

ИНТЕРАКЦИЈА ЕЛЕКТРОНСКОГ И ЛАСЕРСКОГ СНОПА СА ПРОТЕТИЧКИМ МАТЕРИЈАЛИМА - ВИЗИЛОМ И ВИРОНИТОМ

Слободан Бојанић, *Инст. "Михајло Пупин", Волгина 15, Београд*
 Зоран Мишковић, *Институт "Винча"*
 Славица Ристић, *ВТИ, Београд*
 Вишња Рајковић, *Институт "Винча"*
 Јелена Илић, *Машински факултет, Београд*
 Богдан Недић, *Машински факултет, Крагујевац*

Садржај - У раду се разматра механизам интеракције ласерског снопа рубинског ласера у режиму гигантских импулса са материјалима од интереса за протетичке сврхе. Материјали су претходно били изложени X - и γ -зрачењу, као и електронским сноповима. Третирани узорци визила и виронита израђени су у лабораторијама Института "Винча". Добијена оштећења на материјалу анализирана су техникама оптичке и електронске микроскопије и извршена је рачунарска обрада слике.

1. УВОД

Нуклеарно зрачење и честице, као и X -зрачење и снопови електрона високог енергија налазе примене за различите медицинско-терапеутске сврхе. Иако је терапеутски дијагностички сноп дефинисаних честица или фотона плански управљан на одређени узорак или биоткиво, услед несавршености медицинских уређаја, као и других разлога, у току третмана је могуће да дође до нежељеног излагања одређених металних и диелектричних елемената у организму.

Интеракција електрона са материјалом, као и у случају нуклеарног и x -зрачења, захтева прорачун специфичног губитка енергије dE/dx , што представља веома сложен задатак. Без обзира на значајна теоријска истраживања, неопходан је велики број експерименталних података, како због сложености фундаменталних израза, тако и због одговарајућих упрошћења, која су везана за строго дефинисане опсеге енергија и врсте честица и зрачења [1].

Полазна разматрања захтевају примену Бетове (Bethe) једначине, а затим налажење низа коефицијената, који би узели у обзир Гаусову расподелу донета, која би даље могла послужити за одговарајуће прорачуне. Посебно је од интереса констатовање промене механичких, оптичких и електричних особина материјала услед озрачавања. У зависности од функције апликативне компоненте, тежиште се ставља на одговарајуће особине. Код протетичких материјала, веома је велика скала притисака и импулсних оптерећења којима су изложени.

Поред тога важне су чињенице везане за порекло честица, одн. природне радиоактивне честице или из акцелератора, што се односи на урачунавање средње енергије честица, које се упућују на узорак. Код електрона на пример, варијација се узима за апроксимацију типа $1/3 E_{max}$.

Спознавање интеракције ласерског снопа са протетичким материјалом захтева такође одређење низа фактора, што изискује доста експерименталног рада [2]. Легуре на бази Co, Cr и Mo употребљавају се у стоматолошкој протетици још од 1929. године, али ни до данас се не може рећи да су им познате све особине, које су неопходне у раду зубних лекара и техничара. Грешке при топењу и ливењу легуре, као и у обради одливака, имају за последицу промену физичко-механичких особина, што изазива слабење ретенционе моћи кукица, честе преломе ручице, пластичну деформацију и друго. Потврђено је да се дејством ласерских снопова долази до значајних промена код других легура [3], тако да је од интереса установити могућности промене особина и ових легура.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ПРОЦЕДУРА

Узорци стоматолошко-протетичких легура - визила (wisil) и виронита (wironit) израђени су у облику масивних ваљака (пречника 0,6 и 0,8 cm) у лабораторијама Института "Винча". Састав комерцијална визил легура (Krupp Widia, Essen) дат је у табели 1. Легуре се одликују великом чврстоћом, dobrim механичким особинама и веома су отпорне на корозију, али треба нагласити да начин ливења легуре значајно утиче на њене карактеристике [4].

