

UZAREA ABRAZIVA A MATERIALELOR COMPOZITE UTILIZATE IN STOMATOLOGIE

Nicolae COFARU, Sorin BORZA

“Lucian Blaga” University of Sibiu, Faculty of Engineering Emil Cioran, No. 4, Sibiu, Romania, nicolae.cofaru@ulbsibiu.ro, sorin.borza@ulbsibiu.ro

KEY WORDS: abrazive wear, composite material, experimental system

ABSTRACT

Experimental approach of the abrasive wear process for materials used in dental works represents a serious premise and the starting point for the analysis of the durability of dental cavity fillings using composite material. This paper is presenting a experimental system designed to analyze the wear processes for composite materials used in dental works and a comparative study of abrasive wear resistance of four types of composite materials. The characteristics of the most often used four types of materials are presented starting with the concise presentation of the types of wear which affect teeth and continuing with the presentation of the great impact the abrasive wear has on composite materials. To achieve the study we used a classical stand for abrasive wear analysis using long distance peg/disk friction. An experimental program was designed to cover all aspects starting with the preparation of the experiment, experiment run, data gathering, as well as the superior processing of the results. The presentation form includes tables, mathematical relations, 2D and 3D images. The evaluation of the results involves both quantitative and qualitative aspects.

1. MATERIALE DENTARE COMPOZITE. CALITATI NECESITATI.

Apariția materialelor compozite și utilizarea lor a însemnat un important pas înainte relativ la optimizarea strategiilor de tratament în domeniul afecțiunilor dentare, dată fiind rezistența lor, ușurința în manipulare și nu în ultimul rând dispariția efectelor toxice existente la alte tipuri de tratament.

Compozitele moderne dentare sunt o mixtură de rășină și particule adiționale (aditivi) ale căror caracteristici de manipulare sunt determinate de dimensiunea particulelor și metoda de polimerizare. Cele mai multe compozite sunt de tipul hibrid – formate din particule microfine și convenționale, proiectate pentru a optimiza atât proprietățile mecanice cât și cele de suprafață. Conțin aditivi 75...85 % din greutate și au rezistența cea mai mare la uzură.

În această lucrare, se vor aborda din punct de vedere al rezistenței la uzare abrazivă 4 tipuri de materiale dentare compozite cel mai des utilizate în cabinetele stomatologice. Acestea vor fi prezentate pe scurt în continuare

Materialele din zona de obturare au fost astfel alese pentru a se realiza studiul comparativ între cele cu indicații strict pentru zonele de stress ocluzal și cele cu indicații universale (zone posterioare și anterioare).

Un material restaurativ indicat pentru zonele posterioare de intens stress ocluzal este **materialul 1 de tip Ariston**. Acesta este soluția ideală pentru restaurările din regiunea posterioară atât la dentiția definitivă cât și temporară. Este un substituent alb al amalgamului, indicat pentru obturări de clasele I sau II.

S-a ales ca material cu indicații strict pe zone de stress ocluzal și totodată ca etalon **Materialul 2 de tip Surefil** produs al firmei Dentsply DeTrey datorită unor considerente prezentate mai jos.

Materialul este marca de referință în noua clasă de materiale de obturare condensabile. Acest material fotopolimerizabil, este indicat pentru obturări de clasele I și II

supuse stresului ocluzal din zonele posterioare, dinti temporari sau permanenti. Cheia structurii unice a acestuia o reprezintă Interlocking Particle Tehnology, IPT™ (Tehnologia Particulelor Integrate).

Tehnologia Particulelor Integrate conferă o structură similară amalgamului, un punct de contact ușor de realizat, excelentă rezistență la abraziune – (după trei ani de teste in vitro, materialul a prezentat un grad de abraziune chiar mai mic decât al amalgamului Dispersalloy), timp redus de lucru.

Celelalte două materiale studiate **materialul 3 de tip Prodigy și materialul 4 de tip Tetric Ceram** sunt materiale restaurative indicate atât pentru zonele posterioare cât și anterioare. Materialele se caracterizează printr-o paletă variată de nuanțe și culori cu implicații estetice asupra tratamentului.

