

SISTEME DE RĂCIRE LA MATRIȚELE DE INJECTAT

Simion HARAGĂȘ , Lucian TUDOSE

Universitatea Tehnică Cluj-Napoca

In this paper a coherent design method of the cooling systems for injection molds is presented. Some concrete design examples of the cooling circuits are shown, also.

Matrița primește întreaga cantitate de căldură conținută în polimerul provenit din unitatea de plastifiere, la care se adaugă căldura suplimentară dezvoltată de curgerea polimerului la viteze mari, în canale înguste și cu gradient de presiune importante. Întreaga cantitate de căldură trebuie evacuată într-un timp foarte redus pentru a scurta la minimum durata ciclului de injectare.

Tehnologia injectării presupune obținerea unui timp și a unei viteze de răcire astfel încât să se asigure calitatea prescrisă a produsului.

Există metode aproximative pentru determinarea dimensiunilor (suprafețelor), circuitelor de răcire în funcție de materialul utilizat și de parametrii de injectare. Astfel, se poate utiliza următoarea metodă:

Puterea calorică cedată de piesa injectată matriței în cursul unui ciclu de injectare:

$$P_Q = \frac{3600}{t_c} \cdot m \cdot (i_2 - i_1) \text{ [KJ/h]} \quad (1)$$

unde t_c este durata ciclului de injectare, [s];

m – greutatea produsului, [kg];

i_2 și i_1 – entalpia corespunzătoare temperaturilor materialului plastic la intrarea în matriță, respectiv la demulare, [KJ/h].

Neglijând pierderile prin convecție și radiație, căldura este complet evacuată prin circuitul de răcire.

$$P_Q = k \cdot S \cdot \Delta t \text{ [KJ/h]} \quad (2)$$

unde k este coeficientul global de schimb de căldură, [KJ/m²·h·°C];

S – suprafața canalelor de răcire, [m²];

Δt – diferență de temperatură între cuib și circuitul de răcire, [°C].

Coeficientul global de schimb de căldură se calculează cu relația:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda} \quad (3)$$

unde δ este distanța dintre canalul de răcire și cuib, [m];

α - coeficient de transmisie termică a fluidului de răcire, [KJ/m²·h·°C];

λ - coeficient de conductivitate termică a materialului din care este executată matrița, [KJ/m·h·°C].

Lungimea canalelor de răcire se calculează cu relația:

$$l = P_Q \cdot \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda}}{\pi \cdot d \cdot \Delta t} \text{ [m]} \quad (4)$$

unde d este diametrul canalelor de răcire, [m];

α - se determină cu formula $\alpha = 19,37 + 0,27 \cdot t_1 \cdot D^{0,9}$;

t_1 – temperatura de intrare în circuitul de răcire, [°C];

D – debitul circuitului de răcire, [kg/m²·h], se calculează cu relația:

$$D = v \cdot \rho \cdot 10^{-4} \quad (5)$$

unde v este viteza de circulație a fluidului, [m/h], ($v=3600 \cdot 0,6$ m/h, pentru apă);
 ρ - densitatea lichidului de răcire, [kg/m³].

În cazul în care se obțin rezultate exagerate (lungime prea mare a circuitelor de răcire) se vor utiliza orificii cu diametre mai mari. Se poate calcula lungimea canalelor de răcire și prin folosirea de nomograme [2].

Pentru obținerea transferului eficient de căldură de la matriță la mediul de răcire se recomandă următoarele:

- marcarea clară a circuitelor de răcire (intrare, sens de circulație, etanșare);
- temperatura mediului de răcire trebuie să fie cât mai mică;
- curgerea mediului de răcire să fie în domeniul curgerii turbulente;

În mod practic sunt corespunzătoare următoarele viteze de curgere: pentru apă $\geq 0,5$ m/s, pentru ulei $\geq 5,0$ m/s.

- distanța canalelor de răcire față de suprafețele de formare a produsului să fie cât mai mică;
- răcirea uniformă a întregii suprafețe de formare;
- asigurarea etanșeității circuitelor de răcire.

Pentru etanșarea circuitelor de răcire se folosesc inele O din cauciuc, prezentate în figura 1.

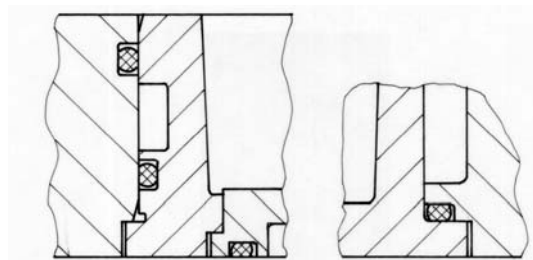


Fig.1 Etanșări fixe cu inele O

În cadrul circuitelor de răcire sunt utilizate următoarele elemente componente: racorduri, furtunuri de cauciuc sau de PVC, dopuri lise sau filetate, elemente de etanșare, coliere de fixare, șicane, tuburi etc.

