

CERCETARI TEORETICE SI EXPERIMENTALE ASUPRA DEFORMATIEI PIESELOR INJECTATE DIN MATERIALE TERMOPLASTICE

Dan Chira, Marius Baban,

Universitatea Oradea, dan.chira@rdslink.ro; mbaban@uoradea.ro

Cuvinte cheie: injectarea materialelor termoplastice, contractie, deformare

Abstract: Our papers present the injection molding parameters influence over the warpage of injection molded piece. A special stress is to present the influence of the packing pressure and cooling time over the warpage. From theoretical considerations and experimental researches result a decrease of injection molded piece warpage with increase of injection pressure and cooling time. The graphic with experimental data confirm the theoretical considerations and enable to compare the warpage to different value of injection pressure and cooling time.

1. Consideratii teoretice.

Calitatea piesei injectate contine aspecte tehnice legate de precizia functionala a piesei, proprietati mecanice si rezistenta, dar si aspecte de forma exterioara a piesei cum sunt : piesa injectata incomplet, culoare, luciul, deformari parțiale, exfolieri, retasuri, arsuri, etc. Aspectele legate de precizia functionala pot fi determinate numai în urma unor masuratori pe când cele legate de aspectul exterior al piesei pot fi observate si cu ochiul liber. De asemenea, conditiile de marketing vor influenta criteriile de apreciere a unui produs, referitoare la forma si aspectul acestuia.

Prin precizia functionala a unei piese injectate vom înțelege îndeplinirea conditiilor de:

- precizie dimensionala,
- precizia formei geometrice,
- calitatea suprafetei piesei, obtinuta indirect în functie suprafeta matritei,
- interschimbabilitate, impunând dimensiuni limita pentru piesa injectata,

Similar cu cazul prelucrarilor mecanice, precizia formei geometrice a pieselor injectate, este data de:

- abaterile de la forma data a suprafetei :
- abateri de forma ale profilului:
- abateri de la pozitia geometrica :

În cazul pieselor injectate aceste abateri se manifesta prin aparitia unor **deformatii** care pot cuprinde întreaga gama de abateri prezentate.

Aceste deformatii sunt cauzate de :

- contractia inegala în volum la racirea piesei de la temperatura topiturii la temperatura mediului ambiant,
- de starea de tensiune interna la care este supusa piesa în timpul injectarii, (presiunea de injectare, presiunea ulterioara)
- forma geometrica a piesei injectate, prin variatii ale sectiunii piesei si acumulari de material în zone nervurate sau rigidizate,
- conditiile de racire în matrita.

Deformarea piesei începe înca din faza de racire în matrita. Cu cât timpul de racire în matrita este mai îndelungat cu atât deformatia piesei va fi mai mica. Acesta se datoreaza

faptului ca piesa se raceste între peretii rigizi ai matritei, pastrându-si fortat forma geometrica, pâna la o temperatura cât mai uniforma în întreaga masa a piesei. Este foarte important ca miezul piesei sa fie adus la o temperatura cât mai mica pentru a evita deformatiile datorate fortelor de dilatare.

Deformatiile datorate contractiei diferite pe directie longitudinala si directie transversala se manifesta mai ales în cazul materialelor macromoleculare cu structura cristalina. Acest dezechilibru creaza în piesa injectata o stare de tensiune care duce la deformarea ei. Materialele cu structura amorfa au contractie uniforma pe cele doua directii. Din acest motiv selectarea materialului macromolecular este foarte importanta la obtinerea unor piese cu abaterea prescrisa. În figura 1 este prezentata deformatia unei piese injectate sub forma de disc datorata contractiei diferite pe cele doua directii.

Forma piesei injectate influenteaza deformatia prin variatia grosimii peretilor piesei, prezenta nervurilor de rigidizare, intersectia peretilor sau diferite gauri de fixare. Deformatia apare în locurile unde avem o masa mai mare de topitura de material. Peretii exteriori ai piesei se racec rapid, mijlocul piesei aflându-se la o temperatura mai ridicata.

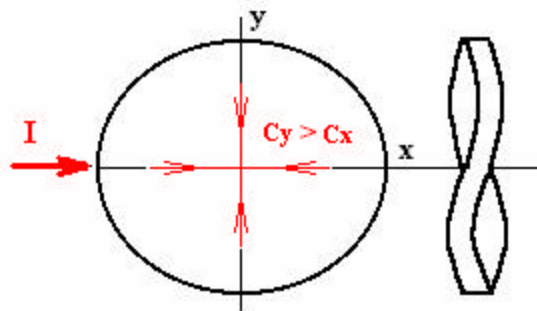


Fig. 1. Deformatie datorata contractiei diferite pe cele doua directii de curgere : longitudinala si transversala, $c_y > c_x$.