Materialul 3- este un compozit microhibrid fotopolimerizabil cu particulele anorganice cu diametrul sub 0,6 microni, cu indicații atât pentru zonele posterioare cât și pentru cele anterioare existând într-o gamă largă de nuanțe VITA.

Materialul 4 - este un compozit hibrid fotopolimerizabil, indicat în restaurările anterioare și posterioare ale dinților. Se bazează pe tehnologia ACT. (Advanced Compozite Tehnology) și conține particule cu mărimea de ~ 0,7 μm.

2. MATERIALE DENTARE COMPOZITE ȘI TIPURI DE UZARE

Lucrarea prezintă un studiu comparativ al rezistenței la uzare abrazivă a 4 tipuri de materiale compozite utilizate la realizarea obturațiilor dentare.

Prin procesul de uzură se pot produce modificări de formă ce pot afecta efectiv funcția ducând la pierderea formei anatomice originale a dintelui. În general uzura este dependentă de materiale și de interfața dintre ele. Prezenta unui film de lubrifiant precum saliva, separă suprafețele în cursul mișcărilor și reduce forța de frecare și uzura.

În cadrul cuplei de frecare obturație/dinte pot exista patru tipuri de uzură: uzura adezivă, corozivă, prin oboseala suprafeței și prin abraziune.

Cercetările anterioare au demonstrat că în general metalele sunt predispuse la uzura adezivă, corozivă și tridimensională în timp ce compozitele prezintă uzură abrazivă și prin oboseala suprafeței cu o pondere mai mare a uzării abrazive.

De aceea obiectivul principal al acestei lucrări este realizarea unui sistem experimental de studiu a uzării abrazive a materialelor dentare compozite.

Abrazia dentara constituie un proces de natură mecanică de degradare a suprafețelor materialelor unei cuple de frecare în general, respectiv obturație/dinte antagonist în cazul cercetat. Procesul se manifestă prin îndepărtarea de material de pe suprafața considerată mai moale / obturația, fie de asperitățile mai dure ale suprafeței antagoniste / dințele, fie de particule abrazive dure antrenate în zona de contact a cuplei de frecare în timpul masticației. (ex. fragmente de os).

Ca surse de apariție însăși masticația normală poate determina abrazia dinților naturali sau restaurați în special la populațiile care consumă alimente neprelucrate. Bruxismul este o formă patologică de uzură în care suprafețe ale arcadelor sunt frecate unele de altele. Dacă este realizat impropriu, chiar și periajul dinților poate determina uzura.

3. .STUDIUL EXPERIMENTAL LA UZARE ABRAZIVA

Scopul lucrării este acela de a determina modul de comportare la uzare abrazivă a celor 4 materiale mai sus prezentate studiindu-se dependența lungimii materialului abrazat

în raport cu variabilele de intrare: F - forța de apăsare între elementele cuplei [N] și respectiv t - timpul de menținere în frecare [min].

Lungimea materialului abrazat se va determina prin diferența dintre lungimea epruvetei înainte de abrazare și respectiv după abrazare. S-a urmărit stabilirea unor relații matematice de variație a uzării abrazive precum și realizarea unor reprezentări grafice directe și comparative.

Pentru proiectarea standului pe care s-au efectuat încercările s-a realizat o analiză creativă bazată pe diagrame de idei în care s-au structurat problematica experimentală și sistemele experimentale din domeniul uzării abrazive. Pornind de la scopul și obiectivul experimentului a rezultat un stand experimental caracterizat din punct de vedere al problematicii experimentale prin următoarele elemente:

- stand de tip știft / disc pentru studiu dinamic;
- mișcare relativă de alunecare între epruveta știft și epruveta disc;
- proba uzată – epruveta știft;
- mediu de frecare uscat, pe aceeași urmă de uzare;
- lungimi de frecare mari (100m).

