Dr Miroslav Draganjac,
potpukovnik
Klinika za stomatologiju VMA,
Beograd

OPTIMIZACIJA OBLIKA METALNE SUPSTRUKTURE METALOKERAMIČKOG KONUSNOG TELESKOP-SISTEMA

UDC: 616.314.089.29:519.22

Rezime:

U radu je, primenom metode konačnih elemenata (MKE), izvršena teorijsko-eksperimentalna analiza oblika i dimenzija metalne supstrukture spoljašnje konusne teleskop-krunice metalokeramičkog konusnog teleskop-sistema. Posmatrana je metalna supstruktura metalokeramičkog konusnog teleskop-sistema smeštenog u model prvog donjeg premolara. Modeli su posmatrani i analizirani sa stanovišta zavisnosti napona i deformacija metalokeramičkog konusnog teleskop-sistema u funkciji od debljine metalne supstrukture spoljašnje teleskop-krunice (d_k), granične vrednosti veličine interkruskog prostora (d_i) i oblika ivice metalne supstrukture spoljašnje teleskop-krunice (d_{kp}).

Ključne reči: metoda konačnih elemenata, konusni teleskop sistem, metalna supstruktura, oblik i dimenzije metalne supstrukture.

THE OPTIMIZATION FORM OF THE METAL SUBSTRUCTURES FOR METAL-CERAMIC SYSTEMS

Summary:

In the paper, the theoretic-experimental analysis of the design and thickness of metal substructure of outer conical telescopic crowns of metal-ceramic conical telescopic system was carried out by the application of the finite-element method. The metal substructure of the conical telescopic system placed into the model of the first lower premolar is observed. The models are observed and analyzed on the basis of interdependance of the tension and distortion of the metalceramic conical telescopic system depending of the thickness of the telescopic crowns (d_c), the size of space (d_s), and the design of the edge of the metal substructures of the secondary telescopic crowns (d_{ec}).

Key words: finite-element method, conical telescopic system, metal substructure, design and dimensions of the metal substructures.

Uvod

Zahvaljujući dobrim mehaničkim osobinama, izvanrednom estetskom kvalitetu i biološkoj podnošljivosti keramike, u stomatološkim teorijskim istraživanjima nastoji se da se stvore uslovi za izradu metalkeramičkih konusnih teleskop-sistema [1].

U dosadašnjoj svetskoj praksi, iz anatomske-morfoloških i estetskih razloga, spoljašnje teleskop-krunice fasetirane su kompozitnim materijalima [3].

Iskustva Klinike za stomatologiju Vojnomedicinske akademije zasnivaju se na dugogodišnjoj i bogatoj praksi primene teleskop-sistema u zbrinjavanju

nju suptotalnih i drugih krezubosti [2].

Osnovni cilj navedenih istraživanja je da se teleskop-sistemi koji su fasetirani akrilatnom ili kompozitom zamene sa metalkeramičkim konusnim teleskop-sistemima. U istraživačkom postupku, prvi korak je ispitivanje napona i deformacija metalne supstrukture spoljašnje konusne teleskop-krunice metalkeramičkog konusnog teleskop-sistema.

Eksperimentalni okvir i metodologija istraživanja

Posmatrana je metalna supstruktura metalkeramičkog konusnog teleskop-sistema na prvom donjem premolarnu od legure NiCrCo — nikal-hrom-kobalt (Wiron 88). Kao ulazni parametri definisani su:

1. Geometrijske karakteristike konusnog teleskop-sistema smeštenog u model prvog donjeg premolara (slika 1). Model je posmatran u trodimenzionalnom prostoru. Debljina unutrašnje

teleskop-krunice je konstantna i iznosi 0,3 mm, a konvergentni ugao iznosi 6°.

2. Promenljivi parametri u geometrijskom obliku:

$d_k = 0,1$ do 0,5 mm — debljina metalne supstrukture spoljašnje teleskop-krunice,

$d_i = 0,1$ do 0,3 mm — visina interkrunskog prostora,

$d_{kp} = 0$ do 0,5 mm — oblik ivice metalne supstrukture spoljašnje teleskop-krunice, (sa zakošenjem).

3. Granični uslovi:

— fizičko-mehaničke karakteristike Wirona 88,

— opterećenje — jačina i pravac dejstva sile opterećenja.

Posmatrana je promena napona i deformacija u odnosu na promenu geometrijskog oblika za silu opterećenja od 500 N duž uzdužne osovine zuba i pod uglom od 25°. Vrednosti sile opterećenja su postepeno unošene [2, 4, 5, 6]. Analiza primenom metode konačnih elemenata (MKE) izvršena je u Centru za efektivnost sistema i logistiku (CESiL) Instituta za motorna vozila

Sl. 1 — Presek konusnog sistema

Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Za interpretaciju raspodela napona i deformacija korišćen je programski paket »R\$M«, razvijen u CESiL. Za statističku obradu podataka primenjena je Vejbulova raspodela [7].

Rezultati istraživanja

U okviru ovog rada izvršen je proračun napona i deformacija u zavisnosti od:

- debljine metalne supstrukture spoljašnje konusne teleskop-krunice,
- visine interkruskog prostora,
- oblika ivice metalne supstrukture za vrednost dejstva sile od 500 N za slučajeve normalnog dejstva na konusni teleskop-sistem i dejstva pod uglom od 25° . Pri tome je urađeno 12 modela sa različitim dimenzijama: $d_k=0,1$ do $0,5$ mm, $d_i=0,1$ do $0,3$ mm i $d_{kp}=0,0$ do $0,5$ mm. Zbog obimnosti rezultata prikazane su raspodele napona i deformacija samo za dva modela (slike 2 i 3).

