

OPTIMIZACIJA PARAMETARA LIVENJA KLIPOVA KORIŠĆENJEM SOFTVERSKOG PAKETA MAGMASOFT

PARAMETER OPTIMIZATION FOR PISTON CASTING BY USING SOFTWARE PACKAGE MAGMASOFT

SREĆKO MANASIJEVIĆ¹, ZAGORKA PAVLOVIĆ-AĆIMOVIĆ¹,
RADOMIR RADIŠA²

¹TMF, Karnedžijeva 4, Beograd, ²LOLA sistem-LOLA Institut,
Kneza Višeslava 70a, Beograd

IZVOD

U radu su na konkretnom primeru predstavljene prednosti osvajanja novih proizvoda pomoću savremenih softverskih paketa u odnosu na konvencionalni način. Upotrebom softverskog paketa MagmaSoft izvršena je optimizacija tehnoloških parametara livenja klipova, pri čemu se skraćuje vreme osvajanja i smanju cena novog proizvoda. Takođe, razmatrana je korelacija između softverskih paketa CATIA V5.11 i MAGMASOFT V4.2

Ključne reči: klip, optimizacija, simulacija, MagmaSoft, CATIA

ABSTRACT

This paper uses case-study to present advantages of mastering new products with modern software packages comparing to conventional manner. Utilization of MagmaSoft software package enables optimization of technical parameters for piston casting, but shortens the period necessary for mastering new product, resulting in price reduction. Also, we discussed correlation between software packages CATIA V5.11 and MAGMASOFT V4.2

Key words: piston, optimization, simulation, MagmaSoft, CATIA.

1. UVOD

Dosadašnji, konvencionalni, metod osvajanja novog proizvoda zahteva izradu 2D tehničke dokumentacije korišćenjem gotovih softverskih paketa za konstrukciju pomoću paketa programa za kreiranje dvodimenzionalnih modela, izradu prototipa alata za livenje, alata za mehaničku obradu i površinsku zaštitu na osnovu te dokumentacije i izradu probne serije.

Ovo je dug i skup put do osvajanja novog proizvoda. Zato je u ovom radu predstavljena mogućnost poboljšanja procesa osvajanja novog proizvoda primenom savremenih softverskih paketa za kreiranje trodimenzionalnih, površinski orijentisanih modela sa potrebnim modulima za memorisanje, pozicioniranje i izradu grafičke dokumentacije za modeliranje u koje spadaju paketi programa za stvaranje solid modela, koji sem jasne prezentacije oblika omogućuju analizu kinematike sistema, proračun parametara konstrukcije, simulacije livenja itd. U ovom radu je predstavljen samo deo mogućnosti poboljšanja metoda osvajanja novog proizvoda koji se odnosi na proces modeliranja, optimizaciju tehnoloških parametara livenja klipa.

2. OPTIMIZACIJA TEHNOLOŠKIH PARAMETARA LIVENJA KLIPOVA

Optimizacija parametara livenja je predstavljena na primeru odlivka klipa od legure AlSi13Cu4Ni2Mg . Klip je liven sa nosačem prstena od nirezista i sonim jezgrom za formiranje kanala za hlađenje. Ovaj klip predstavlja veoma složen geometrijski model. Samim tim i alat za njegovo livenje zahteva složenu konstrukciju. Alat se sastoji od vodeće čaure, petodelnog jezgra, mantila, pljosnatih umetaka, pritiskivača, poklopca pritiskivača itd.

