

STUDIU DE CAZ ASUPRA DEFORMARII PIESELOR DE TIP DISC DIN MATERIALE TERMOPLASTICE, INJECTATE CENTRAL

Horia, UNGUR; Sorin, ILIE; Ioan, MIHĂILĂ
S.C. PLASTOR S.A., S.C. PLASTOR S.A., UNIVERSITATEA ORADEA

Resubmit: In this work are presented the main defects of discus-shaped parts, injected from thermoplastic materials, and the analysis of their causes. During part design, the fulfilling of functionality requirements is put in the first place. But, in this case study, the influences of materials, mould design (right positioning and right dimensions of mould cooling system) and machine parameters over the quality and functionality of the part are brought into light.

1. DEFORMAREA PIESELOR INJECTATE DE TIP DISC

Pieselete injectate din materiale termoplastice urmaresc sa raspunda unor cerinte tot mai ridicate de precizie dimensionala, rezistenta mecanica, calitatea suprafetei si functionalitate. La obtinerea piesei concura trei factori principali: materialul, matrita si masina, fiecare dintre acestia influentand hotarator caracteristicile si calitatea produsului finit.

Dimensiunile finale ale piesei injectate sunt determinate de contractia si postcontractia suferita de aceasta in timpul si dupa finalizarea procesului de injectare. Valorile acestora sunt importante pentru forma si precizia dimensionala a produsului insa aprecierea lor este dificila, fiind determinata de fiecare dintre factorii mai sus mentionati. Analizandu-i pe fiecare in parte putem trage urmatoarele concluzii:

Materialul termoplastice:

- Alegerea materialului se face din faza de proiectare. Datorita contractiilor diferite ale diverselor materiale termoplastice (de exemplu de la 0.4...0.8% pentru policarbonat pana la 1.5...4% pentru polietilena de joasa si inalta densitate), cat si a contractiilor diferite a diverselor sorturi a aceluiasi material in proiectarea matritei se va tine cont de contractia materialului din care se va executa piesa. De regula materialele semicristaline au contractii mai mari decat cele amorse;

- Materialele higroscopice necesita uscare inainte de prelucrare pentru eliminarea din structura a apei ce are consecinte negative asupra calitatii piesei. Dupa injectare insa, materialul va absoarbe apa din atmosfera pentru a-si atinge starea de echilibru, cu influente insa asupra preciziei dimensionale a piesei. Procesul poate dura un timp indelungat fiind influentat de umiditatea mediului in care se găseste piesa, pana la finalizarea sa existand o continua modificare dimensională. Se practica de regula pentru piesele din aceste materiale o conditionare postinjecție in apa fierbinte.

- La materialele semicristaline contractia pe directia curgerii (x) numita si contractie longitudinala este mai mica decat cea pe directie perpendiculara pe directia de curgere (y) numita contractie transversala, pe cand la materialele amorse diferența intre cele doua contractii este foarte mica. Ranforsarea cu fibra de sticla, care se orienteaza la injectare pe directia curgerii, duce la diminuarea contractiei longitudinale si are o influenta neglijabila asupra celei transversale, accentuand astfel diferența intre cele doua contractii. In fig. 1 este prezentata deformarea pieselor de tip disc datorata tensiunilor interne induse de diferența dintre cele doua contractii.

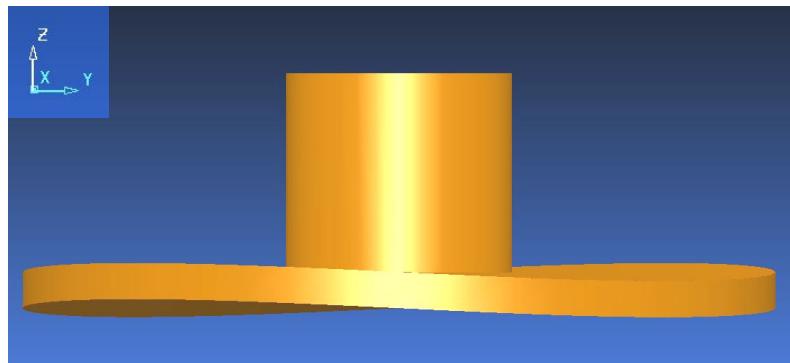


Fig.1. Deformarea pieselor disc datorita diferentei intre contractia transversala si cea longitudinala