Statistička obrada podataka

Rezultati dobijeni primenom MKE ne obezbeđuju valjanu analizu, pa se pristupilo iznalaženju odgovarajućeg zakona raspodele napona i deformacije metalne supstrukture spoljašnje konusne teleskop-krunice u zavisnosti od d_k , d_i i d_{kp} . Pri tome je ustanovljeno da je najprihvatljivije primeniti Vejbulov zakon raspodele [7]. U okviru ovog rada za svaki posmatrani model određen je teorijski oblik zavisnosti raspodele napona i deformacija od d_k , d_i i d_{kp} .

Na osnovu teorijsko-eksperimentalnih rezultata dobijeni su opšti oblici modela napona i deformacije metalokeramičkog konusnog teleskop-sistema u zavisnosti od d_k , d_i i d_{kp} [2, 8, 9]. Opšti oblici modela su ilustracije radi prikazani na slikama 4 i 5. Na slici 4 prikazana je zavisnost napona od d_k , d_i i d_{kp} , pri čemu je zavisnost d_k data na x-osi, a ostala dva parametra obuhvaćena su krivom gornje i donje granice.

RASPODELA NAPONA

RASPODELA DEFORMACIJA

Sl. 2 — Raspodela napona i deformacija za model 1

RASPODELA NAPONA

RASPODELA DEFORMACIJA

Sl. 3 — Raspodela napona i deformacija za model 2 (presek gornjeg dela sistema)

Sl. 4 — Prikaz modela napona

Na slici 5 prikazana je zavisnost deformacije od d_k , d_i i d_{kp} , pri čemu je zavisnost d_k data na x-osi, a ostala dva parametra obuhvaćena su krivom gornje i donje granice.

Analizirajući posmatrane slučajeve za napone i deformacije proizilazi da geometrijski parametri mogu da se kreću u granicama: $d_k=0,35$ do $0,46$ mm, $d_i=0,0$ do $0,3$ mm i $d_{kp}=0$ do

Sl. 5 — Prikaz modela deformacija

0,5 mm. Pri tome, napominje se da mnogo veći uticaj na povećanje vrednosti debljine metalne supstrukture spoljašnje teleskop-krunice ima veličina interkruskog prostora, dok je uticaj oblika ivice daleko manji, tj. bez uticaja.

Zaključak

Kao osnova za optimizaciju oblika metalne supstrukture metalkeramičkog konusnog teleskop-sistema poslužili su rezultati dobijeni proračunom napona i deformacije sklopa metalne supstrukture spoljašnje i unutrašnje teleskop-krunice primenom savremene MKE. Probleme estetike, biokompatibilnosti i trajnosti fasete moguće je rešiti primenom keramičkog fasetiranja. Oblaganje keramikom moguće je pri-

meniti uz optimizaciju geometrijskih parametara metalne supstrukture spoljašnje teleskop-krunice.

Geometrijski oblik metalne supstrukture treba da omogući otpornost na savijanje. S obzirom na to mora se voditi računa o njenoj debljini, kako ne bi došlo do uvijanja. U protivnom, to bi imalo za posledicu uvijanje keramike, koja je vrlo osetljiva na sile uvijanja i zatezanja, pa i odvajanje od metalne supstrukture. Metalna supstruktura u metalkeramičkom sistemu modeluje se tako da nema oštih ivica i uglova na leguri, kako se pri kontrakciji keramike ne bi javljale pukotine ili koncentracija napona između keramike i legure.

Na osnovu analize napona i deformacije metalne supstrukture spoljašnje teleskop-krunice urađene od NiCr

Co legure, primenom MKE dobijene su optimalne vrednosti geometrijskih parametara za metalokeramički konusni teleskop-sistem: $d_k=0,36$ mm, $d_i=0,12$

mm i $d_{kp}=0,35$ mm (zakošen). Konačan rezultat analize zavisi od datih graničnih uslova i opterećenja, kao i korektnog tumačenja rezultata.

Literatura:

- [1] Draganjac, M.: Optimalna debljina i oblik metalne supstrukture spoljašnje teleskop-krunice metalokeramičkog konusnog teleskop-sistema, Magistarski rad, Vojnomedicinska akademija, Beograd, 1996.
- [2] Draganjac, M., Teodosijević, M.: Metalokeramički konusni teleskop-sistemi, Zbornik radova XX stomatološka nedelja Srbije.
- [3] Körber, K. H.: Konuskronen — Das rationelle Teleskopsystem Einführung in Klinik und Technik, Heidelberg: Alfred Hutig Verlag, 1983.
- [4] Čukić, R., Ružić, D.: Otpornost materijala, Mašinski fakultet, Beograd, 1992.
- [5] Cheung, Y. K., Yeo, M. F.: A Practical Introduction to Finite Element Analysis, London, 1979.
- [6] Josifović, M.: Izabrana poglavlja iz elastičnosti i plastičnosti, Mašinski fakultet, Beograd, 1970.
- [7] Arsenić, Z., Vasić, B.: Efektivnost tehničkih sistema, Mašinski fakultet, Beograd, 1991.
- [8] Bathe, K. J. M.: Large Displacement Analysis of Tree — Dimensional Beam Structures, 1980.
- [9] Zelenović, D., Todorović, J.: Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1990.