

DOKUMENTACIJA TEHNIČKOG REŠENJA

SOFTVER ZA PRECIZNO LIVENJE METALNE SUBSTRUKTURE ZA METALOKERAMIČKU KRUNICU (SOFTPREL)

Autori tehničkog rešenja

- Dr Ivan Matin, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad;
- Dr Đorđe Vukelić, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad;
- Dr Miodrag Hadžistević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

Ključne reči

- Precizno livenje, metalna struktura, metalokeramička krunica.

Naručilac i korisnik tehničkog rešenja

- Stomatološka ordinacija dr Potran, Masarikova 11, Bački Petrovac, Republika Srbija

Godina kada je tehničko rešenje urađeno

- 2017.

Oblast tehnike na koju se tehničko rešenje odnosi

- Mašinsko inženjerstvo.

Projekat u okviru koga je realizovano tehničko rešenje

- Program istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja 2011.-2017.;
- Tehnološka oblast: Mašinstvo i industrijski softver
- Naziv projekta: Istraživanje i razvoj metoda modeliranja i postupaka izrade dentalnih nadoknada primenom savremenih tehnologija i računarom podržanih sistema;
- Broj projekta: TR35020;
- Rukovodilac projekta: dr Đorđe Vukelić.

1. OBLAST PRIMENE TEHNIČKOG REŠENJA

Precizno livenje predstavlja najzastupljeniju tehnologiju livenja u stomatologiji. Precizno livenje omogućava ekonomičnu proizvodnju geometrijski zahtevnih metalnih odlivaka sa složenim površinama. Ovaj postupak se koristi za livenje različitih stomatoloških legura koje su najčešće obradive metodama skidanjem strugotine. Na tačnost i kvalitet odlivaka utiču dimenziona tačnost simulacionog modela, materijal, struktura, parametri livenja i sl. Što je dimenziona tačnost odlivka veća manji su dodaci za obradu brušenjem i poliranjem.

Tehničko rešenje odnosno softver za precizno livenje metalne substrukture za metalokeramicku kronicu (SOFTPREL) se primenjuje za podršku projektovanja simulacionog modela i određivanje parametara livenja. SOFTPREL integriše bazu podataka stomatološke livačke mašine "BEGO NAUTILUS CC+". Može se koristiti za određivanje parametara livenja za druge stomatološke livačke mašine. Mrežno je integrisan sa aplikacijama za CAD, CAE i CAI što omogućava razvoj simulacionog modela od CT skeniranja, modeliranja simulacionog modela, livenja i CAD inspekcije (GOM Inspect), ukoliko se ukaže potreba.

2. OPIS PROBLEMA KOJI SE REŠAVA TEHNIČKIM REŠENJEM

Precizno livenje se primenjuje u stomatologiji za livenje geometrijski složenih odlivaka. Kod ove tehnologije oblik kalupa se formira na osnovu voštanog modela. Voštani model se topi, formira kalupnu šupljinu, nakon čega se uklanja zagrevanjem. Simulacioni model se izrađuje manuelno za svakog pacijenta. Prednost ove tehnologije ogleda se u odličnoj reprodukciji geometrijskih oblika, relativno niskoj ceni i minimalanom gubitku materijala [1, 2]. Nedostaci ove tehnologije ogledaju se u pojavi poroznosti, zaostalih napona, deformacija, gasnih uključaka, hemijske i fizičke neujednačenosti. Ovi nedostaci se mogu umanjiti pravilnim projektovanjem geometrije simulacionog modela i tehnologije livenja primenom SOFTPREL-a.

Tehničko rešenje u formi softvera treba da obezbedi optimalno projektovanje simulacionog modela, numeričku simulaciju livenja i izradu metalne substrukture. Razvijeno CAD/CAE programsko rešenje, uz primenu komercijalnih aplikacija ima za cilj:

- smanjenje manualnih nekreativnih aktivnosti u okviru modeliranja,
- automatizovano modeliranje simulacionog modela na osnovu oblaka tačaka dobijenih CT skenerom,

- razvoj i primenu odgovarajućih baza podataka, modela ulivnih podсистema, livačkih materijala, i sl.,
- razvoj i primenu odgovarajućih baza znanja,
- određivanje parametara livenja simulacijom,
- povećanje kvaliteta odlivka sa stanovišta povećanja kvaliteta obrađene površine.

3. STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU

Cheah i dr. [3] su razmatrali primenu preciznog i brzog preciznog livenja na proizvode složenog oblika. Autori ističu potrebu za automatizacijom svih faza projektovanja, i obaveznu primenu softvera (ekspernih sistema). Martinez-Hernandez i dr. [4] su prikazali tehnologiju izrade šupljih odlivaka brzom izradom prototipa u cilju stvaranja školjkastog kalupa za precizno livenje. Lee i dr. [5] su razvili softver za projektovanje kalupa. Sistem sadrži bazu podataka i bazu znanja potrebnu za modeliranje i izradu kalupa u formi integrisanog CAD/CAM softvera. Galanis i dr. [6] su razvili ekspertni sistem za podršku projektovanja implantata u stomatologiji. Sistem rezonuje i predlaže rešenja na osnovu biomehaničkih podataka i podataka dobijenih CT skeniranjem. Softver preporučuje dimenzije implanta i određuje njegovu optimalnu poziciju. Tamac i dr. [7] su poredili CAD/CAM glodanje, lasersko sinterovanje i livenje metalnih substrukture za metalokeramičku krunicu. Sve tri tehnologije zahtevaju minimalnu naknadnu obradu pre kliničke ugradnje. Autori ističu prednosti preciznog livenja kao najrasprostranjenije tehnologije izrade u stomatologiji. Pattnaik i dr. [8] su razvili softver za određivanje glavnih parametara preciznog livenja. Glavni parametri su: temperatura livenja, vreme ulivanja, pritisak ulivanja, koeficijent linernog širenja i kvalitet obrađene površine. Guofa i dr. [9] su razvili simulacioni model koristeći Pro/E za modeliranje i View Cast za simulaciju livenja i očvršćavanja. Yin i dr. [10] su istraživali mogućnosti modeliranja CAD i CAE modelskih formi korišćenjem relacija. Modelske forme se klasifikuju kao konceptualne, za modeliranje sklopova, osnovne za modeliranje elemenata i detaljne za projektovanje elementa. Gujarathi i dr. [11] su predstavili metod za CAD/CAE integraciju pomoću "tekućih podataka" koji sadrže parametarske informacije vezane za geometriju i CAE analizu. Ovi "tekući podaci" se mogu automatizovano kodirati. Svaka izmena podataka na CAD modelskoj formi izaziva promenu u odgovarajućoj CAE modelskoj formi. Autori su koristili geometrijske, relacione i tipske skupove modelskih formi, i produkciona pravila za njihovo povezivanje. Er i dr. [12] su razvili softver za izbor tehnologije livenja primenom produkcionih pravila. Kritične modelske forme za izbor su: debljina zida odlivka, osnovna forma (otvor, rupa,

radijus, oborena ivica, nagib, rebro), tolerancija (mera, oblika i položaja), kvalitet obrađene površine, gabaritne dimenzije i masa odlivka. Ma i dr. [13-15] su razvili kolaborativni softver koji sadrži objektno-orijentisanu bazu podataka sa geometrijskim i negeometrijskim modelskim formama. Matin i dr. [16-22] su razvili parametarski, modularan, objektno-orijentisan, softver zasnovan na modelskim formama. Softver integriše Pro/E sa razvijenim CAE softverom. Interfejs omogućava brzo projektovanje novog rešenja, pretraživanje i promenu predhodnog. Wu i dr. [23] su koristili MAGMASoft za numeričku simulaciju centrifugalnog livenja stomatoloških odlivaka. Autori su simulirali livenje četiri tipa ulivnih podistema i pronalaženje optimalanog tipa. Wu i dr. [24] prikazuju tok razvoja simulacionog modela od faze skeniranja do kontrole. Autori koriste MAGMASoft za predviđanje parametara preciznog livenja metalne substrukture.

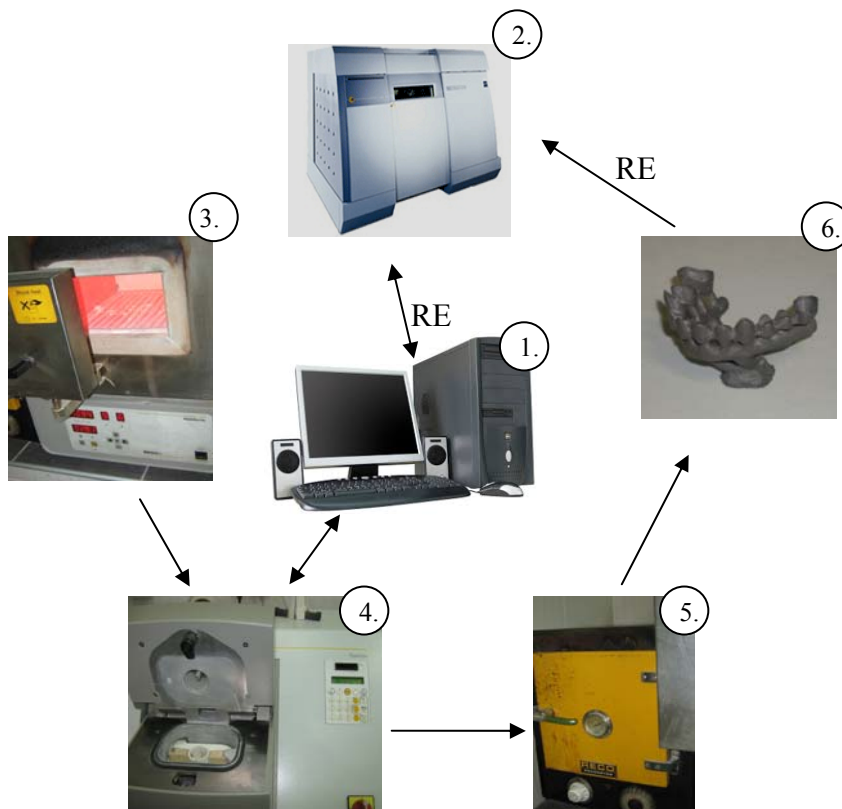
Na osnovu predhodnog može se zaključiti da autori na različite načine rešavaju probleme projektovanja tehnologije livenja izborom odgovarajućih informacija iz baze podataka, upotrebljavajući CAD/CAE integraciju i generišući pravila neophodna za projektovanje simulacionog modela. Neki od njih koriste CAE sisteme za numeričku simulaciju livenja, te razvijaju različite vidove integracije - CAD/CAE, CAD/CAE/RE, CAD/CAE/RP i CAD/CAE/CAM. Cilj ovako integrisanih softvera je veća podrška u projektovanju simulacionog modela i definisanje parametara preciznog livenja što doprinosi podizanju kvaliteta odlivka. Za gradnju ovih softvera (ekspertnih sistema) najčešće se koriste sledeće inženjerske tehnike: linearno programiranje, nelinearno programiranje, simulacija, iterativni redizajn, parametarski templejt, arhitektura tabele, zaključivanje na osnovu pravila, zaključivanje na osnovu slučaja, genetski algoritmi i analogno rezonovanje.