Matrita:

- Pozitia punctului de injectare. De exemplu pentru injectarea pieselor de tip disc, de precizie se foloseste sistemul „vario” care presupune injectarea laterală, printr-o duza a matritei situata excentric in raport cu axa matritei. Avantajul fata de injectarea centrala clasica este dat de diminuarea influentei pe care o are diferenta intre contractia transversala si cea longitudinala.
- Sistemul de racire. Incorrecta dimensionare sau amplasare a acestuia poate duce la deformatii ale pieselor similar cu cele prezentate in fig. 2, deformatii determinate de diferențele de temperatura intre diferitele puncte din matrita.

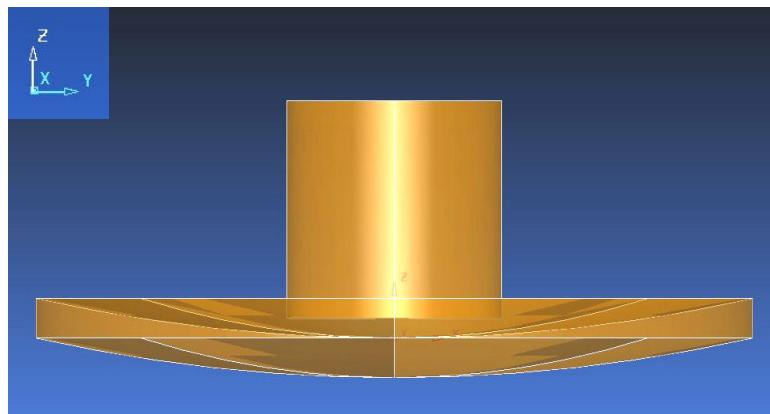


Fig.2. Deformarea pieselor disc datorita conditiilor de racire din matrita

Masina de injectie. Se constata cresteri ale contractiei odata cu variatia diferitor parametrii ai utilajului:

- Cu cresterea temperaturii topituirii;
- Cu scaderea presiunii de injectie sau a presiunii ulterioare;
- Cu scaderea timpului de mentinere sau a timpului de racire;
- Cu scaderea vitezei de injectare.

Este deci important ca plecand de la cerintele de functionalitate ale piesei sa se tina cont de toti factorii care in final vor ajunge sa influenteze aceste cerinte. In timp ce forma si dimensiunile sunt stabilite din etapa proiectarii de produs, proiectarea de S.D.V. va trebui sa armonizeze aceste cerinte cu toti ceilalți factori care din faza de procesare concura le obtinerea unei piese conforme solicitarii clientului.

2. PREZENTAREA PIESEI SUPUSA ANALIZEI

In aceasta lucrare analizam o piesa injectata la S.C. PLASTOR S.A. Oradea, denumita „rotor”, prezentata in fig. 3, executata pentru un client extern.

