

## DEZVOLTARE INDUSTRIALĂ PRIVIND MODULE ALE UNEI MATRIȚE DE INECȚIE

### INDUSTRIAL DEVELOPMENT ON MODULES OF AN INJECTION MOLD

BARBU Radu-Cristian, BUCĂ Julia-Elena, DINU Alexandra-Maria  
Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Inginerie economică industrială,  
Anul de studii: 4 AC, 642 AC, e-mail: radubarbu0@gmail.com

Conducători științifici: Ing. **Gannam NASIM** – SC Dr. Kocher,  
Ing. **Nicolae Onorel POLOVȚEV** – SC Dr. Kocher, Prof. dr. ing. **Marian GHEORGHE**

*SUMMARY: The injection molding and, respectively, the injection molds are achieved in relation to the requirements of functionality and technologicality, the complexity of the phenomena, the available resources, etc. An injection mold is developed, in industrial conditions, based on initial 2D assembly and parts drawings. Thus, the 3D models of the special parts are created and the 3D models of the standardized parts are imported. Progressively, 3D models of the injection component modules are generated. Simulations of some working processes of the injection mold are performed.*

*CUVINTE CHEIE: inecție în matriță, modelare 3D, matriță de inecție, simulare.*

#### 1. Introducere

Obiectivul acestei lucrări este de a prezenta elemente generale și un studiu de caz privind definirea și dezvoltarea, în condiții industriale, a unor module componente ale unei matrițe de inecție.

Metodologia de cercetare – dezvoltare este structurată în raport cu următoarele elemente de referință: cadrul general; resurse de proiectare; generarea și simulare funcționării unor module ale matriței de inecție.

#### 2. Considerații generale

În funcție de natura anumitor legături constructiv-funcționale, produsele pot fi de tip piesă sau ansamblu. Ansamblul este o reuniune de piese interdependente constructiv-funcțional. Un produs este funcțional și tehnologic, dacă toate caracteristicile sale îndeplinesc condițiile [2]:

$$(N + A_{\text{inf}})_j \leq CF_{j\text{ef}} \leq (N + A_{\text{sup}})_j, j = \overline{1, f} \quad (1)$$

$$(N + A_{\text{inf}})_j \leq CT_{j\text{ef}} \leq (N + A_{\text{sup}})_j, j = \overline{1, t} \quad (2)$$

unde:  $N$ ,  $A_{\text{inf}}$  și  $A_{\text{sub}}$  sunt valoarea nominală, abaterea inferioară și abaterea superioară prescrise caracteristicii;  $CF_{j\text{ef}}$  și  $CT_{j\text{ef}}$  - valorile efective ale caracteristicilor funcționale și tehnologice considerate.

Ingineria de produs și de proces se realizează prin etapele: Concepție, Design, Prototip, Fabricație, Livrare (Fig. 1) [5].

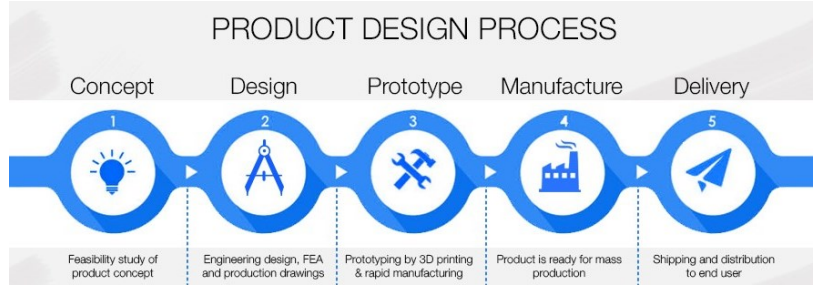


Fig. 1. Etape ale ingineriei de produs și de proces [5]

Matrița de injecție este elementul de tip sculă al unui sistem tehnologic de fabricare [2], prin care se realizează piese din material plastic.

