

5-6
2015

JMO

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

FINE MECHANICS AND OPTICS

**60 let světla
v Ústavu fotoniky a elektroniky
Akademie věd ČR**

- **Biosenzory s povrchovými plasmony** str. 158
- **Thuliové vláknové lasery** str. 174
- **První laserová operace oka** str. 197
- **Symposium SPIE
Optics + Optoelectronics** str. 204

První laserová operace oční sítnice v Československu

„V polovině roku 1964 přivedl MUDr. John do naší laboratoře děvče, které mělo zcela roztrhanou sítnici. Pro lékařský zákrok nebylo možné použít klasický postup operace, ani operaci pomocí nekoherentního Lichtkoagulátoru. Pacientka měla jedinou šanci, a tou byla aplikace laserového záření ...“
vzpomínají nestoři české laserové fyziky a kvantové elektroniky
Jan Blabla a Viktor Trkal.

V roce 1960 Theodor H. Maimann z Hughes Research Laboratories publikoval nový zdroj světla - laser [1, 2]. V rubínové tyčince s relativně nízkou koncentrací chromu (0,05%) dosáhl zesílení stimulované emise a následně generace červeného světla o vlnové délce 694,3 nm. Tento proces umožnily mimo jiné dokonale opticky opracované planoparalelní čelní plochy tyčinky (planoparalelita několik úhlových vteřin) pokryté vakuově napařeným stříbrem. Čerpacím zdrojem světla byla spirálová výbojka, která dodala potřebnou světelnou čerpací energii (asi 2,5 kJ) v žlutozeleném spektru světla. Maimannův experiment tak potvrdil teoretickou předpověď publikovanou v roce 1958 A.L. Schawlowem a C.H. Townsem [3].

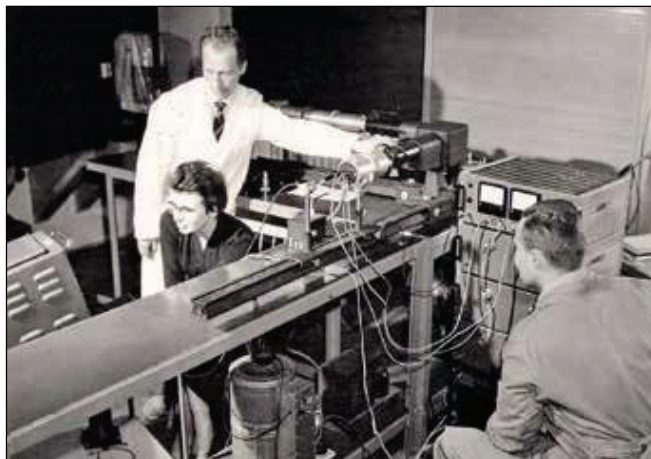
„V ÚŘE-ČSAV jsem zachytil tuto zprávu s většími podrobnostmi v r. 1961. Díky porozumění vedoucího oddělení kvantové elektroniky RNDr. Viktora Trkala, CSc. jsem problematiku laserů nastudoval a spolu s dvěma dalšími pracovníky oddělení připravoval realizaci podobného experimentu¹⁾. Kontaktoval jsem Ing. V. Kmenta, který se zabýval v Chemickém komplexu v Ústí nad Labem pěstováním rubínových krystalů Verneuilovou metodou“ (J. B.). V roce 1962 bylo možné z tohoto pracoviště získat již opticky velmi dokonalou surovinu a následně i první rubínové válečky. Optickou dokonalost válečku jsme dořešili díky naší přátelské spolupráci s RNDr. Ivanem Šolcem, CSc. z Monokrystalů Turnov. Díky dlouhodobé tradici v oboru přesných optických metod a zkušenostem v broušení krystalů na řadě pracovišť v Turnově jsme měli ještě téhož roku k dispozici několik kusů laserových válečků. Pro odrazné plochy jsme použili jednak vakuové postříbření, jednak v kontaktu s RNDr. Zdeňkem Knittlem, CSc. z Meopty Přerov dielektrické tenké vrstvy.

Problémy nastaly s výbojkou. Získali jsme pouze jednu spirálovou výbojku, která se nešťastnou náhodou rozbila. Díky osobním kontaktům, které oddělení kvantové elektroniky mělo s pracovníky Akademie věd SSSR v Moskvě v programu čpavkového maseru, jsme dostali několik výbojek tvaru „U“. To vedlo ke změně technického řešení laseru.

