

SOLUTII CONSTRUCTIVE PRIVIND OPTIMIZAREA TEMPERATURII MATRITELOR DE INJECTAT PIESE DE FORME COMPLEXE SI PRECIZIE MARE DE PRELUCRARE.

Stefan MIHAILA, Maria MADA, Ioan PANTEA, Dana BOCOCI

Universitatea Oradea

Key words: mould, temperature, complex, thermoplastic,.

Abstract This work square up to the sizing channels of temperature for injected mould having one or more composite mould.

It is presented the necessary determination in order to actuate the length of the cooling channels, also it is theoretically and graphically presentation to the way of optimal lay out to the system temperature.

In this work it is presented the a case study a PP plane pieces, being obtained into a mould injection having only one nest where is dignified the temperature of the mould.

1. TEMPERATURA MATRITEI PARTE COMPONENTA A PROCESULUI DE INJECTARE

Stapânirea procesului de prelucrare prin injectare presupune pe lângă cunoasterea procedeelelor de lucru, a structurii chimice, a proprietatilor termoplastelor si influenta reciproca a factorilor individuali. De aceea este necesar ca problema reglarii temperaturii matritei sa fie rezolvata tinând cont de influenta acestor factori individuali, care au un rol important în procesul de injectare. Din acest motiv se va explica pe scurt mersul întregului proces de injectare, pentru a ilustra cât mai evident rolul reglarii temperaturii matritei.

Materialul sub forma de granule, datorita caldurii se topeste, ajungând sistemul de culee a matritei. In aceasta faza trebuie sa învinga rezistenta canalelor si rezistenta drumului de curgere în matrita, care este cu atât mai mare cu cât grosimea de perete a piesei de injectare este mai mica. In timpul acestei prime faze a injectarii, termoplastul cedeaza caldura mediului, adica începe procesul de racire, metalul în apropierea sistemului de culee se încalzeste.

Cedarea de caldura poate fi asa de mare, încât în cazul unui drum de curgere lung a piesei, materialul mult racit nu va umple complet cavitatea de formare. Motivele acestui lucru sunt evidente, daca ne gândim ca la injectarea materialului în matrita, fiind vorba aici de un fluid newtonian, acesta ajunge imediat la peretele matritei si în zona de margine se întareste (fig. 1.).

Întrucât cu cresterea drumului de curgere, stratul solidificat de pe peretele interior al matritei creste, iar prin aceasta, canalul cu rezistenta mai mica care serveste pentru alimentarea materialului în directia curgerii se micsoreaza, în vederea realizarii unei umpluturii ireprosabile a matritei chiar si în cazul drumurilor de curgere lungi, aceasta particularitate a materialelor plastice la curgere trebuie luata în consideratie prin diferite masuri:

- prin marirea presiunii si vitezei de injectare;
- prin marirea temperaturii materialului plastic (schimbarea vâscozitatii);
- prin marirea temperaturii matritei (schimbarea vâscozitatii).

Eficienta cea mai mare se obtine prin marirea presiunii si a vitezei de injectare. În cazul când toate reglajele masinii sunt epuizate, îmbunatatirea curgerii materialului poate fi

obtinuta prin marirea temperaturii materialului, respectiv marirea temperaturii matritei sau ambele concomitent.

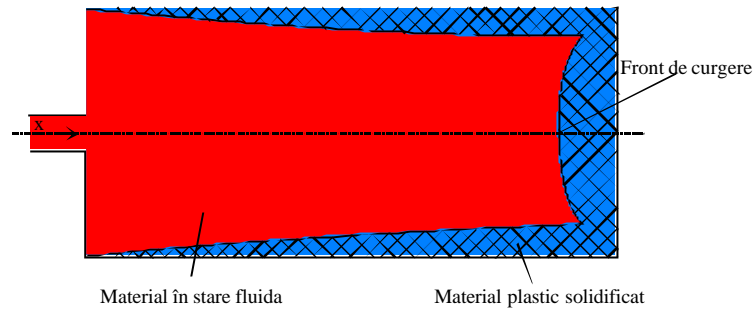


Fig. 1. Reprezentarea umplerii cavitatii matritei
x- traiectoria materialului plastic topit

2. DETERMINAREA ECUATIEI GENERALE DE BILANT TERMIC ÎN MATRITA

Temperatura matritei este factorul hotarâtor pentru viteza de racire si proprietatile reperului injectat, ea se stabileste în functie de schimbul de caldura care are loc în matrita:

- între materialul termoplastic injectat în matrita si materialul matritei Q ;
- între matrita si mediul de temperare Q_T ;
- între matrita si mediul înconjurator Q_E .

