşcare controlată cu particule necesită costuri mai mici de fabricație față de metodele clasice de ambutisare, deoarece nu este nevoie de matrițe (scule) și prese sau procese termice ulterioare. Diferite curburi sau contururi, care pot produce costuri prohibitive prin procesele de prelucrare folosite, se pot obține rapid, ușor și eficient prin deformare plastică prin împrôşcare controlată cu particule. După ce s-au determinat parametrii procesului și s-au înregistrat în baza de date, aceștia se pot reproduce ușor pentru un număr mai mare de piese.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ohta, T., *Development of Advanced Production Technology for Wing Integral Tank for GLOBAL EXPRESS*, Mitsubishi Juko Giho Vol.33 (1996).
[2] Wustefeld, P., *Successful Shot Peening Tests for Airbus A380 Fuselage Shells*, Metal Forming News, August Issue, 2001.
[3] Kselies, A., *Arbus Industry Specification 80-T-32-1025*, Fertigungshandbuch Ruckformen LBW 2002.
[4] Wustefeld, P., *Towards Peen Forning Process Automation*, ICSP 8 2002
[5] Butuc, M., Gracio, J.J., Barata da Rocha, A., *A theoretical study on forming limit diagram prediction*, Journal of Materials Processing Technology. 2003.
[6] Neugebauer, R., Altan, T., Geiger, M., Kleiner, M., Sterzing, A., *Sheet Metal Forming*, Annals of the CIRP, 2006.

Ing Tiberiu CĂTUNEANU

Șef Atelier Cercetare Proiectare

SC ICPT TEHNOMAG-CUG SA, Cluj-Napoca,
membru AGIR, e-mail: tehnomag@cluj.astral.ro

Ing. Radu VASIU

CS I, Director general ICPT TEHNOMAG-CUG SA Cluj-Napoca,

membru AGIR, e-mail: tehnomag@cluj.astral.ro

Ing. Francisc GNANDT

CS I, Șef Atelier Cercetare Proiectare

SC ICPT TEHNOMAG-CUG SA, Cluj-Napoca,
membru AGIR, e-mail: tehnomag@cluj.astral.ro