4. SUŠTINA TEHNIČKOG REŠENJA

Tehničko rešenje (softver SOFTPREL) prevashodno ima za cilj: automatizaciju modeliranja simulacionog modela metalne substrukture za metalokeramičku krunicu, određivanje parametara preciznog livenja simulacijom, izbor ulivnih podistema i livačkih materijala substrukture iz baze podataka, upotrebu i razvoj baze podataka i znanja, skraćanje vreme izrade metalne substrukture, povećanje kvaliteta obrađene površine odlivka, određivanje "search" koda neophodnog za aktivaciju upravljačkog koda ("program code") aplikacije CASTCONTROL livačke mašine "BEGO Nautilus CC+" i distributivnu direktnu/indirektnu vezu sa aplikacijama i opremom.

5. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

Razvijeni softver SOFTPREL može da koristi snimke generisane uređajima za intraoralnu digitalizaciju (LAVA COS, CEREC, E4D, Trios, Siemens Sensation i dr.) i ekstraoralnu digitalizaciju (Zeiss Metrotom i sl.) u cilju generisanja, u početku poligonalnog, a kasnije solid, modela. Tehničko rešenje je primenjivo za hardversku strukturu prikazanu na slici 1.

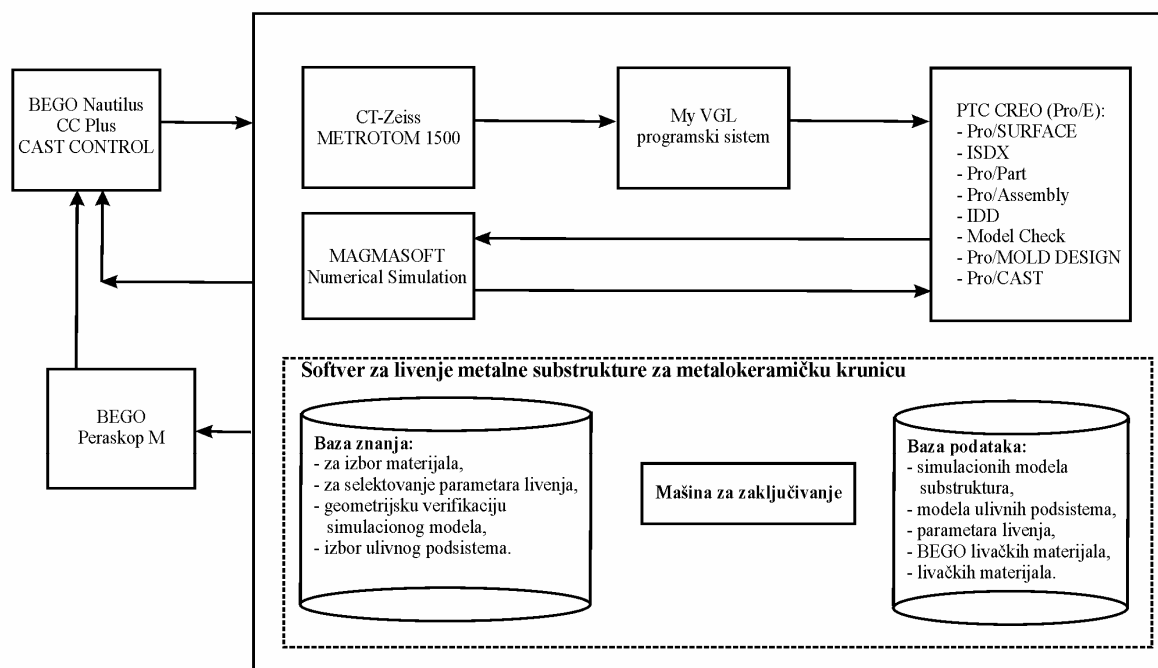


Slika 1. Hardverska struktura podržana od strane SOFTPREL-a

1. Računar (Fujitsu P400), 2. 3D skener (Zeiss Metrotom 1500), 3. Peć za žarenje (BEGO Miditherm), 4. Mašina za livenje (BEGO Nautilus CC+), 5. Uređaj za hlađenje (Reco) 6. Metalna substruktura za metalokeramičku krunicu