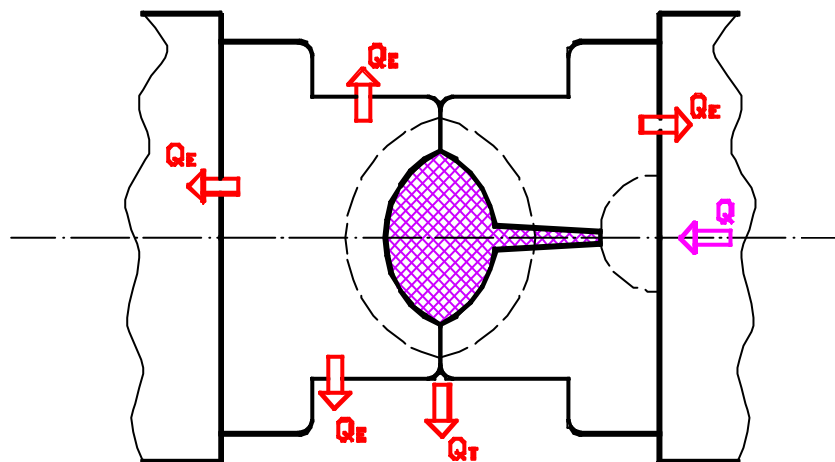


Fig. 2. Schimbul de caldura ce are loc în cazul unei matrite de injectat [2].

Daca consideram fluxurile termice care patrund în matrita ca pozitive, iar fluxurile termice care ies din matrita ca negative, atunci putem scrie ecuatia de bilant termic:

$$Q = -Q_T - Q_E, \quad (1)$$

$$\text{rezultând ecuatia : } Q + Q_E + Q_T = 0, \quad (2)$$

Ecuatia exprima faptul ca volumul de caldura care este preluat de matrita este identic cu de volumul de caldura cedat de matrita, în momentul în care temperatura matritei este constanta în timp.

3. TRANSFERUL DE CALDURA ÎNTRE MATERIALUL PLASTIC SI MATRITA

Materialul plastic injectat în cuibul matritei cedează în cursul unui ciclu de injectare, corpului matritei, cantitatea de caldura Q , care se calculează cu relația:

$$Q = m(i_2 - i_1), \quad (3)$$

unde :

- m - masa piesei injectate, inclusiv rețeaua [Kg];
- i_1 - entalpia materialului plastic la demulare [Kj/Kg].
- i_2 - entalpia materialului plastic la intrarea în matrita [Kj/Kg];

Entalpia materialului plastic se calculează cu relația :

$$D_i = i_2 - i_1 = c_p(T_{Mp} - T_D), \quad (4)$$

unde :

- c_p – caldura specifica a materialului plastic ;
- T_{Mp} – temperatura materialului în cuib;
- T_D – temperatura de demulare [5,74].

Conductia în matrita. Cantitatea de caldura evacuata de piesa este preluata prin conductie de catre matrita si transportata la mediul de temperare. Se considera fenomenul de transfer conductiv stationar într-un perete plan omogen.

Cantitatea de caldura Q se determina cu relația

$$Q = \frac{\lambda_M}{\delta} S(T_{pc} - T_{pT}) \quad \text{unde:} \quad (5)$$

- λ_M - conductibilitatea termica a matritei [W/mK];
- δ - distanta canalului de temperare fata de suprafata matritei [m];
- S – suprafata transversala activa a matritei [m²];
- T_{pc} - temperatura medie la peretele cavitatii [°K];
- T_{pT} - temperatura medie la peretele canalului de temperare [°K].