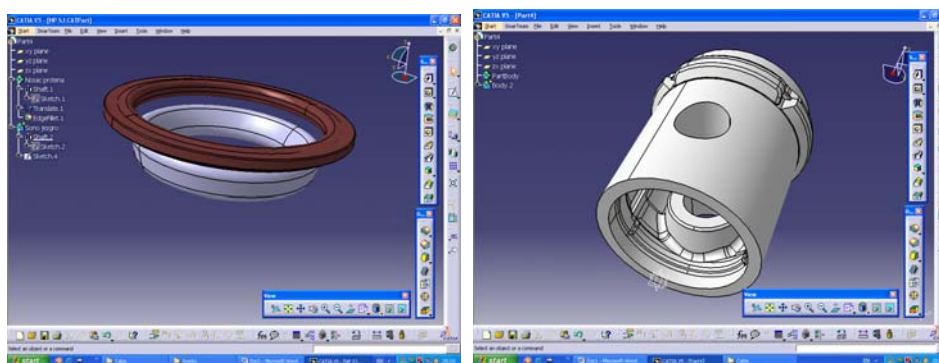
Za optimizaciju tehnoloških parametara livenja korišćen je savremeni softverski paket MagmaSoft. Za simulaciju su potrebni 3D modeli odlivka, ulivnog sistema, hranitelja, mesta hlađenja, medijuma hlađenja itd. MagmaSoft čita grafičke formate kao što su STL i STEP. Pošto CATIA izvozi part fajlove u STL, STEP formatima, znači da se može iskoristiti predhodno konstruisan model i kao original uneti u grafičku stanicu. Postoji i mogućnost da se u MagmaSoft-u konstruiše jednostavniji 3D model geometrije.

Za simulaciju prikazanu u ovom radu iskorišćena je kompaktilnost između ova dva softverska paketa, te je izvršeno modeliranje u CATIA-ji i simulacija u MagmaSoft-u [1÷3].

2.1. Izrada 3D modela u CATIA-ji

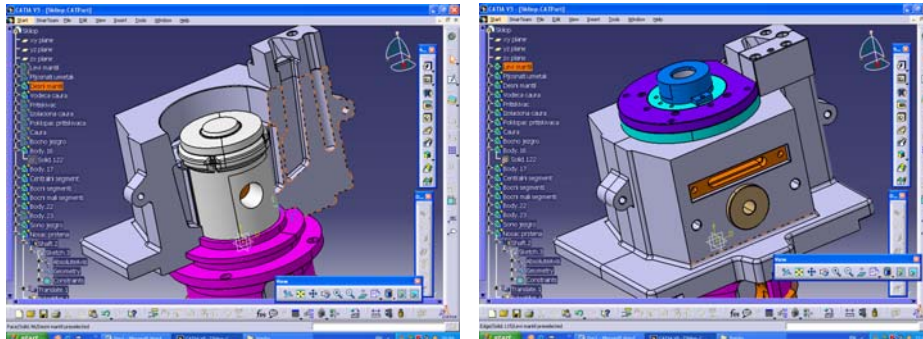
Osnovni paket softverskog programa CATIA namenjen je za modeliranje složenog trodimenzionalnog modela. Upotreba ovog softverskog paketa omogućava inženjerima da u relativno kratkom roku projektuju vrlo složene trodimenzionalne oblike (u ovom slučaju odlivak klipa), čime daju viziju svojih ideja i stavljaju ih na raspolaganje drugima, što pokazuje orijentisanost na timski rad. CATIA omogućava nakon modeliranja, korišćenje ugrađenih funkcija za određivanje ostalih složenih karakteristika kao što su: momenat inercije, koordinate težišta, zapremina i masa modela, izrada radioničkih crteža itd.

Izrada 3D modela odlivka klipa i projektovanje alata za livenje predstavlja složen proces. Sastoji se iz nekoliko faza: modeliranje i pozicioniranje nosača prstena i sonog jezgra, modeliranje odlivka klipa (slika 1) i modeliranje alata za livenje (slika 2) na osnovu modela odlivka klipa sa računatim koeficijentom skupljanja i izrada radioničkih crteža.



Slika 1. – 3D model: nosača prstena, sonog jezgra i odlivka klipa

Figure 1. – 3D model: ring carrier, salt core and piston casting



Slika 2. Model alata za livenje klipova
Figure 2. Model of tools for piston cast

Izrada 3D modela odlivka klipa i alata za livenje omogućava precizno definisanje svakog pojedinačnog elementa prilikom osvajanja potpuno novih pozicija ili korekciju grešaka nastalih osvajanjem novih pozicija konvencionalnom metodom.