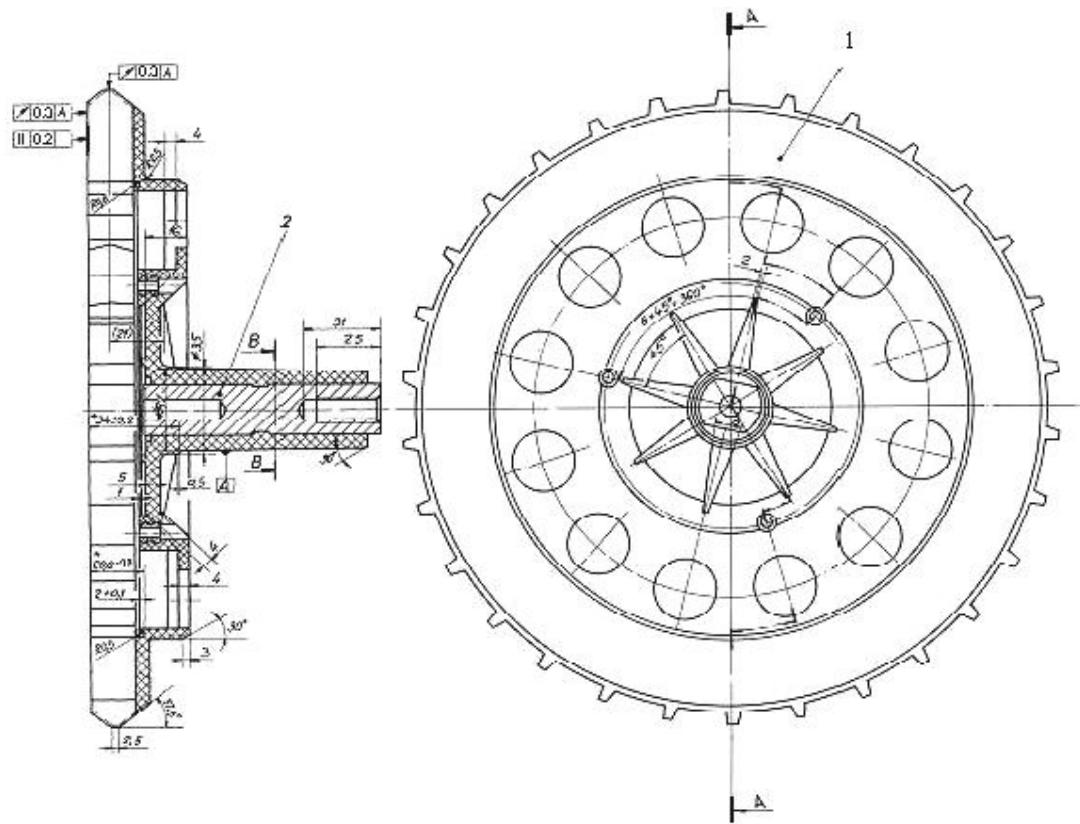


Fig.3. Piesa „rotor” supusa analizei

La proiectarea acestei piese s-au luat in considerare urmatoarele elemente:

- Materialul termoplastice folosit: poliamida 6 cu 30% talc;
 - Functional, bataile radiale si frontale maxim admise fata de suprafata A de montaj, 0.7 mm;
 - Abaterea de la planeitatea suprafetei frontale a dintilor, maxim 0.5 mm.
 - In coada piesei este introdusa insertia metalica 2, peste care se realizeaza injectia, cu rol in montaj;
 - S-au prevazut opt nervuri (3) pe directie radiala, pentru rigidizarea piesei.
- Datorita modificarilor de fabricatie ale clientului, cerintele de calitate impuse piesei au crescut. Astfel:
- Functional, bataile radiale si frontale maxim admise fata de suprafata A de montaj, 0.3 mm;
 - Abaterea de la planeitatea suprafetei frontale a dintilor, maxim 0.2 mm;
- S-au efectuat probe prin varierea parametrilor de injectie ce influenteaza deformatiile acestor tipuri de piese, fara a se obtine insa rezultate concludente. In consecinta s-au analizat ceilalati factori, enumerati in paragraful 1, prin modificarea carora se poate obtine rezultatul dorit.

