دراسة تأثير دينامية الهواء على مقاطع مختلفة لفوهة محارق

أسماء المشاركين: المدرس جاسم محمد عبد الكريم الجاف

تأريخ التسليم :
تأريخ القبول :

الخلاصة

تم تصنيع واختبار أربعة أنواع من المحارق ذات فوهات مختلفة الأشكال وهي [محـرق ذو فوهـة مستوية ومحرق ذو فوهة مستوية معزول بغاز خامل ومحرق ذو حافة حادة من الخارج أما الأخير ذو حافـة حادة من الداخل] وتم دراسة تأثير المحيط الخارجي على ديمومة وبقاء جبهة اللهب مستقرة والتي تحدد بجميع المتغيرات المؤثرة على موجة الاحتراق والمتمثلـة بـ [open tip smooth flame, blow out , flash back , close tip smooth flame , unsuitability polyhedral] [انفـتاح قمة جبهـة اللهـب ، انفصال اللهب ، الوميض الخلفي (انبلاع اللهب) ، انغلاق قمة جبهة اللهب ، لهـب متعدد السـطوح غيـر مستقر].تعد هذه الخصائص من أهم الحدود التي يمكن من خلالها تقييم جميع أنـواع المحـارق خصوصـا" مسبقة الخاط في التطبيقات الصناعية ، كما تم تصميم منظومة كاملة للاحتـراق ومنظومـة تجهيـز غـاز النيتروجين لغرض العزل .

النتائج بينت بان المحرق ذو فوهة مستوية معزول بغاز خامل أكثر المحارق استقرارا وذلك لعزا جبهة اللهب بغاز خامل عن المحيط الخارجي والفاء تأثير دينامية الهواء المحيطة بفوهة المحرق وقاعدة جبهة اللهب وعدم تكون السطوح المتعددة لموجة الاحتراق كما هو حال وجودها في المحارق الأخرى بشكل متغير .وتم توصل أن المحرق ذو حافة حادة من الخارج تزداد فيه منطقة الحيز الميت مما يودي الى صغر منطقـة الـوميض الخلفي على عكس المحرق ذو حافة حادة من الداخل الذي تبين انه اقل المحارق استقرارا بسبب تدوير اللهب الانعكاسي .

Abstract

Four type of burners of different rim shapes were made and tested.
The rims were of plane surface, plane surface insulated from all side by nitrogen gas, out side sharp edge and inside sharp edge. Study of the effect of the ambient conditions on the continuity and stability was carried out, in which open tip smooth flame, blow out , flash back , close tip smooth flame , unsuitability polyhedral were carefully examined.
Design and installation of a whole combustion system, including nitrogen gas supply was made.
The results show that the burner with plane surface rim insulated by most stable one. This is because the idle gas separates the front of the flame from the ambient air, reducing the aerodynamic effect on the flame and eliminating the polyhedral flame. The burner of outside sharp edge has the maximum dead space, producing minimum flash back, dislike the burner with inside sharp edge, which is the least stable due to rotation of the flame.

قسم هندسة المكائن والمعدات / الجامعة التكنولوجية

https://doi.org/10.30684/ etj.26.12.12
University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq/2412-0758

مقدمة عامة

أن ظاهرة الاحتراق معقدة جـدا لتعـدد الإجراءات الكيميائية والفيزيائية فعمليات الاحتراق تحدث تحت ظروف مختلفـة وبسـرع متفاوتـة تتراوح مابين عمليات التفاعـل البطـيء والتـي يصاحبها انبعاث بطيء للحرارة مـن دون وهـج الى عمليات الانفجار التي يصاحبها انبعاث سريع للحرارة مع وهج ساطع أذ يرافق ذلك انتقال فـي الطاقة والكتلة ، أمـا التطبيقـات العمليـة لهـذه الظاهرة فهي لا ترتبط بعلوم الفيزياء والكيميـاء فقـط وإنمـا بتطبيـق علـم ديناميـك الهـواء (Aerodynamic)وتكنولوجيا الوقود وديناميك الحرارة ...الخ[3-2-1].

ويمكن تحديد كفاءة الاحتراق بجعل اللهب مستقرا عنده فوهة المحرق وبعيدا عن الحـدود الحرجـة للاحتراق . ولغرض دراسة تأثير دينامية الهـواء على جبهة اللهب يجب معرفة أجزاء جبهة اللهب بالتفصيل في تلك المنطقة ، حيث يمكن ملاحظـة من الشكل (1) أن جبهة اللهب تتكون من ثـلاث أجزاء رئيسية هي [قمة جبهة اللهـب ، الجـزء الادبياتي الرئيسي B ، منطقة الارتباط C].

