

## Absorbtia de radiatii X in membrane absorbante: Metodologia de estimare a absorbtiei. Rezultate obtinute

### 1 Manufacturarea membranelor absorbante (AMs)

#### 1.1. Materiale

Materialele necesare pentru fabricarea AMs sunt urmatoarele:

- Ulei siliconic (US), tip MS100 de la Silicone Commerciale SpA (Italy); cu viscozitatea de 100cSt si densitatea de  $0.97 \frac{g}{cm^3}$  la  $t=25^\circ C$  si avand temperatura de autoaprindere  $t_{aapr.} > 310^\circ C$ ;
- Pulbere de carbonil de fier (CI), tip C-3518, de la Sigma-Aldrich, cu diametrul particulelor cuprins intre  $4.5\mu m$  si  $5.4\mu m$  si un continut, in Fe, de minim 97%;
- Pulbere de plumb ( $\mu Pb$ ) de la Sarada Industrial Enterprises cu diametre cuprinse intre  $65\mu m$  si  $120\mu m$
- Pulbere de plumb ( $\mu Bi$ ) de la Sarada Industrial Enterprises cu diametre cuprinse intre  $55\mu m$  si  $100\mu m$  ;  
si
- Panza din bumbac (PB), ca polimer natural, de la latexila.ro

#### 1.2. Etape de fabricare AMs

Manufacturarea produselor AMs se realizeaza pe parcursul urmatoarelor etape:

##### Etapa 1:

Se realizeaza amestecurile de materiale in volumele precizate in Tabelele 1, 2 si 3. Amestecurile formate se omogenizeaza.

Tabel 1.

AM1: Compozit pe baza de SR, CI si US

Proba/dimensiuni	$V_{CS}(cm^3)$	$V_{CI}(cm^3)$	$V_{US}(cm^3)$
$S_1/\varnothing 73 \times 3,5$	16	4	2
$S_2/\varnothing 73 \times 4,1$	12	8	4
$S_3/\varnothing 73 \times 4,0$	8	12	6

Tabel 2.

AM2: Compozit pe baza de SR,  $\mu Pb$  si US

Proba/dimensiuni	$V_{CS}(cm^3)$	$V_{\mu Pb}(cm^3)$	$V_{US}(cm^3)$
$S_4/\varnothing 73 \times 4,0$	16	4	2
$S_5/\varnothing 73 \times 4,4$	12	8	4
$S_6/\varnothing 73 \times 4,5$	8	12	6

Tabel 3.

AM3: Compozit pe baza de SR,  $\mu Bi$  si US

Proba/dimensiuni	$V_{CS}(cm^3)$	$V_{\mu Bi}(cm^3)$	$V_{US}(cm^3)$
$S_7/\varnothing 73 \times 4,1$	16	4	2
$S_8/\varnothing 73 \times 4,3$	12	8	4
$S_9/\varnothing 73 \times 4,2$	8	12	6

##### Etapa 2:

Se debiteaza panza de bumbac sub forma de discuri cu raza de  $7cm$ , pentru fiecare proba in parte;

##### Etapa 3:

Intr-o forma cilindrica se toarna cca 50% din amestecul omogenizat ;

##### Etapa 4:

Pe amestecul aflat in forma cilindrica se fixeaza panza de bumbac. La finele acestei faze se toarna restul de amestec.

##### Etapa 5:

Dupa polimerizare probele se extrag din forme. Se obtin tesaturi absorbante de radiatii ale caror dimensiuni sunt aratate in Tabele 1, 2 si 3.

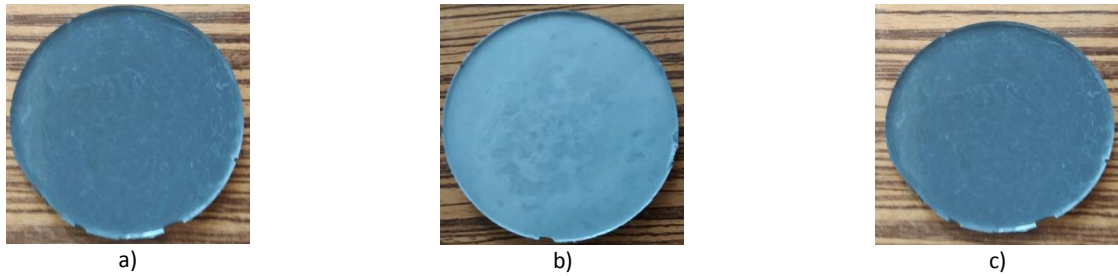


Fig.1. Fotografii probe: a) AM1; b) AM2; c) AM3

Probele realizate ( Fig.1) au fost predate, in luna octombrie 2018, de catre domnii Madalin Bunoiu si Ioan Bica, domnului Kuncser Victor, la sediul IFTM- Bucuresti, pentru a fi testate. **Nu am primit pana azi 06.06.2020 rezultate privind testarea acestor probe.**

### 1.3. Metodologia de estimare a absorbtiei. Rezultate obtinute

#### 1.3.1 Instalatie experimentală

Estimarea absorbtiei de radiatii X a pobelor AMs s-a realizat la Centrul de radiologie „DentaVis” din Timisoara, Dtr. Popa Sapca, nr.20B.

