

EVOLUȚIA FABRICĂRII DOZELOR DE ALUMINIU

Cristi GRINIUC

Departamentul Inginerie Mecanică, gr. IM – 191, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Cristi Griniuc, e-mail: cristi.griniuc@im.utm.md

Îndrumător/coordonator științific: Marin GUȚU, conf. univ., dr., UTM

Rezumat. În această lucrare sunt prezentate unele aspecte ce țin de fabricarea dozelor de aluminiu. A fost efectuat un studiu privind situația actuală a utilizării aluminiului în industria ambalării. Au fost analizate etapele procesului de fabricare prin deformări plastice, obținerea unei forme rezistente, masă redusă și dotarea dozelor cu capace speciale cuinel de deschidere.

Cuvinte cheie: doză de aluminiu, reciclare, deformări plastice, formă optimă.

Introducere

Aluminiul este al doilea cel mai abundent element metalic de pe pământ. A devenit un metal competitiv pentru aplicațiile în inginerie de la sfârșitul secolului al XIX-lea. Aluminiul este un metal ușor, conductiv și rezistent la coroziune, cu o mare afinitate pentru oxigen. Această combinație de proprietăți a permis aluminiului să concureze pentru un număr mare de aplicații [1]. În prezent, aluminiul este cel mai utilizat metal neferos din lume, fiind prezent în diferite sectoare precum transport, ambalaje, construcții, electricitate și medicină.

Datorită masei reduse și a posibilității excepționale de a fi reciclat fără a pierde din calitate și din proprietăți, aluminiul devine tot mai popular în domeniul industriei ambalajelor. Aproape 70% din toate dozele din aluminiu pentru băuturi la nivel global sunt reciclate, ceea ce le face cele mai reciclate recipiente de băuturi de pe planetă. Reciclarea aluminiului economisește 90% din energia necesară pentru a produce de la zero un produs, atunci când este folosit în procesul de producție în locul materiilor prime. Spre exemplu, se estimează că o doză de aluminiu pentru băuturi în doar 6 săptămâni se va reîntoarce pe raftul magazinului dacă va fi plasată în tomberonul de sortare selectivă a deșeurilor [2, 3].

În fiecare an sunt fabricate aproape o jumătate de trilion de unități de doze, adică aproximativ 15.000 pe secundă. Pereții dozei sunt subțiri, numai 0,075 mm grosime și sunt slabi, dar presiunea internă a unei doze sigilate împinge în mod egal spre exterior și astfel menține corpul în tensiune. Această tensiune este importantă deoarece peretele subțire acționează ca un lanț, la întindere este foarte rezistent în comparație cu comprimarea. Presiunea internă întărește dozele, astfel încât acestea să pot fi stivuite în siguranță. O doză presurizată susține cu ușurință greutatea unui om și este suficient de rezistentă astfel încât să nu fie necesare ondulații pe suprafața ei. De regulă, o doză cu băutură carbogazoasă este presurizată la aproximativ 2 atm. Aceasta poate experimenta până la 4 atm presiune internă pe durata de utilizare din cauza temperaturilor ridicate. Astfel doza este proiectată să reziste până la 6 atm înainte ca fundul în formă de emisferă să se deformeze. Începând cu anii 1960, diametrul capătului dozei a devenit mai mic cu 6 mm, de la 60 mm la 54 mm astăzi. Aceasta pare o cantitate mica, dar industria dozelor de aluminiu produce peste 100 de miliarde de doze pe an, astfel încât reducerea cu 6 mm economisește cel puțin 90 de milioane de kilograme de aluminiu anual.

Aspecte privind evoluția dozelor de aluminiu

Un inginer ar putea să facă o doză sferică: are cea mai mica suprafață pentru un anumit volum, prin urmare utilizează cea mai mica cantitate de material, de asemenea nu are colțuri și deci nu are puncte slabe, deoarece presiunea din doză solicită uniform pereții, o sferă nu este practic de fabricat, desigur se va rostogoli de pe masă. Dacă dozele sferice ar fi împachetate în navete sau blocuri acestea ar ocupa doar 74% din volumul total, restul de 26% va fi spațiu nefolosit. Acest lucru nu este avantajos

în timpul transportării dozelor sau în timpul amenajării în vitrina magazinelor. Acest dezavantaj ar putea fi înlăturat dacă s-ar fabrica doze în formă de cuboid. Totuși, acesta vine cu dezavantajele sale cum ar fi incomoditatea utilizării din cauza formei neergonomice, necesitatea executării pereților mai groși pentru a rezista presiunii interioare care provoacă tensiuni în muchii și va folosi mai multă suprafață pentru a conține același volum cu sfera [4].

