

Studiul influenței timpului de racire în matrita asupra contractiei și deformatiei piesei injectate.

Dan Chira, Alexandru Rus,

Universitatea din Oradea, e-mail :dan.chira@rdslink.ro

Injection mold piece's shrinkage is define as a reduction of piece's volume due cooling stage. Therefore, implicitly, a reduction of liniar dimension of injection mold piece. The paper present the influence of cooling time over shrinkage, considerate piece's geometrical form, injection molding parameters and characteristics of plastic materials used for injection molding.

Contractia piesei injectate este definita ca micșorarea volumului piesei în urma racirii acesteia. Implicit, are loc reducerea dimensiunilor liniare ale piesei. Contractia piesei nu este un defect, ci un fenomen fizic normal de care trebuie tinut cont în ansamblul "proiectare matrita-masina de injectat". Racirea piesei are de la temperatura de injectare la temperatura matritei și apoi de la temperatura matritei la temperatura mediului ambiant. Aceasta racire are loc în prima faza cu matrita închisa, iar dupa deschiderea matritei în mediul ambiant. Variatia dimensiunilor liniare ale piesei datorita contractiei trebuie luata în calcul pentru a ne încadra în trepta de precizie ceruta de proiectant.

Conform STAS E 12194-88 determinarea contractiei la prelucrarea prin injectare a materialelor macromoleculare se stabilește într-un interval de 24 până la 168 de ore de la scoaterea din matrita. Dupa aceasta perioada apare fenomenul de contractie ulterioara sau postcontractie. Modificarea dimensiunilor liniare de la dimensiunile cavitatii piesei prelucrate în interiorul matritei la dimensiunile piesei injectate este prezentata în figura 1.

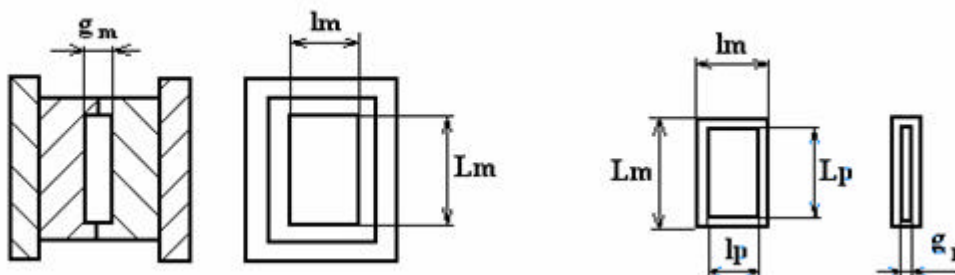


Fig.1. Variatia dimensiunilor liniare a piesei injectate în urma racirii.

Contractia liniara a piesei injectate este data de relatia :

$$Cl = \frac{L_m - L_p}{L_m} = 1 - \frac{L_p}{L_m} \quad (1)$$

unde :

L_m – lungimea cavitatii prelucrate în interiorul matritei la temperatura medie a matritei la injectare, (30°...60°C),

L_p – lungimea piesei injectate la temperatura mediului ambiant, (20°C),

Întrucât la injectare se prelucraza un volum de topitura de material, în urma racirii vom avea o contractie în volum. Contractia în volum este data de relatia:

$$C_v = \frac{V_m - V_p}{V_m} = 1 - \frac{V_p}{V_m} \quad (2)$$

unde: V_m – volumul cavitatii piesei prelucrate în interiorul matritei la temperatura medie a matritei la injectare, (30...60°C)

V_p – volumul piesei injectate la temperatura mediului ambiant, (20°C)

Pentru o contractie izotropica pe cele trei directii ale volumului si înlocuirea dimensiunilor liniare ale piesei si matritei în formula contractiei în volum se poate dezvolta.

Din ecuatia (1) rezulta :

$$\frac{L_p}{L_m} = 1 - C_l, \quad (3)$$

din ecuatia (2) si înlocuire cu ecuatia (3) avem:

$$C_v = 1 - \frac{L_p \cdot l_p \cdot g_p}{L_m \cdot l_m \cdot g_m} = 1 - (1 - C_l)^3 = 3C_l - 3C_l^2 - C_l^3 \quad (4)$$

Neglijând termenii de ordinul 2 si 3, fiind foarte mici, rezulta :

$$C_l = \frac{C_v}{3} \quad (5)$$

Contractia piesei injectate depinde de urmatorii factori :

- structura materialului macromolecular utilizat la injectare,
- forma piesei injectate, îndeosebi grosimea peretilor, variatii ale grosimii peretilor piesei care influenteaza conditiile de racire si diferente de timp de racire între doua zone ale piesei,
- conditiile de racire în matrita, interpretate în sensul uniformitatii temperaturii placilor matritei si viteza de eliminare a caldurii din matrita,
- parametrii tehnologici ai procesului de injectare :

- temperatura topiturii de material,
- temperatura placilor matritei,
- viteza sau timpul de injectare,
- valoarea presiunii de injectare,
- valoarea presiunii ulterioare,
- timpul de mentinere a presiunii ulterioare,
- timpul de racire în matrita,
- temperatura la care piesa paraseste matrita,

Data fiind formula (5) pentru determinarea contractiei este foarte important sa cunoastem variatia volumului topiturilor materialelor macromoleculare cu temperatura si presiunea. Chimia compusilor macromoleculari prezinta într-un interval de temperatura de la 0°C la 300°C variatii liniare ale volumului topiturilor pâna la atingerea temperaturii de vitrifiere, variatie exponentiala între temperatura de vitrifiere si cea de curgere, si o variatie liniara dupa temperatura de curgere pentru polimerii amorfi sau cea de schimbare de stare pentru cei cristalini.