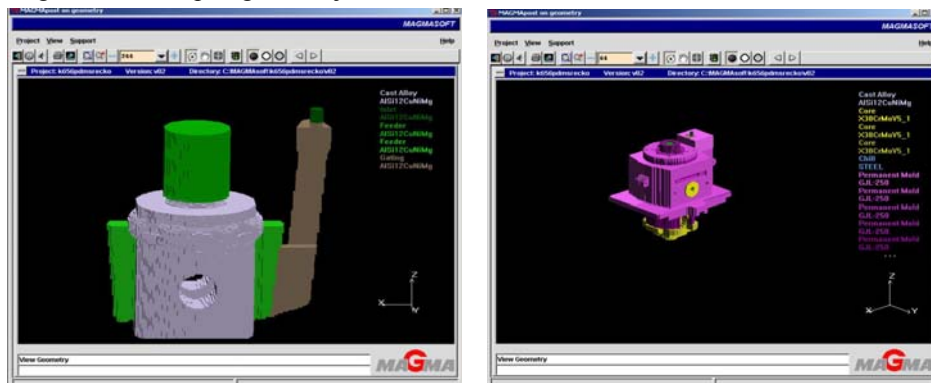
2.2. Simulacija procesa livenja klipova MagmaSoft-om

MagmaSoft je programski paket tj. kompjuterski alat koji simulira proces livenja i očvršćavanja odlivaka. Za izvođenje simulacije obezbeđen je: 3D geometrijski model odlivka i ostalih komponenata (alat za livenje, ulivni sistem, hranitelj itd.) konstruisani u CATIA-ji, tehnološke parametre (temperatura livenja, vreme livenja, vrsta materijala itd.) (Tabela 1), itd. Tako pripremljen 3D model unešen je u grafičku stanicu i ide u dalju fazu simulacije (slika 3).

Tabela 1: Ulazni podaci za softverski paket MagmaSoft [1]
Table 1: Input data for software package MagmaSoft [1]

Red. broj	Ulazni podaci	Karakteristike	
1	Karakteristike odlivka klipa	Legura	AlSi13Cu4Ni2Mg
		Interni standard	IS 02010SM
2	Materijal	Odlivak klipa	AlSi13Cu4Ni2Mg
		Mantili	SL 22
		Centralno jezgro	Č.4751
		Bočna jezgra	Č.4751
		Hranitelj	“VIDASIL”
		Nosač prstena	Nirezist
		Sono jezgro	NaCl+ dodaci
		Filter mrežica	sintetičko vlakno
3	Parametri procesa	Masa odlivka klipa	bruto 1.280 gr neto 720 gr
		Vreme izrade klipa	5.50 min/kom
		Temperatura livenja	755±5 °C
		Vreme livenja	7.10 sek
		Vreme očvršćavanja	140 sek
		Itd.	

U sledećoj fazi svi geometrijski sklopovi se podele na parcijalne elemente. Sam paket automatski je generisao finoću mreže tj. broj elemenata u sva tri smera koordinatnog sistema. Pripremljena mreža služi za dalji proračun. Za svaki element, pomoću diferencijalnih jednačina izračunati su fizičko-termički parametri, a dobijeni rezultati su granični uslovi za proračun parametara u susednom elementu, jer kompjuter vrši proračun od elementa do elementa u 3D koordinatama i na kraju sve parcijalne rezultate integriše za celokupnu geometriju.



Slika 3. Unos podataka u MagmaSoft-u
Figure 3. Data entry in MagmaSoft

Kada je simulacija završena, program je automatski proračunao kriterijume. Dobijeni rezultati omogućavaju detaljnu analizu procesa livenja i očvršćavanja, kao i otkrivanje grešaka. Rezultati simulacije dati su u 3D dijagramu i to preko: simulacije livenja, simulacije očvršćavanja i kriterijuma livenja i očvršćavanja. U okviru ovog projekta iskorišćena je maksimalna mogućnost programskog paketa MagmaSoft V4.4. U radu biće prikazani sledeći rezultati:

- simulacija livenja odlivka klipa (*Fill_Press*, *Fill_Temp* i *Fill_Velo*),
- kriterijum livenja (vektorski prikaz brzine livenja),
- simulacija očvršćavanja preko promena temperatura i
- kriterijumi očvršćavanja: *FSTIME* i *POROSITY*.