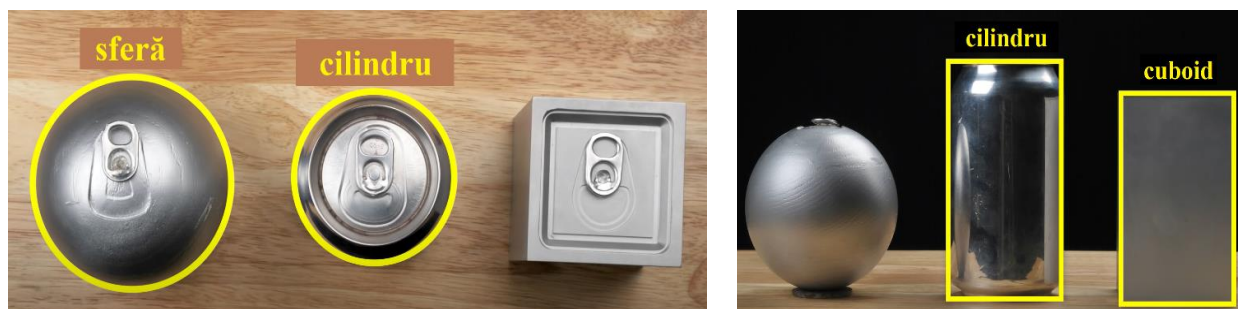


Figura 1. Formele inițiale a dozelor

Forma cilindrică a dozelor reprezintă un compromis al avantajelor și dezavantajelor al formei sferice și celei cuboide. Un cilindru are factorul de împachetare maxim de $\approx 91\%$, nu la fel de bun ca și cuboidul, dar mai bun decât sfera. Inițial dozele nu aveau capac cu deschidere manuală, fiind dotate pur și simplu plate, din motive destul de evidente. Pentru a deschide doza era necesar un deschizător special (fig. 2) care perfora capacul.

În anii 1960, a fost inventat inelul de tragere astfel încât să nu fie nevoie de un deschizător (fig. 3. b), el funcționează astfel: trebuie de ridicat acest inel pentru a aerisi cutia și pentru a crea deschiderea. Prin acest inel sa simplificat deschiderea dozelor dar, din păcate, aceste inele erau aruncate în mediul ambiant (poluare) și provocau rănirea picioarelor persoanelor care se odihneau pe plaje. În acest sens industria de producere a dozelor au venit cu o soluție care presupune fixarea inelului de capacul dozei.

Inelul de deschis doza se aseamănă cu o pârghie sau cu o balanță, deoarece vârful inelului este punctul de sprijin, iar nitul este sarcina aplicată, efortul este aplicat la capăt, dar iată partea genială: în momentul în care doza se deschide, inelul trece la o pârghie de prima clasă, care este ca și cum un balansoar: unde sarcina este acum la vârf și punctul de sprijin este nitul (fig. 3. a). De fapt motivul pentru care acest design inteligent funcționează, este că presiunea din interiorul dozei ajută la forțarea nitului în sus, care, la rândul său, desprinde marginea exterioară a capacului până când deschide cutia și apoi urechea se schimbă într-o pârghie de balansoar.



Figura 2. Deschizător special



(a) (b)
Figura 3. Inelul de tragere și deschidere a dozelor

Etapele fabricării dozei de aluminiu

Procesul de fabricare a dozelor se bazează pe deformarea plastică și începe cu un disc (fig. 4. a) numit „blanc” decupat dintr-o foaie de aluminiu cu grosimea de aproximativ 0,33 mm. Primul pas începe cu fixarea semifabricatului între suportul inferior și superior care este amplasat deasupra lui (fig. 4. b). Un poanson apasă pe disc formând semifabricatul în formă de cupă (fig. 4. c) cu diametrul 88 mm mai mare decât al dozei finale. Pe parcursul formării corpului cilindric al dozei sunt folosite poansoane și suporturi cu diferite diametre. În fig. 4. d, este prezentat semifabricatul cu diametrul final al dozei 65 mm, dar înălțimea nu este încă finală. Procesul de fabricare continuă cu trecerea semifabricatului prin mai multe filiere (inele) care conduc la subțierea peretelui (fig. 4. e) și creșterea înălțimii lui (fig. 4. f).