4. SOLUTII CONSTRUCTIVE DE TEMPERARE A MATRITELOR PENTRU INJECTAT PIESE DIN MATERIALE TERMOPLASTICE DE MARE PRECIZIE.

4.1. Metode de racire a matritelor cu mai multe cuiburi

Racirea miezurilor unei matrite cu mai multe cuiburi se poate realiza în diverse moduri. În figura 3 se prezinta un circuit de racire în serie, la care lichidul trece succesiv prin toate miezurile, acest sistem este folosit frecvent în practica, iar în figura 4. se propune o noua varianta de racire care se dovedeste a fi mult mai eficienta, racirea facându-se în paralel.

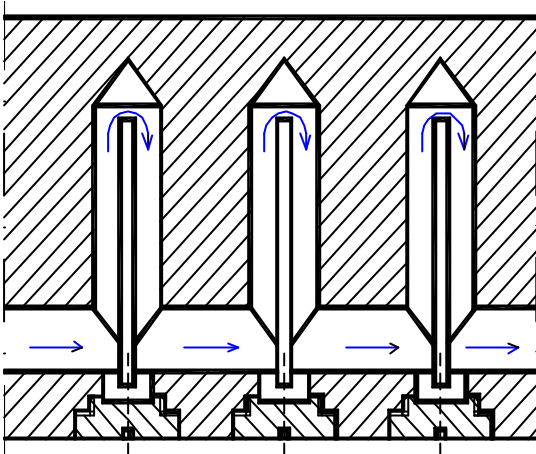


Fig.3. Prezentarea unui circuit de racire în serie (utilizat în practică)

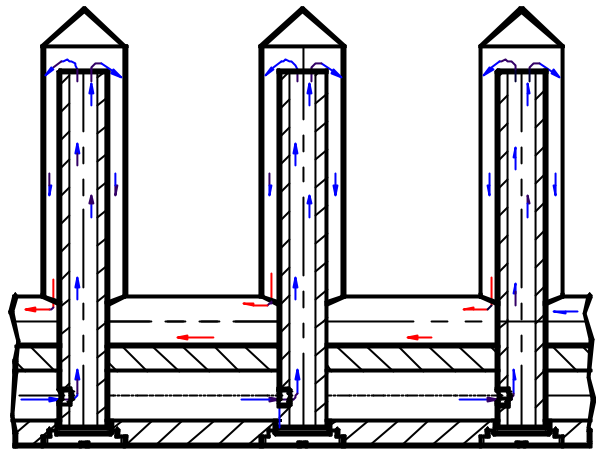


Fig. 4. Prezentarea unui circuit de racire cu randament superior. (propus în viitor)

În primul caz, lichidul de racire de la fiecare miez este colectat într-un canal comun, a doua soluție prezintă mai multe avantaje, la racirea în paralel, lichidul de racire intră în fiecare miez cu aceeași temperatură, comparativ cu racirea în serie la care lichidul de racire din fiecare miez are temperatură diferită. La racirea în paralel, fiind un singur canal colector există posibilitatea controlului temperaturii lichidului de racire cu un singur aparat.

La sistemul de racire în serie, înfundarea unui canal din miez, determină întreruperea întregului circuit, pe când la racirea în paralel, acest lucru nu este posibil.

4.2. Metode de racire a matritelor complexe de mare precizie cu un singur cuib.

Se prezintă două metode de racire una folosită în practică (fig.5) și alta propusă de autor, care se dovedește superioară (fig. 6).

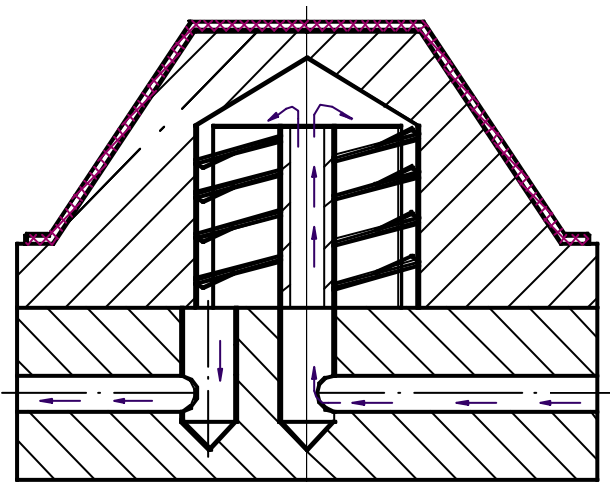


Fig. 5. Circuit de racire cu miez spiralat (utilizat în practică)