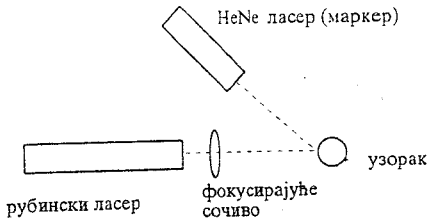
Табела 1. Процентуални састав легура

	Co	Cr	Mo	Si	Mn	C
виронит	64	28,65	5	1	1	0,35
визил	65	28	5		1	

Узорци су изложени електронском снопу енергије 14 MeV. Примењени електронски сноп би ткиво озрачио дозом од 30 Gy. Зубарско-протетичке легуре

су у пракси изложене дејству електронског снопа приликом третирања CNS-а и тада се углавном примењују дозе од 65 Gy.

После временске паузе од 24 часа, узорци су излагани дејству рубинског ласера у режиму Q-прекидања. Шема поставке експеримента је дата на сл. 1. Ласерски снап је фокусиран сочивом жижне даљине 40 mm, са Гаусовом расподелом интензитета по попречном пресеку и дужином трајања импулса од 30 ns.



Сл. 1. Шема поставке експеримента са ласером

Теоретска вредност пречника минималне мрље може се израчунати на основу израза

$$r = \frac{f\lambda}{d(2m+1)^n} \quad (1)$$

где је f жижна даљина примењеног фокусирајућег сочива, λ таласна дужина зрачења, d пречник снопа на излазу из ласера, а m и n представљају ознаке модова. Како је примењен једномодни ласер (мод T_{10}), то је теоретска минимална вредност полупречника $r = 4,95 \mu\text{m}$, а површина идеалне минималне мрље је $77 \mu\text{m}^2$.

Табела 2. Експериментални параметри

материјал	редни број оштећења	E (J)	W_{max} (10^{18} W/m^2)
виронит	1	2,4	1,04
	2	2,4	1,04
	3	2,4	1,04
	4	2,4	1,04
	5	2,4	1,04
	6	2,4	1,04
	7	1,7	0,74
визил	1	2,4	1,04
	2	1,7	0,74
	3	1,2	0,36
	4	3 x 2,4	1,04

Релација (1) је послужила да се израчунају теоретске вредности максималне густине снаге, које су дате у табели 2. У истој табели дати су такође и услови под којима су створена оштећења на узорцима испитиваних материјала.

Оштећења створена ласерским снопом на узорцима, анализирана су методама оптичке, електронске и X-спектроскопије, као и помоћу електронске сонде.

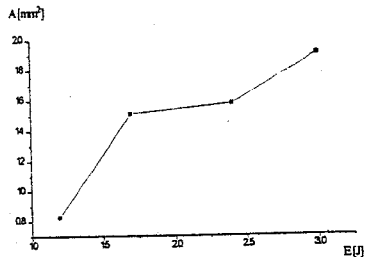
3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Поређене су карактеристике третираног и нетретираног материјала. Анализа снимака оштећења узорака дата је у табели 3.

Табела 3. Димензије проузрокованих оштећења на визилу

површина [mm^2]	1,58	1,51	0,827	1,91
обим [mm]	4,9	4,93	3,33	5,28
пречник a_{el} [mm]	1,91	1,91	1,06	1,92
пречник b_{el} [mm]	0,95	1,01	1,0	1,27
однос a/b	2,01	1,87	1,06	1,51
енергија [J]	2,4	1,7	1,2	3x2,4

На сл. 2. је дата зависност површине оштећења од енергије ласерског импулса.