Principalele elemente componente ale unei matrițe de injecție (Fig. 2) sunt de tip: placă de bază mobilă, placă distanțier mobilă, placă intermediară mobilă, placă formă mobilă, placă formă fixă, placă intermediară fixă, placă distanțier fixă, placă de bază fixă [10]. O matriță de injecție mai poate avea în componență [10]: elemente de fixare (șuruburi, bușe, cleme), elemente de ridicare (inele, bride), elemente de extracție produs (extractori, placă extractoare), elemente de formare produs (cuib, miez, bac), sisteme cameră caldă, circuite (electric, apă, material plastic, ulei), prize, conectori (nipluri de răcire, prize electrice), elemente auxiliare (cilindri pneumatici, cilindri hidraulici, senzori etc.).

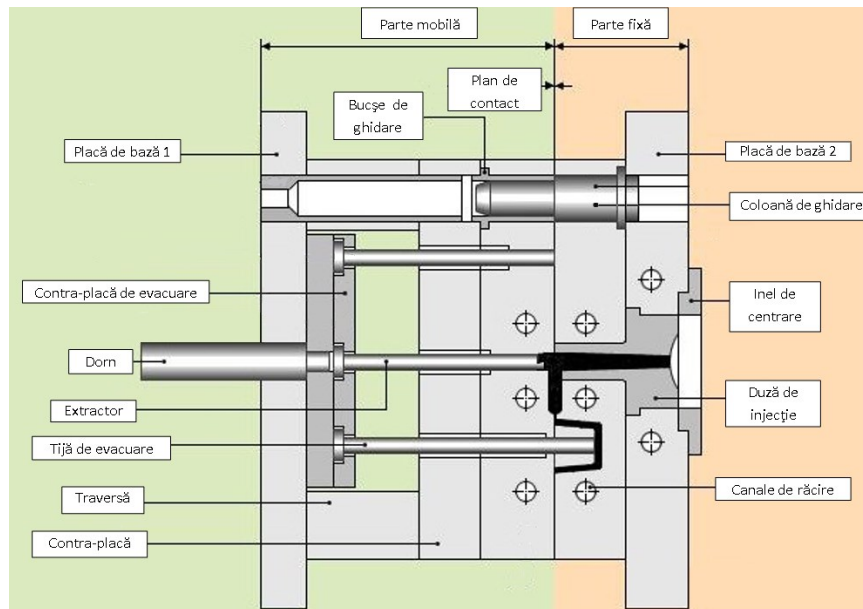
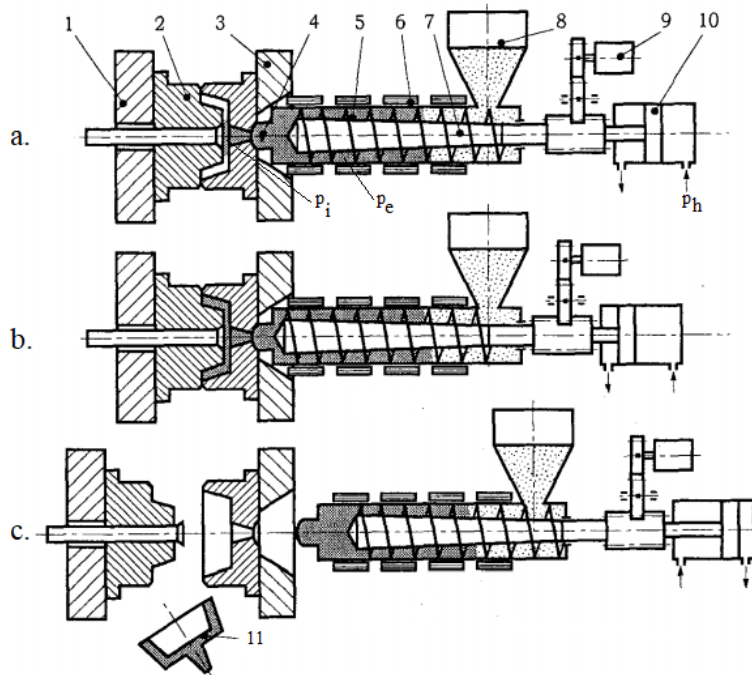


Fig. 2. Componente ale unei matrițe de injecție (adaptare după [10])

Operația de injecție în matriță este formată din mai multe faze: alimentarea materialului (dozare); încălzirea și topirea materialului în cilindrul mașinii; închiderea matriței; introducerea materialului topit sub presiune în matriță; solidificarea și răcirea materialului în matriță; deschiderea matriței; evacuarea piesei injectate din matriță (Fig. 3). Fazele nu sunt perfect delimitate. Astfel, planificarea termică a materialului începe înaintea deschiderii matriței și evacuării produsului [6].