Instalatia utilizata pentru testarea probelor are configuratia de ansamblu aratata in Fig.2.

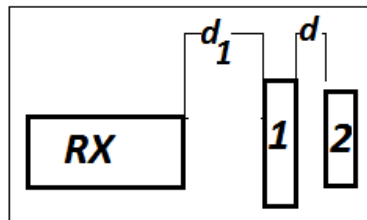


Fig.2. Configuratie de ansamblu instalatie experimentală: RX, generator de radiatii X; 1,probe AMs 2, senzor radiatii X;  $d_1$ , distanta dintre capul generatorului de radiatii X si probe AMs ; d, distanta dintre probele AMs si senzor de radiatii X.

Instalatia are in componenta generatorul de radiatii RX, de la SOREDEX ([info@soredex.com](mailto:info@soredex.com)), probele AMs, sort cu plumb, cod 75050 si senzorul de radiatii X. Generatorul de radiatii X are :tensiunea anodica, reglabila de la 60kV la 70kV, intensitate curent anodic de max. 10mA si este alimentat la tensiunea de  $230V_{ca} \pm 10\%$ . Timpul de expunere este reglabil de la 0,02s la 0,3s.

Probele AMs au dimensiuni si compozitii aratate in Tabele 1, 2 si 3.

Sortul de radioprotectie (cod 75050), de uz stomatologic, cu plumb in componenta, echivalent Pb: 0,3mm, de la Flow X Ray Corporation (SUA). Senzorul (poz. 2 din Fig.2) este de tip digital, de la SOREDEX ([info@soredex.com](mailto:info@soredex.com)), are dimensiunile  $27 \times 54 \text{ mm}$  si o capacitate de stocare de 695KB. In timpul testarilor senzorul este plasat sub probe.

#### 1.3.2. Metoda si etape testare

**Etapa 1:**Generatorul de radiatii X este fixat la tensiunea de 60kV si la un timp de expunere de 3,2s.

**Etapa 2:** Sortul de radioprotectie se expune radiatie X si se inregistreaza rezultatul;

**Etapa 3:**Pe rand, probele AMs, din Fig.1, sunt fixate la distanta  $d_1 = 12 \text{ mm}$  de capul generatorului de raze X. Probele se iradiaza cu raze X si se inregistreaza rezultatele pe senzorul digital.

**Etapa 4:** Dupa fiecare expunere informatiile captate de senzor se stocheaza pe o unitate de calcul dupa care se scot la imprimanta pe o folie transparenta.

#### 1.3.3.Echipament citire radiografii

Echipamentul destinat citirii radiografiilor are in componenta ( Fig.3) suportul radiografiei stomatologice (poz.1 din Fig.3), microscopul digital (poz.2 din Fig.3), unitatea de calcul (poz.3 din Fig.3) si un luxmetru ( poz.4 din Fig.3). Fotografia ansamblului realizat, cu componentele precizate mai sus, este aratat in Fig.4.

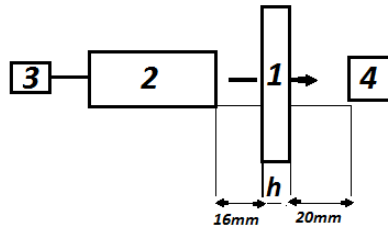


Fig.3. Echipament citire radiografii (configuratie de ansamblu): 1, suport filme radiologice; 2, microscop digital; 3, unitate de calcul; 4, luxmetru.



Fig.4. Fotografie echipament citire si vizualizare radiografii radiologice: 1, suport filme radiologice; 2, microscop digital; 3, unitate de calcul; 4, luxmetru; a, mansoa din cauciu siliconic.

Supportul de filme radiologice este o bobina toroidala cu  $\phi 50/30mm \times 40mm$ . Prin intermediul mansoanelor ( poz.a din Fig 4) sunt fixate etans microscopul digital, tip MV-900C, de la Keience (China), si sonda luxmetrului tip MS-1300- Voltkraft (Germany). Distantele dintre componente sunt cele din Fig.3. Microscopul digital genereaza lumina alba, incidenta filmelor radiologice. Microscopul digital este conectat la o unitate de calcul cu un RAM de 4GB. Prin intermediul softului, preinstalat in unitatea de calcul, imaginile pot fi vizualizare si inregistrate pe suport magnetic.

