

PROCEDEE INOVATIVE ÎN INJECTAREA MATERIALELOR TERMOPLASTICE. INECȚIA CU GAZ.

Drd. ing. Horia, UNGUR; Drd. ing. Sorin, ILIE; Prof. univ. dr. ing. Ioan, MIHĂILĂ
S.C. PLASTOR S.A. Oradea, S.C. PLASTOR S.A. Oradea, UNIVERSITATEA ORADEA

Resubmit: Gas assisted injection moulding (GAM), although discovered in middle 70's, has developed explosively in the late 90's. The technique is based on the principle of injection under pressure of a lower viscosity material (gas) through a greater viscosity material (the polymer). Compared to classical injection moulding, this technique allows a up to 40% reduction of the part weight, combined with a up to 30% reduction of the cycle time.

1. PREZENTAREA PROCEDEULUI

Piese injectate din materiale termoplastice urmăresc să răspundă unor cerințe tot mai ridicate, nu numai sub aspectul calității, dar și al competitivității, din punctul de vedere al costurilor.

Injecția asistată de gaz este probabil unul dintre cele mai inovative procese care au devenit disponibile pentru industria de injecție, dar în același timp și cel mai puțin înțeles procedeu. O bună definiție pentru injecția asistată de gaz ar fi: „o metodă de presurizare a unei piese injectate prin intermediul gazului, printr-o rețea de canale de curgere sau direct în piesă, pentru a furniza forța necesară de compactizare pentru obținerea unui produs injectat de calitate”. [1]

Procedeu se bazează pe principiul injecției sub presiune a unui material de vâscozitate mai redusă (gazul), într-un alt material de vâscozitate mai mare (topitura de polimer). Tendința firească a gazului este să caute locurile de minimă rezistență pentru a trece, și acestea sunt în miezul topiturii, unde vâscozitatea este mai mică. Astfel devine posibil controlul curgerii gazului și aplicarea presiunii în punctele dorite pentru obținerea unor secțiuni continue.

Se poate face o clasificare a procesului în funcție de locul acționării gazului:

a. procese cu presiune internă de gaz

Denumit pe scurt GIT (gas injection technique) s-a dezvoltat pentru producția de serie mari a reperelor cave, precum și pentru repere cu cavități parțiale. Astfel, se injectează gaz (cel mai frecvent azot), cu o presiune de 25 până la 300 bari în interiorul polimerului topit, topitura fiind dată la o parte în favoarea unui canal de gaz.

Noțiunea este valabilă pentru două procese diferențiate:

1. *Procedeu standard*

Cavitatea este preumplută cu o cantitate definită de topitură, în proporție de 50 până la 80%. În cavitatea parțial umplută se injectează gazul, cavitatea fiind astfel complet formată. Presiunea gazului preia funcția presiunii ulterioare. În funcție de locul elementului de injecție al gazului deosebit :

i. sistemele GIT cu duza de injecție a gazului poziționată în duza mașinii:

Începe injecția materialului plastic (stagiul 0) ; materialul este injectat într-o anumită proporție în cavitatea matriței (stagiul 1) ; injecția gazului începe după terminarea injecției materialului plastic (stagiul 2) ; gazul umple miezul materialului plastic (stagiul 3) și realizează compactarea materialului, luând locul presiunii ulterioare; după solidificarea materialului plastic duza de injecție a gazului se deschide permițând evacuarea acestuia.

ii. sistemele GIT cu duza de injecție a gazului poziționată în matriță:

Deosebirea față de cazul precedent constă în poziționarea duzei de injecție a gazului, care în acest caz este plasată în matriță.

În figura 1 sunt prezentate comparativ cele două variante expuse mai sus.