Variatia volumului specific cu temperatura si presiunea este data de formula,[3] :

$$V_{sp_{TP}} = V_o [1 + a_{v_{TP}} (T_m - T_o)] \quad (6) \quad \text{unde:}$$

- V_o - volumul specific la temperatura mediului ambiant,
- $a_{v_{TP}}$ - coeficient de dilatare volumica, indica efectul temperaturii si al presiunii de injectare asupra volumului de topitura de material,
- T_m - temperatura topiturii de material la injectare,

- T_o - temperatura mediului ambiant,

Aspectele teoretice prezentate până acum au aratat influenta asupra preciziei dimensionale ale piesei considerând un timp de racire nelimitat, de la temperatura topiturii de material, T_m , la temperatura mediului ambiant, T_o , care este de fapt temperatura de utilizare a piesei. Dar, ca aspect practic timpul de racire în matrita nu poate fi nelimitat.

Determinarea timpului de racire în matrita se face după relația, [1][3] :

$$tr = \frac{S^2}{ap^2} \ln \frac{8(T_m - T_M)}{p^2(T_p - T_M)} \quad (7)$$

unde : S - grosimea reperului ; a -difuzivitatea termica; T_m -temperatura topiturii de material la injectare, T_M -temperatura medie a matritei, T_p -temperatura în mijlocul piesei injectate în momentul deschiderii matritei,

Prin delogarithmare relația (7) devine :

$$e^{\frac{ap^2 tr}{S^2}} = \frac{8(T_m - T_M)}{p^2(T_p - T_M)} \quad (8)$$

sau :

$$C_2 e^{tr} = \frac{T_m - T_M}{T_p - T_M} \quad (9)$$

unde C_2 este o constanta exprimata prin relatia:

$$C_2 = \frac{p^2}{8} e^{\frac{ap^2}{S^2}} = ct. \quad (10)$$

Pentru a vedea influenta timpului de racire în matrita asupra contractiei vom determina valoarea temperaturii piesei din relația (9) și o vom înlocui în relația (6) în locul temperaturii T_o , deoarece temperatura până la care se racește piesa la deschiderea matritei este T_p .

$$T_p = T_M + \frac{T_m - T_M}{C_2 e^{tr}} \quad (11)$$

Dupa înlocuire și în relația (4) rezulta:

$$C_v = \frac{a_{vTP} (T_m - T_M) \left(1 + \frac{1}{C_2 e^{tr}}\right)}{1 + a_{vTP} (T_m - T_M) \left(1 + \frac{1}{C_2 e^{tr}}\right)} \quad (12)$$

Forma simplificata a ecuatiei (12) pentru a usura reprezentarea grafica este :

$$C_v = \frac{C_3 \left(1 + \frac{1}{C_2 e^{t_r}}\right)}{1 + C_3 \left(1 + \frac{1}{C_2 e^{t_r}}\right)} \quad (13)$$

unde C_3 este dat de relatia :

$$C_3 = a v_{TP} (T_m - T_M) \quad (14)$$

Graficul de variatie al functiei (13) este prezentat în figura 2.

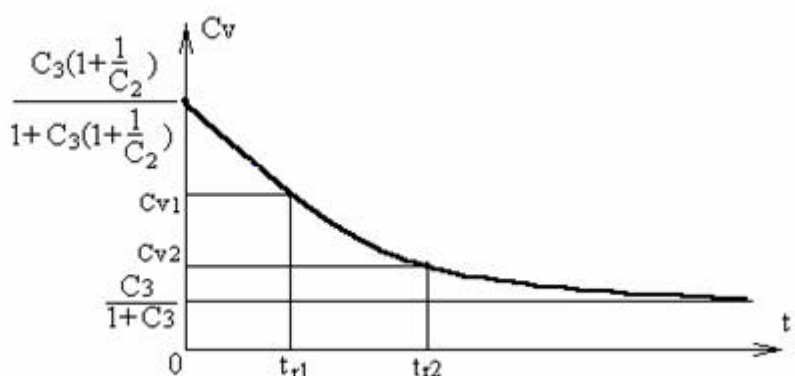


Fig.2. Graficul de variatie a coeficientului de contractiei în volum cu timpul de racire în matrita.

Din cele prezentate se pot trage urmatoarele concluzii :

- contractia piesei injectate scade cu cresterea timpului de racire în matrita,
- precizia formei geometrice creste cu cresterea timpului de racire în matrita,
- relatia (12) reprezinta ecuatia generala a variatiei coeficientului de contractie în volum cu temperatura, presiunea de injectare, timpul de racire în matrita, temperatura topiturii de material si temperatura matritei. Ea este valabila în cazul tuturor materialelor macromoleculare cu specificatia ca coeficientul de dilatare în volum cu temperatura si presiunea este specific fiecarui material.

Bibliografie :

1. Chira D. , - Optimizarea comenzii la masinile de injectat mase plastice. Referatul numarul 2 din cadrul pregatirii pentru doctorat. Universitatea Lucian Blaga din Sibiu - 2003.
2. Chira D., - Influenta variatiei volumului topiturilor de materiale plastice cu temperatura si presiunea asupra fazei de dozare-plastifiere la masinile de injectat mase plastice.- Sesiunea de comunicari stiintifice, Universitatea din Oradea, 2003,
3. Jinescu V., - Proprietatile fizice si termomecanica materialelor plastice. Editura Tehnica, Bucuresti, 1979.
4. Oprea Vasiliu C.-Polimeri. Structura si proprietati. Editura Tehnica, Bucuresti, 1986,
5. Tudose R.Z., si colectiv – Reologia compusilor macromoleculari, Editura Tehnica, Bucuresti, 1989.