În cadrul procesului de injecție în matriță (Fig. 3), materia primă sub formă de granule se introduce în pâlnia de alimentare 8, de unde cade în cilindrul de injectare 5. Din cilindrul de injectare,

materialul plastic este transportat de către melcul 7, în timpul mișcării de rotație, spre duza de injecție 4. Mișcarea de rotație a melcului se realizează cu ajutorul sistemului de acționare 9. În timpul transportului, granulele ajung în stare topită ca urmare a frecărilor, precum și a încălzirii cilindrului de către corpurile de încălzire 6. Materialul plastic topit este transferat sub presiune în matrița de injecție 2, de către melcul 7, ca urmare a presiunii exercitate de sistemul de acționare 10. După solidificarea și răcirea materialului în matriță, platoul mobil 1 al mașinii se îndepărtează de platoul fix 3. Astfel, matrița se deschide și ca urmare a acționării sistemului de evacuare, piesa injectată 11 este eliminată din matriță [1].



- 1 – Platou mobil
- 2 – Matriță
- 3 – Platou fix
- 4 – Duza de injecție a mașinii
- 5 – Cilindru
- 6 – Corp de încălzire
- 7 – Melc
- 8 – Pâlnie de alimentare
- 9 – Sistem de acționare în mișcare de rotație
- 10 – Sistem de acționare în mișcare de translație
- 11 – Piesă injectată

a – injecția materialului în matriță,  
 b – solidificarea și răcirea topiturii,  
 c – deschiderea matriței și evacuarea reperului din matriță.

$p_h$  – presiune hidrolică,  
 $p_e$  – presiune exterioară,  
 $p_i$  – presiune interioară.

Fig. 3. Schema de principiu a injecției în matriță (adaptare după [6])

Polimerii sunt utilizați frecvent în industria materialelor plastice și a compozitelor. Polimerii includ o gamă de materiale cu o varietate de proprietăți. Cu toate acestea, au o rezistență mecanică mai mică decât metalele. Pentru a rezolva această problemă, materialele plastice armate cu fibre de sticlă sau carbon (FRP) au fost utilizate practic și aplicate elementelor structurale unde este necesară o rezistență mecanică ridicată. Temperatura de utilizare este, în general, sub 100°C [9].

În timpul procesului de injecție, forța care tinde să deschidă cele două părți principale ale matriței se poate calcula [1] cu relația:

$$F_d = k_2 p_0 A_{ep} \quad (3)$$

unde:  $F_d$  reprezintă forța de deschidere din matriță;  $A_{ep}$  – aria efectivă a proiecției piesei injectate pe planul de separație al matriței;  $k_2$  – coeficientul ce ține cont de agregatul de plastifiere.

Sustenabilitatea, costul și timpul de fabricare sunt elemente cheie în procesul de dezvoltare a unei matrițe de injecție cu canale de răcire conforme. Analiza detaliată a elementelor constructive și de proces privind injecția în matriță a unui reper critic (Fig. 4) conduce la soluții tehnologice acceptabile [11].

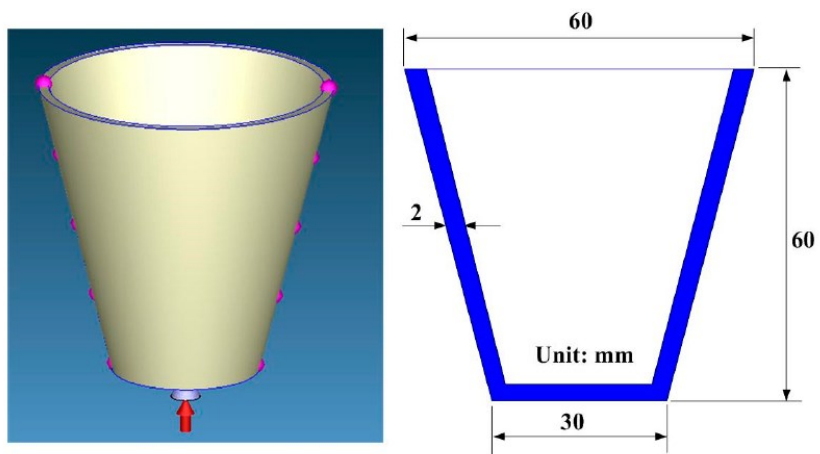


Fig. 4. Model CAD și secțiune asociate reperului produs prin injecție în matriță [11]

### 3. Dezvoltarea modulelor unei matrițe de injecție

Se consideră dezvoltarea unei matrițe de injecție, *Matriță DK MJ01*, în condiții de producție industriale [3].