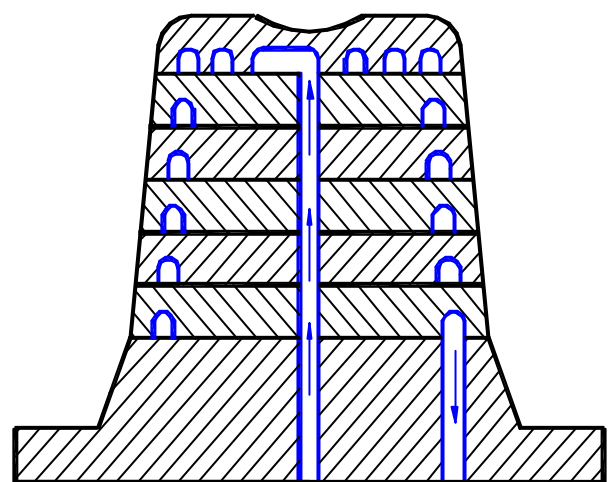


Fig. 6. Circuit de racire cu plăci multiple (propus în viitor).

Pentru racirea poansonelor, lichidul de racire trebuie să preia o mare cantitate de căldură, în figurile de mai sus se prezintă cele două modalități de racire a poansonelor, la matritelor cu un singur cuib, cu poansonelor de dimensiuni mari, de mare adâncime, racirea trebuie să fie intensă, aceasta se realizează în general printr-un miez spiralat care obligă lichidul de racire să spele continuu peretele interior al poansonului (fig. 5).

În urma analizelor cu element finit se constată faptul că răcirea unui produs de mare precizie cu pereți groși, care au contractii mari, este recomandată să se folosească mai multe circuite de răcire, respectând distanța constantă dintre conturul piesei și circuitul de răcire, (fig. 6). Astfel încât să fie preluată o cât mai mare cantitate de căldură.

Proșonul propus este format din mai multe plăci având executate canale de răcire pe fiecare placă la o distanță egală de conturul exterior ceea ce conferă o temperatură uniformă, etansarea făcându-se cu inele "O".

4.3. Metode de răcire a matritelor complexe cu precizie mare de prelucrare, utilizând principiul termosifonului.

Această metodă de reglare a temperaturii se aplică în general la metrite de complexitate foarte ridicată unde există zone greu critice care nu pot fi răcite prin alte metode, aceste soluții se bazează pe principiul termosifonului (fig. 7).

Acest concept de superconductivitate izobar constă în folosirea unui tub metallic 1, din cupru în care se fixează un alt tub metallic 2, de compoziție specială, cu structura capilară. În interiorul tubului 1 și între tubul 1 și 2 circulează un fluid, fluidul care se găsește atât în stare lichidă cât și în stare de vapori. Lichidul preia căldura din exterior, este trecut prin tubul 2 în interior și se vaporizează. Se realizează un efect de pompă de la capatul A spre capatul B unde vaporii de fluid trec prin tubul 2 și se transformă în stare lichidă, cedând căldura mediului. Lichidul intră în circuit spre capatul A al tubului pentru preluarea căldurii din mediul exterior. [1].

În cazul acestui sistem transferul termic este foarte rapid și soluțiile constructive care folosesc acest sistem devin foarte eficiente.

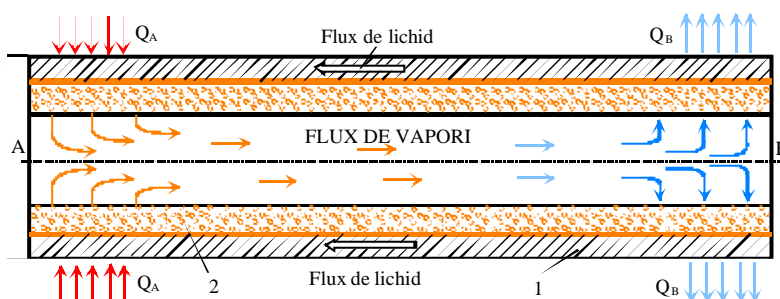


Fig.7. Prezentarea unei concept de răcire prin sistemul izobar
A,B – capetele tubului; Q_A – căldura absorbită; Q_B – căldura cedată; 1 – tub exterior;
2 – tub interior.