De asemenea, daca nu este respectat timpul de racire în matrita la deschiderea acesteia, topitura de material din mijlocul piesei, aflata la temperatura mai mare, datorita dilatarii în volum va forta peretii exteriori ai piesei determinând aparitia deformatiei, figura 2.

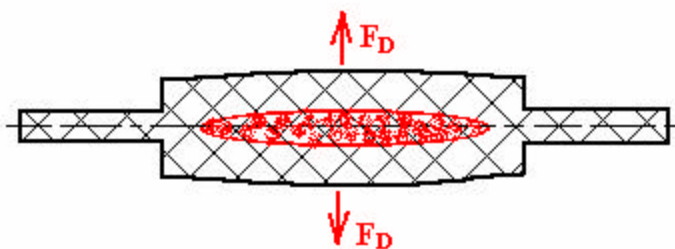


Fig.2. Deformarea piesei datorata racirii insuficiente în matrita.

O alta forma de manifestare a deformatiei sunt retasurile, care se formeaza în locurile unde avem o aglomerare de topitura de material, dar de proportii mai mici. Retasurile apar în zonele prevazute cu nervuri de rigidizare, gauri sau sisteme de fixare, bosaje, etc.

Conditiiile de racire în matrita au o mare influenta asupra deformarii pieselor injectate. Diferentele de temperatura dintre cele doua jumatatii de matrita, între temperatura poansonului si a cuibului, diferente de temperatura între puncte de pe suprafata piesei vor

duce la deformari datorita diferentei de timp de racire necesar. Astfel unele zone ale piesei sunt mai calde la deschiderea matritei si datorita fortei de dilatare vor deforma piesa.

Legea de variatie a contractiei, care are asa cum am prezentat, cea mai mare influenta asupra deformatiei, este data de relatia :

$$C_v = \frac{a_v k_{pi} (T_m - T_M) \left(1 + \frac{4}{p} \cdot \frac{1}{e^{C_{2tr}}}\right)}{1 + a_v k_{pi} (T_m - T_M) \left(1 + \frac{4}{p} \cdot \frac{1}{e^{C_{2tr}}}\right)} \quad (1)$$

Reprezentarea grafica variatiei contractiei în volum cu presiunea de injectare si timpul de racire în matrita ne arata o diminuare a acesteia, deci implicit si a deformatiei. Efectul suprapus al presiunii de injectare si a timpului de racire în matrita a fost studiat în partea experimentală.

2. Cercetari experimentale.

În cadrul cercetarilor experimentale au fost injectate piese la valori diferite ale presiunii de injectare si diferiti timp de racire. Dupa injectare a fost masurata abaterea de la planeitate a suprafetei piesei.

Suprafata masurata este formata din cele doua sectoare de cerc, pe care am selectat, conform STAS 7384-85, are o lungime de referinta de 60 mm si o latime de 15 mm. Abaterea de la planeitate este masurata cu ajutorul unui ortometru pe care am fixat un comparator cu cadran cu precizie de ordinul miimilor de milimetru. Piesa este sprijinita pe doua cale plan paralele pentru a permite translatia pe lungimea si latimea ei.

În cadrul masuratorilor am "palpat" suprafata de masurat si am notat diferentele dintre valoarea maxima si minima înregistrata de comparator. Reprezentarea grafica a deformatiei piesei injectate este prezentata în graficul din figura 3, cu datele în cascada, iar în figura 4, pentru o mai buna interpretare a datelor aceeasi reprezentare, dar cu datele prezentate în paralel în serii de timp de racire. Din analiza datelor experimentale si a graficelor din figurile 3 si 4 se poate afirma ca : abaterea de la planeitate a piesei injectate scade, atât cu cresterea presiunii de injectare cât si cu cresterea timpului de racire în matrita.

O observatie foarte importanta, similara cu cazul variatiei contractiei, rezulta din analiza graficului din figura 4. Se observa efectul suprapus a presiunii de injectare cu timpul de racire în matrita asupra variatiei deformatiei piesei. Astfel, prin aplicarea unei presiuni de injectare mai mari si a unui timp de racire mai mic se obtin deformatii apropiate cazului aplicarii unor presiuni mai mici si a unor timpi de racire mai mari.

