

Parametry záření laserové zubní vrtačky

E. Kleinová – Gymnázium Židlochovice, eliskakleinova@gmail.com
M. Vančura – Gymnázium J.V. Jirsíka ČB, marti.vancura@gmail.com
J. Stratilová – Gymnázium Slovanské náměstí 7, jojohana@hotmail.co.uk

Abstrakt:

Práce představuje měření parametrů laserové zubní vrtačky a její následné použití na zubech. Tato vrtačka je vhodnou alternativou mechanické vrtačky. Ta při odstraňování zubní tkáně vytváří vibrace způsobující pacientovi bolest.

Cílem práce je změřit parametry výstupního záření a jeho účinky na zubní tkáň.

1 Úvod

Laserová zubní vrtačka využívá laserového záření k odstranění zubní tkáně. Díky bezbolestnosti procesu se používá zejména na dětských odděleních. Její pořízení i provoz jsou ale nákladné a manipulace s ní vyžaduje delší praxi. V současné době se pracuje na vyvinutí přenosového systému laseru s lepší pohyblivostí, což se řeší nahrazení soustavy zrcadel v artikulačním rameni vrtačky optickým vláknem.

Úkolem naší práce je změřit výstupní energii záření laserové zubní vrtačky, délky jednotlivých pulsů při různých energiích, stopu laseru v ohnisku, rozdíl hloubky vrtu v zubní sklovině a v dentinu a vyzkoušet si manipulaci se zubní vrtačkou.

2 Lasery

Laser = Light Amplification by Stimulate Emission of Radiation (zesilování světla stimulovanou emisí záření).

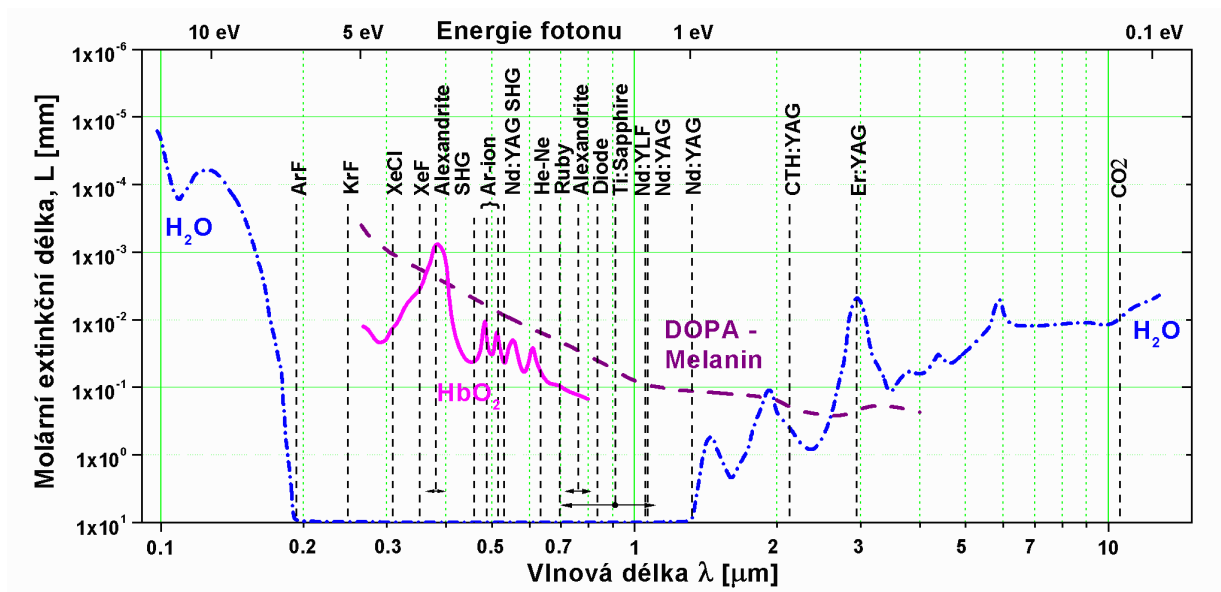
Laser vytváří svazek koherentních a monochromatických paprsků. Svazek se generuje v aktivním prostředí při jeho ozáření například světlem z výbojky.

