

Primerjava strižnih sil in globine penetracije pri navpičnih in poševnih filamentih zobne ščetke

Frank Goldschmidtboeing^{1,*} – Alexander Doll² – Ulrich Stoerkel² – Sebastian Neiss¹ – Peter Woias¹

¹ Univerza v Freiburgu, Oddelek za mikrosisteme, Nemčija

² Procter & Gamble, Oral-B Laboratorij, Nemčija

Namen raziskave je preučitev in analiza učinka kombiniranja trenutnih prednosti električnih zobnih ščetk s 3D-gibanjem (pulzno gibanje, združeno z oscilacijami/rotacijo) in preizkušenih lastnosti naprednih ročnih zobnih ščetk, kjer so šopi ščetin nagnjeni pod kotom 16° .

Za opis delovanja navpičnih in za 16° nagnjenih filamentov zobne ščetke na ravne zobne površine in bližnje predele je bil uporabljen polanalitični model. Teorija bazira na analitični rešitvi enačbe nosilcev ob upoštevanju normalnih in prečnih (strižnih) sil, ki deformirajo filamente.

Začeli smo z načelnim modelom, ki popisuje obliko filamentov in sile na zobne površine s polanalitičnim pristopom. Sledi reševanje tako pridobljenih enačb in vizualizacija oblike filamentov v poglavju z rešitvami. Nastale sile in globine penetracije so ovrednotene za različne kombinacije kotov nagiba in deformacij ščetke. Nato so predstavljene rešitve numeričnih simulacij za oceno uporabnosti poenostavljenega analitičnega modela iz prvega dela. Sledi eksperimentalna validacija hipoteze, da filamenti, nagnjeni pod kotom 16° , prenašajo na zob večje strižne sile kot vertikalni filamenti. Članek se konča z razdelkom o primernosti predlaganega modela za snovanje zobnih ščetk.

Ugotovljeno je bilo 15-odstotno povečanje globine penetracije (model sosednjih območij) in 60-odstotno povečanje prečne sile (model zobne površine) za kot nagiba 16° v primerjavi z navpičnim filamentom. Kot 16° je optimalen, ker se pri njem poveča prečna sila, ne da bi se zmanjšala normalna sila, ki deluje na zobno površino. Eksperimentalno je dokazano, da lahko filamenti pod kotom 16° prenašajo na zob večje strižne sile kot vertikalni filamenti, to pa lahko pomeni večjo učinkovitost poševnih filamentov pri odstranjevanju zobnih oblog.

Razvita teorija ne podaja kvantitativnega razmerja med kotom nagiba in učinkovitostjo odstranjevanja zobnih oblog, podaja pa način za optimizacijo sil na zobno površino ter povečanje globine penetracije v sosednje vrzeli. Klinični pomen poševnih filamentov je že dokazan za ročne zobne ščetke: filament pod kotom 16° pri ročnih ščetkah izboljša odstranjevanje zobnih oblog. Naša študija je pokazala, da je isti kot uporaben tudi za električne ščetke, ki oscilirajo in se vrtijo. Prednosti pri odstranjevanju zobnih oblog so bile nedavno potrjene tudi v klinični primerjavi ščetk z oscilacijsko-rotacijskim gibanjem v primerjavi s kontrolnimi ščetkami z glavami različnih oblik. Avtorji menijo, da je kombinacija teoretičnega modeliranja in kliničnih študij učinkovita metoda za izboljšanje učinkovitosti ščetk za umivanje zob.

Ti eksperimenti in-vitro lahko napovejo prednosti pri uporabi ter ponazorijo potencialne prednosti pri oblikovanju ščetk.

Ključne besede: vertikalni in poševni filamenti zobne ščetke, strižne sile, globina penetracije, električna zobna ščetka, mehansko odstranjevanje zobnih oblog, tehnologija oscilacije-rotacije