Računar (1) vrši direktno/indirektno upravljanje opremom. Direktno se upravlja 3D skenerom i mašinom za livenje (4). Peć za žarenje (3) i uređaj za hlađenje (5) nisu povezani sa računarom, ali se parametri za njihovo optimalno korišćenje određuju pomoću aplikacija CASTCONTROL i MAGMASOFT. Softver SOFTPREL bira "program code" upravljačkog programa CASTCONTROL i obezbeđuje parametarsku vezu sa rezultatima simulacije iz MAGMASOFT-a. Tok projektovanja simulacionog modela i arhitektura SOFTPREL-a su prikazani na slici 2. Ovako razvijen softver zauzima centralno mesto u projektovanju simulacionog modela. Baza podataka,

baza znanja i mašina za zaključivanje obezbeđuju čitanje, modifikaciju, razvoj i prenos informacija sa sledećim aplikacijama (slika 2): My VGL, Creo Parametric (Pro/E), MAGMASoft i CAST CONTROL.



Slika 2. Komponente softvera SOFTPREL i veza sa drugim aplikacijama

Komponente softvera SOFTPREL su kolaborativno povezane preko računarske mreže sa navedenim aplikacijama (slika 2), što omogućava kontinualan tok projektovanja i razvoja modela. Baza podataka, baza znanja i mašina za zaključivanje predstavljaju osnovne komponente SOFTPREL-a, što je prikazano na slici 2.

Razvijena baza podataka sadrži geometrijske i tehnološke informacije neophodne za generisanje simulacionih modela. Ova parametarska baza sadrži:

- simulacione modele substrukture,
- "BEGO" livačke materijale,
- livačke materijale koji ne spadaju u grupu materijala proizvođača "BEGO",
- parametre livenja,
- modele ulivnih podsistema sa odgovarajućim srednjim prečnicima ulivnih kanala (Ø4 mm, Ø6 mm, Ø8 mm, i dr.), uglovima osa ulivnih kanala prema vertikalnoj ravni (12°, 15°, 18°, 20°, 22°), odgovarajuće zapremine ulivnih čaša i
- tehničke karakteristike mašine "BEGO Nautilus CC+".

Baza znanja je sastavljena od različitih izvora znanja od kojih je najčešće inferentno, a najčešće primenjivano pravilo je produkciono. Nekolicina produkcionih pravila se prikazuju preko atributivnih uzročno-posledičnih iskaza (1-8):

```

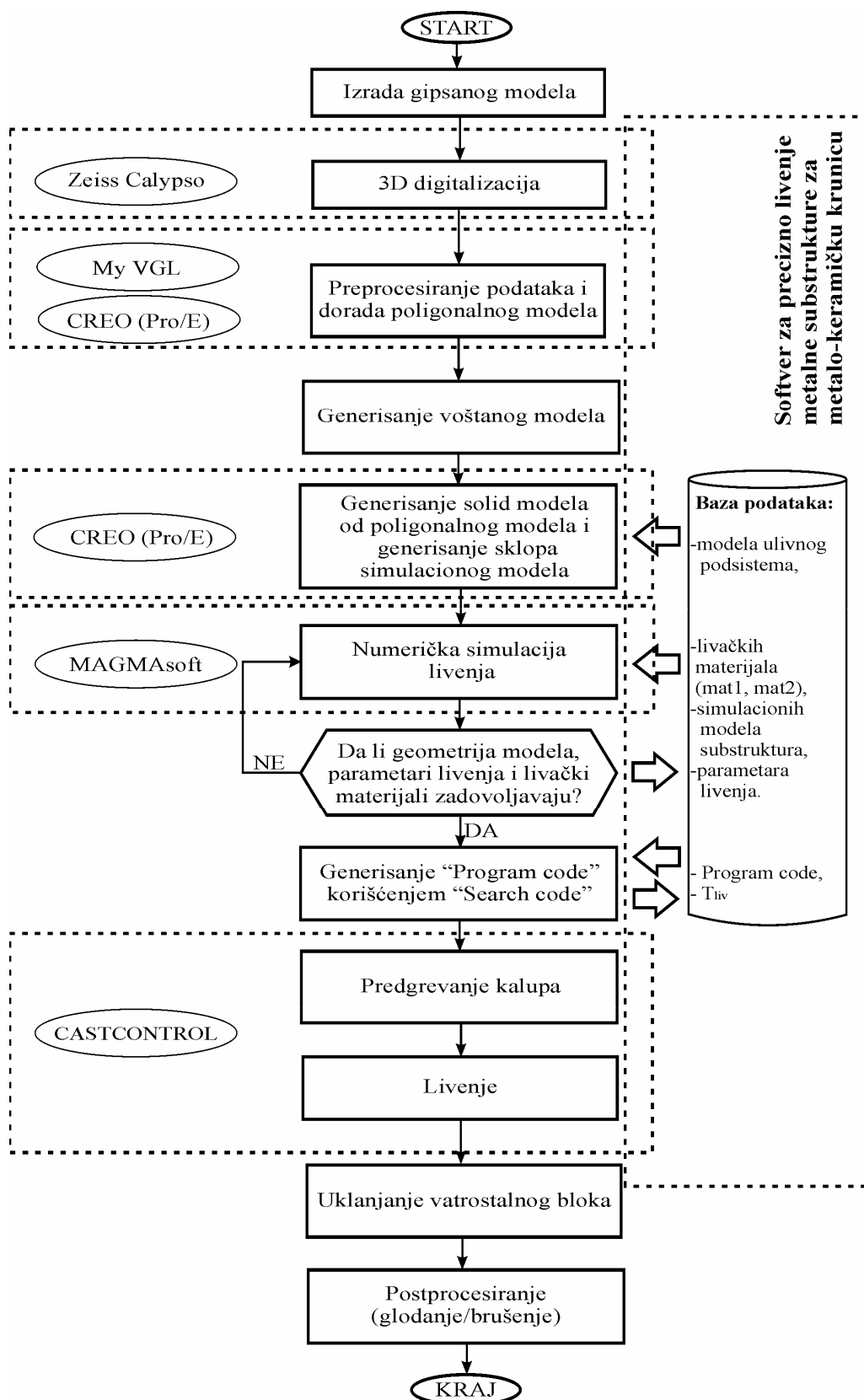
IF (mat 1, pozicija modela ulivnog podsistema (CSYS, CS0, CS1, CS2) THEN (search code) .....(1)
IF (search code, magma_params) THEN (crucible insert name, mat2, program code) .....(2)
IF mat1 (Ti) THEN "poruka 2" OR IF mat1 (NON-BEGO AND Be OR Ti) THEN "poruka 2"
ELSE Subroutine "CASTCONTROL" .....(3)
Poruka 2 "Masina nije namenjena za livenje ove legure" .....(4)
IF NOT ( $T_{liv}^{*} \leq T_{liv} + 10$  AND  $T_{liv}^{*} \geq T_{liv} - 10$ ) THEN poruka "STOP! - Temperatura livenja nije u
granicama  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ " ELSE Subroutine (CASTCONTROL, search code) .....(5)
IF mat1 ( $\text{AlF}_3$  OR  $\text{S}_b$  OR  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  OR GaAs OR MgO OR Pt) THEN RECONMENDED crucible
mat2 (Graphite 1) .....(6)
IF mat1 (Cd OR CdSe OR Co OR GaN OR Ge OR  $\text{GeO}_2$  OR Au OR Fe OR FeS OR Li) THEN
RECONMENDED crucible mat2 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) .....(7)
IF (BEGO GROUP CoCr) AND mat1 (Wirobond C) THEN (program code,  $T_{liv}=1500^{\circ}\text{C}$  AND
magma_params ( $T_{kalupamin}=900^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{kalupamax}=1000^{\circ}\text{C}$ ) AND crucible insert mat2 (Graphite
1)) .....(8)