În figura 2,a se prezintă amplasarea canalelor de răcire în cazul unei plăci de formare.

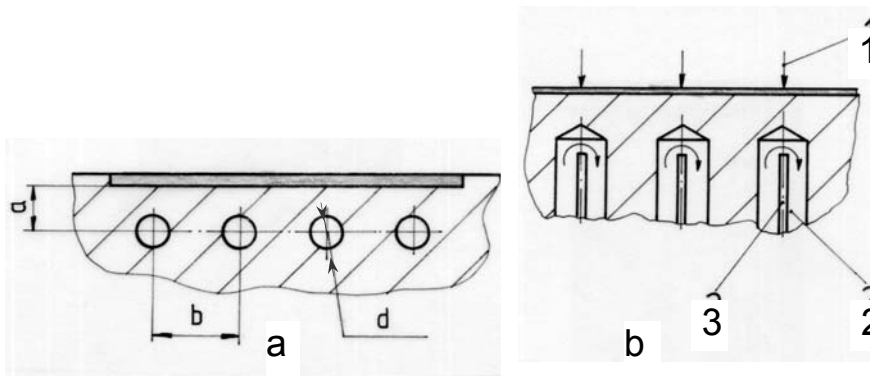


Fig.2 Răcirea plăcilor de formare

a-prin canale găurite ($a \approx 2,5 d$; $b \approx 1,5 \dots 2 d$); b-prin șicane;

1-punct de injectare; 2-canal de răcire; 3-șicane.

Soluția din figura 2,b ține seama de transferul local de căldură când răcirea trebuie să fie mai intensă în punctele cu temperatură mai ridicată.

Pentru răcirea plăcilor de formare se folosește și soluția din figura 3, la care circuitul de răcire se realizează cu ajutorul șicanelor 2.

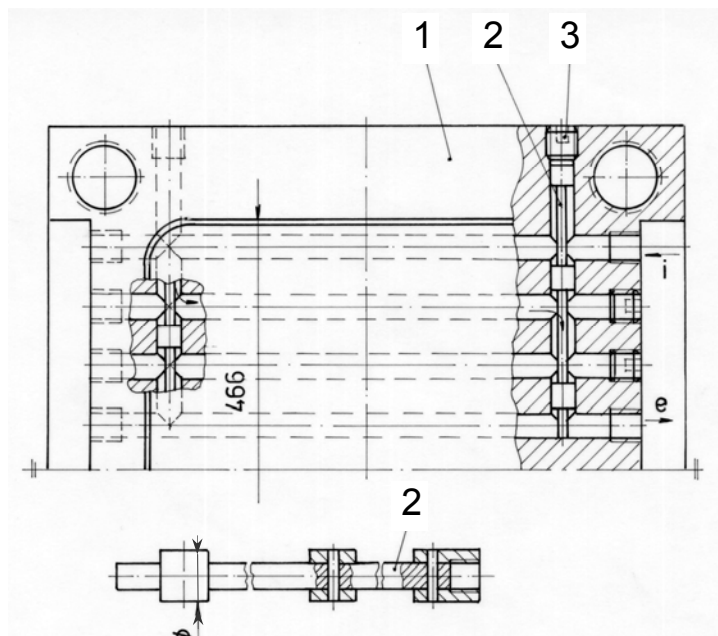


Fig.3 Răcirea plăcilor de formare

1-placa de formare; 2-șicană; 3-dop filetat.

În figura 4,a se prezintă sistemul de răcire a cuibului prin canal elicoidal, la matrițe cu un singur cuib. Sistemul de răcire a cuibului prezentat în figura 4,b se aplică la matrițe cu mai multe cuiburi. În aceste cazuri canalele de răcire se realizează prin strunjire sau frezare.