Se zkouškami našeho laseru jsme začali v druhé polovině r. 1962. Měli jsme k dispozici asi deset rubínových válečků, postupně jsme je vystřídali a vyřazovaly ty, které neměly šanci na úspěch. Vylepšovali jsme i optickou kvalitu dielektrických vrstev, což vedlo obvykle k dosti značným časovým průtahům. Vedle zvýšení účinnosti přenosu optické energie výbojky do krystalu jsme zavedli i chlazení krystalu laseru pomocí par z tekutého dusíku. **Zesílení stimulované emise jsme pozorovali již u prvních experimentů v r. 1962, generace nastala až v r. 1963 (obr. 1). V květnu téhož roku jsme dokumentovali generaci laseru předvedením veřejnosti ve zcela zaplněném Planetáriu v pražské Stromovce.**

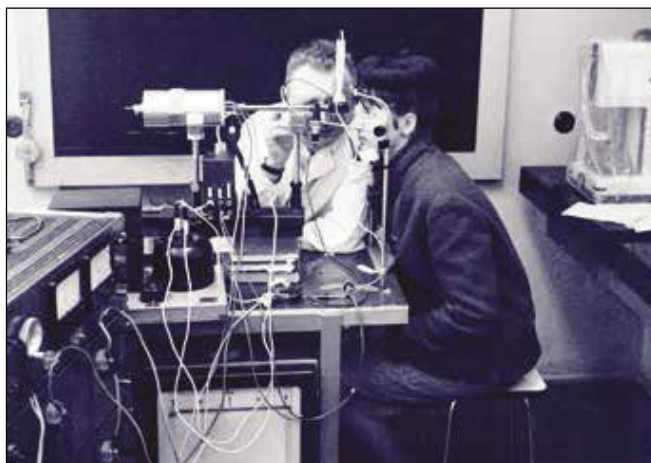
Záhy po úspěšném spuštění laseru nás navštívil MUDr. Jan John z Institutu pro další vzdělávání lékařů a farmaceutů z nemocnice na Bulovce. Zabýval se mimo jiné fotokoagulací bílkovin v sítnici oka s použitím nekoherentního zdroje optického záření pro operační postupy u pacientů. (Lichtkoagulátor 5000, Zeiss). Odchlípená sítnice pacientů není vyživována, postupně odumírá a ztrácí se vidění. Světelný impuls, fokusovaný oční optikou přitlačí sítnici k fundu, dojde k zánětlivému procesu a následnému spojení s výživnou tkání. Léze po zásahu od nekoherentních optických zdrojů jsou značně velké. Vyžaduje se tu rovněž výrazně větší

energie koagulačního zdroje světla. Laserové koherentní záření je mnohem účinnější, léze jsou podstatně menší a efektivnější. S MUDr. Johnem jsme proto domluvili použití laseru při experimentech na očním pozadí u králíků, kteří mají strukturu oka velmi blízkou oku člověka. Výsledky těchto experimentů byly pozitivní a velmi užitečné pro další aplikaci na lidském oku.



Obr. 1 Rubínový laser v ÚŘE ČSAV, zleva Alena Jelínková, Jan Blabla a Miroslav Vendl (1963).

V polovině roku 1964 přivedl MUDr. John do naší laboratoře děvče, které mělo zcela roztrhanou sítnici. Pro lékařský zákrok nebylo možné použít klasický postup operace, ani operaci pomocí nekoherentního Lichtkoagulátoru. Pacientka měla jedinou šanci, a tou byla aplikace laserového záření. Technické uspořádání operačního postupu vyžadovalo vedle spolehlivé operace ochranu operujícího před zpětným odrazem laserového svazku. Ještě týž den provedl MUDr. John první laserovou operaci sítnice (obr. 2). Odchlípnutá sítnice byla přitlačena k fundu několika laserovými záblesky a vzniklé léze potvrdily, že došlo ke koagulačnímu účinku a vyvolání potřebného zánětlivého procesu. Po několika dnech nám MUDr. John sdělil, že výsledek operace je nadmíru uspokojivý a oko je zachráněno. To vyvážilo řadu našich nočních experimentů a pracovních nesnází při uvádění rubínového laseru do života. Vytvořilo to dobrou platformu i pro to, abychom se zabývali po odborné stránce pracemi souvisejícími s fotokoagulací bílkovin



Obr. 2 První laserová operace sítnice v laboratoři odd. kvantové elektroniky ÚŘE ČSAV (1964)

v odborné stránce pracemi souvisejícími s fotokoagulací bílkovin v oku, s převodem tepla do fundu oka a okolní tkáně a s řadou technických problémů souvisejících s návrhem spolehlivého zařízení pro další možné operace.