De asemenea, se observa ca timpul de racire în matrita are o influenta importanta asupra deformatiei piesei. Explicatia consta în faptul ca, cu cât timpul de racire este mai mare, cu atât piesa se va raci mai mult între peretii rigizi ai matritei, astfel temperatura piesei la deschiderea matritei va fi mai aproape de temperatura matritei, evitând caderea mare a temperaturii piesei în aer liber. De aici se desprinde si ideea de a lucra cu temperaturi ale matritei la o valoare cât mai mica, dar asigurând curgerea optima a topiturii, pentru a aduce piesa la o temperatura cât mai mica în momentul deschiderii matritei. Uniformitatea termica a peretilor matritei este de asemenea importanta, pentru a nu avea valori diferite ale temperaturii pe suprafata piesei, ceea ce ar produce contractii zonale diferite, rezultând

deformatii apreciable. Din acest punct de vedere, trebuie acordata o atentie deosebita amplasarii canalelor de racire în matrita în faza de proiectare a acesteia.

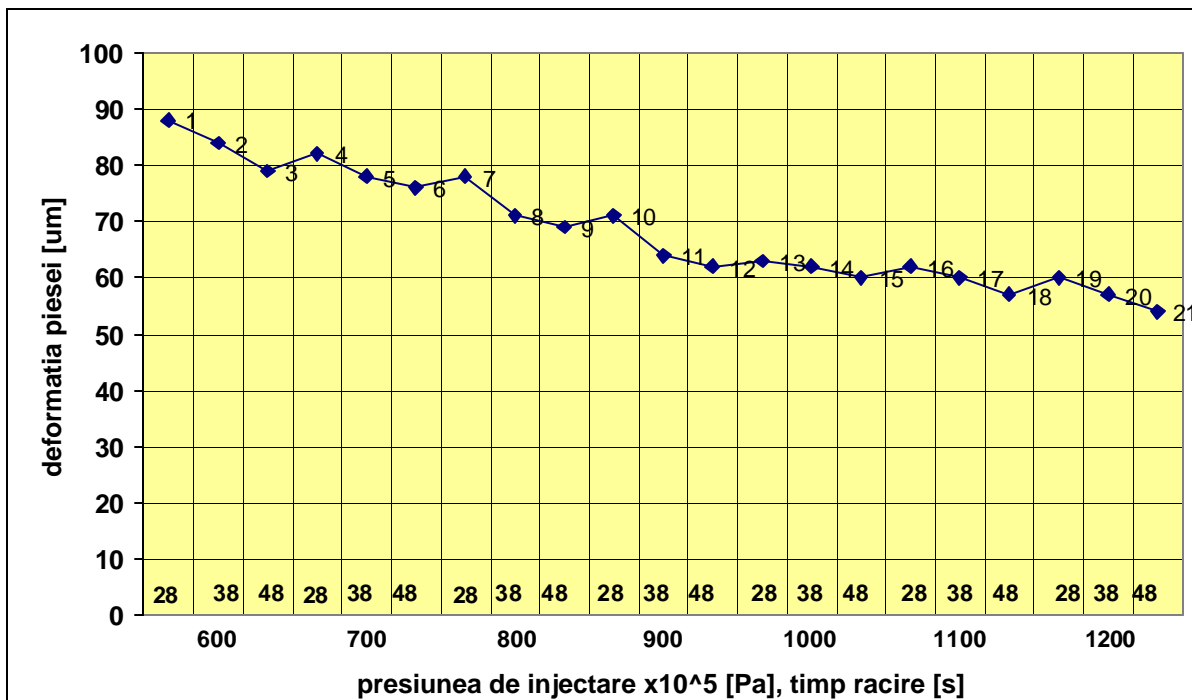


Fig.3. Graficul de variatie a deformatiei piesei injectate cu presiunea de injectare si timpul de racire în matrita. Reprezentare în cascada a datelor.