Aktivním prostředím může být pevná látka, plyn, kapalina nebo polovodič.

3 Er:YAG laser

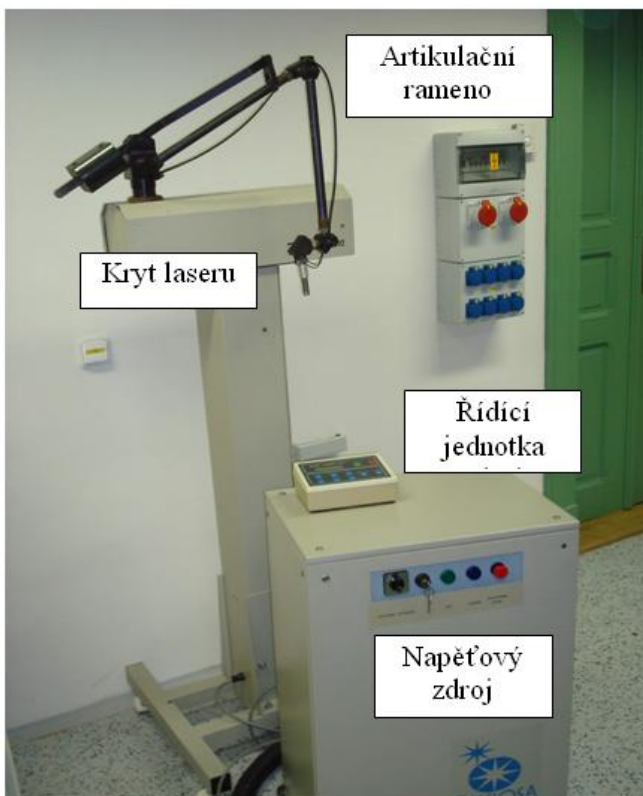
Při použití laserů v medicíně je hlavním parametrem absorpce záření ve vodě, ta vypovídá o množství předané energie mezi zářením a tkání.

Nejlépe se absorbuje záření právě z Er:YAG laseru (Obr. 1). Aktivním prostředím je krystal Erbium:Yttrium Aluminium Garnet, který produkuje záření o vlnové délce 2,94 μm . Toto prostředí je umístěno v rezonátoru, který tvoří dvě zrcadla, z nichž jedno je totálně odrazné a druhé polopropustné (v našem případě byla propustnost 25%).



Obr. 1: Srovnání absorpce záření různých laserů

4 Popis zubní vrtačky



Vrtačka se skládá z Er:YAG laseru, který je uložen v krytu. Na něj je napojené artikulační rameno se soustavou odrazných zrcadel, zakončené fokusační čočkou (spojka). K vytvoření dostatečně silného záření je potřebné velké napětí, to vyprodukuje napěťový zdroj. Tím se však soustava (aktivní prostředí a výbojka) zahřívá, proto je nutné chlazení vodou.

Pomocí řídicího panelu je možné měnit energii záření, frekvenci a počet pulsů, také uvádí celkový počet pulsů.