Z pracovních výsledků vzniklo zařízení - **Kvantový fotokoagulátor** - vhodné pro operaci sítnice rubínovým laserem (obr. 3). V laserové hlavici spojené s oftalmoskopem pro vyšetření očního pozadí byla použita asi 10 cm dlouhá výbojka o průměru obdobném průměru rubínové tyčinky (asi 6 mm). Účinnost laseru byla zvýšena uložením rubínové tyčinky a čerpací výbojky do ohnisek eliptického optického odražeče a doplněna ochlazováním laseru vzduchem. Laser byl navržen spolu s oftalmoskopem jako krátká hlavice, kterou operující může držet v ruce obdobným způsobem jako při práci s oftalmoskopem. Laserová hlavice s oftalmoskopem vážila asi 650 g [4, 5].



Obr. 3 Kvantový koagulátor pro laserovou operaci sítnice. Byl realizován v ÚŘE ČSAV a úspěšně otestován v kooperaci s MUDr. J. Johnem v nemocnici na Bulovce

Zařízení bylo předáno **Institutu pro další vzdělávání lékařů a farmaceutů** do nemocnice na Bulovce v Praze, kde jenom v prvním roce využívání s ním bylo operováno přes 1000 pacientů. Další čtyři vyrobené přístroje našly své místo na oční klinice Všeobecné fakultní nemocnice v Praze na Karlově náměstí, v nemocnici v Mostu a v Bratislavě.

Laserová operace sítnice byla jistě pozitivním krokem v našem laserovém programu. I když rubínový laser byl pro tyto účely nahrazen později jinými typy laserů (např. argonovým) znamenalo jeho použití v očním lékařství rychlý bezbolestný zásah bez klasických operačních postupů. „Tuto situaci dokážu dnes plně ocenit, když jsem před třemi léty podstoupil »paradoxně« klasickou tříhodinovou operaci sítnice, s jejímiž důsledky se potýkám dodnes.“ (**J.B.**). Osobní zkušenost s operací oční sítnice měl i druhý z autorů (**V.T.**), který vzpomíná: „Ve svém volném čase jsem se od gym-



Obr. 4 Rubínový laser v rozloženém stavu: mezi výbojky se uchycuje rubínový krystal (tyčinka v popředí), čtyřeliptická dutina se použila k dosažení vyšší účinnosti čerpacího záření (květen 1963)

naziálních studií věnoval atletice, nejprve jako závodník, později jako trenér, rozhodčí a činovník. Na jaře 1972 jsem při procházce s rodinou v Ďáblickém háji na výzvu své jedenáctileté dcery »Aronne skoč« skočil na nezajištěnou závoru přes cestu, která spadla i se mnou a já se rozbitým sklem brýlí poranil pod levým okem. V červnu téhož roku, při návratu ze závodů v Domažlicích jsem zjistil, že přestávám na toto oko vidět. Na Bulovce hned zjistili poškození sítnice a krvácení do oka a tak jsem následující den byl asi jako 2000 pacient operován našim fotokoagulátorem. Lze odhadovat, že na čtyřech našich zařízeních bylo v té době úspěšně operováno nejméně 6000 pacientů. Po dvou na Bulovce strávených nocích jsem byl zdrav a propuštěn domů. Od té doby jsem na toto oko viděl lépe než na druhé, nezraněné. V témž roce jsem v srpnu mohl bez potíží absolvovat jako »šéftrenér« naší atletické výpravy OH v Mnichově a prožil jsem tam i hrůzné napadení izraelské výpravy islámskými teroristy. Snad i to stojí dnes za připomenutí.“

Další podrobnosti o počátcích laserové fyziky a kvantové elektroniky v ÚŘE může čtenář najít v článku o historii ÚŘE v tomto čísle a ve speciálním dvojčísle Československého časopisu pro fyziku z roku 2010, které bylo celé věnováno 50. výročí vynálezu laseru [6].

¹⁾ Ing. Alena Jelínková, Miroslav Vendl a později Ing. Václav Soukup.

Literatura

- [1] T. H.Maimann, Nature 187, 493 (1960)
- [2] T. H.Maimann, Phys. Rev.123, 1145 (1961)
- [3] A. L. Schawlow, C.H.Townes, Phys.Rev. 112, 1940 (1958)
- [4] J. Blabla, J. John, A.Jelínková, M.Vendl, Čs. Oftalmol. 21, 281 (1965)
- [5] J. Blabla, V. Soukup, Slaboproudý Obzor, 31 263 (1970)
- [6] J. Blabla, V. Trkal, Československý časopis pro fyziku, 60 221 (2010)

Jan Blabla, Hudební vydavatelství a nakladatelství Spectrum, bývalý pracovník Ústavu radiotechniky a elektroniky ČSAV (nyní Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR) a Českého metrologického institutu, spectrum@bla.cz
Viktor Trkal, bývalý pracovník Ústavu radiotechniky a elektroniky ČSAV (nyní Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR) viktor.trkal@seznam.cz