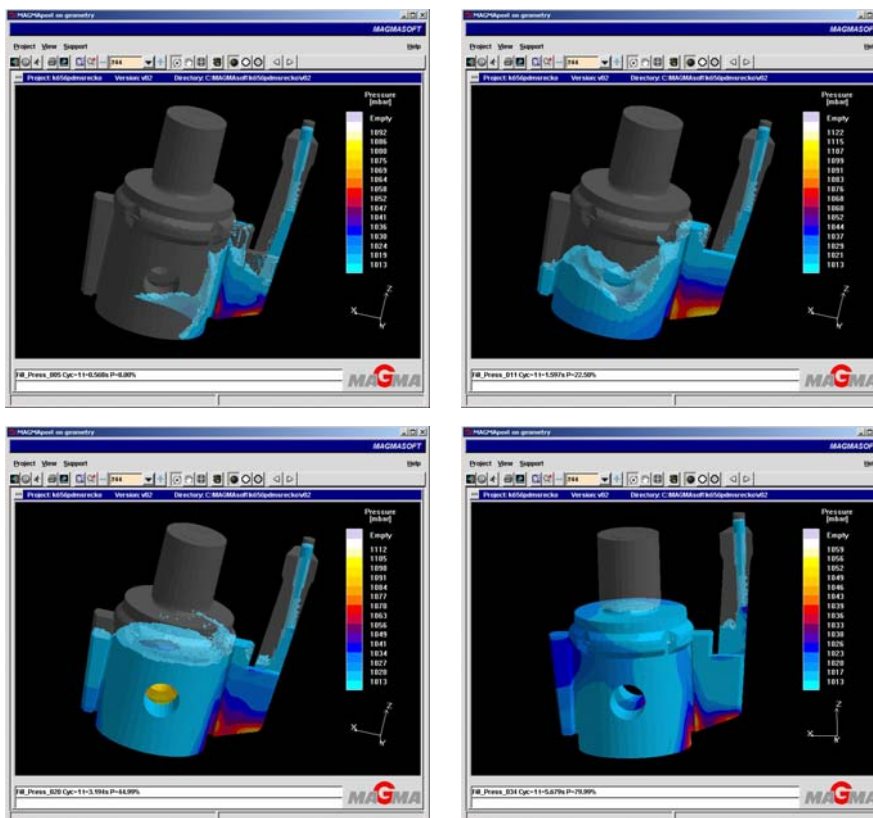
Uz pomoć postprocesora dobijeni rezultati mogu se prezentirati preko numeričkih vrednosti, a i preko: skale (napr.: termo skale), X-ray, vektora, tačaka itd. Recimo, u okviru kriterijuma livenja, iskorišćena je mogućnost MagmaSoft-a da se simulira brzina preko vektora brzine. To daje mogućnost provere toka liva i uz dodatnu korekciju ulivnog sistema moguće je uspostavljanje laminarnog toka. Na slici 4 dati su vektori brzine ulivanja liva na mestu prelaska između ulivnog sistema i odlivka klipa, jer je ovde došlo do narušavanja laminarnog toka.

FILLING–grupa sadrži sve rezultate punjenja ulivne zapremine. U ovom delu su prikazani rezultati simulacije livenja odlivka klipa preko: pritiska, brzine i temperature.

Uz pomoć "*Fill_Press*", prikazan je raspored pritiska u metalu, u toku vremena punjenja kalupa sa skalom preko X-ray-a (rezultati su dati numerički u [mbar]). Na slici 5 dati su rezultati punjenja kalupa za različita vremena i procenta popunjavanja kalupne šupljine. Na osnovu dobijenih rezultata može se izvršiti korekcija ulivnog sistema i hranitelja. Ovde nije bilo potrebe za korekcijom, jer su rezultati bili zadovoljavajući.