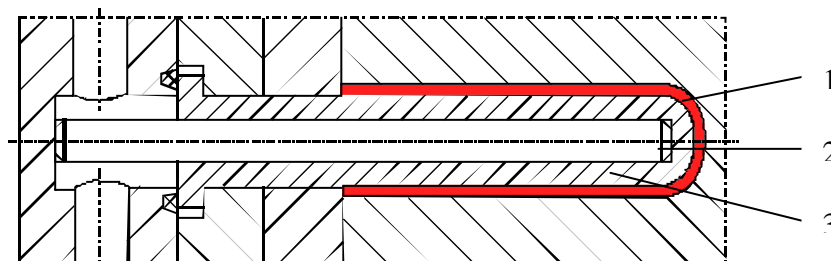


Fig.8. Exemplu de răcire a unui proșon utilizând cu sistemul izobar:
1 – piesă; 2 – tub izobar; 3 – proșon.

5. STUDIU DE CAZ

În continuare se prezintă un experiment practic care analizează mărimea deformațiilor în funcție de timpul de răcire și temperatura apei la intrare în circuit, pentru cele mai frecvente materiale termoplastice utilizate în practică (PS, ABS, PA, PP, PEID).

În fig.9 se prezintă matrita de injectat pe care se face experimentul precum și piesa de proba.

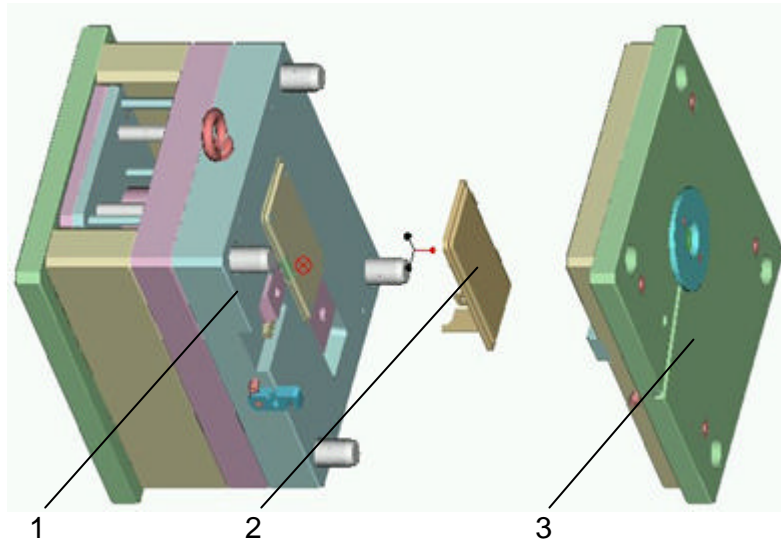


Fig.9. Matrita de injectat experimentală

1- semimatrita mobilă, 2 – piesa, 3 - semimatrita fixă.
2-

În tabelul 1. se reprezintă mărimea deformațiilor la piesele studiate în funcție de timpul de răcire. Temperatura apei la intrare în circuit este de 20°C centru matritei și 40°C margini).

Tabelul 1.

Nr.	Material	Denumire material	Deformația maximă a piesei [mm]				
			Timp de răcire în matrita [s]				
			5	10	20	30	40
1	PS		5.8	3.1	1.4	0.8	0.5
2	ABS		7.1	3.3	1.5	0.8	0.6
3	PA		7.3	3.4	1.6	0.9	0.6
4	PP		7.8	3.6	1.7	0.9	0.65
5	PEID		8.2	4.2	1.9	1.1	0.7

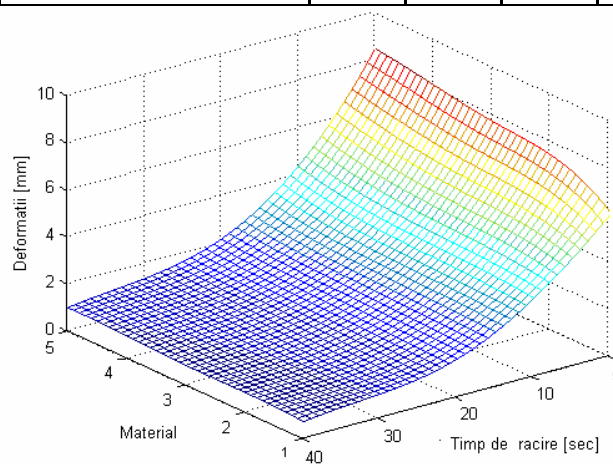


Fig.10.. Reprezentarea grafică a deformațiilor în funcție de timpul de răcire, utilizând o temperatură de intrare a apei în circuit de 20°C centru și 40°C margini.