```

gde su: T_k , T_{kmin} , T_{liv} , T_{liv}^{*} , T_{kmax} , mat1, mat2 i BEGO GROUP CoCr celobrojne vrednosti (T_k - temperatura kalupa, T_{kmin} - najmanja temperatura kalupa, T_{kmax} - najveća temperatura kalupa, T_{liv} - temperatura livenja, T_{liv}^{*} - preporučena temperatura livenja simulacijom); "BEGO GROUP CoCr" sadrži sledeće materijale (Wirobond C, Wirobond LFC, Wirobond SG, Wironium, Wironium Plus i dr.) koji su iskazani preko tekstualnih oznaka.

Algoritam toka projektovanja i izrade metalne substrukture za metalokeramičku krunicu je prikazan na slici 3. Slika prikazuje programsku interakciju (vezu) softver SOFTPREL sa odgovarajućim fazama projektovanja i izrade metalne substrukture za metalokeramičku krunicu.

Primenom tehničkog rešenja smanjuje se ukupno vreme izrade metalne substrukture. Ukupno vreme potrebno za proizvodnju substrukture iznosi 512 min, a upotrebom softvera SOFTPREL vreme izrade se skraćuje na 418 min uz povećanje kvaliteta obrađene površine. Substrukture, koje su proizvedene su na isti način kao substruktura uz primenu softvera SOFTPREL potvrđuju smanjenje ukupnog vremena izrade, u odnosu na izradu bez upotrebe softvera.



Slika 3. Faze projektovanja i izrade metalne substrukture za metalokeramičku krunicu

Upotrebom softvera SOFTPREL se povećava kvalitet obrađene površine odlivaka. SOFTPREL se može koristiti i za dobijanje CAD simulacionog modela substrukture reverzibilnim inženjerskim

modeliranjem, koji se zatim može transformisati u fizički model brzom izradom prototipa i koji se koristi za proveru generisanog CAD modela. Ovo proširuje primenu softvera na brzo precizno livenje u stomatologiji. Sve predhodno navedeno pokazuje da softver SOFTPREL predstavlja originalno, autentično i svrsishodno rešenje koje zadovoljava OSA (*Open System Architecture*) i OSI (*Open System Interconnection*) standarde za razvoj aplikacija za predhodno opisanu hardversku strukturu.