Din punct de vedere constructiv standul experimental proiectat pentru lungimi mari de frecare se caracterizează prin următoarele elemente constructive: mod de acționare: lanțurile cinematice ale unui strung SN 400; tip stand: pentru studiul dinamic; epruveta știft: cu cap plat reprezentând obturația; epruveta plată: disc cu diametru 250 mm; mișcare relativă : mișcare de rotație, frecarea având loc pe suprafața frontală a discului. Discul este prins în universal iar știftul în sania portcuțit a strungului; sistemul de încărcare este realizat prin elemente elastice de tip arc elicoidal;

Elementele constructive ale standului sunt: epruvetă știft, suport dispozitiv încărcare, dispozitiv încărcare , epruveta disc, sistem de control al încărcării

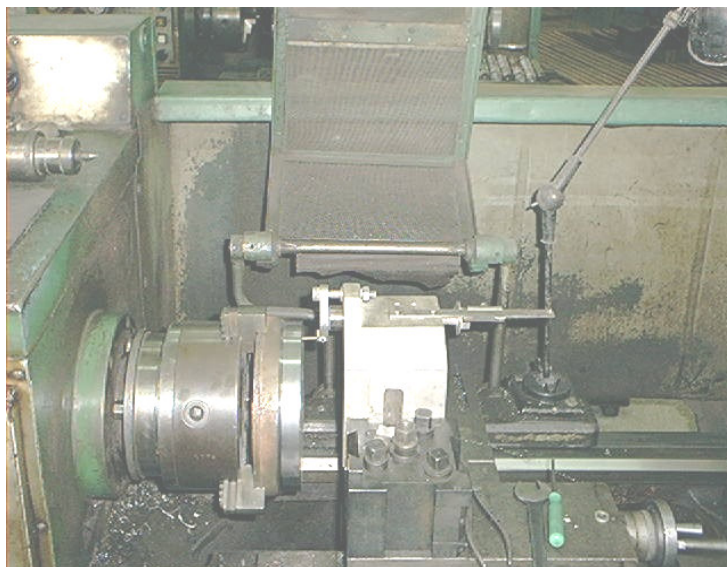


Figura 1 Stand experimental uzare abraziva

Funcțional mișcarea de rotație a discului este asigurată de mișcarea arborelui principal al strungului în a cărui universal este prinsă epruveta disc. Știftul cu materialul dentar în vârf este presat pe disc în mișcare de rotație prin intermediul sistemului de încărcare prevăzut cu elemente elastice de tip arc elicoidal. Control săgeții arcului și implicit a forței de apăsare se realizează cu ajutorul sistemului de control al încărcării. Practic se realizează apropierea și contactul neîncărcat între știft și disc acționând manual lanțul de avans longitudinal al strungului. Tot cu ajutorul acestui lanț se realizează o

pretensionare a arcului la o distanța ce se află gradată pe axul sistemului de încărcare. Se realizează diferența de săgeată a arcului acționând șurubul sistemului de încărcare. Măsurarea încărcării se face pe vernierul șublerului montat pe corpul dispozitivului de încărcare.

La stabilirea domeniului de variație a variabilelor de intrare s-a ținut seama de condițiile reale în care se desfășoară frecarea relativă în procesul de masticăție precum și de datele culese din alte experimente cu caracter similar. Au rezultat astfel pentru forța de apăsare F doua nivele de variație de 20 N și respectiv 40 N iar pentru timp 5 nivele de variație care au fost: 1, 3, 5, 7, 9 și 11 minute.

S-au executat pentru fiecare material și fiecare nivel de variație al forței un număr de 6 observații caracteristice fiecărui nivel de variație al timpului de frecare rezultând 48 de condiții de încercare. Pentru a elimina efectul erorilor grosolane, sistematice și întâmplătoare, s-au realizat câte 5 observații pentru fiecare condiție de încercare după care s-au determinat valorile probabil adevărate ale mărimilor măsurate utilizând testul Student.

Variabila de ieșire s-a măsurat în mod direct cu ajutorul unui șubler digital cu precizie de 0,01 mm. Epruvetele s-au măsurat înainte și după abrazare rezultatul abraziei fiind diferența celor două măsurători

Epruvetele utilizate sunt știfturi cilindrice realizate din material metalic cu diametrul de 4 mm și o lungime de 30mm. Pentru o bună fixare a materialului în stift s-a folosit sistemul adeziv universal fotopolimerizabil "Nexus".

Epruvetă plată în această încercare a fost un disc cilindric cu următoarele dimensiuni: diametru = 250 mm, lățime = 40 mm.