În tabelul 2. se reprezintă mărimea deformațiilor la piesele studiate în funcție de timpul de răcire. Temperatura apei la intrare în circuit este de (40°C centru matritei și 40°C margini).

Tabelul 2.

Nr. Material	Denumire material	Deformatia maxima a piesei[mm]				
		Timp de racire în matrita [s]				
		5	10	20	30	40
1	PS	6.1	3.4	2.2	1.7	0,7
2	ABS	7.4	3.7	2.3	1.7	0,8
3	PA	7.7	3.9	2.5	1.8	0,9
4	PP	8.2	4.1	2.6	1.9	0,9
5	PEID	8.5	4.5	2.9	2.1	1.0

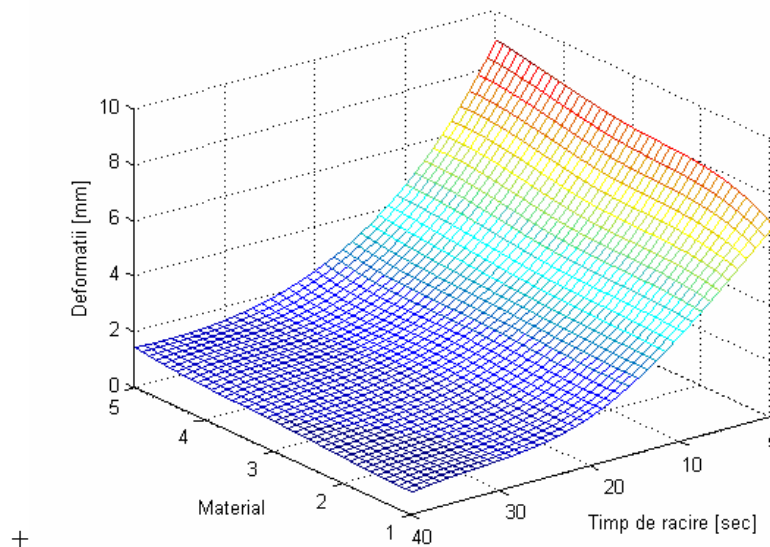


Fig.11. Reprezentarea grafică a deformațiilor produselor de formă plană, în funcție de timpul de răcire, utilizând o temperatură de intrare a apei în circuit de 40°C centru și 40°C margini.

CONCLUZII

Optimizarea temperaturii matritei are un rol foarte important atât în ceea ce privește calitatea produsului cât și în ceea ce privește productivitatea.

Condițiile de răcire din matrita au o mare influență asupra deformării pieselor injectate indiferent de mărimea și complexitatea lor.

Temperatura matritei influențează direct timpul de răcire, durata ciclului de injectare, eficiența formării produsului în matrita, cristalinitatea și tensiunile interne.

În concluzie precizăm faptul că soluțiile prezentate contribuie semnificativ la optimizarea temperaturii inclusiv la matritele cu forme complexe care injectează piese cu grosimi mari a peretilor.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Losch, K. Thinwall molding: demanding but rewarding. Modern Plastics International, 1997.
- [2]. Mihaila, St. – Teza de doctorat Universitatea Politehica Timisoara. 2005
- [3]. Stefanescu, D., Marinescu, M., Danescu, A. - Transferul de caldura în tehnica, vol. 1, conducție, convecție, radiație, schimb global. Editura Tehnica, Bucuresti, 1982.
- [4]. "PLASTPRACTICE" - Temperature Control by Means of Fluid Media.
- [5]. Zemanski, M.W. Basic Engineering Thermodynamics - Mc. Grow Hill Book, Co New York 1985.