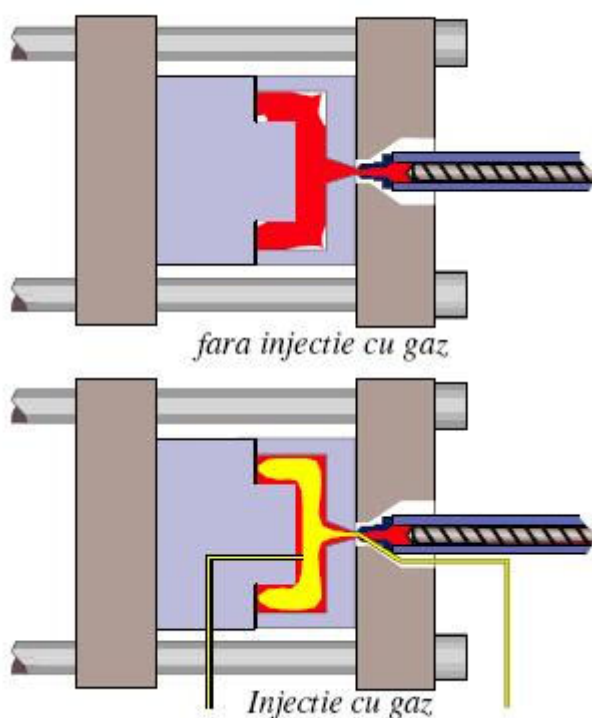


Fig. 1 Injectia cu presiune internă de gaz duza de gaz în matriță / prin duza mașinii

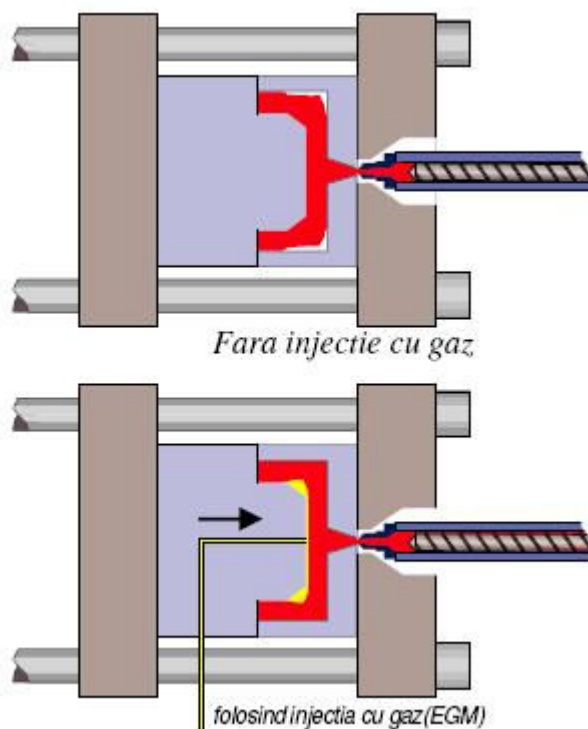


Fig. 2 Injectia cu presiune externă de gaz

2. Procedul de suflare al topiturii cu gaz

Este opus variantei standard și se caracterizează prin aceea că, în acest caz cavitatea matriței este umplută complet cu topitură. Duza de injecție a gazului conduce gazul sub presiune în cavitate, miezul plastic al reperului fiind astfel înlăturat.

La acest procedeu duza de injecție a gazului se va plasa departe de angus, de duza de injectare a materialului plastic, topitura suplimentară fiind înlăturată fie în cilindru de plastifiere fie în cavități secundare. În această ultimă situație volumul cavităților trebuie corelat cu cantitatea de topitură ce trebuie înlăturată. Acest volum se poate produce și prin retragerea unor miezuri, corelată cu momentul introducerii gazului.

Stagiile procesului în această variantă ar fi:

- ✓ Injectarea topiturii, la nevoie cu presiune ulterioară;
- ✓ Suflarea (înlăturarea) topiturii cu ajutorul gazului introdus în aceasta printr-o duză de injecție (posibil în cele două variante prezentate la punctul 1);
- ✓ Aerisirea și eliminarea gazului, eventual cu recuperarea acestuia.

b. procese cu presiune externă de gaz

Pentru multe componente designul și calitatea suprafeței sunt aspecte esențiale și frecvent imposibil de realizat prin procedeele standard de injecție. Acest proces, denumit și EGM (external gas molding), utilizează presiunea gazului într-o manieră diferită de procedeul GIT. Astfel, după ce umplerea cavității este completă, gazul este injectat între suprafața matriței și materialul topit. Presiunea gazului apasă asupra unei suprafețe predeterminate a piesei și acționează ca o pernă de presiune pe toată durata răcirii materialului plastic. Astfel presiunea gazului compensează contracția volumică a materialului plastic în timpul răcirii și minimizează sau chiar elimină retasurile de pe suprafața opusă acțiunii sale, datorate nervurilor sau diferențelor de grosime de perete ale piesei. Comparativ cu presiunea ulterioară în injecția standard, folosită în același scop, este eficientă și egală în orice punct al piesei chiar de la terminarea curgerii materialului plastic.

Procedeul este exemplificat în fig. 2. Sunt puse în evidență, atât în cazul GIT (fig. 1) cât și în cazul EGM (fig. 2) avantajele față de injecția clasică.