Obr. 2: Zubní vrtačka Preciosa

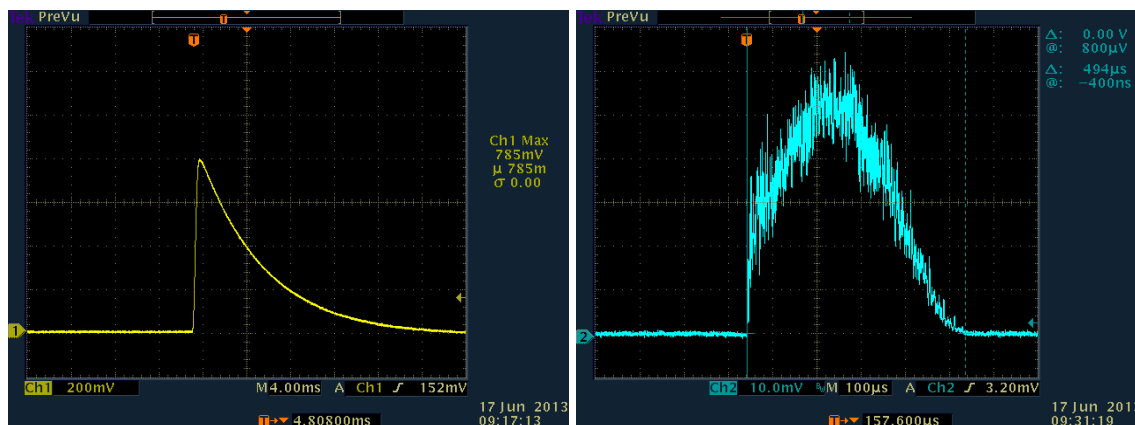
5 Parametry výstupního záření

Měření jsme prováděli pomocí sond připojených k osciloskopu Tektronix TDS 3052B. Energii jsme zjišťovali prostřednictvím energetické sondy Coherent J25LP-ERBI a délku pulsu fotodiodou.

Hodnoty z napěťové sondy jsme přepočítali pomocí koeficientu na výstupní energii záření. Souhrn parametrů je v tabulce 1. Příklady oscilogramů jsou na obrázku 3.

Tabulka 1: Naměřené parametry laserového záření

| | Vstupní energie = 49 J | Vstupní energie = 65 J | Vstupní energie = 84 J | Vstupní energie = 105 J |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Výstupní energie (f = 1 Hz) | 42 mJ | 135 mJ | 252 mJ | 382 mJ |
| Výstupní energie (f = 3 Hz) | 39 mJ | 119 mJ | 220 mJ | 319 mJ |
| Délka pulsu (f = 1 Hz) | 278 μ s | 410 μ s | 494 μ s | 530 μ s |



Obr. 3: Vlevo: napěťová odezva z energetické sondy, vpravo: délka pulsu z fotodiody

Z hodnot vyplývá, že účinnost laseru při čerpání výbojkou je velmi malá.

Dále jsme změřili obsah stopy svazku v ohnisku zaznamenané na fotopapíru za využití mikroskopu a speciálního počítačového programu.

Ze zjištěných hodnot jsme vypočítali další parametry, shrnuté v následující tabulce:

| | |
|---|--------|
| Maximální výstupní energie E [mJ] | 382 |
| Délka generovaného impulsu τ [μ sec] | 530 |
| Špičkový pulsní výkon P [W] | 721 |
| Obsah stopy svazku v ohnisku (252 mJ, f=1 Hz) S [cm^2] | 0,0011 |
| Hustota energie v ohnisku (252 mJ, f=1 Hz) F [J/cm^2] | 229 |
| Hustota výkonu (252 mJ, f=1 Hz) W [W/cm^2] | 463745 |

6 Perforace zubní tkáně

Zjišťovali jsme, kolik pulsů je třeba k provrtání vzorku zubu o tloušťce 1,2 mm. Použili jsme výstupní energii 252 mJ. Výsledný počet pulsů byl 17.



Kvůli chybějícímu rozprašovači vody jsou okraje vrtu spálené. V praktickém užití se tento rozprašovač vždy používá.

Dále jsme porovnávali hloubku vrtu do skloviny a do dentinu při použití stejné výstupní energie a počtu pulsů (20). Zjistili jsme, že vrt do dentinu je hlubší, tudíž jsme odvodili, že je měkkčí než sklovina.

Vyzkoušeli jsme si i manipulaci s ramenem zubní vrtačky během vrtání do zubu.

Obr. 4: Vrt zubem

7 Shrnutí

Základem laserové zubní vrtačky je Er:YAG laser. Je vhodný díky vysoké absorpci jeho záření ve vodě. Pro lepší pohyblivost artikulačního ramene se v budoucnu uvažuje o přenosu záření optickými vlákny.

Pomocí osciloskopu Tektronix TDS 3052B jsme naměřili parametry výstupního záření.

Při pokusech na zubní tkáni, jsme zjistili, že k rychlejšímu vrtání je potřeba vyšší frekvence, což vyžaduje lepší chlazení, které se využívá v praxi. Oproti použití v ordinacích jsme neměli k dispozici rozprašovač vody chladící zub při zákroku, proto docházelo ke spálení zubu.

Poděkování

Děkujeme FJFI ČVUT za umožnění práce na tomto projektu a také za přístup k jejím laboratořím.

Zvláštní poděkování patří garantovi našeho projektu panu Ing. Michalu Němcovi, Ph.D.