6. LITERATURA

1. Atwood, R.C., Lee, P.D., Curtis, R.V., Maijer, D.M.: Modeling the investment casting of a titanium crown, *Dental Materials*, Vol. 23, p.p. 60-70, 2007.
2. Dahl, B.E., Ronold, H.J., Dahl, J.E.: Internal fit of single crowns produced by CAD-CAM and lost-wax metal casting technique assessed by the triple-scan protocol, *Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 117, p.p. 400-404, 2017.
3. Cheah, C.M., Chua, C.K., Lee, C.W., Feng, C., Totong, K.: Rapid prototyping and tooling techniques: A review of applications for rapid investment casting, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 25, p.p. 308-320, 2005.
4. Martinez-Hernandez, M., Juarez-Hernandez, A., Ayala, V.M., Ayala-Cazares, J., Hernandez-Rodriguez, M.: Optimization of the investment casting process, *Metalurgija*, Vol. 51, No. 2, p.p. 273-276, 2012.
5. Lee, S.H.: Feature-based non-manifold modeling system to integrate design and analysis of injection molding products, *Journal of Mechanical Science and Technology*, Vol. 23, p.p. 1331-1341, 2009.
6. Galanis, C.C., Sfantsikopoulos, M.M., Koidis, P.T., Kafantaris, N.M., Mpikos, P.G.: Computer methods for automating preoperative dental implant planning: Implant positioning and size assignment, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, Vol. 86, No. 1, p.p. 30-38, 2017.
7. Tamac, E., Toksavul, S., Toman, M.: Clinical marginal and internal adaptation of CAD/CAM milling, laser sintering, and cast metal ceramic crowns, *Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 112 p.p. 909-913, 2014.
8. Pattnaik, S., Karunakar, D.B., Jha, P.K.: Developments in investment casting process - A review, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 212, No. 11, p.p. 2332-2348, 2012.

9. Guofa, M., Changyun, L., Zeng, G.: Application of numerical simulation on cast steel toothed plate, *Engineering Review*, Vol. 34, No. 1, p.p. 1-6, 2014.
10. Yin, C.G., Ma, Y.S.: Parametric feature constraint modeling and mapping in product development, *Advanced Engineering Informatics*, Vol. 26, p.p. 539-552, 2012.
11. Gujarathi, G.P., Ma, Y.S.: Parametric CAD/CAE integration using a common data model, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 30, p.p. 118-132, 2011.
12. Er, A., Dias, R.: A rule-based expert system approach to process selection for cast components, *Knowledge-Based Systems*, Vol. 13, p.p. 225-234, 2000.
13. Ma, Y.S., Britton, G.A., Tor, S.B., Jin, L.Y.: Associative assembly design features: Concept, implementation and application, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 32, No. 5-6, p.p. 434-444, 2007.
14. Ma, Y.S., Chen, G., Thimm, G.: Paradigm shift: unified and associative feature-based concurrent and collaborative engineering, *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 19, No. 6, p.p. 645-641, 2008.
15. Ma, Y.S., Tang, S.H., Chen, G.: A Fine-grain and Feature-oriented Product Database for Collaborative Engineering, *Collaborative Product Design and Manufacturing Methodologies and Applications*, p.p. 110-136, 2007., ISBN 978-1-84628-801-2.
16. Matin, I., Markovic, D., Puskar, T., Hadzistevic, M., Hodolic, J., Vukelic, DJ., Potran, M.: Reconstruction of the dental CAD model, *International Scientific Conference "Flexible Technologies" - MMA*, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, 2012., p.p. 501-504., ISBN 987-86-7892-429-3.
17. Matin, I., Potran, M., Hadzistevic, M., Hodolic, J., Vukelic, DJ., Puskar, T., Drstvensek, I., Vrba, I.: Development of the simulation model for casting of metal substructure of metal-ceramic crown, *Journal of Production Engineering*, Vol. 16., No. 2, p.p. 49-53, 2013.
18. Matin, I., Hadžistević, M., Hodolič, J., Vukelić, Đ., Puškar, T., Potran, M., Drstvenšek, I.: Razvoj ekspertnog sistema za projektovanje simulacionog modela metalne substrukture za metalokeramičku krunicu, *Metrology and quality in production engineering and environmental protection - ETIKUM*, Faculty of Technical Sciences, p.p. 109-114., Novi Sad, 2014., ISBN 978-86-7892-616-7.
19. Matin, I., Hadžistević, M., Hodolič, J., Vukelić, Đ., Trifković, B., Potran, M., Brajlili, T.: Primena integrisanog sistema za precizno i brzo precizno livenje u stomatologiji, *JUPITER*, Mašinski fakultet u Beogradu, p.p. 91-95, Beograd, 2014., ISBN 978-86-7083-838-3.