2. APLICAREA PROCEDEULUI GIT PENTRU MÂNER ARAGAZ

În această lucrare este prezentat cazul unui reper din producția de piese injectate de la SC PLASTOR SA denumit „Mâner aragaz SIGMA”, obținut prin procedeul de injecție cu gaz GIT, prin duză situată în matriță. Piesa este prezentată în fig.1.

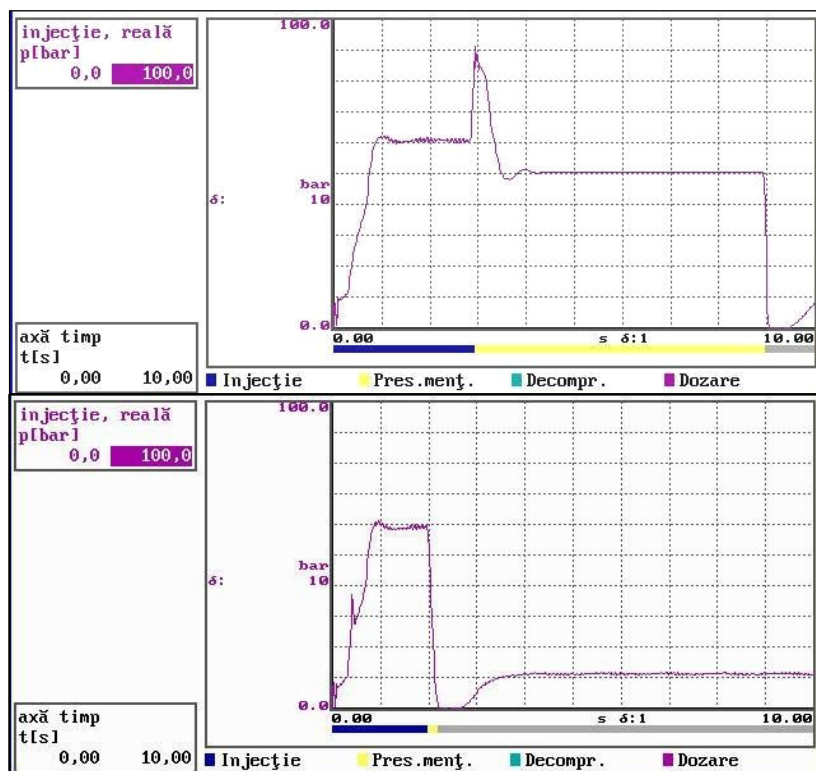


Fig. 1

Această piesă urmează a fi montată pe ușa unui cuptor de aragaz, motiv pentru care trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- Abateri dimensionale minime;
- Calitate foarte bună a suprafeței (piesă de aspect);
- Competitivitate (costuri minime).

Diagramele de injecție ale proceselor sunt prezentate în fig. 2.



a) injecție clasică

$$p_{\max.\text{inj.}} = 96 \text{ barr}$$

$$p_{\text{menținere}} = 50 \text{ barr}$$

$$p_{\text{menținere specifică}} = 500 \text{ barr}$$

b) injecție cu gaz

$$p_{\max.\text{inj.}} = 63 \text{ barr}$$

$$p_{\text{inj. gaz}} = 85 \text{ barr}$$

$$p_{\text{menținere specifică}} = 85 \text{ barr}$$

Fig. 2 Diagramele de injecție p-t (presiune-timp)

Prin injecția clasică nu se pot elimina contracțiile locale ce apar pe suprafața piesei (fig. 3).



Fig. 3 Contractii locale pe piesa injectată prin procedeul clasic

Piesa obținută în urma injecției asistate de gaz este prezentată în fig. 4.



Fig. 4 Piesa injectată folosind procedeul GIT

Prezentăm în tab. 1 datele de calcul ale costurilor pieselor obținute prin cele două procedee:

Tab. 1 Parametrii procesului: injecție clasică comparativ cu injecție cu gaz

<i>Injecția clasică</i>			<i>Injecția cu gaz</i>		
Material	PBT+36%GF	2.8 Eur/kg	Material	PBT+36%GF	2.8 Eur/kg
Consum	240	g	Consum	146	g
Timp ciclu	120	s	Timp ciclu	86	s
			Gaz	Azot	2.22 Eur/m ³
			Consum gaz	34	m ³ /1000 buc.
Nr. cuiburi	2		Nr. cuiburi	2	
Proiectia ariei	252	cm ²	Proiectia ariei	252	cm ²
Grosime medie de perete	6	mm	Grosime medie de perete	2.5	mm