#### 1.4. Rezultate experimentale si discutii

Cu instalatia din Fig.2 imaginile inregistrate de senzorul digital sunt aratate in Fig.5, Fig.6 si Fig.7. In Fig.8 sunt prezentate radiografiile ale probelor martor.

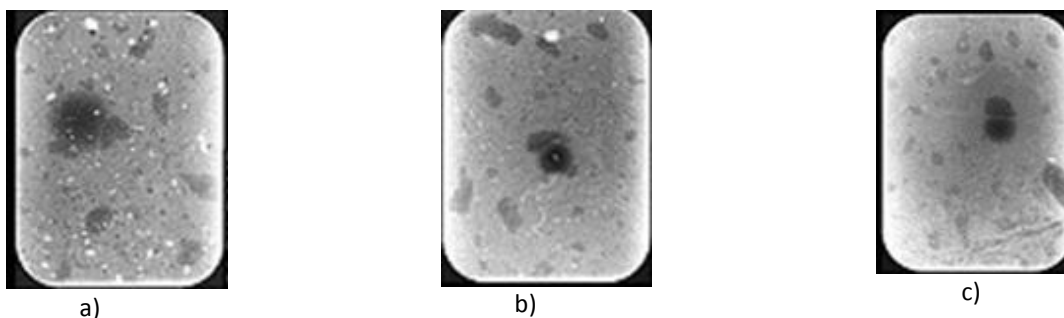


Fig.5. Radiografiile probe: a)  $S_1$ ; b)  $S_2$ ; c)  $S_3$

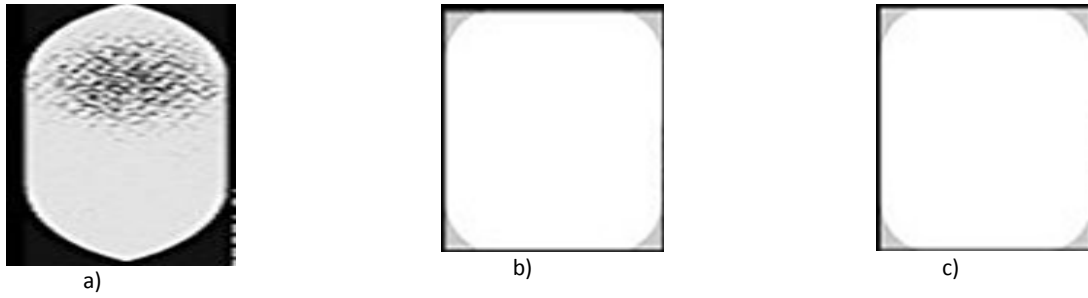


Fig.6. Radiografii probe: a)S<sub>4</sub>; b)S<sub>5</sub>; c)S<sub>6</sub>

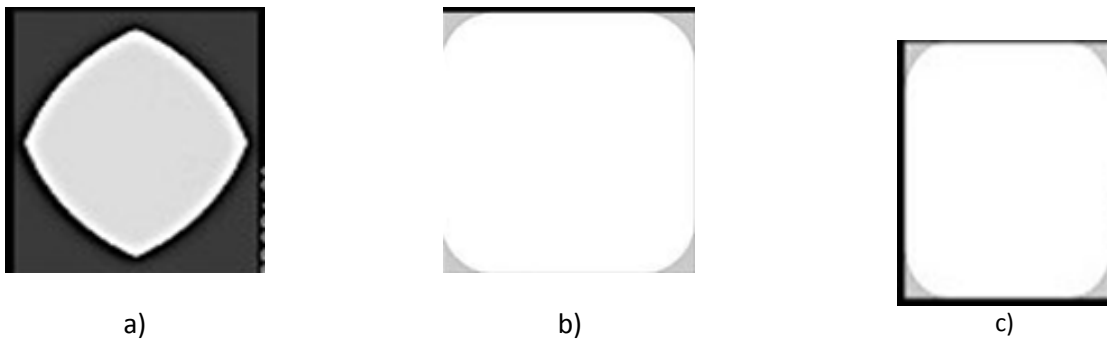


Fig.7. Radiografii probe: a)S<sub>7</sub>; b)S<sub>8</sub>; c)S<sub>9</sub>



Fig.8. Radiografii : a) fara probe; b) Sortul de radioprotectie (cod 75050), de uz stomatologic, cu plumb in componenta, echivalent Pb: 0,3mm, de la Flow X Ray Corporation (SUA).

Din figurile reprezentate, mai sus, se observa ca imaginile captate au culori care vireaza de la neagru (Fig.8a), prin noante de alb (Fig. 5a, Fig.5b, Fig.5c, Fig.6a, Fig.7a) si pana la culoare alba (Fig.6b, Fig.6c, Fig.7b, Fig.7c). Noantele de alb semnifica faptul ca radiatia X este partial absorbita. Culoarea alba ne indica faptul ca radiatia X este absorbita. In schimb, culoarea neagra a radiografiei ne indica ca radiatia X nu este absorbita de probe. Deci, absorbtia radiatiei X in membrane poate fi estimata prin radiografii.