Pe baza unor desene inițiale de ansamblu și ale reperelor componente, de tip 2D, s-au creat modelele 3D ale reperelor speciale și s-au importat modelele 3D ale reperelor tipizate [7], prin proiectare asistată în cadrul programului Inventor [8] sau SolidWorks [4]. Modelele 3D ale unor reperi componente sunt prezentate în Fig. 5.

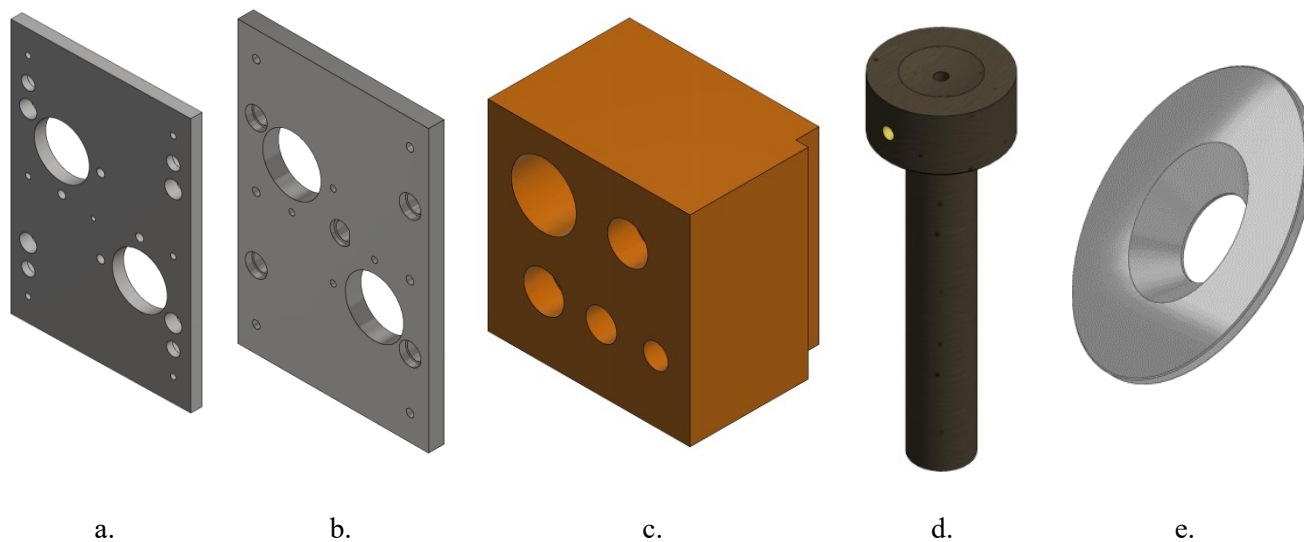


Fig. 5. Modele 3D ale unor reperi ale *Matriței DK MJ01*: componente speciale – a/ placă port-aruncătoare, b/ placă aruncătoare, c/ ghidaj bac; componente tipizate - d/ duză de alimentare, e/ inel de centrare fix

În continuare, s-au asamblat modelele 3D realizate sau importate. Modulele principale rezultate ale *Matriței DK MJ01*, respectiv, *Modulul mobil* și *Modulul fix*, sunt prezentate în Fig. 6.