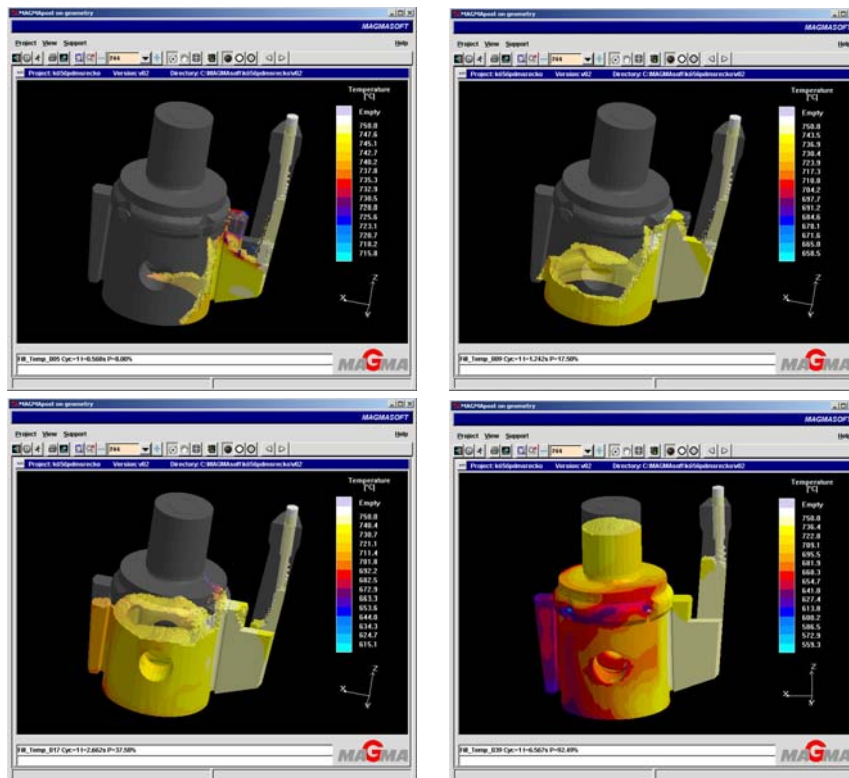
Slika 4. - Vektori brzine livenja sa skalom [1]
 Figure 4. – Velocity vectors for scale cast [1]



Slika 5. - "Fill_Press"- simulacija procesa livenja klipova [1]
 Figure 5. - "Fill_Press"- simulation of piston casting process [1]

Na slici 6 prikazana je "Fill_Temp" simulacija livenja klipa sa termo skalom preko X-ray-a (rezultati su prikazani u [°C]). Prikazani su rezultati promene temperature u toku livenja (preko vremena ulivanja metala ili procenta ulivenog metala). Na osnovu prika-

zanih rezultata, može se zaključiti da nema potrebe za korekcijom, jer se temperatura za vreme ulivanja metala menja ravnomerno.