3. ANALIZA CAUZELOR DEFORMATIILOR. CORECTII.

Conditii de pornire sunt urmatoarele:

- Sistemul de racire pentru partea fixa a matriei, prezentat in fig. 4, este practicat in placa de formare si contine doua circuite independente sub forma unor patrate cu laturile de 160 si respectiv 240mm;
- Bataile frontale si radiale ale piesei sunt prezentate in fig. 5 si 6;

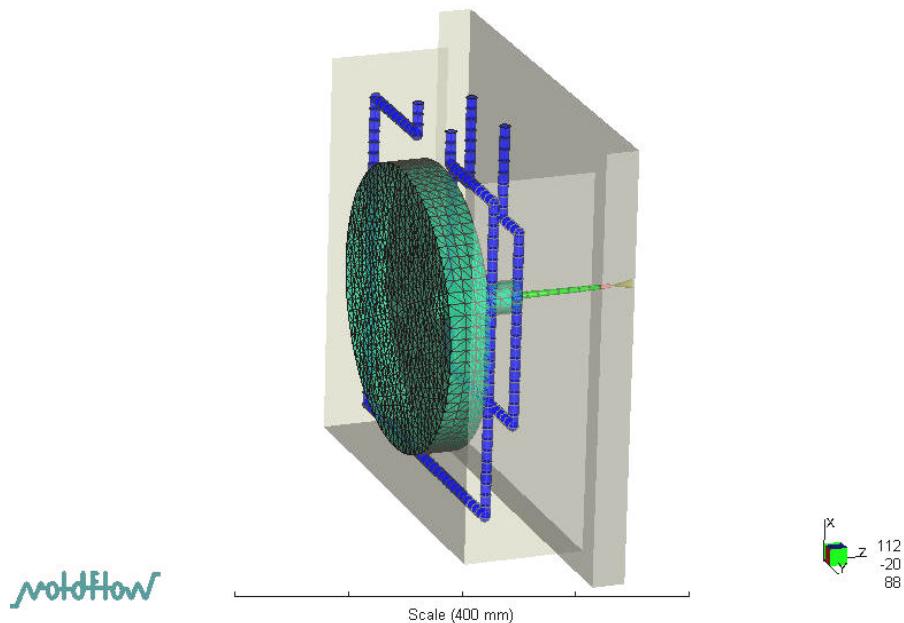


Fig.4. Circuitele de racire initiale ale partii fixe a matriei

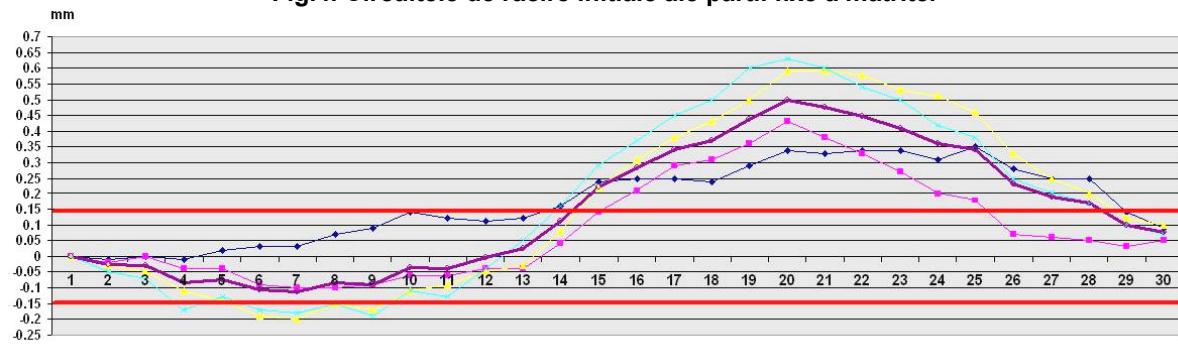


Fig.5. Bataia frontală initială a piesei

Nr. dinti

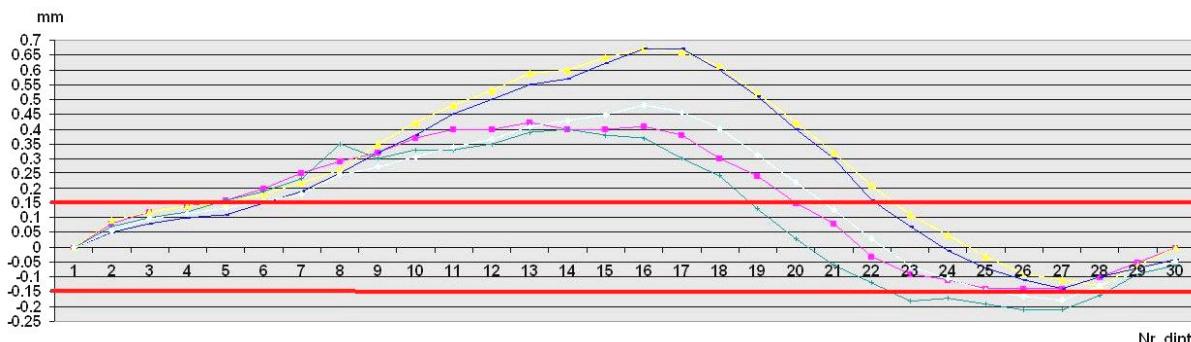


Fig.6. Bataia radială initială a piesei

Nr. dinti

- Abaterea de planeitate a suprafetei dintilor 0.5 mm.

Sistemul de racire incorrect dimensionat si amplasat duce la imposibilitatea racirii uniforme a piesei, astfel incat zona de coada, care este si partea cea mai calda a piesei, este practic neracita. La aceasta se adauga efectul pe care il au nervurile radiale unde datorita grosimii mai mari de perete vom avea o racire mai lenta a miezului piesei. Astfel, in timp ce partea dintilor piesei este rece, coada acesteia si miezul nervurilor este inca fierbinte si continua sa se contracte. Aceasta are ca efect tragerea dupa sine a intregului disc, ducand la incovoierea acestuia asa cum s-aprezentat in fig. 2.

Possible remedii:

1. Diminuarea contractiei pe directie radiala prin folosirea unui material ranforsat cu fibra de sticla, dar acesta duce la ondulatii mai mari ale piesei asa cum s-a aratat in paragraful1;

2. Modificarea sistemului de racire al matritei in scopul racirii uniforme a tuturor zonelor piesei. In fig. 7 este prezentata modificarea ce s-a facut asupra sistemului de racire. Avem de aceasta data patru circuite independente obtinute prin separarea celor doua initiale, pentru optimizarea racirii celor doua jumatati ale discului piesei si un al cincilea circuit realizat intre placa de formare si placa de prindere, cu sicane ce inconjoara coada piesei si se apropie cat mai mult de zona de nervuri.

