

## دراسة تأثير استخدام مرايا خرج بانعكاسيات مختلفة على قدرة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون المستمر

د. نجم عبد الكاظم جواد الربيعي\*

تاريخ التسليم: ٢٣/٦/٢٠٠٤

تاريخ القبول: ٢٨/١٢/٢٠٠٥

### خلاصة

تم في هذا البحث اجراء دراسة عملية على منظومة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون المستمر ذات الجريان الطولي من خلال تغيير مرآة الخرج الامامية باستخدام معدل واسع من الانعكاسيات. تم استخدام مرايا مصنعة من بلورة سيلينيد الخارصين (ZnSe) وبانعكاسيات مختلفة (20, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90%) . لقد وجد ان قدرة الخرج الليزري تتأثر بانعكاسية المرآة الامامية بشكل كبير وكانت افضل انعكاسية للمنظومة المصنعة في هذا البحث التي لها طول بصري مقدارة 1m وقطر تفريغ 10mm يقع ضمن حدود 60-70% اي حوالي 65±5% والتي اعطت قدرة ليزرية عظمى مقدارها 50W. تم مقارنة النتائج المستحصلة من هذا البحث مع نتائج البحوث المنشورة الاخرى.

### A Study On The Effect of Using Various Reflectivities of Output Couplers on CW Carbon Dioxide Laser Performance

#### Abstract

A practical study has been carried out on axial flow CW CO<sub>2</sub> laser by changing the output coupler with a wide range of reflectivities. ZnSe mirrors were used in various reflectivities (20, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90%). It has been found that the output power varies considerably with varies the reflectivity of the output coupler. Thus the optimum reflectivity for 1m optical length and 1cm discharge tube of CW CO<sub>2</sub> laser is found to be 65±5%. Our results have been compared with other published data.

Key-words: CO<sub>2</sub> Laser, CW laser, Reflectivity

#### مقدمة

لغرض المساعدة في تحديد قيمة افضل انعكاسية للمرآة الامامية عند تصميم هذه الليزرات واغلبها يكون دالة لطول الليزر وقطر التفريغ الكهربائي. الشكل (1) يبين نموذجاً جيداً لهذا النوع من العلاقات حيث بين كل من Allen<sup>[1]</sup> و Tyte<sup>[2]</sup> ان الانعكاسية (R) تعتمد على طول الحاوية البصرية وقطر انبوب التفريغ (l/d)، وهي علاقة خطية. بالاضافة الى ذلك فان قيمة الانعكاسية يمكن ان تحسب من العلاقات الرياضية الموضوع ضمن شروط محددة لمنظومة معينة وكما موضح في المعادلة ادناه<sup>[3]</sup>:

$$R = 1 - l / (500 d) \quad \dots\dots(1)$$

ان اغلب الليزرات من نوع ثنائي اوكسيد الكربون المستمر تستخدم مرايا خرج ليزرية تتكون من قرص مستوي من مادة الجرمانيوم او احد الاشباه الموصلة الاخرى والتي يتم طلائها من احدى الجانبين لغرض الحصول على الانعكاسية المطلوبة عند الطول الموجي 10.6µm ويتم طلاء الجانب الاخر بمواد مضادة للانعكاسية (antireflection). اما افضل انعكاسية يمكن اختيارها لهذا النوع من المنظومات لتعطي افضل قدرة خرج فيعتمد في اغلب الاحيان على تقنية التجربة والخطا. لكن هناك بعض القواعد العامة التي وضعها الباحثون

\* قسم العلوم التطبيقية - الجامعة التكنولوجية - بغداد - العراق

يكون هناك كاثودين على جانبي الليزر وانود في المنتصف وقد تم تثبيت كل من الاقطاب هذه على قواعد لها امكانية التحرك بالاتجاهين الافقي والعامودي لاغراض الترتيب البصري. استخدمت مضخة فراغ دوارة زيتية ذات مرحلتين نوع Leybold-Heraeus (D30A) سعة 150 liter/min لسحب الغازات بعد عملية التفريغ الكهربائي الى خارج المنظومة. تم الحصول على ضغط داخل انبوب التفريغ حوالي  $10^{-2}$  mbar واستخدام مقياس الضغط نوع (Edward PRM10). تتضمن وحدة تجهيز الغازات من قنينة تجهز خلطة غازية جاهزة بالنسبة 84% من غاز He و 10% من غاز CO<sub>2</sub> و 6% من غاز N<sub>2</sub> والقنينة مجهزة بصمام ابري ومقياس ضغط للسيطرة على كمية الخلطة الغازية داخل انبوب التفريغ. استخدمت دائرتي جهاز قدرة نوع القدرة المستمرة (DC) يجهز الاول فرق جهد مستمر اقصاه 8kV وشدة تيار اقصاه (150mA) اما الثاني فيعطي فرق جهد مستمرة اقصاه 6kV وشدة تيار اقصاه (100mA). تم السيطرة على قيمة التيار في منظومة التفريغ الكهربائي باستخدام مجزء قدرة ليتحكم بقيمة التيار الخارج. كما استخدم كاشف حراري (Pyrometer Detector) للكشف عن قدرة الشعاع الخارج، وربط هذا الكاشف بمقياس قدرة نوع (Coherent) لقياس قدرة الشعاع الخارج. تقوم منظومة التبريد المستخدمة بتبريد (الماء المقطر في دائرة مغلقة) ودفعه داخل الانبوب لزجاجي المزوج وكانت منظومة التبريد المستخدمة قادرة على تثبيت درجة حرارة انبوب التفريغ بين (-5)  $10^{\circ}\text{C}$ .