Materialul discului este un material inoxidabil cu caracteristici foarte apropiate aliajelor utilizate în realizarea unor lucrări dentare având ca elemente de bază aliajul Ni-Cr.

Deoarece uzura abrazivă are loc la viteze relative mici și foarte mici s-a utilizat cea mai mică turație din gama de turații a mașinii unelte rezultând o viteză relativă de frecare de aproximativ 17 m/min.

În ce privește elementul elastic utilizat acesta este un arc elicoidal ce permite realizarea unei sarcini maxime de 50 N care a fost etalonat în vederea obținerii celor două forțe necesare.

Prezentarea rezultatelor s-a făcut utilizând forma **tabelară**, sub forma de **relații matematice** și sub **formă grafică**

În cadrul experimentului s-a avut în vedere realizarea atât a unor determinări cantitative cât și a unor reprezentări calitative.

În cadrul determinărilor cantitative se va urmări comportarea fiecăruia din cele 4 materiale în parte, urmărindu-se variația spațială a abraziei în raport cu variabilele de intrare propuse precum și dependența plană a abraziei în raport cu timpul de frecare. Graficele vor fi suprapuse pentru fiecare material fiind prezentată comparativ abrazia pentru cele două forțe.

În figura 2 se prezintă variația 3D a lungimii materialului supus abraziei notat cu z în raport cu variabilele **forță** notată cu x și **timp** notată cu y , a variației 2D a abraziei în raport cu timpul precum și relațiile matematice rezultate pentru cele patru materiale studiate.

În cazul materialului 1 funcția rezultată este o cuadrică de forma:

$$Z = 0,116 - 0,009x + 0,006y \quad (1)$$

Analizând relația (1) se poate constata ponderea ceva mai mare pe care o are variabila x - forță în raport cu variabila y - timp. Valorile cele mai mari ale abraziiei sunt de aproximativ 0,151 mm înregistrate pentru forța de 40 N la 11 minute de frecare.

Pentru variația 2D se poate constata ca primă observația că pentru orice valoare a timpului de frecare, abrazia este mai mare în cazul forței de 40 N decât pentru forța de 20 N.

Pentru forță de 20N se poate sesiza o uzură inițială redusă (0,01 mm) după care uzura se accentuează ușor în timp, ca după cca. 150 m de frecare să apară un palier deci o stagnare a acestuia. Uzura totală este de 0,07 mm. Pentru o forță mai mare de apăsare (40 N) uzura materialului are loc diferit. Astfel dacă uzura inițială este ceva mai accentuată decât în primul caz (0,05 mm) urmează apoi un palier relativ și apoi o uzură bruscă (0,7 mm), după care uzura crește dar într-un ritm mai lent. Uzura totală este de 0,15 mm.

Uzura abraziva a materialului 2 este dată de relația:

$$Z = 0,113 - 0,008x + 0,011y \quad (2)$$

Valorile cele mai mari ale abraziiei sunt de aproximativ 0,151 mm înregistrate pentru forța de 40 N la 11 minute de frecare.

În ce privește variația 2D a abraziiei în raport cu timpul, alura curbelor de uzură pentru cele două forțe este apropiată ele fiind cu excepția primului interval de variație aproape paralele. Uzura inițială este mai pronunțată pentru forța de 20 N comparativ cu cea de 40 de N urmând ca graficele să se intersecteze după aproximativ 2 minute

Pentru ambele forțe se poate sesiza cea mai mare creștere a abraziiei în intervalul de la mijloc între 5 și 7 minute urmând ca panta să scadă în intervalele dinspre extremități.. Variația totală rezultată este de 0,11 mm pentru forța de 20 N și respectiv 0.14 mm pentru cea de 40 N.

Pentru materialul 3 a rezultat relația:

$$Z = 0,179 - 0,015x + 0,001y \quad (3)$$

Valorile cele mai mari ale abraziiei sunt de aproximativ 0,244 mm înregistrate pentru forța de 40 N la 11 minute de frecare.