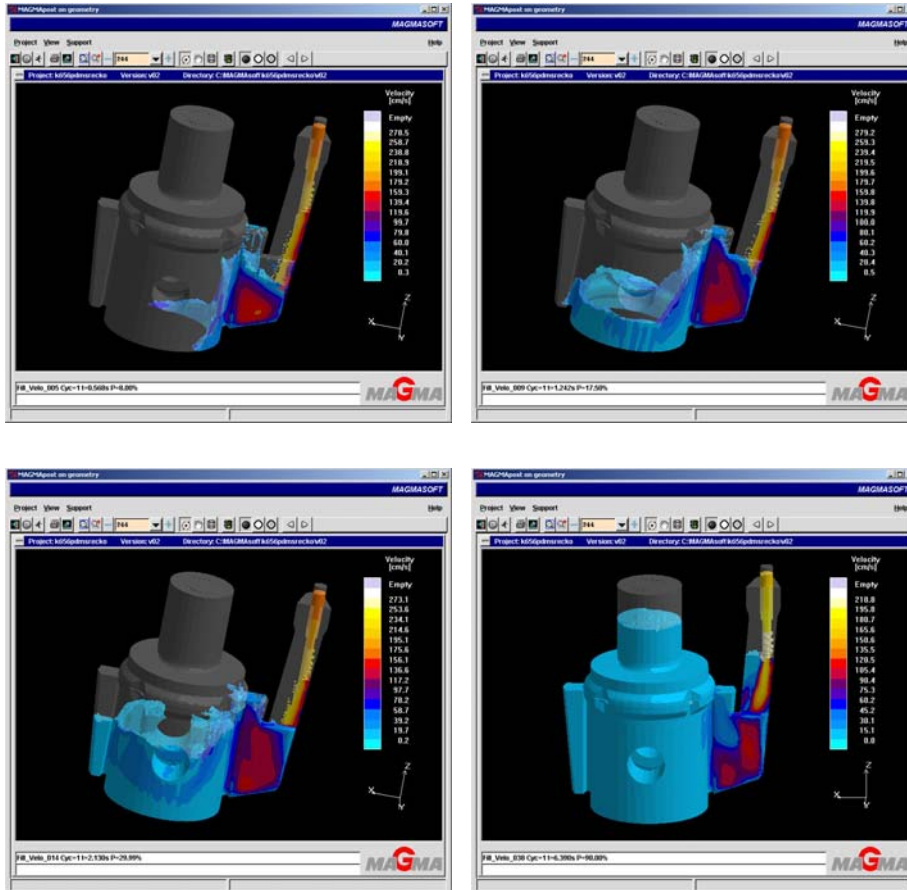
Slika 6. – "Fill_Temp"- simulacija procesa livenja klipova[1]
Figure 6. – "Fill_Temp"- simulation of piston casing process [1]

Slika 7 pokazuje simulaciju preko "Fill_Velo", tj. simulaciju rasporeda brzine metala u toku livenja odlivka klipa sa skalom i X-ray-om (rezultati su dati u [cm/s]). Na slici prikazani su rezultati preko vremena ulivanja ili procenta ulivenog metala. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da se brzina u toku ulivanja menja ravnomerno i da nema potrebe za korekcijom. Jedina veća promena brzine je u ulivnom sistemu, što je i logično.

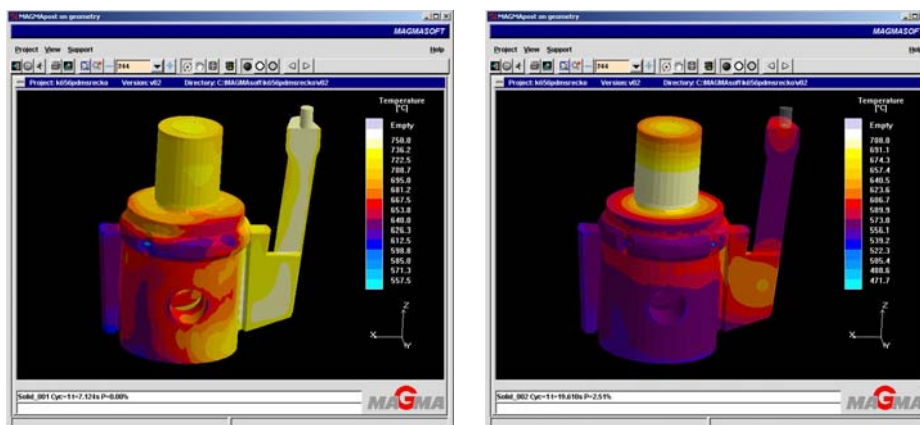
Uz pomoć "SOLIDIFICATION RESULTS", prikazani su svi rezultati očvršćavanja, tj. faze očvršćavanja sa izotermama, temperaturnim poljima, prikazom tečnog, testastog ili čvrstog metala, temperaturnim gradijentima itd.