#### المناقشة

تجريبياً قبل البدء ببحثنا هذا تم تشغيل منظومة ليزر CO<sub>2</sub> المستمر ذات الجريان الطولي ودراسة اعلومات تشغيلها من أجل الحصول على أفضل ظروف تشغيل للمنظومة وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول (1). ان الشكل (2) يوضح كيف يمكن استبدال المرآة الامامية (رقم 11 في الشكل) بسهولة دون الحاجة لاعادة تفريغ وملئ جهاز الليزر اذ ان

حيث ان  $R$  تمثل افضل انعكاسية لمرآة الخرج،  $l$  طول التجويف البصري و  $d$  قطر انبوب التفريغ.

#### الجزء العملي

وتضمن الجزء البصري والاجزاء الميكانيكية ومجهز القدرة الكهربائية. كذلك يتضمن الجزء العملي تهيئة المنظومات الملحقة مثل منظومة التفريغ ووحدة تجهيز الغازات واجهزة القياس ومنظومة التبريد. المنظومة المصنعة<sup>[4]</sup> مبنية في الشكل (2).

اشتملت الفجوة البصرية (Optical Cavity) على انابيب التفريغ الكهربائي ومجموعة المرايا والنوافذ. انابيب التفريغ تم تصميمها وتصنيعها على شكل انابيب مزدوجة من زجاج البايروكس. كان مجموع طول مراحل الوسط الفعال ممثلاً بانبوب التفريغ الكهربائي 100cm وبقطر داخلي لكل انبوب 1.0cm، ولتبريد انبوب التفريغ احيط باسطوانة من زجاج البايروكس لمرور ماء التبريد (Water Jacket) قطرها الداخلي 2.5cm. تحتوي على فتحتين لدخول وخروج ماء التبريد. اما المرنان البصري فتألف من مرايا امامية واخرى خلفية. المرايا الخلفية صنعت من النحاس ومطلية بالذهب قطر الواحدة منها (50mm) ونصف قطر تكورها (10m) وانعكاسية تصل الى (99%). ان تفضيل استخدام المرايا المعدنية يعود الى الانعكاسية العالية للمعادن في الاطوال الموجية تحت الحمراء. المرايا الامامية كانت مستوية من مادة سيلينيد الخارصين (ZnSe) وبانعكاسيات مختلفة (20,30,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85) (90% بقطر 50mm وبسمك 5mm. كما تم استخدام نافذة من مادة سيلينيد الخارصين لخلق فتحة تجويف الليزر لمنع تدفق مزيج الغازات الى الخارج وكما هو موضح في الشكل (2). وبذلك فان المرنان البصري المستخدم هنا من النوع نصف الكروي ويقع ضمن منطقة الحجره المستقرة.

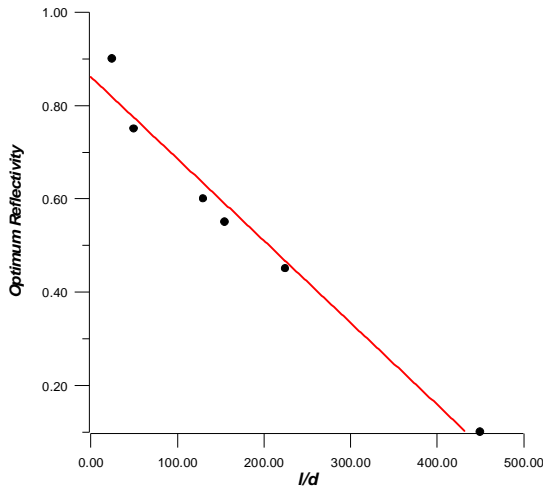
اشتملت الاجزاء الميكانيكية على اقطاب التفريغ الكهربائي وقواعدها. تم تصنيع اقطاب اسطوانية الشكل من الفولاذ المقاوم للصدأ حيث يتم توصيل كل قطبين بانبوب التفريغ الزجاجي. يتكون ليزر CO<sub>2</sub> المستمر من جزئين متناظرين من هذا الانبوب الزجاجي وبالتالي

Engineering And Technology J.,  
No.1, Vol.22, 2003, pp. 1-7.