Pentru variația 2D a abraziiei la o forță de 20N materialul se uzează destul de puțin în 11 minute (0,09 mm). astfel la început apare o uzură lentă (0,01 mm), care se continuă încă puțin , pentru ca apoi să apară un palier până la aproximativ 7 minute (120 metri liniari), continuat de o uzură lentă. Pentru forță de 40N uzura este destul de accentuată de la început și se continuă până la aproximativ 5 minute de frecare de unde uzura este ceva mai lentă. Variația totală este de 0,24 mm.

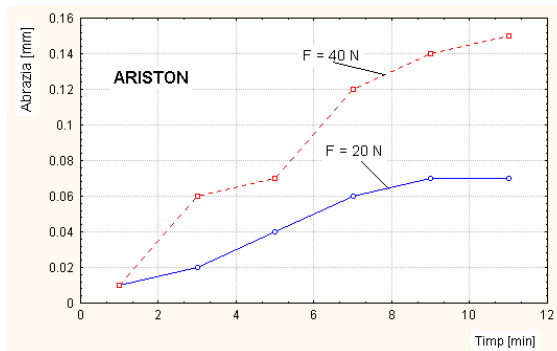
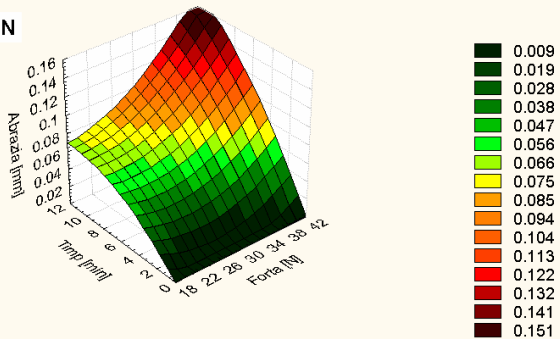
Pentru materialul 4 variația 3D a lungimii materialului supus abraziiei eate dată de relația:

$$Z = 0,13 - 0,011x + 0,025y \quad (4)$$

Dependenta spatiala a abraziiei in raport cu forta si durata frearii

$$z = 0.116 - 0.009x + 0.006y + 0x^2 + 0x^3 + 0y^2 + 0y^3$$

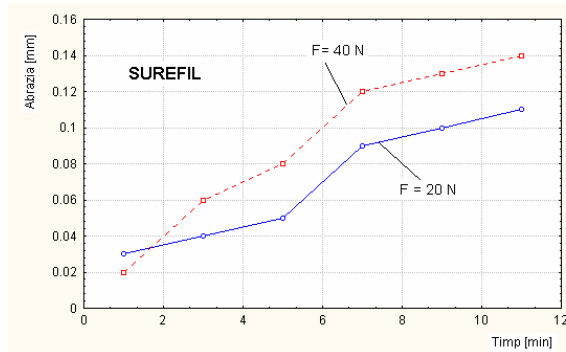
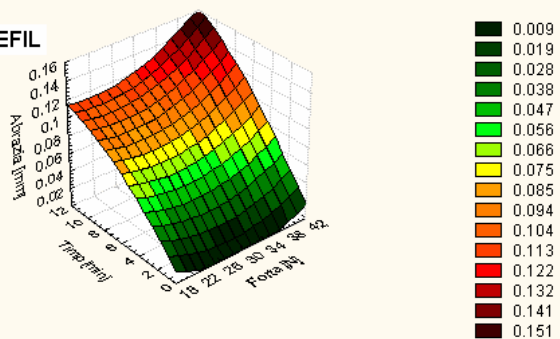
ARISTON