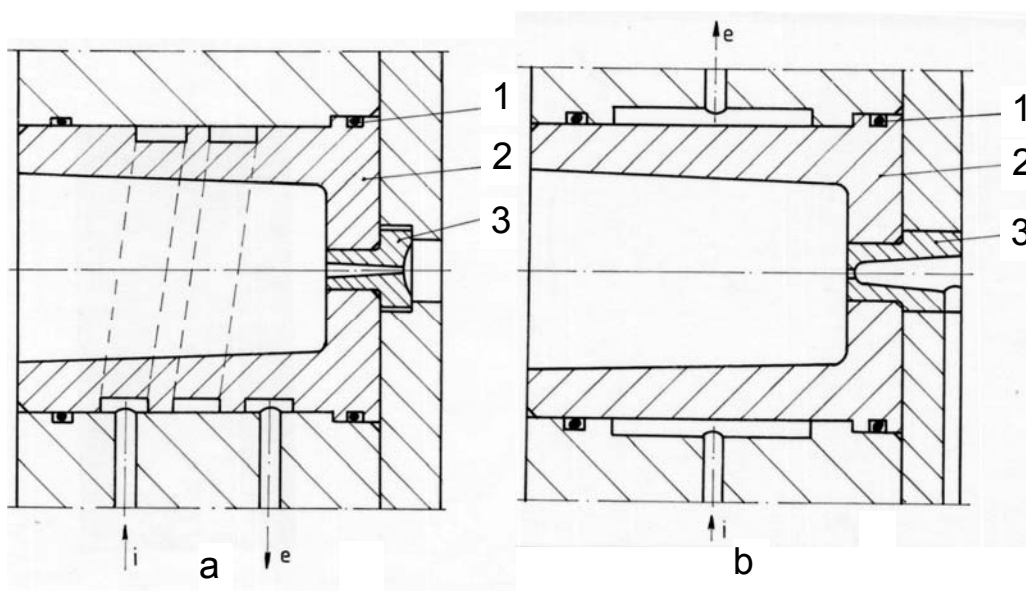


Fig.4 Răcirea cuiburilor

a-la matrițe cu un cuib; b- la matrițe cu mai multe cuiburi;
1-inel O; 2-cuib; 3-duză; i-intrare; e-ieșire.

Sistemul de răcire din figura 5 se folosește la cuiburi de dimensiuni mari. Se poate realiza un singur circuit de răcire sau mai multe circuite independente.

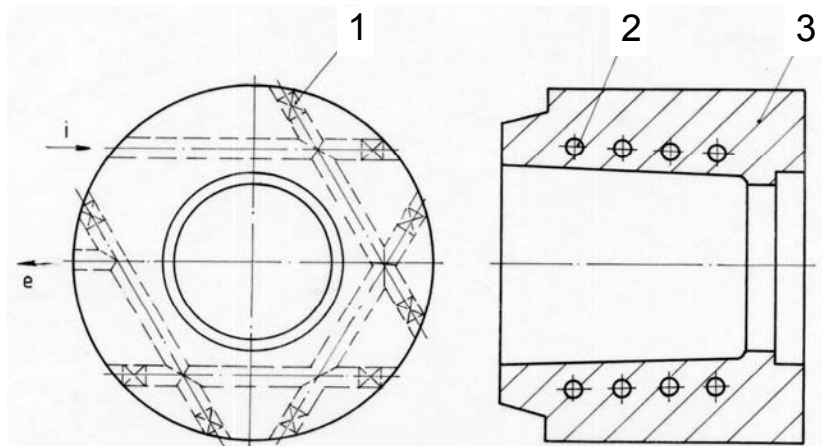


Fig.5 Răcirea cuiburilor de dimensiuni mari

1-dop; 2-canal; 3-cuib; i-intrare; e-ieșire

În figura 6 se prezintă sistemul de răcire a cuibului, format din două circuite de răcire, pentru matrițe de dimensiuni mari. Primul circuit realizează răcirea pereților laterali prin canale cu șicană, iar al doilea circuit (sub formă de spirală) răcește zona cu temperatură mai ridicată (din apropierea duzei).