Rezultatul obtinut: abaterea de planeitate a suprafetei dintilor 0.15 mm

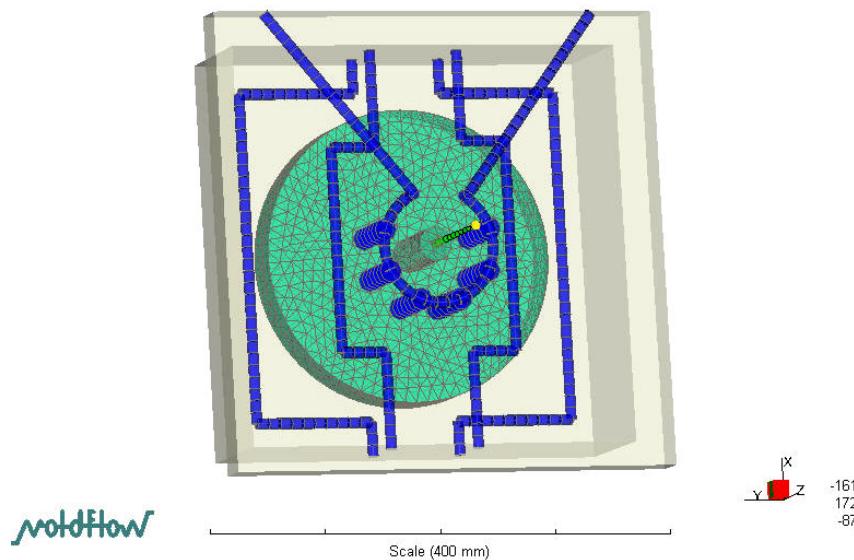


Fig.7. Circuitele de racire finale ale partii fixe a matritei

Se constata de asemenea ca modificarile aduse sistemului de racire nu au o influenta semnificativa asupra batailor frontale sau radiale ale piesei. Aceasta datorita faptului ca asupra piesei actioneaza simultan doi factori, fiecare aducandu-si propriul aport in rezultatul final. Astfel, pe de o parte sistemul de racire incorrect duce la o curbare a piesei cu consecinte asupra planeitatii suprafetei dintilor iar materialul semicristalin folosit, datorita diferentelor intre contractiile longitudinale si transversale duce la bataile frontale si radiale mari, ca efect al ondularii piesei.

De altfel, asa cum reiese din fig. 5 si 6, care reflecta o reprezentare desfasurata a conturului discului bataile sunt transpusse in plan sub forma unor sinusoide. Se observa ca

atât în cazul bataii radiale cat și a celei frontale avem sinusoide imperfecte, cu valori mai mari în a două jumătate a piesei (începând cu dintele nr. 18). Cauza este o curbare mai accentuată în acea regiune, suprapusă peste ondularea datorată materialului, curbare care își are cauza într-o racire mai slabă în acea zonă făta de prima jumătate unde avem intrările circuitului de racire. Aceasta este motivul pentru care s-au separat cele două circuite initiale. Rezultatele asupra bataii frontale după modificarea circuitului de racire sunt prezentate în fig. 8.

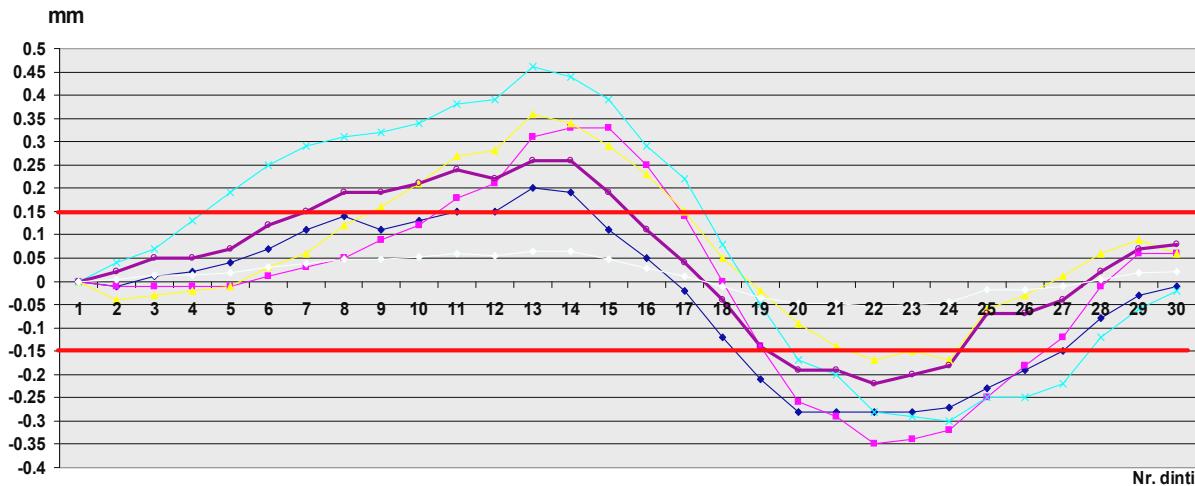


Fig.8. Bataia frontală după modificarea sistemului re racire

Se observă că de această dată curbele se prezintă sub forma unor sinusoide aproape perfecte. Cumulat cu rezultatul favorabil asupra planeității suprafetei dintilor, considerăm că efectul negativ la racirii incorecte asupra deformatiilor piesei este înlaturat.