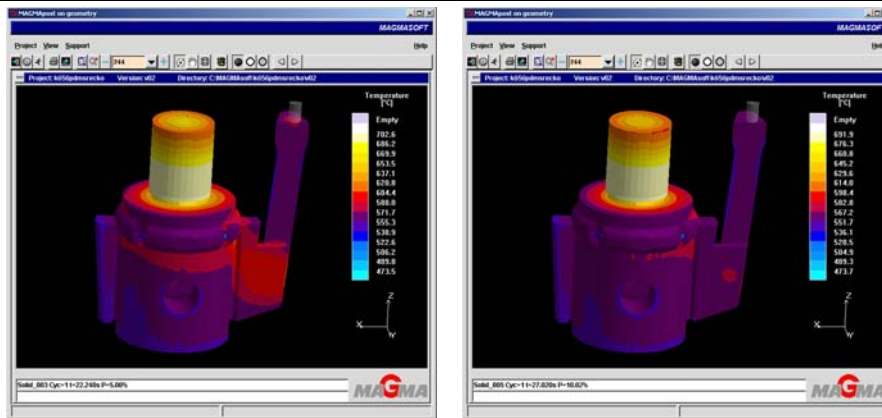
Na slici 8 dati su rezultati očvršćavanja za različite vremenske intervale, tj. procente očvrstlog metala. Simulacija očvršćavanja prikazana je preko X-ray-a sa termo skalom (rezultati su dati u [°C]). Na osnovu dobijenih rezultata, zaključuje se da dolazi do ravnomerne promene temperature u smeru očvršćavanja, tj. u obrnutom smeru odvođenja toplote. Dobijeni rezultati su optimalni.

Kriterijumom "FSTIME", prikazano je vreme potrebno da očvrstne kritična masa materijala, do kog je makroskopsko hranjenje moguće (slika 9). Mora se definisati procenat očvrstlog metala za koji želimo videti "FSTIME".

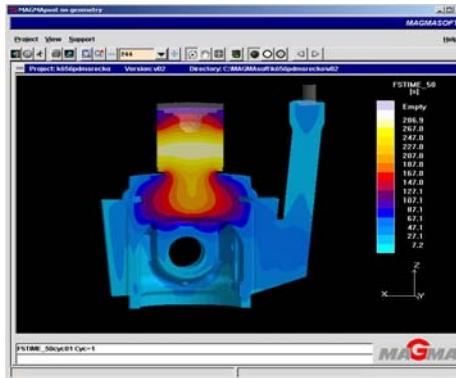


Slika 7. – Fill_Velo- simulacija procesa livenja klipova [1]
 Figure 7. – Fill_Velo- simulation of piston casting process [1]



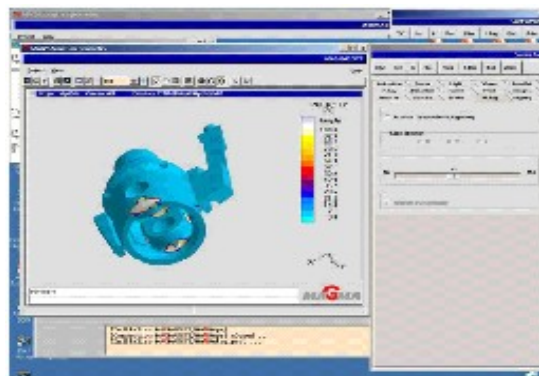


Slika 8. Simulacija procesa očvršćavanja klipova [1]
 Figure 8. Simulation of piston solidification process [1]



Slika 9. – “FSTIME_50” za 50 % očvrstlog materijala [1]
 Figure 9. – “FSTIME_50” for 50 % harden material [1]

Kao kriterijum “POROSITY”, dobija se analiza prisutnosti poroznosti i lunquera, fazne strukture, veličina i raspored napona itd. Na slici 10 dat je potpuno očvrslu odlivak klipa sa kritičnim mestima korišćenjem ovog kriterijuma.