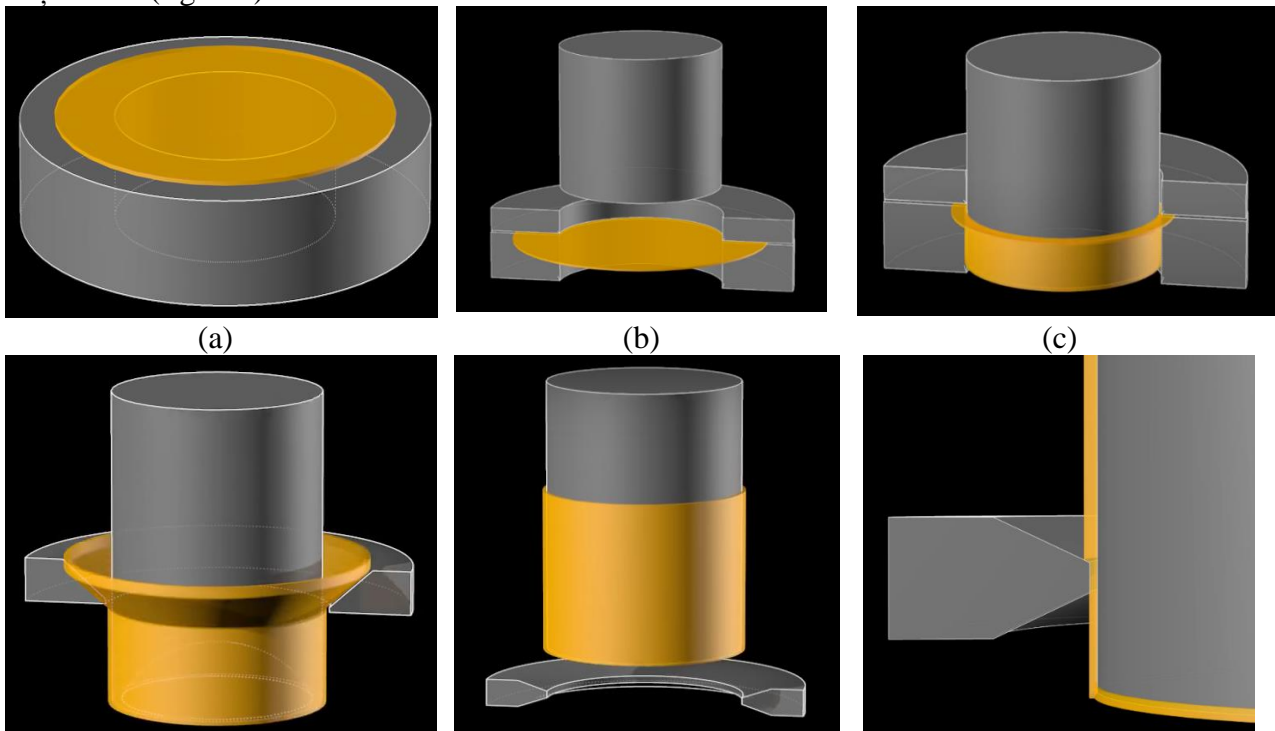


Figura 4. Etape de formare a dozei de aluminiu.

După ce semifabricatul este presat, se formează cupola (emisferă) de pe partea inferioară (fig. 5. a), aceasta necesită o unealtă de boltă convexă și un poanson cu o adâncitură concavă potrivită, deoarece poansonul presează cupola în jos pe unealta de boltă, fundul semifabricatului se deformează și ia forma cupolei. Reduce cantitatea de metal necesară pentru fabricarea dozei, fundul cupolei utilizează mai puțin material decât dacă fundul ar fi plat. Fundul în formă de cupolă (emisferă) oferă

rezistență mare la presiune în comparație cu fundul plat. Pe fundul dozei sunt gravate de poanson două numere semnificative (fig. 5. b), primul număr semnifică linia de producție din fabrică, iar al doilea număr semnifică numărul de carosier, carosierul este mașina care realizează procesele de presare. Aceste numere ajută la depanarea problemelor de producție din fabrică.

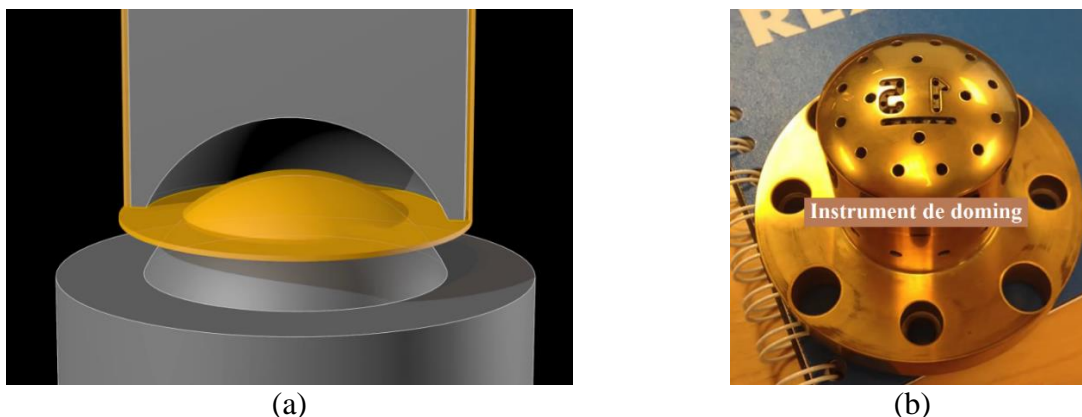


Figura 5. Formarea cupolei emisferice a semifabricatului.

Fabricarea unei doze are loc într-un ritm extraordinar, poansonul se mișcă cu o viteză maximă de 11 metri pe secunda și experimentează o accelerație maximă de 441 m/s^2 . Acest proces rulează continuu timp de 6 luni sau aproximativ 100 de milioane de cicluri înainte ca mașina să necesite reparare. Dacă privim cu atenție la partea superioară a corpului dozei, vedem că marginile sunt ondulate și inegale (fig. 6.a). Aceste nereguli apar în timpul formării, pentru a obține o margine uniformă, aproximativ 6 mm sunt tăiate din partea superioară cu o margine uniformă deasupra cutiei (fig. 6. b).

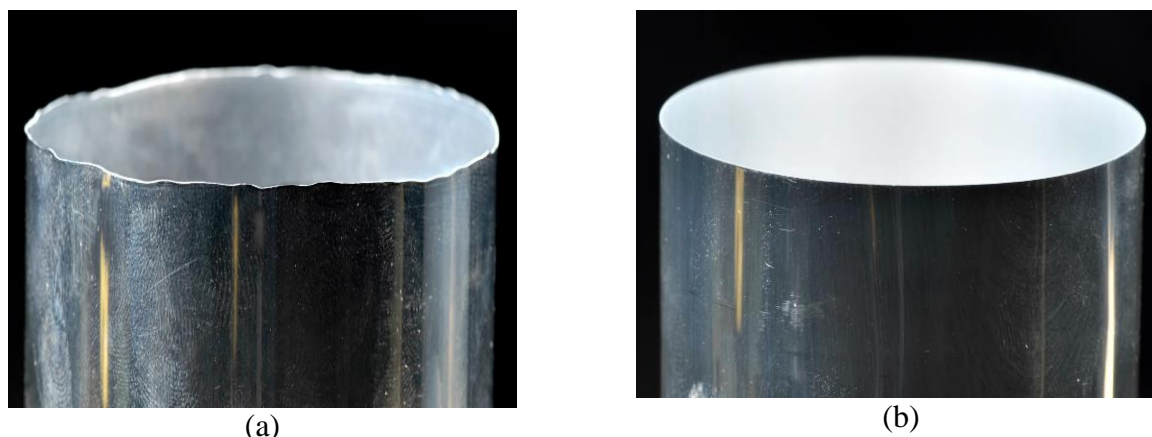


Figura 6. Vederea marginii semifabricatului până la înlăturarea bordurii și după înlăturarea ei