3. Înlocuirea materialului semicristalin cu un material amorf. Așa cum s-a arătat în paragraful 1, materialele semicristaline duc la deformatii sub forma de ondulari din cauza diferențelor de contractie pe cele două directii: longitudinală și transversală. Problema care apare este de contractie a materialului, deoarece nu sunt posibile modificari ale partilor active ale matritei. Piesa va trebui să se incadreze la final în cotele impuse.

S-au efectuat probe cu acrilonitril-butadien-stiren (ABS), iar rezultatele acestora sunt prezentate în fig. 9 și 10, pentru cele două batai impuse.

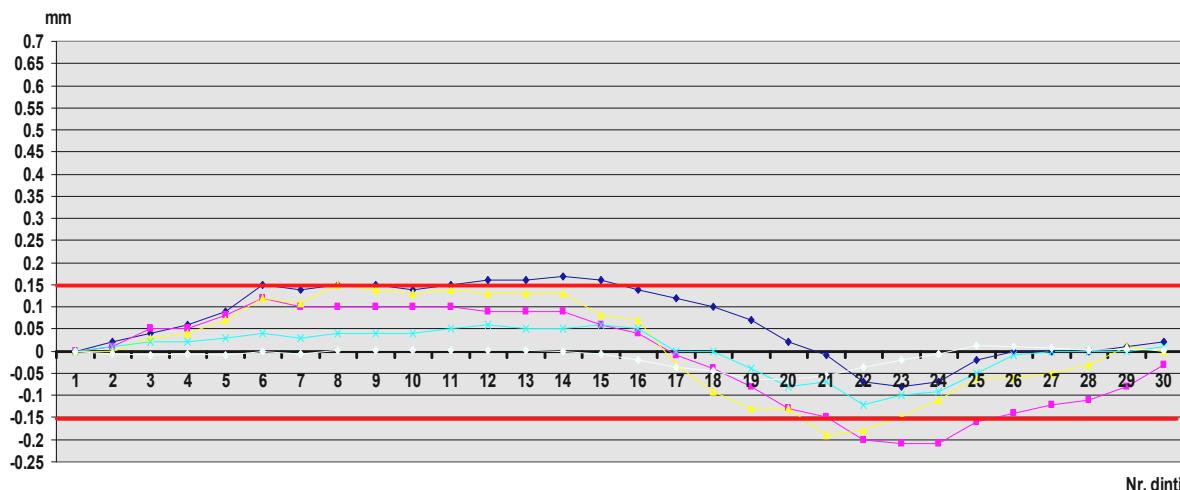


Fig.9. Bataia frontală pentru ABS

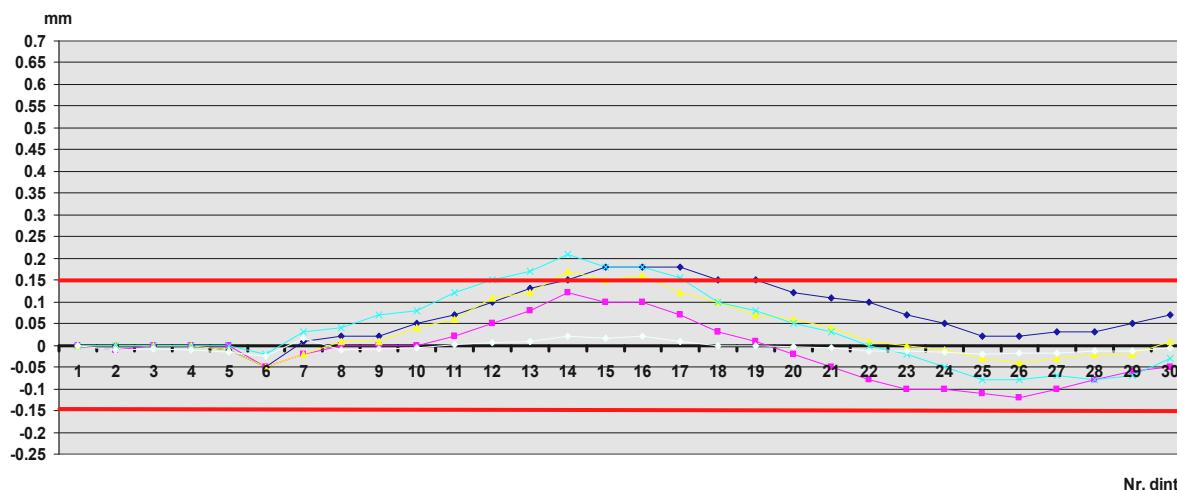


Fig.10. Bataia radiala pentru ABS

In toate diagramele este marcat orientativ, prin linii rosii, campul de toleranta in care trebuie incadrate bataile piesei. Toate masuratorile s-au efectuat pe esantioane de cate 5 piese.

In varianta finala se observa ca rezultatele sunt foarte apropiate de cerintele clientului.

Fata de situatia initiala prezentata in fig. 5 si 6 s-a obtinut o corectie a curbelor prin apropierea lor de profilul sinusoid, dar si o reducere substantiala a amplitudinii acestora. Materialul folosit (ABS) ca ilocitor pentru poliamida 6 cu 30% talc are contractii apropiate de acestea (0.0055 fata de 0.007...0.012 pentru PA cu 30% adaus mineral, conform D955, cm/cm x 10⁻³) astfel incat cotele piesei finite se pastreaza in tolerantele impuse de client. Cota ce nu se incadreaza in campul de toleranta prescris este diametrul cozii piesei, dar nu ca o consecinta a schimbarii materialului ci a introducerii sistemului de racire suplimentar cu sicane in scopul eliminarii curburii. Acest inconvenient se rezolva prin confectionarea unei alte bucse in concordanta cu noile conditii.

4. CONCLUZII