Pentru o producție de serie executată pe o mașină Arburg 470C 1600-625 cu costuri ale orei de injecție de 12 Eur/h obținem următoarele costuri pentru 1000 piese:

Injecția clasică:
 $C_1 = 872 \text{ Eur}/1000 \text{ buc.}$

Injecția cu gaz:
 $C_2 = 616 \text{ Eur}/1000 \text{ buc.}$

Echipamentul auxiliar necesar procesului, constând într-un compresor, cu rolul de a genera o presiune de până la 300 bari, presiunea de lucru maximă cu acest procedeu, și centralina sau unitatea de control computerizată a gazului, ce realizează comanda și controlul introducerii gazului în cavitate, presupune o investiție de până la 20.000 Eur.

Pentru o producție de 100.000 piese pe an, se obține:

Reducere cost = 25.600 Eur/100.000 buc.

Se observă că amortizarea instalației se realizează după nici un an de zile, iar reducerea de cost obținută prin folosirea procedurii este de aproximativ 30%.

În plus, după cum se observă din fig. 1 presiunea maximă de injecție în varianta clasică este de 96 bari, cu mult mai mare decât în cazul folosirii injecției cu gaz (63 bari). Aceasta duce nu numai la solicitări mai mici ale utilajului și matriței, dar și la forțe de închidere necesare mai mici. Există deci posibilitatea folosirii unei mașini de tonaj mai mic, ce atrage după sine și costuri de execuție mai mici.

Calculând forța de închidere necesară atât în faza dinamică de injecție, cât și în cea statică de presiune ulterioară pentru fiecare din cele două procese obținem:

Tab. 3 Forța de închidere necesară a utilajului

Faza dinamică (injecție) kN	Faza statică (p ulterioară) kN	
1260	180	<i>Injecția clasică</i>
214	705	<i>Injecția cu gaz</i>
1260	705	<i>Forța maximă de închidere (kN)</i>

După cum se observă din tab. 3, forța maximă de închidere necesară în cazul injecției cu gaz este cu 44% mai mică decât în cazul injecției clasice. În timp ce în cazul injecției clasice forța maximă de închidere apare în timpul fazei dinamice de injecție, în cazul injecției cu gaz aceasta apare în timpul fazei statice de compactare.

3. CONCLUZII

Așa cum s-a văzut în paragraful 2, folosirea procedurii de injecție cu gaz, nu numai că face posibilă obținerea reperului în condițiile de calitate solicitate de client, prin înlăturarea contracțiilor locale, imposibil de eliminat prin procedeul clasic, dar aduce și o serie de beneficii care au ca rezultat reducerea drastică a costurilor de producție.

Se observă timpul relativ scurt de amortizare a investiției necesare folosirii acestui procedeu. În ceea ce privește matrița, în cazul procedurii GIT cu duza de injecție a gazului în duza mașinii, matrița nu trebuie să sufere nici o modificare. În cazul în care duza de gaz este plasată în matriță costurile de adaptare a acesteia sunt minime, presupunând introducerea unei duze simple de gaz în matriță, ea putând funcționa oricând prin procedeul clasic.

Prezentăm avantajele pe care le aduce acest procedeu în cazul mai sus studiat față de procedeul de injecție clasică.

- Reducerea greutateii reperului (economie de material): 39 %;
- Reducerea timpului de ciclu: 28 %;
- Reducerea forței maxime de închidere necesare: 44 %;
- Reducere a costurilor de producție: 29 %.

Este adevărat că procedeul nu se pretează la orice geometrie de piesă, sau la orice tip de material termoplastic, însă avantajele pe care le aduce fac demnă de luat în seamă posibilitatea folosirii sale ori de câte ori avem ocazia.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Gas assist injection molding, Paul Dier & Richard Goralski, Bauer, Norfolk Virginia, 2000 ;
- [2] Plastic part design for injection molding, Robert A. Malloy, Hanser Publishers, 1994 ;
- [3] Gasmelt, Harald Ebenhofer, Engel ;
- [4] Der Gassinendruckprozeß, Dieter Schimmel, Mannesman Demag ;
- [5] The airmould process, Helmut Eckardt & Jurgen Ehrirt, Battenfeld ;
- [6] Internal gas pressure process, B. Klotz & E. Burkle, Krauss Maffei.