Dependenta spatiala a abraziiei in raport cu forta si durata frearii

$$z = 0.113 - 0.008x + 0.011y + 0x^2 + 0x^3 + 0y^2 + 0y^3$$

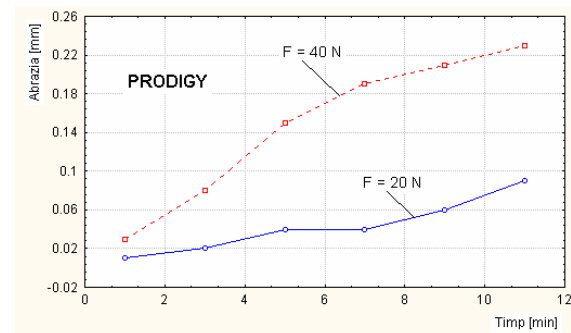
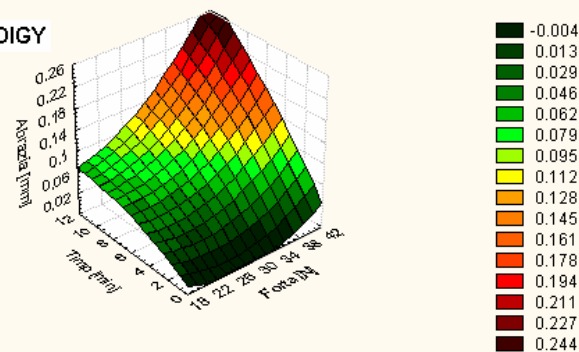
SUREFIL



Dependenta spatiala a abraziiei in raport cu forta si durata frearii

$$z = 0.179 - 0.015x + 0.001y + 0x^2 + 0x^3 + 0y^2 + 0y^3$$

PRODIGY



Dependenta spatiala a abraziiei in raport cu forta si durata frearii

$$z = 0.13 - 0.011x + 0.025y + 0x^2 + 0x^3 + 0y^2 + 0y^3$$

TETRIC

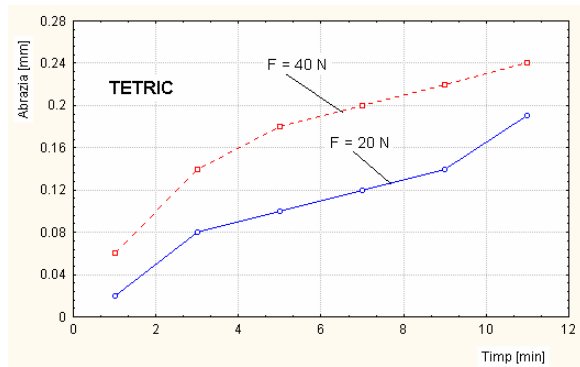
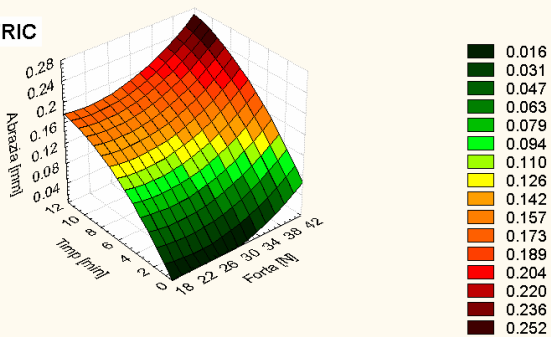


Figura.2 Dependenta spațială a abraziiei în raport cu forța și durata frecării 3D și în raport cu timpul 2D

Si în acest caz se poate constata ponderea mai mare pe care o are variabila y - timp în raport cu variabila x - forță. Valorile cele mai mari ale abraziei sunt de aproximativ 0,252 mm înregistrate pentru forța de 40 N la 11 minute de frecare.

În cazul variației 2D pentru forța de 20N se remarcă cea mai accentuată uzură pentru intervalul 1 între 3 și 5 minute apoi are loc o creștere ceva mai lentă (0,07mm) între 5 și 9 minute. Uzura se accentuează din nou pe ultimul interval variația totală fiind de 0,19 mm. Pentru forța de 40N are loc o uzare mai mare la începutul frecării (0,08) urmând să devină mai lentă pentru ultimele trei intervale când practic panta de variație este constantă.