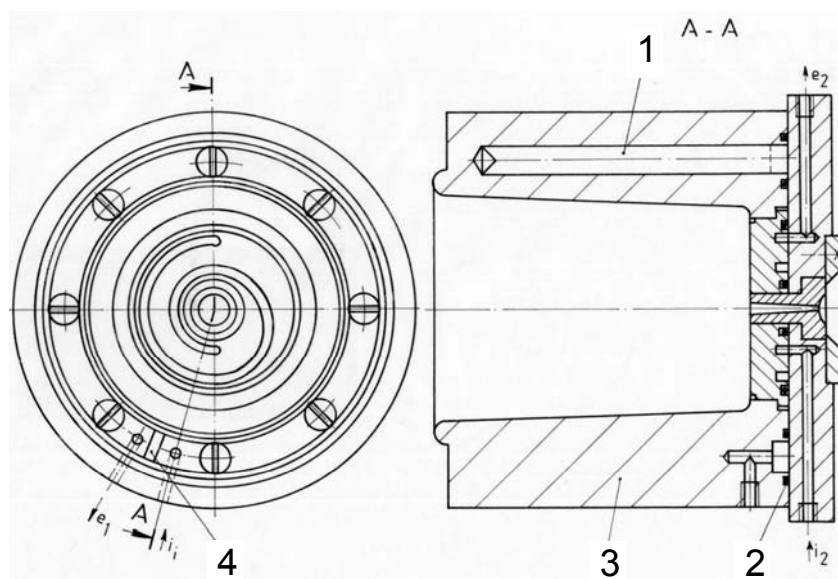


Fig.6 Răcirea cuiburilor

1-șicană; 2-inel O; 3-cuib; 4-șicană;
i₁, i₂-intrări; e₁, e₂-ieșiri.

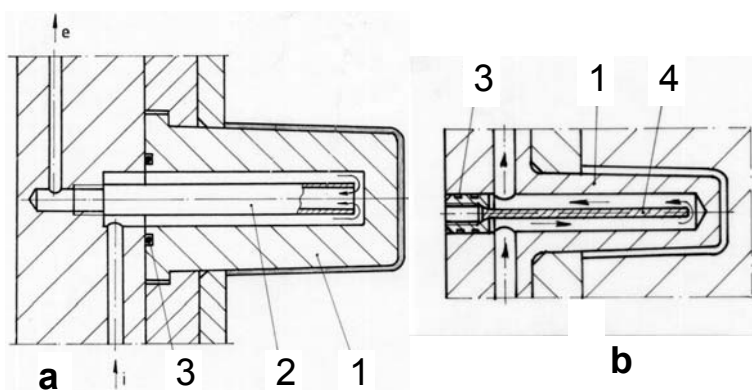


Fig.7 Răcirea miezurilor

a-prin canal cu țevă; b-cu șicană;
1-miez; 2-țevă; 3-inel O; 4-șicană; i-intrare; e-ieșire.

Răcirea miezurilor, prezentată în figura 7 se realizează în două variante. În varianta 7,a alimentarea canalului de răcire se realizează prin placa de prindere cu ajutorul unui tub de răcire. În varianta 7,b. agentul de răcire circulă prin placa miezului, utilizând o șicană.

În cazul miezurilor de dimensiuni mari (fig.8) se utilizează mai multe canale de răcire cu șicane, legate în serie.

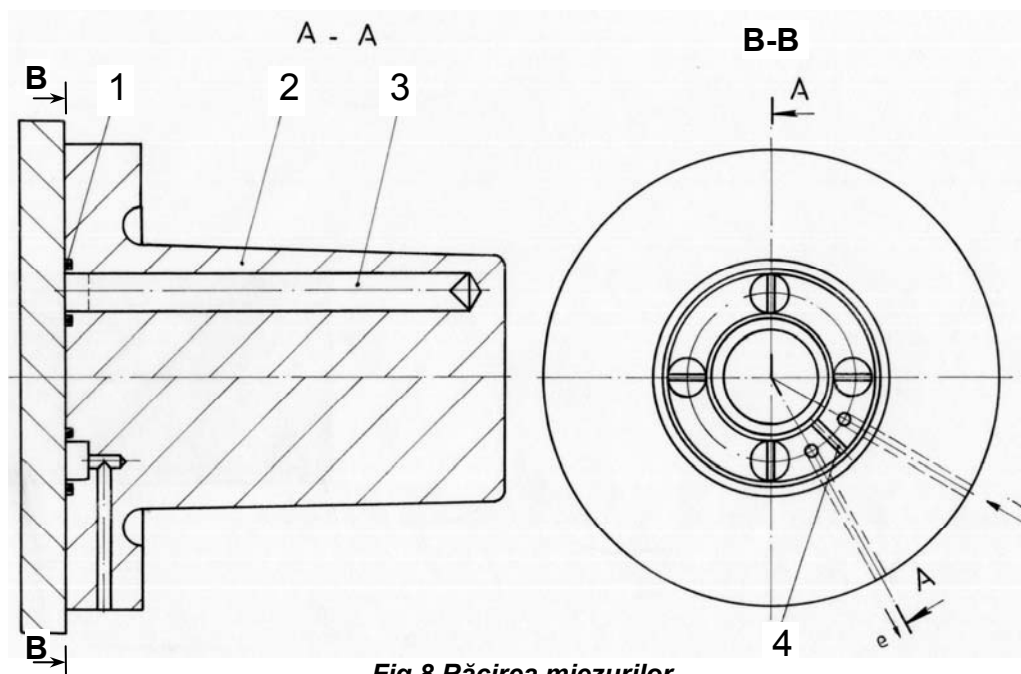


Fig.8 Răcirea miezurilor

1-inel O; 2-miez; 3-șicană; 4-obturator; i-intrare; e-ieșire.