### الملحق

الجدول (1): القيم المتلى لمنظومة ليزر ثنائي اوكسيد الكربون

84%	الهليوم
6%	النتروجين
10%	ثنائي اوكسيد الكربون
100 cm	طول تجويف الليزر
1.0 cm	قطر انبوب التفريغ
40 mA	تيار التفريغ
150 liter/min	معدل جريان الغاز
9 Torr	ضغط الغاز
50 Watt	قدرة الليزر القصوى
معدنية مطلية بالذهب	نوع المرآة الخلفية
ZnSe	نوع المرآة الامامية
10 m	نصف قطر التكور للمرآة الخلفية
65±5%	انعكاسية المرآة الامامية



لشكل (1): الانعكاسية المثالية كدالة لنسبة طول الليزر الى قطره  
 $R = 0.86 - 0.0018 l/d$  :<sup>[1]</sup>

المطلوب هو فقط ترصيف المرآة الامامية الخارجية.

الشكل (3) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها بعد ان تم تغيير مرايا الخرج ذات الانعكاسيات المختلفة. لقد جرى اختيار ثلاثة عشر قيمة مختلفة لانعكاسية المرآة من نوع سليينيد الخارصين بين 20% الى 90% وتشغيل المنظومة عند القيم المتلى الموضحة في الجدول (1).

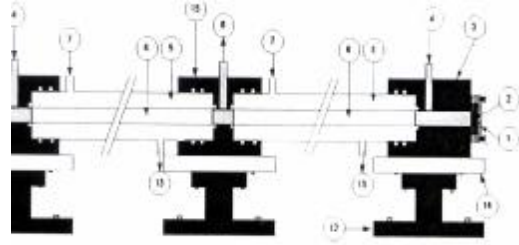
لقد وجد ان قدرة الخرج الليزري تتأثر بانعكاسية المرآة الامامية بشكل كبير وكانت افضل انعكاسية للمنظومة المصنعة في هذا البحث التي لها طول بصري مقداره 1m وقطر تفريغ 10mm يقع ضمن حدود 60-70% اي حوالي 65±5% والتي اعطت قدرة ليزرية عظمى مقدارها 50W.

عند استخدام الشكل (1) للحصول على افضل قيمة انعكاسية لمنظومة الليزر المستخدمة في هذا البحث (اعتمادا) على دراسة كل من Allen<sup>[1]</sup> و Tyte<sup>[2]</sup>، نجد ان قيمة  $R = 68\%$  وهي في حالة تطابق مثالية مع ما وجد عمليا في هذا البحث. اما عند استخدام العلاقة<sup>[3]</sup> رقم (1) فقد اعطت قيمة  $R = 80\%$  وهي لا تتفق مع دراستنا. يمكن تفسير الاتفاق مع نتائج كل من Allen<sup>[1]</sup> و Tyte<sup>[2]</sup> الى تشابه منظومتنا مع تلك المنظومات وابتعادها عن

دراسة كل من Samuel and Goldwasser<sup>[3]</sup> الموضوعه لمنظومة<sup>[3]</sup> ضمن شروط محددة تختلف عن منظومتنا.

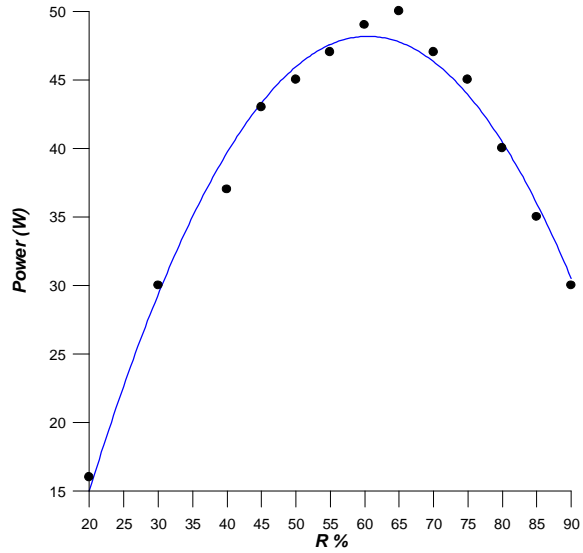
### المصادر

- [1]- Allen L., . *Phys J.. E* 1, 794, 1968.  
 [2]- Tyte, D.C. Tyte, in "*Advances in Quantum Electronics*", (D.W. Goodwin, ed.), Vol.1, Academic Press, New York, 1970.  
 [3]- Samuel M. Samuel and Goldwasser, "*Home-Built CO<sub>2</sub> Laser Information*", from [sam@repairfaq.org](http://sam@repairfaq.org) (1994-2002) PP 1-73.  
 [4]- Al-Rubaiey N., Raouf D. and Hamadi, U., "Construction of 60W CW Carbon Dioxide Laser",



١ حامل المرايا الخلفي ٢. المرآة الخلفية ٣. كاثودات التفريغ الرديء  
 دخول الغازات ٥. انبوب الماء المزدوج ٦. لنبوب التفريغ ٧. مدخ  
 التبريد ٨. مخرج مزيج الغازات ٩. نافذة من سليبيد الخارصين ١٠  
 المرآة الامامية ١١. المرآة الامامية ١٢. حامل القطب ١٣. مخر  
 التبريد ١٤. عازل من التفلون ١٥. قطب الانود الوسطي.

الشكل (٢) مخطط تفصيلي لمنظومة  
 الليزر لمصنعة



الشكل (٣) : العلاقة بين الانعكاسية وقدرة  
 الليزر