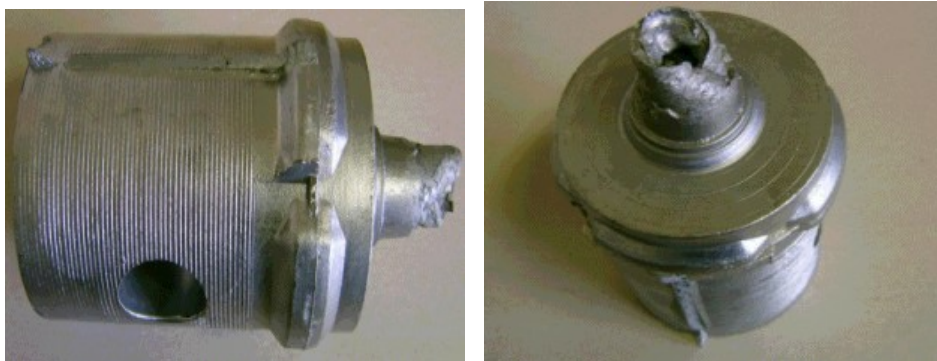
Slika 10. - Kritična mesta na odlivku posle očvršćavanja [1]
 Figure 10. – Critical points on casting upon hardening process [1]

Međutim, posle korekcije, kritična mesta na odlivku klipa koja su se javljala u zoni oslonca osovinice klipa su odklonjena (slika 11). Do greške je došlo usled izostavljanja "luftova" Ø2 (tj. kanala za odvođenje vazduha) kod unošenja 3D elemenata u MagmaSoftu.



Slika 11. – "POROSITY" analiza odlivka klipa [1]
Figure 11. – "POROSITY" analysis of piston casting [1]

Rezultat navedene optimizacije procesa livenja korišćenjem programskog paketa MagmaSoft, je dobijen odlivak klipa bez grešaka (slika 12).



Slika 12. – Gotov odlivak klipa [1]
Figure 12. – Finished piston casting [1]

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršene analize zaključak je da upotreba savremenih softverskih paketa u odnosu na konvencionalne načine osvajanja novih proizvoda ima dosta prednosti i to: dobijaju se rezultati koji se ogledaju u brzom generisanju elemenata modela i prateće dokumentacije (radionički crteži), znatno se ubrzava rad i produktivnost inženjera, skraćuje se vreme osvajanja novih proizvoda, minimizira se ili potpuno odstranjuje tradicionalno testiranje (izrada prototipova), koje je skupo dugotrajno i proizvokuje zastoje u proizvodnji i smanjuju se troškovi osvajanja novih proizvoda.

Korišćeni CAD sistem za klasično crtanje tehničke dokumentacije ustupa mesto prostornom modeliranju. Upotreba programskog paketa MagmaSoft uz današnje oštre zahteve kupca i uz nedostatak iskusnih kadrova u livnicama je vrlo bitan segment pri osvajanju novih ili optimizaciji postojećih proizvoda

LITERATURA

- [1] S. Manasijević; Razvoj novih klipnih legura primenom savremenih softverskih paketa za simulaciju procesa livenja i ocvrščavanja, Magistarski rad, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd 2006.
- [2] S. Tripković; Izučavanje uticaja Sb i Sr na strukturu i osobine klipnih legura, Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd 2001.
- [3] M. Živković, R. Trifunović; Motori sa unutrašnjim sagorevanjem II deo, II izdanje, Beograd 1990.
- [4] I. Radisavljević, Z. Aćimović-Pavlović, K. Raić: "Modifikacija površine odlivaka legura aluminijuma mlazom plazme", Metalurgija 1, vol. 12 (2006), s. 17-26, ISSN-0354-6306
- [5] S. Tomović, M. Tomović, Z. Aćimović, Z. Gulišija: "Principi procesa prečišćavanja tečnog metala filtriranjem", Metalurgija, No 2, vol. 1, (1995), s. 211-219.