Pentru aceasta, procedam dupa cum urmeaza:

Definim absorbtia relativa de radiatii X, prin expresia:

$$a(\%) = \left(1 - \frac{E}{E_0}\right) \cdot 100 \quad (1)$$

In care  $E$  este iluminarea prin radiografiile probelor manufacturate si  $E_0$  este iluminarea maxima produsa de lumina alba transmisa prin radiografia luata ca referinta.

Cu instalatia din Fig 4 se masoara iluminarea produsa de sursa de lumina alba pe senzorul luxmetrului, dupa cum urmeaza:

Luam ca radiografie de referinta acea radiografie pentru care iluminarea este maxima. Astfel, pentru:

- probele cu microparticulele Cl, radiografia de referinta este cea din Fig.5c, la care  $E_0 = 60,3lx$ ;

-probele cu microparticulele de Pb, radiografia de referinta este cea din Fig.6c, la care  $E_0 = 277,0lx$ ;

-probele cu microparticulele de Bi, radiografia de referinta este cea din Fig.7c, la care  $E_0 = 266,0lx$ .

In expresia (1) introducem pe  $E_0$  si valori ale lui  $E$  din Tabelul 4, Tabelul 5, Tabelul 6 si Tabelul 7, corespunzatoare radiografiilor pentru probele cu microparticule de Cl(Tabelul 4), microparticulelor de Pb (Tabelul 5) , microparticulelor de Bi (Tabelul 6), si se obtin, in aceleasi tabele , valori  $a$  ale absorbtiei relative de radiatii X.

Tabel 4  
Probe cu microparticule de Cl

Radiografii	$E(lx)$	$a(\%)$
Fig.5a	43,0	71,31
Fig.5b	45,9	76,11
Fig.5c	60,3	100,00

Tabelul 5  
Probe cu microparticule de Pb

Radiografii	$E(lx)$	$a(\%)$
Fig.6a	172,6	62,31
Fig.6b	273,0	98,55
Fig.6c	277,0	100,00

Tabelul 6  
Probe cu microparticule de Bi

Radiografii	$E(lx)$	$a(\%)$
Fig.7a	182,0	68,42
Fig.7b	258,0	96,99
Fig.7c	266,0	100,00

Se observa din Tabelul 5, tabelul 6 si tabelul 7 ca absorbtia de radiatii X creste cu cresterea cantitatii de microparticule (vezi Tabelul 1, Tabelul 2 si Tabelul 3).

Prin sortul de radioprotectie iluminarea radiatiei emergente este  $E_0 = 278,0lx$ . Pentru  $E_0 = 278,0lx$ , ca referinta obtinem in Tabelul 7, Tabelul 8 si Tabelul 9, absorbtiiile relative de radiatii X ale probelor testate, raportat la sortul de radioprotectie.

Tabel 7  
Probe cu microparticule de Cl

Radiografii	$E(lx)$	$a(\%)$
Fig.5a	43,0	15,47
Fig.5b	45,9	16,51
Fig.5c	60,3	21,69

Tabelul 8  
Probe cu microparticule de Pb

Radiografii	$E(lx)$	$a(\%)$
Fig.6a	172,6	62,09
Fig.6b	273,0	98,20
Fig.6c	277,0	99,64

Tabelul 6  
Probe cu microparticule de Bi

Radiografii	$E(lx)$	$a(\%)$
Fig.7a	182,0	71,09
Fig.7b	258,0	92,14
Fig.7c	266,0	95,68

Din Tabelul 7, Tabelul 8 si Tabelul 9 se observa ca in raport cu sortul de radioprotectie, cu un echivalent in Pb de 0,3mm, probele cu microparticule de Pb si cele cu microparticule de Bi au absorbtii relative de radiatii X de valori acceptabile.

**Concluzii:**

Membranele absorbante de radiatii X sunt realizate din cauciuc siliconic in amestec cu microparticule de carbonyl iron, microparticule de plumb si microparticule de bismut, ranforsat cu tesatura din bumbac. Estimarea absorbtiei de radiatii X s-a realizat utilizand radiografiile stomatologice ale probelor realizate comparativ cu radiografia sortului de radioprotectie utilizat la radiografii stomatologice (echivalent in Pb: 0,3mm). Metoda utilizata pentru citirea radiografiilor este cea a transmisiei luminii prin radiografii. Precizia metodei este influentata de geometria celulei de masura si calitatea filmelor radiologice. Se observa ca absorbtia relativa de radiatii X este influentata de cantitatea si natura pulberilor micrometrice utilizate.