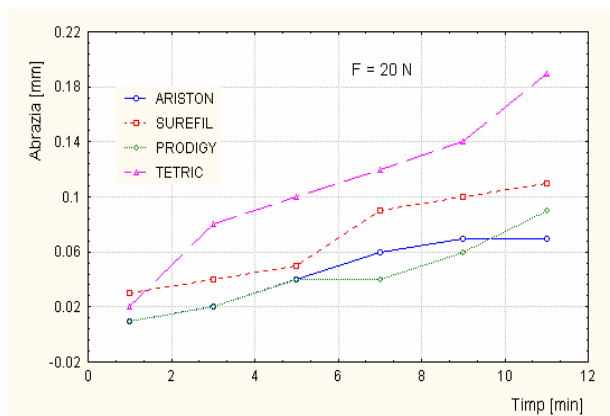


Figura 3. Studiu comparativ al rezistenței la abraziune pentru forța de 20N

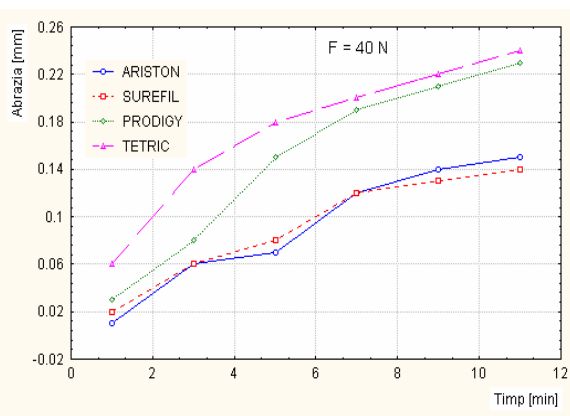


Figura 4 Studiu comparativ al rezistenței la abraziune pentru forța de 40N

Pe lângă aceste determinări cantitative care dau referințe privind comportarea fiecărui material analizat în parte prezintă interes și un studiu comparativ al comportării celor patru materiale la abraziune. S-au realizat astfel două diagrame cu abrazia celor patru materiale una pentru forța de 20 N și una pentru forța de 40 N.

Pentru forța de 20 N (figura 3) o primă concluzie care se poate trage este aceea că diferențele între cele patru materiale sunt mici. Astfel uzurile materialelor de tip Prodigy și Ariston sunt chiar suprapuse pentru primele două intervale de variație și foarte apropiate (0,01mm) de materialul de tip Surefil. Tendința este continuată și pe celelalte intervale de variație materialul de tip Ariston dovedindu-se cel mai rezistent la uzare abrazivă. Materialul de tip Tetric în ciuda unei rezistențe la abraziune ceva mai redusă are avantajul existenței într-o gamă largă de nuanțe VITA cu indicații atât pentru zonele posterioare cât și pentru cele anterioare.

În figura 4 este prezentată dependența abraziei materialelor studiate pentru forța de 40 de N.

Diagrama este foarte elocventă în ce privește tendința de utilizare a materialelor de tip Surefil și Ariston în zonele posterioare de stress ocluzal. Acestea au o uzare abrazivă redusă și aproape identică pe întreg intervalul de frecare.

Materialul de tip Prodigy prezintă în primă fază o uzare destul de lentă și de redusă apropiată de primele două materiale urmând ca odată cu creșterea lungimii de frecare, uzura să crească ajungând pe ultimele două intervale de frecare apropiată de cea a materialului de tip Tetric.

4. .CONCLUZII

Lucrarea prezintă o metodă originală de studiu a materialelor compozite moderne studiate prin prisma proceselor de uzare abrazivă precum și a analiză comparativă privind rezistența la uzare abrazivă a materialelor compozite utilizate în aplicații dentare.

În cadrul lucrării s-au analizat 4 tipuri de materiale compozite frecvent utilizate în aplicațiile dentare realizându-se atât determinări cantitative cât și calitative privind rezistența la uzarea abrazivă.

Deoarece materialele compozite sunt cel mai mult afectate de uzarea abrazivă sistemul experimental propus este foarte util prezentând toate facilitățile de lucru în vederea studierii cantitative a oricărui material compozit precum și posibilitatea analizelor calitative, comparative a diferitelor materiale utilizate.

References

- [1] Cofaru, N., F., - Modelarea proceselor de uzare abrazivă. Teză de doctorat. Universitatea Tehnică Cluj Napoca, 1999.
- [2] Bratu Dorin, Materiale dentare în cabinetul de stomatologie, ed.Helicon Timisoare 1998
- [3] Robert G.Craig, ,Materiale Dentare Restaurative, ed.All Educational 2001.
- [4] Mitchell A.David, Mtchell Laura, Ghid Clinic de Stomatologie, ed.All Educational 1999