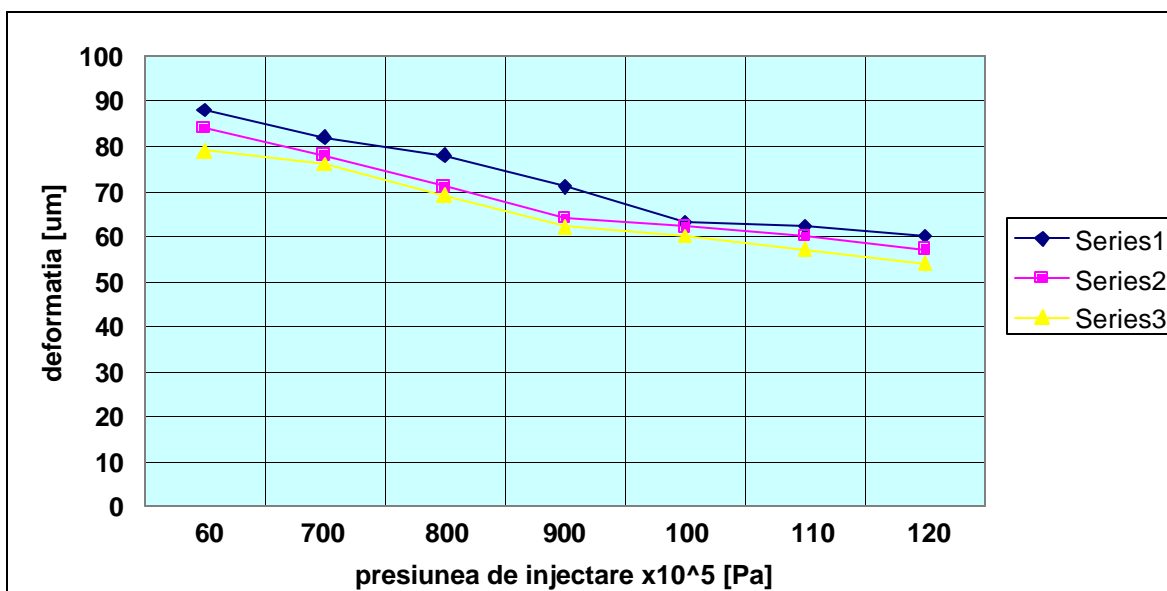


Fig.4. Graficul de variatie a deformatiei piesei injectate cu presiunea de injectare si timpul de racire în matrita. Reprezentare în paralel a datelor pe serii de timp de racire în matrita.

Analiza geometriei piesei ne arata ca în zonele unde exista acumulari de material, de exemplu nervuri, apare o deformare mai pronuntata a piesei, fenomen care trebuie luat în considerare la proiectarea formei piesei.

Din analiza deformatiei piesei s-au observat cazuri în care apar deformatii ale suprafetei în zona în care sunt amplasate tijele aruncatoare (extractoare) a piesei din matrita. Aceste deformatii apar, în general, în cazul aplicarii unui timp de racire prea mic, piesa nefiind suficient de bine racita. Forma constructiva a matritei poate duce la evitarea amplasarii aruncatoarelor în zonele unde sunt suprafete ale piesei cu prescriptii tehnice de precizie a formei.

Concluzii :

- 1- deformatia finala a piesei injectate scade cu cresterea presiunii de injectare,
- 2- deformatia finala a piesei injectate scade cu cresterea timpului de racire în matrita,
- 3- prin aplicarea unei presiuni de injectare mai mari si a unui timp de racire în matrita mai mic se obtin deformatii ale piesei injectate comparabile cu cazul aplicarii unei presiuni mai mici si a unui timp de racire mai mare, fapt ce permite reducerea timpului total a ciclului de injectare,
- 4- uniformitatea termica a matritei influenteaza deformatia piesei ; o atentie deosebita se va acorda amplasarii corecte a canalelor de racire în matrita
- 5- forma geometrica a piesei influenteaza deformatia prin posibilele acumulari de material la nervuri de rigidizare, sau la schimbari de directie a peretilor piesei,
- 6- datorita aspectelor prezentate mai sus, se poate afirma ca timpul de racire în matrita are un rol determinant în variatia deformatiei piesei injectate, mai mare decât presiunea de injectare,

Bibliografie:

1. Chira, D. – Influenta variatiei volumului topiturilor de materiale termoplastice cu temperaura si presiunea asupra fazei de dozare-plastifiere la masinile de injectat . Sesiunea de comunicari stiintifice, Universitatea Oradea, 2003,
2. Chira, D. – Optimizarea comenzii la masinile de injectat materiale macromoleculare. Teza de doctorat, Universitatea Lucian Blaga din Sibiu, 2006.
3. Iclanzan, T. - Plasturgie. Tehnologia prelucrarii materialelor plastice. Timisoara, Ed. Politehnica, 2003.
4. Misca, Gh. – Materiale polimerice. Cluj-Napoca, Editura Casa Cartii de Stiinta, 2002.