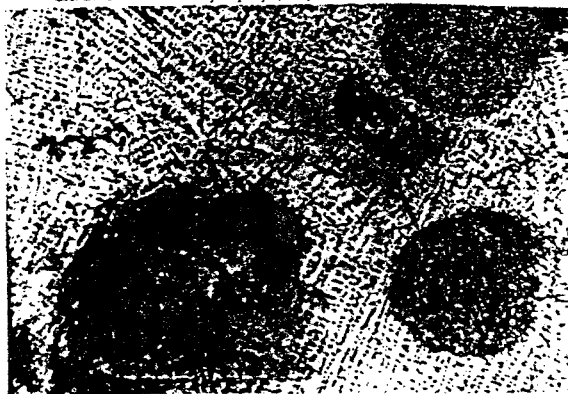


Сл. 2. Зависност површине оштећења од енергије ласерског импулса

Оптичка микроскопска анализа оштећења узорака озрачених електронима и ласерским снопом је дата на сликама 3 и 4. за визил, и на сликама 5-и 6. за виронит.



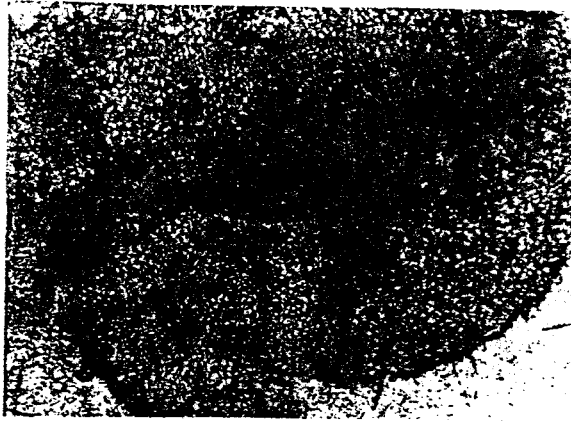
Сл. 3. Оптички микрограф (28x) оштећења 1 и 2. на визилу



Сл. 4. Оптички микрограф (28x) оштећења 2.3 и 4. на визилу



Сл. 5. Оптички микрограф (28x) оштећења на вирониту



Сл. 6. Оптички микрограф (28x) оштећења на вирониту

4. ЗАКЉУЧАК

Узорци протетичких материјала - визила и виронита, третирани су ласерским и електронским сноповима. Примењени експериментални услови не доводе до формирања дубљих оштећења, а време интеракције је везано за праг осећања бола. Осим наведених резултата у геометрији оштећења, даље анализе су усмерене ка одређењу вертикалног и хоризонталног профила оштећења.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] J. H. Hubbel, "Photo mass absorption of electrons", *Int. J. Appl. Radiat. Isotopes*, 33, 1269-1982.
- [2] С. Бојанић, Н. Цветковић, А. Милосављевић, М. Динуловић, Р. Мирковић, И. Патарић, *Дејство интензивних кохерентних снопова на материјале који се користе у стоматологији*, Збор. 40. Конф. ЕТРАН, св. 4; с. 185-188, Будва, 1996.
- [3] S. Bojanić, M. Srećković, A. Milosavljević, V. Rajković, S. Ristić, *Influence of the Al-Li-Cu-Mg Alloys' Technology Treatments on the Interaction with Laser Beam*, *Phys. Low-Dim. Struct.*, 4/5 (1996) pp. 85-94.
- [4] Н. Бацковић, Д. Стаменковић, "Утицај различитих услова ливења на микроструктуру Co-Cr-Mo легура", *Стоматолошки гласник Србије*, с. 183-192, мај-јули 1982.

Abstract - In the paper, the interaction mechanism of Q-switched ruby laser pulse with prosthetics materials (wisil and wironit) is analyzed. The samples were made in the laboratory of "Vinca" Institute. The materials were previously exposed to x- and y-rays and electron beams. Obtained damages are analyzed by light and electron microscopy and computer image processing.

LASER AND ELECTRON BEAM INTERACTION WITH PROSTHETICS MATERIALS - WISIL AND WIRONIT

Slobodan Bojanić, Zoran Mišković, Slavica Ristić, Višnja Rajković, Jelena Ilić, Bogdan Nedić