Vrem sa precizam ca matrita a fost proiectata pentru conditiile initiale prezentate in paragraful 2. Modificarile s-au facut pentru a permite adaptarea la noile cerinte ale clientului, in situatia in care executia unei noi matrite este prea scumpa.

Aceasta situatie ne permite insa sa punem in evidenta importanta ce trebuie acordata tuturor factorilor ce influenteaza deformatiile produsului finit. Plecand de la abordarea teoretica a deformatiilor specifice acestor tipuri de piese, prin analiza cauzelor si prezentarea modalitatilor de inlaturare a acestora, se prezinta rezultatele practice obtinute pe o piesa reprezentativa.

S-a constatat ca principala cauza a deformarii sub forma de curbare o constituie sistemul de racire incorect conceput. S-a procedat la modificarea acestuia pentru indeplinirea cerintei de egalizare a temperaturii in diferite puncte ale matritei. Rezultatele practice dovedesc imbunatatirea substantiala a calitatilor piesei cu incadrarea acestora in abaterile impuse de client.

S-au analizat deformatiile sub forma de ondulare, cu cauza principală in diferențele de contractie longitudinala și transversala a materialului și s-a propus un alt material termoplastice în concordanță cu cerintele de calitate (caracteristici mecanice, cote) ale

piesei. Rezultatele practice dovedesc imbunatatirea batailor radiale si frontale, deci reducerea deformatiilor sub forma de ondulare.

Acstea considerente sunt valabile pentru orice piesa injectata sub forma de disc. Pentru o calitate si precizie ridicata a acestor piese trebuie luate in considerare pentru fiecare caz particular toate elementele prezентate in aceasta lucrare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] *** ,MPI/FLOW training course Release 2.0
- [2] Rosato,Donald; Rosato, Dominique –*Injection moulding handbook*, Chapman&Hall, New York,1995
- [3] Seres, Ioan- *Injectarea materialelor termoplastice*, Imprimeria de Vest, Ordea, 1996