20. Matin, I.; Hadžistević, M.; Hodolić, J.; Vukelić, Đ.; Trifković, B.; Potran, M.; Drstvenšek, I.; Brajliah, T.: Primena ekspertnog sistema za livenje u stomatologiji, Metrology and quality in production engineering and environmental protection - ETIKUM, Faculty of Technical Sciences, p.p. 37-40, Novi Sad, 2015., ISBN 978-86-7892-713-3.
21. Matin, I., Hadzistevic, M., Vukelic, DJ., Trifkovic, B., Potran, M., Brajliah, T., Drstvensek, I.: Advanced procedure for fabrication of substructure in dentistry, Metalurgija, Vol. 55, No. 4, p.p. 761-764, 2016.
22. Matin, I., Hadzistevic, M., Vukelic, DJ., Potran, M., Brajliah, T.: Development of an expert system for the simulation model for casting metal substructure of a metal-ceramic crown design, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 146C, p.p. 27-35, 2017.
23. Wu, M., Wagner, I., Sahm, P.R., Augthun, M.: Numerical simulation of the casting process of titanium removable partial denture frameworks, Journal of Materials Science: Materials in Medicine, Vol. 13, No. 3, p.p. 301-306, 2002.
24. Wu, M., Tinschert, J., Augthun, M., Wagner, I., Sahm, P.R., Spiekermann, H.: Application of laser measuring, numerical simulation and rapid prototyping to titanium dental castings, Dental Materials, Vol. 17, No. 2, p.p. 102-108, 2001.



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ffndeans@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: _____

Ваш број: _____

Датум: 2017-09-28

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду на 42. редовној седници одржаној дана 27.9.2017. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 11.2. Верификација нових техничких решења и именовање рецензента

Тачка 11.2.2.: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

1. Др Бранка Трифковић, асистент, Универзитет у Београду, Стоматолошки факултет
2. Др Томаж Брајлих, Универзитет у Марибору, Машински факултет

Назив техничког решења:

“СОФТВЕР ЗА ПРЕЦИЗНО ЛИВЕЊЕ МЕТАЛНЕ СУБСТРУКТУРЕ ЗА МЕТАЛОКЕРАМИЧКУ КРУНИЦУ (СОФТПРЕЛ)”

Аутори техничког решења: Иван Матин, Ђорђе Вукелић, Миодраг Хаџистевић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки

Na osnovu odluke Nastavno-naučnog veća Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, na sednici održanoj 27.09.2017., imenovana sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom "Softver za precizno livenje metalne substrukture za metalokeramičku krunicu (SOFTPREL)". Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta "Istraživanje i razvoj metoda modeliranja i postupaka izrade dentalnih nadoknada primenom savremenih tehnologija i računarom podržanih sistema" (TR-35020). Na osnovu dostavljene dokumentacije o tehničkom rešenju a u skladu sa Pravilnikom o postupku, načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Sl. glasnik RS", br. 24/2016 i 21/2017) pod nosim sledeći:

IZVEŠTAJ

Dokumentacija tehničkog rešenja, realizovanog 2017. godine, je predstavljena na ukupno 11 stranica testa. Sadrži 6 poglavlja, sledećih naziva: Oblast primene tehničkog rešenja, Opis problema koji se rešava tehničkim rešenjem, Stanje rešenosti problema u svetu, Suština tehničkog rešenja, Detaljan opis tehničkog rešenja i Literatura.

U poglavlju *Oblast primene tehničkog rešenja* rešenja ukazuje se na mogućnosti i područje primene softverskog rešenja.

U poglavlju *Opis problema koji se rešava tehničkim rešenjem* je opisan tehnički problem u sofisticiranom preciznom livenju metalne substrukture za metalokeramičku krunicu.

U poglavlju *Stanje rešenosti problema u svetu* navedena su do sada razijena softverskih rešenja u predmetnoj problematici i istaknuta je potreba za automatizacijom i razvojem novog softverskog rešenja.

U poglavlju *Sušina tehničkog rešenja* na jasan i koncizan način se prikazuje suština tehničkog rešenja, tj. automatizovano određivanje koda na osnovu koga se definiše kod upravljačkog sistema mašine za precizno livenje metalne substrukture za metalokeramičku krunicu.

U poglavlju *Detaljan opis tehničkog rešenja* je opisana je hardverska struktura, softverske komponente, baza podataka i baza znanja tehničkog rešenja. Baza znanja je predstavljena preko produkcionih pravila. Faze projektovanja i izrade metalne substrukture za metalokeramičku

krunicu su predstavljene algoritmom. U algoritmu je naznačen redosled upotrebe integrisanih aplikacija. Na posletku je prikazan pozitivan efekat primene softvera u smislu minimizacije ukupnog vremena izrade metalne substrukture.

U poglavlju Literatura autori su naveli 24 bibliografske jedinice, adekvatno citirane u dokumentaciji tehničkog rešenja.

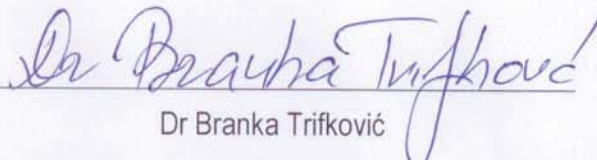
Predloženo tehničko rešenje pripada oblasti softvera predviđenog za automatizaciju procesa preciznog livenja metalne substrukture. Predloženo rešenje je moguće koristiti za CAD modeliranje simulacionog modela, određivanje parametara livenja simulacijom, izbor ulivnog sistema i njegovo tipsko modeliranje.

Istraživanja realizovana u okviru tehničkog rešenja publikovana su u vrhunskom međunarodnom časopisu (kategorije M21) u radu: Matin, I., Hadzistevic, M., Vukelic, D., Potran, M., Brajliah, T.: Development of an expert system for the simulation model for casting metal substructure of a metal-ceramic crown design, Computer Methods and Programs in Biomedicine, 2017, Vol. 146, pp. 27-35, ISSN 0169-2607.

