

CERCETĂRI PRIVIND MATRIȚE DE INECȚIE PRODUSE POLIMERICE CU ELEMENTE STRUCTURALE FABRICATE PRIN TEHNOLOGII ADITIVE

RESEARCH ON ADDITIVE MANUFACTURED MOLDS FOR POLYMERIC PRODUCTS

UȚĂ Mihai-Gigi

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, TCM, Anul de studii: 4,
e-mail: utamihai_17@icloud.com

Conducător științific: Prof. univ. dr. ing. **Constantin Gheorghe OPRAN**

Conducător științific: Drd.ing. **Camelia ROSIORU**

ABSTRACT: This paperwork represents the study of the modern additive manufacturing and how can this improve the way we are making molds in 2020. Most of the research is regarding the possibility of creating molds for short run production. If this approach was t reliable before, now, with the recent increase of quality, and mechanical properties of 3d printing, additive manufactured molds are possible. I have studied every additive manufactured technologies that exist in nowadays, and the way that we are using injection moulding and how we can make them work together for the best result in a small amount of time. Furthermore I am looking to create a mold for a plastic part that fits the dimension of an interchangeable tool from Meusburger.

CUVINTE CHEIE: Additive Manufacturing, Injection Molding, Interchangeable molds.

1. Introducere

Tema de cercetare include 2 tehnologii distincte întrepătrunse, pentru care s-a analizat pe scurt fiecare tip de tehnologie în parte pentru a sesiza particularitățile specifice fiecăreia.

1.1. Fabricare Aditivă

Fabricarea aditivă, cunoscută și ca 3D printing, este într-o ascensiune continuă în ultimii ani. Face parte din industria 4.0 și este prezentă în orice întreprindere care se respectă, în aproape orice liceu și universitate într-o varietate de forme.

Fabricarea aditivă se împarte în 7 categorii conform ISO:

- Stereolitografie – SLA / DLP
- Powder Bed Fusion (pentru metale) – DMLS SLM EBM
- Binder Jetting
- Modelare prin extrudare – FDM
- Material jetting – DOD
- Direct Energy Deposition – DED
- Laminarea de foi (LOM - UC)

1.2. Tehnologii de Injecție în Matrița

Tehnologia complexă de injecție este una dintre cele mai răspândite științe de prelucrare a materialelor de mase plastice prin intermediul căreia sunt fabricate numeroase produse, în principal cele din materiale polimerice.

• Injecția în matriță

Injecția în matriță se definește ca fiind operația de introducere sub presiune ridicată și cel mai adesea sub acțiunea căldurii, a unui material de tip monomaterial sau compozit în stare fluidă, semifluidă sau a suspensiilor unui corp într-un spațiu închis, respectiv cavitatea activă interioară a unei matrițe de injecție unde are loc răcirea și solidificarea lui, în scopul obținerii unui produs cu caracteristici bine determinate. [1]

• Matrița de injecție

Matrița de injecție se definește ca fiind un echipament alcătuit din mai multe piese componente asamblate cu cel puțin o piesă numită semimatriță cu o suprafață internă concavă reprezentând negativul produsului final, aceasta fiind cavitatea activă interioară a matriței, folosită pentru prelucrarea injecției sau combinat deformare plastică și injecție a unui material plasticizat pentru ca acesta să obțină forma interioară a produsului final. [2]

2. Stadiul actual privind matrițe de injecție produse polimerice cu elemente structurale fabricate prin tehnologii additive

Tematica problemei de la care s-a plecat a fost să vedem în ce măsură este posibilă realizarea unor piese polimerice prin injecție într-o matriță cu elemente structurale realizate prin tehnologii de fabricare aditive.

Bineînțeles am căutat online și am descoperit câteva articole realizate de 3D HUBS, o companie din Olanda și STRATASYS o companie din Statele Unite care confirmă teoria, dar fără să dea extraordinar de multe detalii. După această lectură, s-au putut trage mai multe concluzii.

Tehnologia de fabricare aditivă permite prin intermediul a câtorva materiale capabile să reziste la temperaturile și presiunile ridicate realizarea de matrițe capabile de o producție mică, 20 – 100 de piese.

În prezent există două tehnologii aditive care permit realizarea de piese cu acuratețe mare, din materiale care permit utilizarea în condițiile specifice unei matrițe de injecție, adică la temperaturi mari și presiuni ridicate: Mașinile SLA (stereolitografie și material jetting).

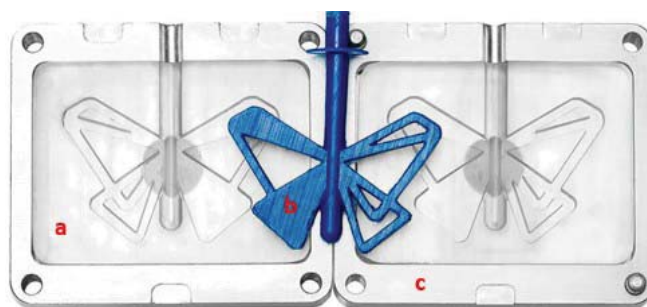


Fig. 1. – Varianta pentru matrițe interschimbabile compania Fromlabs [8]

În figura 1 se identifică 3 elemente distincte:

- a) Semi-matrița realizată din rășina formlabs (high temp) prin tehnologie SLA
- b) Piesa injectată, la care nu se cunosc nici materialul nici parametrii mașinii de injecție.
- c) Placa aluminium în care sunt inserate semi matrițele.



Fig. 2. – Varianta pentru matrițe interschimbabile compania Stratasys

Pentru cel de al doilea model, figura 2 s-a folosit digital ABS plus pentru tehnologia material jetting.

În vederea realizării practice a unei piese fabricate prin injecție în matriță, matrița cu elemente structurale fabricate prin tehnologii aditive asemenea figurilor 1 și 2 sunt necesare următoarele echipamente și materiale:

- Echipamentul Formlabs Form 2 (vezi figura 1) cu un volum de $145 \times 145 \times 175$ mm și cu capacitatea de a dezvolta straturi de până la $25 \mu\text{m}$ (25, 50, 100, 200,300). [3]
- Rășina „High Temp Resin” cu specificațiile din tabelul 2.1.

Tabelul 2.1 – Specificații tehnice rășina

Proprietate Mecanică	Curățat	Curățare + tratate termică	Curățat + dubla tratare termică	Metoda
Rezistența la tracțiune	20.9 MPa	58.3 MPa	48.7 MPa	ASTM D 638-14
Alungire la rupere	14 %	3.3 %	2.3 %	ASTM D 638-14
Dilatare termica	$118.1 \mu\text{m}/\text{m}/\text{ }^\circ\text{C}$	$79.6 \mu\text{m}/\text{m}/\text{ }^\circ\text{C}$	$74.5 \mu\text{m}/\text{m}/\text{ }^\circ\text{C}$	ASTM E 831-13
Deformare la caldura la 0,45 MPa	$49 \text{ }^\circ\text{C}$	$120 \text{ }^\circ\text{C}$	$238 \text{ }^\circ\text{C}$	ASTM D 648-16
Deformare la caldura la 1,8 MPa	$44 \text{ }^\circ\text{C}$	$78 \text{ }^\circ\text{C}$	$101 \text{ }^\circ\text{C}$	ASTM D 648-16

Din tabelul 2.1 se poate extrage următoarea concluzie: Pentru aplicația curentă se va utiliza cel puțin o tratare termică, dar se pot lua în vedere ambele variante pentru a trage concluzii privind diferența de timp / calitate a produsului injectat între cele două tipuri de tratare termică [4].

- Echipamente pentru tratare termică.

- Matrița modulară. Meusburger, un producător austriac recunoscut pe plan mondial, fabricant de plăci pentru matrițe și elemente structurale pentru acestea oferă matrițe în varianta modulară a căror dimensiuni este satisfăcătoare aplicației curente [5].

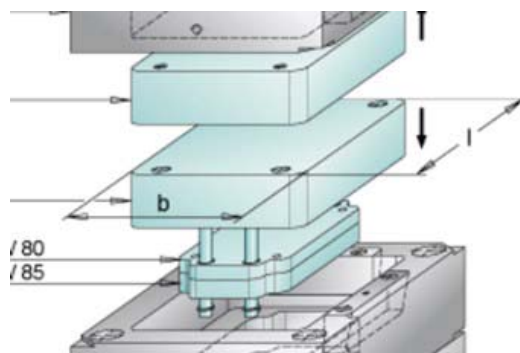


Fig. 3. Elemente interschimbabile Meusburger [6]

Tabelul 2.2 – Dimensiuni plăci modulare

Nr. Crt.	1	2	3	4	5	6	7
b	100	100	130	130	170	170	210
l	140	190	180	230	220	270	260
B	156	156	196	196	246	246	296
L	196	246	246	296	296	346	346

Unde **b** și **l** sunt dimensiunile plăcilor interschimbabile, iar **B** și **L** sunt dimensiunile plăcilor în care se montează plăcile interschimbabile.

Aplicația curentă impune ca dimensiunile plăcii să se încadreze în 145 x 145 mm. [7]

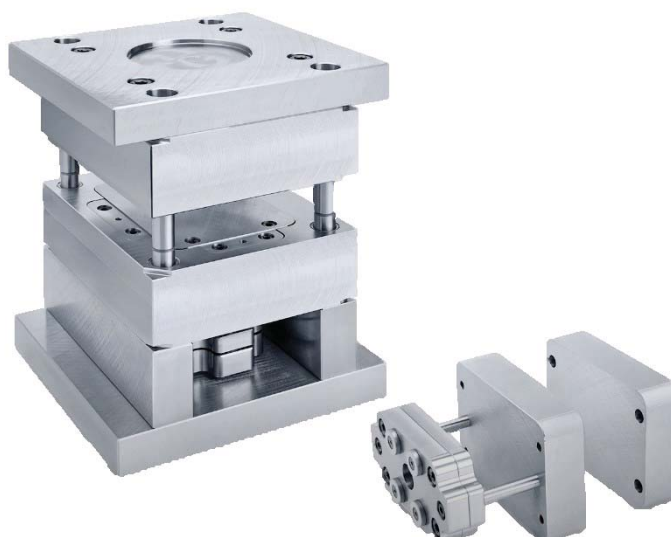


Fig. 5. – Meusburger – Matrița cu plăci interschimbabile potrivită pentru piesa elementul obturator [7]

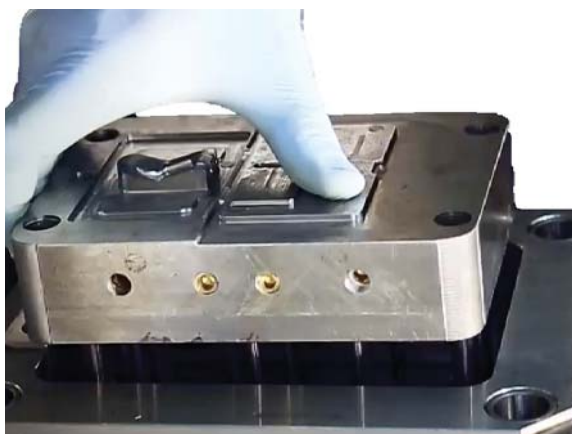


Fig. 6 – Meusburger – înlocuirea elementelor interschimbabile pentru fabricarea de alte produse [7]

3. Contribuții privind matrițe de injecție produse polimerice cu elemente structurale fabricate prin tehnologii additive

Această tehnologie se va aplica cu precădere pieselor din industria auto acolo unde există mai multe intrări până se ajunge la designul și funcționalitatea finală a produsului, evident pentru piesele care respectă condițiile tipodimensiunii.

În ansamblul unui autoturism, care este reprezentat de 30% plastic, se va putea aplica aceasta metoda de fabricare pentru următoarele tipuri de piese :

Detalii din zona postului de conducere – butoane de comanda / mâner acționarea ușă / buton de acționare înmuietoare / elemente din ventilația autoturismului.

Elementul pe care s-a studiat soluția tehnica este o piesa din ansamblul obturatorului de la ventilația AC, vezi figura 4.



Fig. 4. – Element sistem ventilație

Acest timp de element trece adese prin schimbări ale designului și ale cotelor dimensionale, ceea ce îndeamnă tot mai mult la utilizarea fabricării produsului în matrițe modulate cu elemente interschimbabile.

Fabricarea în această variantă reduce costurile și timpul de producție, facilitând testarea rapidă a produsului. Se poate opta chiar pentru o reducere drastică a costurilor, pentru ca pe aceeași matrița modulara prin înlocuirea plăcilor interschimbabile se pot fabrica piese precum butoanele de comanda sau mânerul ușilor, vezi fig. 5 și fig. 6.

Fabricarea aditivă a acestor elemente interschimbabile aduc pe lângă numeroasele avantaje în ceea ce privește rapiditatea prin care sunt elaborate matrițele de injecție pentru produse polimerice și dezavantajul uzării rapide și un număr scăzut de piese ce se pot injecta în aceste cavități, ceea ce amplasează această tehnologie în faza de dezvoltare a proiectelor (în

perioada in care produsul nu este definit 100%, perioada de teste). Nu se dorește ca aceasta tehnologie sa înlocuiască matrițele fabricate prin tehnologii clasice, ci se aspiră către perfecționarea produsului injectat, prin scurtarea timpilor de decizie ca rezultat al punctelor forte ce sunt oferite de tehnologia aditiva si a matrițelor cu elemente interschimbabile.

Contribuția personală se remarcă în utilizarea tehnologiei de fabricare aditivă pentru matrițe de injecție pentru piese elemente ventilație autovehicul (vezi fig. 4)

Realizarea matriței piesei/pieselor pentru elemente ventilație autovehicul face tematica continuării acestei lucrări, pentru lucrarea de diploma.

4. Concluzii

Îmbinarea tehnologiei de injecție in matrița cu tehnologia de fabricarea aditiva, poate conduce la economii uriașe in industrie, acolo unde este nevoie de mai multe integrații pana se ajunge la un design final al produsului (cel puțin 3-5 modificări ale formei produsului). Economie care se propaga nu doar in bugetul companiei ci și in fondul de timp al acesteia.

Plăcile interschimbabile fabricate prin tehnologii aditive sunt utilizabile pentru anumite tipodimensiuni de piese, conform tabelului 2.2

Producția produselor polimerice trebuie sa fie scăzută întrucât uzura plăcilor interschimbabile fabricate prin tehnologii aditive se manifesta rapid, la un număr scăzut de piese, 20 – 100.

Există restricții in ceea ce privește complexitatea pieselor ce trebuie injectate, inclinarea suprafețelor pentru a facilita ieșirea din Semimatrițe trebuie sa fie cel puțin 2° fata de axa principala. Nu se admit suprafețe care formează sub tăieturi (undercut) adică suprafețe care generează alte axe fata de cea principala.

5. Bibliografie

- [1]. OPRAN Constantin Gheorghe; 2017; Tehnologia produselor din materiale avansate, Îndrumar laborator; Editura BREN; București, Romania; pp.158; ISBN 978-606-610-097-8; pp.158.
- [2]. OPRAN Constantin Gheorghe; 2016; Tehnologii de injecție în matriță produse polimerice; Editura Bren; București, Romania; pp.252; ISBN 978-606-610-201-8; pp.253.
- [3]. OPRAN Constantin Gheorghe; 2014; Tehnologii de injecție în matrițe, Îndrumar proiectare; Editura Bren; București, Romania; pp.108; ISBN 978-606-610-085-4; pp.109.
- [4]. OPRAN Constantin; NICOLAE Vasile; RACICOVSCHI Vasile; 2004; Biostructuri polimerice degradabile in mediu natural; VASILE GOLDIS University Press; ARAD, Romania; pp.146; ISBN 973-664-041-8.
- [5]. From 2 User Guide, Formlabs, 2018
- [6]. High Temp Resin DATA SHEET, 2019
- [7]. Meusburger Catalog Online, 2020
- [8]. 3D HUBS – KNOW HOW