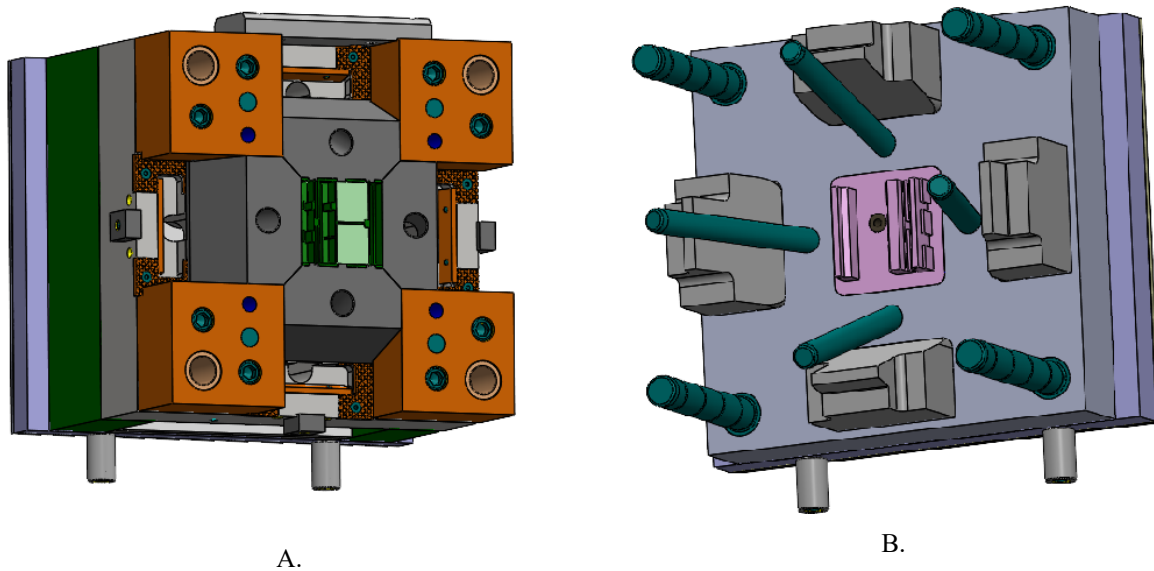


Fig. 6. Modelele 3D ale modulelor principale ale *Matriței DK MJ01*: A – *Modulul mobil*, B - *Modulul fix*

Două modele 3D ale *Matriței DK MJ01*, respectiv, *Ansamblul general* și o *Secțiune axială mediană*, sunt prezentate în Fig. 7.