MIŠLJENJE I ZAKLJUČAK

Predlažem Nastavno-naučnom veću Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu da se softver pod nazivom "**Softver za precizno livenje metalne substrukture za metalokeramičku krunicu (SOFTPREL)**" prihvati kao novo tehničko rešenje i u skladu sa Pravilnikom o postupku, načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Sl. glasnik RS", br. 24/2016 i 21/2017) klasifikuje kao rezultat "**M85 Novo tehničko rešenje**".

Beograd, 04.10.2017. god.



Dr Branka Trifković

Univerzitet u Beogradu, Stomatološki fakultet

Odlukom Nastavno naučnog veća Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, imenovan sam za recenzenta predloženog tehničkog rešenja pod nazivom "SOFTVER ZA PRECIZNO LIVENJE METALNE SUBSTRUKTURE ZA METALOKERAMIČKU KRUNICU (SOFTPREL)", realizovanog u okviru projekta „Istraživanje i razvoj metoda modeliranja i postupaka izrade dentalnih nadoknada primenom savremenih tehnologija i računarom podržanih sistema”, TR-35020: čiji su autori: dr Ivan Matin, dr Đorđe Vukelić i dr Miodrag Hadžistević. Na osnovu pregleda dokumentacije tehničkog rešenja i uvida u publikovane radove podnosim sledeći

IZVEŠTAJ

Tehničko rešenje „SOFTVER ZA PRECIZNO LIVENJE METALNE SUBSTRUKTURE ZA METALOKERAMIČKU KRUNICU (SOFTPREL)", autora: dr Ivan Matina, dr Đorđa Vukelića i dr Miodraga Hadžistevića je opisano je dokumentacijom tehničkog rešenja koja sadrži 11 stranica, 6 poglavlja uključujući 3 slike. Naslovi poglavlja su:

1. Oblast primene tehničkog rešenja
2. Opis problema koji se rešava tehničkim rešenjem
3. Stanje rešenosti problema u svetu
4. Suština tehničkog rešenja
5. Detaljan opis tehničkog rešenja
6. Literatura

Tehničko rešenje je realizovano je u okviru projekta „Istraživanje i razvoj metoda modeliranja i postupaka izrade dentalnih nadoknada primenom savremenih tehnologija i računarom podržanih sistema”, TR-35020 iz programa tehnološkog razvoja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. U poglavlju *Oblast primene tehničkog rešenja* rešenja je prikazano područje primene programskog rešenja.

Dokumentacija tehničkog rešenja sadrži: autore rešenja, ključne reči, naziv tehničkog rešenja, godinu kada je rešenje urađeno, oblast na koju se tehničko rešenje odnosi, problem koji se tehničkim rešenjem rešava, stanje rešenosti tog problema u svetu, objašnjenje suštine tehničkog rešenja, detaljan opis sa karakteristikama, način realizacije i primene tehničkog rešenja.

Tehničko rešenje pored stručne komponente, pruža originalan teorijski i naučno-istraživački doprinos.

Autori tehničkog rešenja su jasno prikazali i obradili kompletnu strukturu tehničkog rešenja. U okviru tehničkog rešenja je prikazan „SOFTVER ZA PRECIZNO LIVENJE METALNE SUBSTRUKTURE ZA METALOKERAMIČKU KRUNICU (SOFTPREL)". Uvidom u predloženo tehničko rešenje i publikovane radove može se konstatovati da SOFTPREL predstavlja originalno tehničko rešenje koje smanjuje ukupno vreme izrade substrukture a povećava kvalitet obrađene površine.

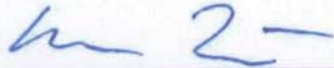
Prema Pravilniku o postupku, načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Sl. glasnik RS", br. 24/2016 i 21/2017) tehničko rešenje pripada kategoriji M85 - Novo tehničko rešenje.

MIŠLJENJE

Autori tehničkog rešenja „Softver za precizno livenje metalne substrukture za metalokeramičku krunicu (SOFTPREL)” su u dokumentaciji tehničkog rešenja zadovoljavajuće opisali softver, njegovu oblast primene i doprinos u području preciznog livenja metalne substrukture. Predlažem Nastavno naučnom veću Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, da softver „Softver za precizno livenje metalne substrukture za metalokeramičku krunicu (SOFTPREL)” prihvati kao novo tehničko rešenje.

Maribor, 2017. godine




Doc. dr. Tomaž Brajliah

Univerzitet u Mariboru
Mašinski fakultet
Institut za proizvodno mašinstvo
Smetanova 17
2000 Maribor
Slovenija

E-mail:
tomaz.brajlih@um.si



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2017-10-31

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 44. редовној седници одржаној дана 25.10.2017. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 13.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензената

Тачка 13.1.1.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење (М85) под називом:

“СОФТВЕР ЗА ПРЕЦИЗНО ЛИВЕЊЕ МЕТАЛНЕ СУБСТРУКТУРЕ ЗА МЕТАЛОКЕРАМИЧКУ КРУНИЦУ (СОФТПРЕЛ)”

Аутори техничког решења: Иван Матин, Ђорђе Вукелић, Миодраг Хаџистевић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки