

تنش حرارتی در دیسک لیزری Yb:YAG تحت دمش عرضی سه سویه با استفاده از روش اجزاء محدود

سمیه کیقبادی*

ابراهیم صفری

حبیبه پور حسن

کارشناسی ارشد، دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، somayehkeighobadi@gmail.com

دانشیار، دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، e_safari@tabrizu.ac.ir

کارشناسی ارشد، دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

در این مقاله به بررسی آثار حرارتی ناشی از گرادیان دما و تنفس ایجاد شده بر روی دیسک نازک Yb:YAG تحت دمش عرضی سه سویه برای توانهای مختلف پرداخته می‌شود. سطح جانبی دیسک توسط سه لیزر دیودی پیوسته کار تحت دمش قرار می‌گیرد و سطح پایینی دیسک توسط آب خنک‌سازی می‌شود. مقدار توزیع دما و تنفس ایجاد شده در دیسک توسط روش اجزاء محدود به کمک نرم‌افزار Ansys مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بیشینه توان جذب شده توسط بلور ۲۴۰ W ایجاد شده در دیسک نازک که در این توان دمای ماده فعال به ۴۰۸ K و تنفس آن به ۱۳۲ MPa می‌رسد. تغییرات ضرایب شکست و فاصله کانونی ایجاد شده در دیسک نازک با استفاده از داده‌های بدست آمده و از نرم افزار Ansys محاسبه شده است و بیانگر این است که دیسک Yb:YAG همسان‌گرد باقی ماند و ماده فعال لیزری مناسبی است.

واژه‌های کلیدی: تنفس، دمش عرضی، روش اجزاء محدود، نرم افزار ANSYS.

Thermal stress on the three-sides-pumped Yb:YAG laser disk by Finite Element Method

S. keighobadi
E. Safari
H. Purhasan

Faculty of Physics, Tabriz University, Tabriz, Iran
Faculty of Physics, Tabriz University, Tabriz, Iran
Faculty of Physics, Tabriz University, Tabriz, Iran

Abstract

In this paper, the thermal effects because of temperature gradient and the stress distribution on a Yb:YAG thin disk under the three-side pumping with different powers are investigated. The side surface of the disk is being pumped by three continuous working diode lasers and its underside plane is being cooled by water. The amount of distribution of temperature and stress in the disk is studied by the Finite Element Method (FEM) with the help of ANSYS software. The largest power absorbed by Yb:YAG crystal is 240 W which in this power, the temperature of active material reaches 408 K and its stress is 132 MPa. The variations of refractive index and focal length created in the thin disk are calculated by obtained data from ANSYS software and indicates that Yb:YAG disk remained isotropic and it is a suitable laser active substance.

Keywords: Stress, Side pump, Finite Element Method (FEM), ANSYS software.

است که نور لیزر را فعال و تقویت می‌کند و نام گذاری لیزر بر حسب نوع ماده فعال لیزری است. فرآیند دمش (Pump) عملی است که به آن وسیله اتم های ماده فعال برانگیخته شده و از تراز پایین تر به تراز بالاتر می‌روند. اجزای مشدد که شامل چند آینه هست به باریکه تابش اجزاء می‌دهند تا در محیط فعال نوسان کند [۳-۲].

لیزرهای انواع مختلفی دارند که لیزر Yb:YAG از انواع لیزرهای حالت جامد است که محیط فعال این لیزرهای دارای چگالی بالایی می‌باشد. ماده فعال لیزرهای حالت جامد به چهار صورت بره، میله، فیبر و دیسک ساخته می‌شوند [۴-۵].

اولین "لیزرهای دیسکی" در آزمایشگاه Laser Energetics در آمریکا معرفی شو سپس در دیگر مراکز تحقیقاتی جهان توسعه یافتند. لیزر دیسک که قبلًا با نام آینه فعال شناخته می‌شد، یکی از انواع لیزرهای حالت جامد است که به وسیله لیزرهای دیودی مورد دمش قرار می‌گیرد و تحقق لیزرهایی را که به طور همزمان دارای سه مزیت اصلی توان بالا، کیفیت بالای پرتو خروجی و بیشترین بازده انرژی باشند را میسر ساخته است. محیط فعال دیسک به شکل قرصی نازک که ضخامت آن در حدود چند دهم میلی‌متر بوده و قطری تا

۱- مقدمه

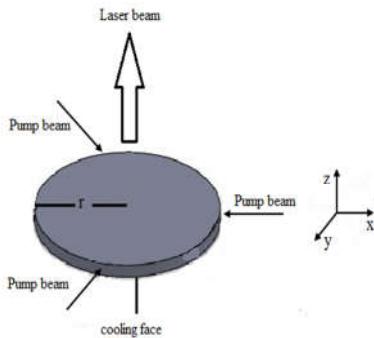
امروزه با وجود رایانه‌های پرسرعت روش‌های حل عددی مانند روش اجزاء محدود (FEM) جایگزین حل تحلیلی که بسیار مشکل و در برخی مسائل غیر قابل حل می‌باشد، گردیده است. نرم افزار Ansys یک نرم افزار چندگانه است و قابلیت تحلیل مسائل از قبیل دما، تنفس، الکتروسیسته و غیره را دارد [۱]. در این مقاله با استفاده از نرم افزار Ansys، دیسک را توسط المان‌های حرارتی و ساختاری استوانه ای شکل مشبندی کرده و سپس با اعمال شرایط مرزی و معادلات مربوطه اقدام به حل مسئله می‌کنیم، روش حل مسئله توسط نرم‌افزار، کاملاً بر اساس روش حل اجزاء محدود بوده و حجم معادلات انجام شده توسط نرم‌افزار، بدلیل سه بعدی بودن و حجم المان‌ها و گره‌ها بسیار پیچیده و طولانی می‌باشد و مسائل ترکیبی شامل حرارت و تنفس توسط نرم افزار تحلیل شده است.

اساس عملکرد لیزر برهم کنش نور با ماده فعال است. برای تشکیل یه چشمی لیزری اجزا و فرآیندهای؛ محیط فعال، فرآیند دمش و اجزاء مشدد نقش اساسی دارند. اصلی‌ترین قسمت یک لیزر محیط فعال آن

* نویسنده مکاتبه کننده، آدرس پست الکترونیکی: somayehkeighobadi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۲۰



شکل ۱ - هندسه دمش عرضی سه سویه دیسک نازک

شعاع پرتو دمش به صورت تابعی از فاصله نسبت به کمره باریکه به صورت رابطه (۱) تعریف می شود [۴-۱۴]:

$$\omega = \omega_0 \sqrt{1 + \left(\frac{M^2 \lambda_p X}{n \pi \omega_0^2}\right)} \quad (۱)$$

که در آن ω شعاع کمره باریکه پرتو دمش، λ_p طول موج دمش در فضای آزاد (۹۴۱ نانومتر) و n ضریب شکست قطعه بلوری است. گرمای تولید شده در ماده فعال لیزر از سطح جانبی یا انتهای ماده فعال لیزر دفعه می شود. قسمتی از توان دمش شده که به گرما تبدیل می شود به عنوان منبع چگالی به صورت $Q(r, \varphi, z)$ در حجم واحد بلور توزیع می یابد. در حالت کلی معادله دیفرانسیل برای دما به صورت معادله (۲) و (۳) بیان می گردد:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} - h \nabla \cdot (k(T) \nabla T) = Q(r, \varphi, z) \quad (۲)$$

در حالت پایدار و با فرض اینکه k مقدار ثابتی دارد و ماده فعال لیزری تحت دمش پیوسته قرار می گیرد معادله (۲) به صورت معادله (۳) نوشته می شود:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{-Q(r, \varphi, z)}{k} \quad (۳)$$

در اینجا منبع چگالی گرمای که به صورت بار گرمایی کل بر ماده اعمال می شود به صورت معادله (۴) نوشته می شود:

$$x = r \cos \theta \\ y = r \sin \theta \quad (۴)$$

$$d = \sqrt{(a^2 - y^2)} - x$$

$$Q(r, \varphi, z) = Q_0 \exp \left[\frac{-2z^2}{\omega^2(x)} - \alpha d \right] \quad (۵)$$

که x و y با استفاده از مختصات قطبی بدست می آیند، a شعاع دیسک نازک، α ضریب جذب ماده، a شعاع پرتو دمش و همچنین Q_0 با استفاده از رابطه (۶) تعیین می شود:

$$Q_0 = \frac{\eta P_{ab}}{\int_0^r \int_0^\theta \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \exp \left[\frac{-2z^2}{\omega^2(x)} - \alpha d \right] dr d\varphi dz} \quad (۶)$$

که در آن η بازده تولید حرارت ماده و P_{ab} توان دمش کل جذب شده است.

چند ده میلی متر دارد که از طرف یکی از سطوحش که بازتابانده کامل است سرد می شود [۶].

ویژگی اصلی لیزر دیسکی تولید خروجی لیزر با توان بالا و در عین حال با کیفیت پرتو مناسب است. در این مقاله محیط فعال لیزری به شکل یک دیسک نازک با ضخامت چند میلی متر و از جنس Yb:YAG است. در مقایسه با لیزرهای میله ای شکل، ضخامت دیسک خیلی کمتر از قطر آن است این مسئله منجر به خنکسازی بهتر ماده فعال شده و باعث کاهش بروز خواص اپتیکی نامطلوب همچون عدسی شدگی حرارتی و پدیده دوشکستی در ماده فعال می شود. در پدیده عدسی شدگی حرارتی، ضربی شکست به گونه ای تغییر می کند که نور در داخل ماده همگرا یا واگرا می شود. اگر ضربی شکست ماده در راستاهای مختلف باهم فرق می کند، که در نتیجه موجب عوض شدن قطبش میدان نور می شوند پدیده دوشکستی رخداده است. به همین دلیل علاوه بر قابلیت دسترسی به توانهای بالا، لیزرهای دیسک قابلیت دستیابی به کیفیت پرتو بسیار مناسبی را نیز دارند [۷-۸].

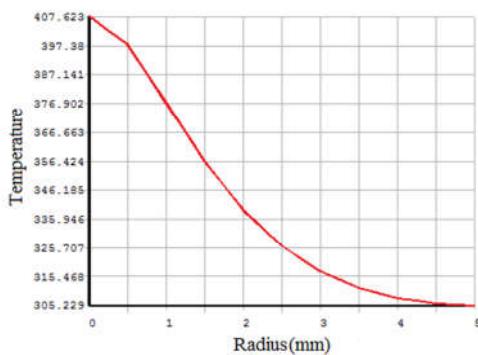
لیزرهای حالت جامد به طور معمول به دو روش عرضی و طولی دمش می شوند که در دمش طولی جهت نور پمپاژ و لیزر خارج شده در یک جهت هستند ولی در دمش عرضی جهت نور پمپاژ و لیزر خارج شده، عمود برهم هستند. نور دمش به صورت عرضی به سطح جانبی بلور لیزری برخورد می کند در نتیجه مقایسه بندی توان دمش و توان خروجی بسیار ساده تر از سیستم های دمش طولی است [۹-۱۰]. برای رسیدن به توانهای بالا از سیستم دمش عرضی استفاده می شود ولی سیستم دمش طولی برای دستیابی به لیزرهایی با بازدهی و کیفیت پرتو مناسب می باشد [۱۱].

ماده Yb:YAG در مقایسه با Nd:YAG ضربی جذب بالاتری دارد و جایگزین مناسبی می تواند باشد. مطالعات متعددی بر روی تعیین Yb:YAG، Nd:YAG تابع توزیع دما و توزیع تشش بر روی بلور لیزری با محیط های لیزری میله ای و برهای از تحت دمش طولی و دمش عرضی انجام گرفته است [۱۲-۱۹]. در این مقاله ما با استفاده از روش عددی دقیق اجزاء محدود به تعیین تابع توزیع دما و توزیع تشش در بلور دیسکی Yb:YAG تحت دمش عرضی سه سویه می پردازیم.

۲- شرح مسئله

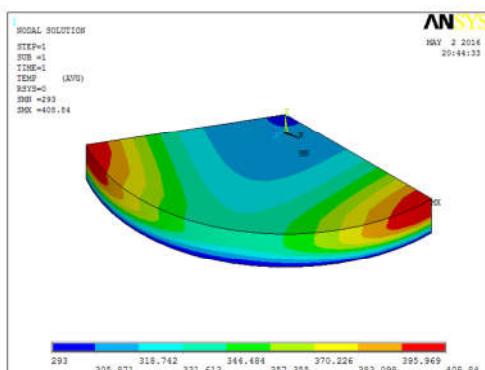
در این پژوهش دیسک نازکی از بلور Yb:YAG در نظر گرفته شده است که توسط لیزر پیوسته کار (cw) با طول موج ۹۴۱ نانومتر تحت دمش قرار می گیرد.

هندسه دمش عرضی سه سویه که به وسیله سه دیود لیزر پمپ می شود در شکل ۱ نشان داده شده است. این بلور دارای شعاع ۵ میلی متر و ضخامت ۱ میلی متر است و دمش از سه جهت توسط لیزرهای دیودی صورت می گیرد. جهت پرتو خروجی لیزر عمود بر جهت پرتو دمش است و همچنین دمش و خنکسازی از سطوح مختلف صورت می پذیرد که عمود برهم آند.

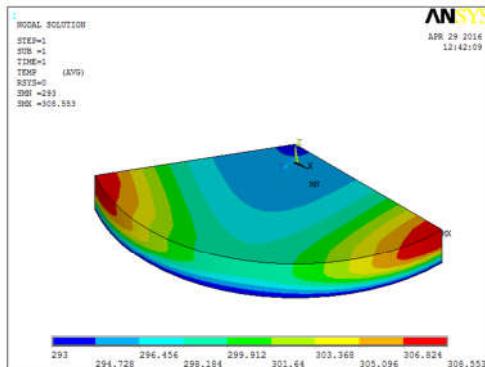


شکل ۲- نمودار توزیع دمای مرکزی (کلوین) در راستای شعاع دیسک (میلی متر) در $Z=0$

شکل های ۳ و ۴ توزیع گرافیکی دما برای توان دمشی کل ۲۴۰ وات و ۳۰۰ وات که به دیسک اعمال می شوند را نمایش می دهد که دمای بلور برای هر توان به ۴۰۸ و ۳۰۸ کلوین می رسد.



شکل ۳- توزیع گرافیکی دما بر حسب کلوین برای توان ۲۴۰ وات (وات از هر طرف)



شکل ۴- توزیع گرافیکی دما بر حسب کلوین برای توان ۳۰۰ وات (وات از هر طرف)

در شکل ۵ حداقل دما برای ۸ توان مختلف دمشی برای بلور نمایش داده شده است و با افزایش توان ورودی دمای بلور

حرارت ایجاد شده در اثر اعمال بارگرمایی و خنکسازی سطحی باعث ایجاد گرادیان های حرارتی شده و تنفس هایی را در ماده ایجاد می کند. تنفس ها، کرنش ها و دمای بلور توسط روابط عمومی هوک به شکل زیر با هم ارتباط پیدا می کنند:

$$\begin{aligned}\varepsilon_r(r) &= \frac{1}{E} [\sigma_r - \nu(\sigma_\varphi + \sigma_z)] + \alpha T \\ \varepsilon_\varphi(r) &= \frac{1}{E} [\sigma_\varphi - \nu(\sigma_z + \sigma_r)] + \alpha T \\ \varepsilon_z(r) &= \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_r + \sigma_\varphi)] + \alpha T\end{aligned}\quad (V)$$

که در آن E مدول یانگ، ν نسبت پواسون، α ضریب انبساط گرمایی، σ_r و σ_z به ترتیب تنفس شعاعی، زاویه ای و محوری، ε_r ، ε_φ و ε_z به ترتیب کرنش شعاعی، زاویه ای و محوری را نشان می دهند. همچنین در اینجا فرض می کنیم که سطح پایینی دیسک در تماس با یک چاهک گرمایی که با آب خنکسازی می شود قرار دارد. با استفاده از شرایط مرزی، توزیع دما و توزیع تنفس حرارتی را با حل معادلات (۳) و (۷) بدست می آوریم. با داشتن توزیع دما و تنفس می توان تغییرات ضریب شکست را برای هر نقطه از بلور بدست آورد.

$$n(r) = n_0 + \Delta n(r)_T + \Delta n(r)_\varepsilon \quad (8)$$

که در رابطه فوق n_0 ضریب شکست ذاتی بر، $\Delta n(r)_T$ تغییر ضریب شکست وابسته به دما و $\Delta n(r)_\varepsilon$ ضریب شکست وابسته به تنفس می باشد. که با جایگذاری در رابطه (۸)، تغییرات ضریب شکست شعاعی، زاویه ای و محوری به این صورت بدست می آید:

$$n(r)_{r,\varphi,z} = n_0 - \frac{1}{4} \left(\frac{\partial r^2}{k} \frac{dn}{dT} \right) - \frac{1}{2} n_0^3 \Delta B_{r,\varphi,z} \quad (8)$$

که ضرایب ابتکنی تنفس، $\frac{dn}{dT}$ تغییر ضریب شکست نسبت به دما برای ماده Yb:YAG و k رسانایی گرمایی بلور می باشد.

۳- نتایج عددی

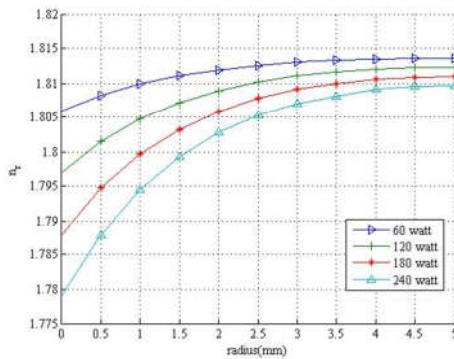
مباحث نظری و شرایط مرزی در بخش قبل آورده شده است در اینجا به دلیل شرایط متقاضی دیسک و پمپاژ در محاسبات عددی، یک سوم را برای مشبندی در نرم افزار Ansys در نظر گرفتیم. خصوصیات مکانیکی و فیزیکی ماده Yb:YAG در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خواص فیزیکی و مکانیکی بلور Yb:YAG

$E = 21 \cdot GPa$	مدول یانگ
$\nu = 0.13$	نسبت پواسون
$\lambda p = 94 \cdot nm$	طول موج دمش
$n = 1/1.14$	ضریب شکست
$\dot{\alpha} = 7.8 \times 10^{-5} K^{-1}$	ضریب گرمایی
$K = 14 W / m \cdot K$	رسانایی گرمایی
$\alpha = 5.95 cm^{-1}$	ضریب جذب
$T_0 = 293 K$	دمای خنک سازی

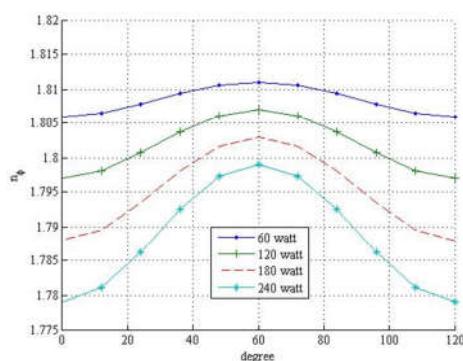
توزیع دمای دیسک نازک Yb:YAG که تحت دمش سه سویه ۲۴۰ وات از هر طرف) قرار گرفته در شکل ۲ دیده می شود. در محل ورودی پمپ دمای دیسک به بیشترین مقدار می رسد.

نیز افزایش می‌یابد.

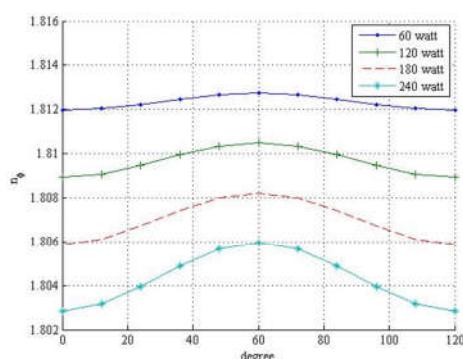


شکل ۷- تغییرات ضریب شکست شعاعی در راستای شعاع در $r=0$ برای توان‌های دمشی ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ وات

شکل‌های ۸ و ۹ تغییرات ضریب شکست زاویه‌ای را در شعاع‌های ۳ و ۵ میلی‌متر برای چندین توان مختلف نمایش می‌دهند. به علت وجود تقارن در توزیع دما و تنش در بلور، زاویه صفر تا ۱۲۰ درجه مورد مطالعه قرار گرفت و با مقایسه دو نمودار دیده می‌شود که ضریب شکست زاویه‌ای در شعاع ۳ میلی‌متر بیشتر تغییر یافته است.

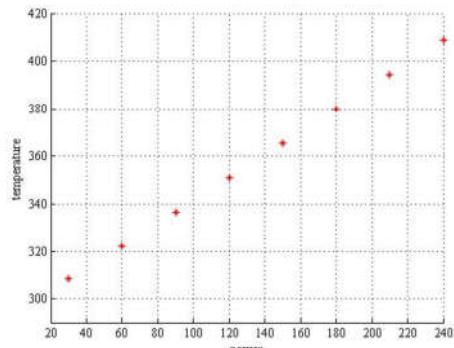


شکل ۸- تغییرات ضریب شکست زاویه‌ای در $r=3$ و $z=0$ برای توان‌های ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ وات



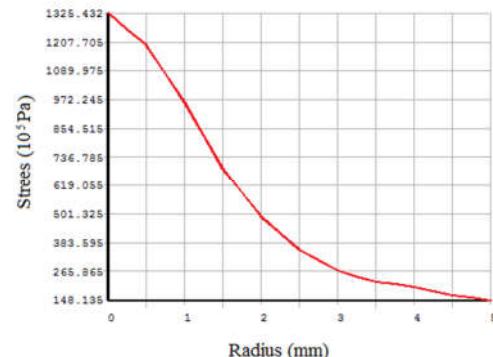
شکل ۹- تغییرات ضریب شکست زاویه‌ای در $r=5$ و $z=0$ برای توان‌های ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ وات

تغییرات ضریب شکست محوری در امتداد پرتو لیزر خروجی در شکل



شکل ۵- حداقل توزیع دما (کلوین) برای توان‌های ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰ و ۲۱۰ و ۲۴۰ وات

وقتی تنش اعمال شده توسط گرادیان حرارتی بیشتر از قدرت کششی ماده باشد بلور خواهد شکست و حد شکست مقدار نهایی توان دمشی را مشخص می‌کند که به این میزان تنش، تنش شکست^۱ گفته می‌شود که مقدار تنش شکست برای ماده ۱۳۰ مگا پاسکال می‌باشد در شکل ۶ توزیع تنش برای توان ۲۴۰ وات از برنامه Ansys بدست آمده که با توجه به نمودار دیده می‌شود که بلور در آستانه شکست قرار دارد و برای توان‌های بالاتر دیسک می‌شکند.



شکل ۶- نمودار توزیع تنش(پاسکال) محوری (σ_z) بر روی سطح خنک کننده (میلی‌متر) تحت توان جذب شده ۲۴۰ وات

با استفاده از تنش‌های بدست آمده از نرم افزار Ansys، می‌توان تغییرات ضریب شکست و فاصله کانونی بلور را برای توان‌های مختلف بدست آورد.

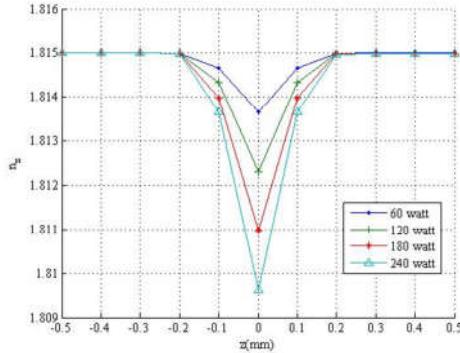
نمودار ۷ تغییرات ضریب شکست شعاعی را نشان می‌دهد که ضریب شکست شعاعی در نقطه ورود دمث به داخل بلور، بیشترین کاهش را دارند.

¹ Stress fracture

۵- منابع

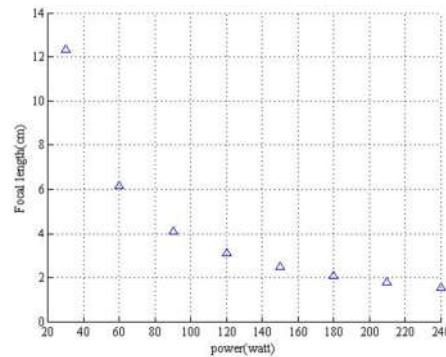
- [1] Hutton D.V., *Fundamentals of Finite Element Analysis*. The MacGraw-Hill companies, 2004.
- [2] Sifvast W.T., *Fundamentals of Photonics Lasers*, University of Central Florida Orlando, Florida, 2003.
- [3] Singh S.C.H., Zeng H., Guo C., and Cai W., *Lasers: Fundamentals, Types and Operations*, 2012.
- [4] Kochener W., *Solid-State Laser Engineering*. Springer-Verlag, 6th ed, New York, pp. 340-342, 2006.
- [5] Svelto O., *Principles of Lasers*. Springer, New York, USA, 5th ed, 2010.
- [6] Takeno K., Development of a 100-W Nd:YAG laser using the injection locking technique for gravitational wave detectors, *January*, 2006.
- [7] Liu Q., Fu X., Ma D., Gong M., Edge-pumped asymmetric Yb:YAG/YAG thin disk laser. *Laser Phys. Lett.* 4(10), pp. 719-721, 2007.
- [8] Liu Q., Fu X., Ma D., Gong M., Edge-pumped asymmetric Yb:YAG/YAG thin disk laser. *Laser Phys. Lett.* 4(10), pp. 719-721, 2007.
- [9] Esser M.J.D., *diode -end -pumped solid -state lasers*, university of Stellenbosch, April 2005.
- [10] Chen B., Dong J., Patel M., Chen Y., Kar A., and Bassil M., Modeling of High Power Solid-State Slab Lasers, *School of Optics/CREOL, University of Central Florida, Orlando, FLUSA* 32816-2700, Vol. 4968, 2003.
- [11] Jones W.B., Goldman L.M., Chemoch J.P., Martian W.S., The mini-FPL-A face pumped laser: Concept and implementation. *IEEE JQE*, Vol. 8, pp. 534-535, 1972.
- [12] Osterink L.M., Foster J.D., Thermal effect and transverse mode control and Nd:YAG laser. *Appl. Phys. Lett.* 12, pp. 128-131, 1968.
- [13] Foster J.D., Osterink L.M., Thermal effect in a Nd:YAG rod laser. *Appl. Phys. Lett.* 41, pp. 3656-3663, 1970.
- [14] Koechner W., Thermal lensing in a Nd:YAG rod laser. *Appl. Opt.* pp. 2548-2553, 1972.
- [15] Sueda K., Tsujioka Y., Takahashi H., Kawato S., Kobayashi T., High-power and high-efficiency LD pumped Yb:YAG micro-thickness slab laser. *Advanced Solid-State Photonics*, paper MB15, 2004.
- [16] Fan T. Y., Heat generation in Nd:YAG and Yb:YAG. *IEEE J. Quantum Electron*, Vol. 29, pp. 1457-1459, 1993.
- [17] Linford G. J., L. W. Hill., Nd: YAG long lasers. *Appl. Opt.*, Vol. 13, pp. 1387-1394, 1974.
- [18] Bibea C., Beach R.J., Mitchell S.C., Emanuel M.A., Skidmore J., High-Average-Power 1-μm Performance and Frequency Conversion of a Diode-End-Pumped Yb:YAG Laser. *IEE J. Quantum Electron*, Vol. 34, No 10, pp 2010 -2019, 1998.
- [19] Fan Sh., Zhang X., Wang Q., Li Sh., Ding Sh., Su F., More Precise Determination of Thermal Lens Focal Length for End-Pumped Solid-State Lasers. *Optics Communications*, Vol. 266, pp. 620-626, 2006.

۱۰ نشان داده شده است که ضریب شکست محوری بر روی سطح ورودی و خروجی پرتو لیزری تقریباً با ضریب شکست ماده یکسان است.



شکل ۱۰- تغییرات ضریب شکست محوری در امتداد پرتو لیزر برای توان‌های ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ وات

فاصله کانونی در راستای ضخامت دیسک را می‌توان با استفاده از تنش-های بدست آمده از روش اجزاء محدود محاسبه کرد. در شکل ۱۱ تغییرات فاصله کانونی برای چندین مختلف نشان داده شده است که با توجه به آن دیده می‌شود که فاصله کانونی با افزایش توان دمیشی کاهش می‌یابد.



شکل ۱۱- فاصله کانونی در امتداد پرتو لیزر برای توان‌های ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ وات

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از نرم افزار Ansys به بررسی رفتار حرارتی و تنشی دیسک نازکی از بلور Yb:YAG که تحت دمای عرضی سه سویه قراردارد، پرداخته شده است. بیشینه توان دمای عرضی سه سویه در آستانه شکست بلور ۲۴۰ وات بدست آمده است. در مطالعه پدیده دو شکستی در بلور مشاهده شد که با افزایش توان، اختلاف ضرایب شکست از ضریب شکست ذاتی افزایش می‌یابد، ولی با توجه به شکل‌ها تغییرات ضرایب شکست در بلور از مرتبه پایینی است که نشان دهنده کوچک بودن دو شکستی در بلور می‌باشد و بیانگر این است که بلور Yb:YAG در توان‌های بالا همسانگرد باقی می‌ماند و عملکرد مناسبی در بین ماده‌های فعلی لیزری دارد.