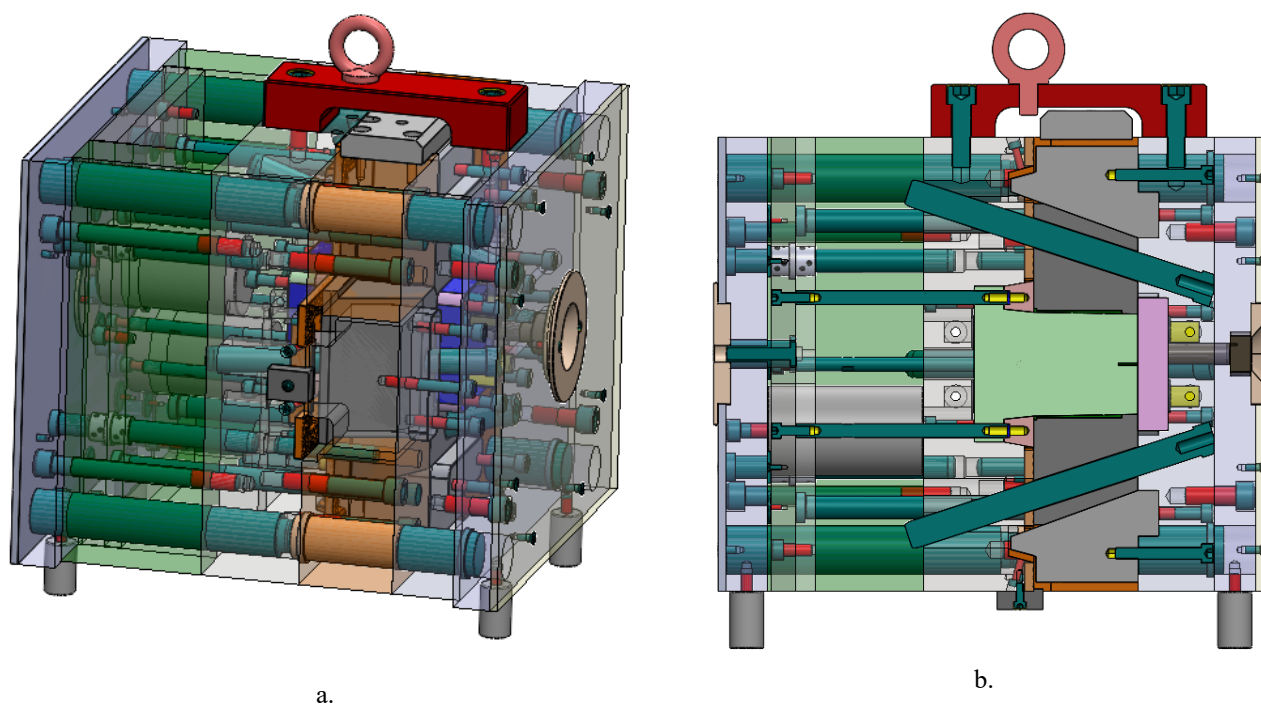


Fig. 7. Modele 3D ale *Matriței DK MJ01*: a – *Ansamblul general*, b – *Secțiune axială mediană*

S-au realizat simulări ale unor procese de lucru ale matriței de injecție modelate (Fig. 8).



Fig. 8. Simulări ale unor procese de lucru ale *Matriței DK MJ01*

#### 4. Concluzii

Procesul de injecție în matriță și, respectiv, matrițele de injecție se dezvoltă prin modelare asistată, în raport cu cerințele de funcționalitate și tehnologicitate, complexitatea fenomenelor etc.

S-a realizat dezvoltarea unei matrițe de injecție, în condiții de producție industriale, prin crearea modelelor 3D ale componentelor speciale și importarea modelelor 3D ale componentelor tipizate. S-au generat modelele 3D ale modulului mobil, modulului fix ale matriței de injecție și, corespunzător, modele 3D ale ansamblului și secțiunii axiale mediane ale matriței de injecției.

S-au realizat simulări ale unor procese de lucru ale matriței de injecție.

Dezvoltarea continuă a modelării și simulării proceselor și sistemelor de injecție de matriță este benefică atât educațional, cât și industrial.

#### 5. Bibliografie

- [1] Șereș I., 1996, *Injecția materialelor termoplastice*, Editura Imprimeriei de Vest Oradea, Oradea, ISBN 973-97652-6-2.
- [2] Gheorghe M., *Bazele ingineriei și managementului*, Note de curs, UPB, 2017-18.
- [3] \*\*\*, *Matrițe de injecție*, SC Dr. Kocher, 2021, <https://www.drkocher.ro/>.
- [4] \*\*\*, *Programul SolidWorks 2021*, SC Dr. Kocher, 2021, <https://www.drkocher.ro/>.
- [5] \*\*\*, *Inginerie de proces și produs*, CORG Engineering, <https://corg.ro/activitati-de-inginerie/inginerie-de-proces-si-produs/> (accesat la 07.05.2021).
- [6] \*\*\*, *Dokumen*, <https://dokumen.tips/documents/injecție-mase-plastice.html> (accesat la 10.05.21).
- [7] \*\*\*, *HASCO*, <https://www.hasco.com/en/> (accesat la 06.05.2021).
- [8]i\*\*\*, *Programul Inventor Professional 2021*, Universitatea POLITEHNICA din București, Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică. 2021.
- [9] Yasuhiko Murata și Ryota Kanno, 2021, *Effects of Heating and Cooling of Injection Mold Cavity Surface and Melt Flow Control on Properties of Carbon Fiber Reinforced Semi-Aromatic Polyamide Molded Products*, [Polymers | Free Full-Text | Effects of Heating and Cooling of Injection Mold Cavity Surface and Melt Flow Control on Properties of Carbon Fiber Reinforced Semi-Aromatic Polyamide Molded Products \(mdpi.com\)](https://www.mdpi.com/Polymers) (accesat la 05.05.2021).
- [10]i\*\*\*, *Moule à injection des thermo-plastiques*, [Moule a injection \(numericable.fr\)](http://www.numericable.fr/) (accesat la 07.05.2021).
- [11] Kuo, C.-C., Nguyen, T.-D., Zhu, Y.-J., Lin, S.-X., *Rapid Development of an Injection Mold with High Cooling Performance Using Molding Simulation and Rapid Tooling Technology*. *Micromachines* 2021, 12, 311. <https://doi.org/10.3390/mi12030311>.