Formarea începe cu o doză cu pereții drepecți, partea superioară este deformată spre interior și apoi acest lucru se repetă mai sus pe peretele dozei (fig. 7), până când se atinge diametrul final. Fiecare dintre aceste etape funcționează prin introducerea unei matrițe interioare în corpul dozei, apoi împingerea unei matrițe exterioare numită manșon de gât în jurul exteriorului, manșonul de gât se retrage, matrița interioară se retrage și doza trece la etapa următoare. Gâtul este întins în mai multe etape diferite pentru a preveni pliarea aluminiului subțire.



Figura 7. Pregătirea semifabricatului pentru fălțuire.

După ce gâtul a fost format, partea superioară este flanșată și permite montarea capacului pe corp. Vederea în secțiune a dozei cu capacul montat este prezentată în fig. 8. a. Pentru ermetizarea volumului dozei, în timpul fălțuirii se utilizează un material etanșant (fig. 8. b).

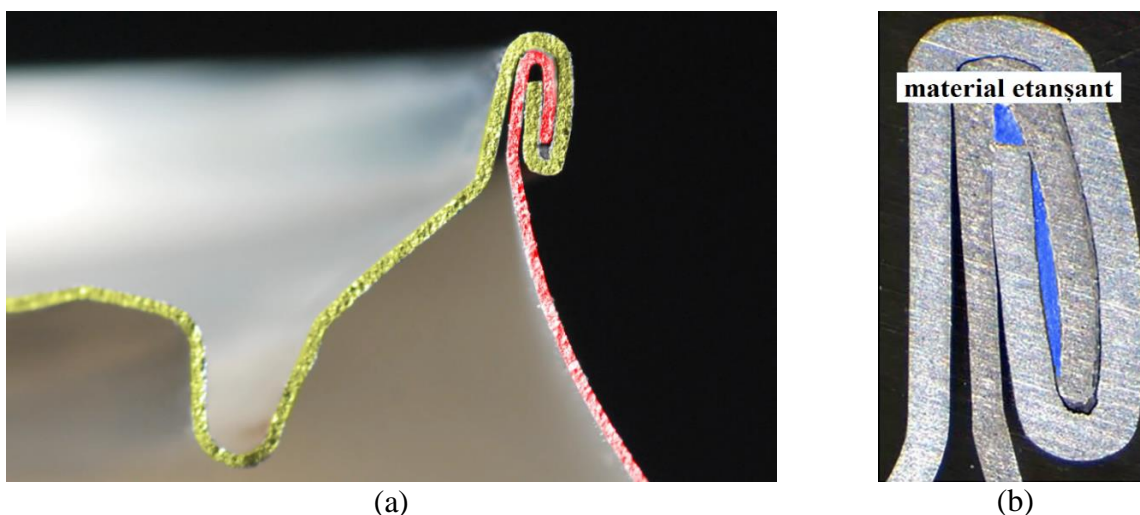


Figura 8. Vedere în secțiune a capacului fălțuit pe corpul dozei.

Concluzii

Dozele de aluminiu au parcurs mai multe etape de dezvoltare cu efecte pozitive asupra economiei mondiale și a mediului înconjurător. Forma actuală a dozelor, parametrii geometrici și dotarea acestora cu inel de deschidere care rămâne fixat de capac sunt rezultatele inovației și creativității ingineresti.

Referințe

1. Totten, G.E.; MacKenzie, D.S. Handbook of Aluminum: Vol. 1: Physical Metallurgy and Processes, 1st ed.; CRC Press: New York, NY, USA, 2003; pp. 1–33.
2. Știați că aluminiul..., [online] [accesat 24.03.2023]. Disponibil: <https://hartareciclarii.ro/homepage/stiati-ca/stiati-ca-aluminiul/>
3. Aluminium Recycling. By The International Aluminium Institute. [online] [accesat 24.03.2023]. Disponibil: <https://international-aluminium.org/resource/aluminium-recycling-fact-sheet/>
4. The ingenious design of the aluminum beverage can. [online] [accesat 25.03.2023]. Disponibil: <https://mundolatas.com/en/the-ingenious-design-of-the-aluminum-beverage-can/>