În figura 9 se prezintă răcirea miezului cu secțiune dreptunghiulară.

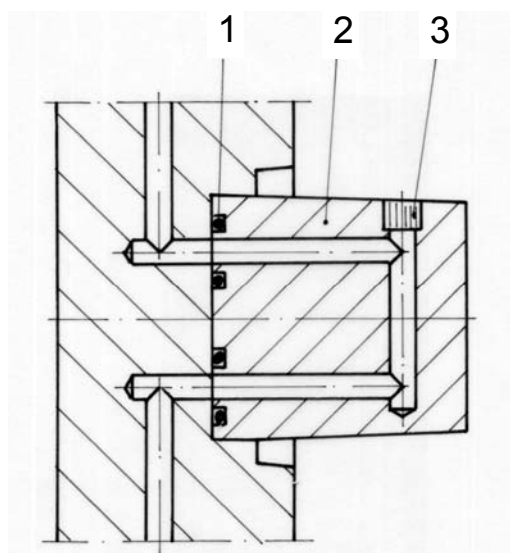


Fig.9 Răcirea miezului

1-inel O; 2-miez; 3-dop(Cu).

Uneori este dificilă sau scumpă realizarea sistemului de răcire cu jet de apă a miezurilor. În aceste cazuri, pentru răcirea miezurilor se folosește o bară de cupru (cuprul fiind bun conducător termic) care vine în contact cu apa (agentul de răcire), varianta prezentată în figura 10.

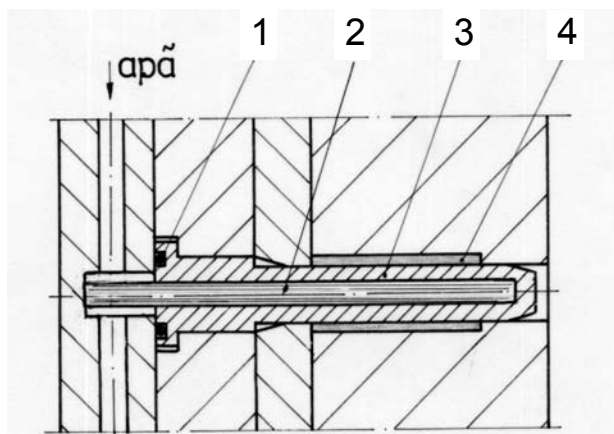


Fig.10 Răcirea miezului cu bară de Cu
1-inel O; 2-bară de Cu; 3-miez; 4-produs.

O altă aplicare a proprietății de bună conductivitate a aliajelor de Cu este prezentată în figura 11. În acest caz se folosesc poansoane din aliaj de Cu-Be.

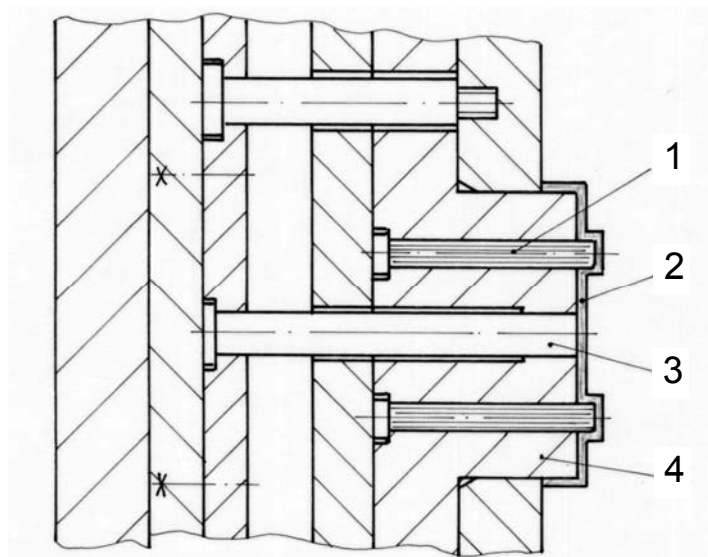


Fig.11 Răcirea miezului
1-poanson din aliaj Cu-Be; 2-produs; 3-aruncător; 4-miez.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Balazs, P., Haragâș, S., - Proiectarea matrițelor de injectat, Editura Todesco, Cluj-Napoca, 2004, ISBN 973-8198-77-1.
- [2] Șereș, I., - Injectarea materialelor termoplastice, Ed. Imprimeriei de Vest, Oradea, 1996.