أن حفظ توازن هذه الظاهرة تتحقق باتجـاه X ، لان درجة حرارة اللهب تقل مع موجة الاحتـراق من B الى C ونتيجة لوجـود حـرارة وخمـود أساسي (sink radical) بسبب تخفيف الغاز عند C فأن سرعة اللهب تقل باستمرار على محور Y أي باتجاه نقطة C لأنها تعتمد على التغذية المرتدة الدورانيـة (feed back loop) [4-1] ، لهـذا السبب تعتبر استمرارية ديمومة جبهة اللهب هـي منطقة قاعدة جبهة اللهـب أي المنطقـة C لهـذا السبب تم تركيز في بحثنا الحالي علـى دراسـة المؤثرات الخارجية حـول تلـك المنطقـة ، لان منطقة صغيرة من اللهب في C من المفترض أنها تكون مصدر مستمر بالاشتعال للهـب الرئيسـي القريب من حافة المحرق لذا فأن بعض الباحثون عملوا على إضافة غازات مساعدة قابله للاحتراق في هذه المنطقة وذلك لاستمرار جبهـة اللـهب [5-1].

أن استقرارية اللهب تعتمـد علـى قطـر فوهـة المحرق ونوع الوقود وسـرعة جريـان الخلـيط وسرعة جبهة اللهب ، لذا فـأن سـرعة تجهيـز الخليط لها دور كبيـر فـي اسـتقرارية موجـة الاحتراق حيث في بعض التطبيقات العملية يتطلب أن تكون سرعة التجهيز للخليط المتفاعـل اكبـر بعدد من المرات من سرعة انتشار اللهـب لكـن التجارب تظهر بأن اللهب ينفصل ويبتعـد عـن الفوهة [7-6] ، على الـرغم مـن ذلـك يمكـن استعراض ديناميكية بعض الطرق التي يمكن من خلالها الحصول على موجة احتراق مستقرة :-

1- طريقة خلط التيارين

من خلال الشكل (2) يلاحظ أن سـرعة جريان خليط التفاعل البارد يكون اكبر من الخليط الساخن وعن طريق الانتشار والخلط سوف تنتقل الحرارة والكتلة بين التيارين لذلك يكـون معـدل التفاعل للخليط البارد أكثر انتشارا باتجاه الخلـيط الساخن مما يعمل على استقرار اللهب [9-8-6] .

2- طريقة الأجسام الغليظة والدوامات

في هذه الطرقة يمكن الحصـول علـى استقرار لموجة الاحتراق من خلال وضع جسـم شديد التحدر أمام تيار من الخليط المتفاعل السريع ، ونتيجة لتكون نقطة ركود (stagnation point) كما موضح في الشكل (3) فأن الجريان يصبح أكثر بطئا ليعطي فرصـة للخلـيط المتفاعـل أن يستمر بالاشتعال [10-9].

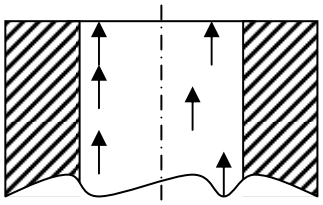
ويمكن الحصول على الاستقرارية عـن طريـق الدوامات الناتجة من وضع أجسام صلبة ذو إشكال مختلفة كما موضح في الشكل (4) حيث توضـع أمام تيار من الخليط فأن توزيع الضـغط سـوف يمنع سرعة الجريان العالية من استمرارها بالاتصال مع سطح الجسم الصـلب ممـا يكون خلف الجسم منطقة أعـادة التـدوير لتعطي فرصة للتفاعل وارتباط اللهب حيث ان الخليط الجديد عند درجة حرارة ابتدائية سوف يمتزج مع الخليط المتفاعل ومن ثـم تزداد درجة حرارته ومنها يغذي التفاعـل في منطقة الدوامات ويمكن الحصول على استقرار لموجة الاحتراق [13-12-11].

تصنيع المحارق

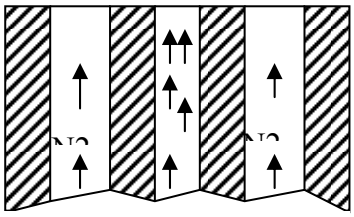
في البحث الحالي تم تصنيع أربع أنواع من المحارق تسمى جميعها بمحارق بنسن نسـبة للعالم (Bunsen) لكن تم تغير الشـكل الهندسـي لفوهة المحرق ،ولغرض المقارنة الصحيحة بـين المحارق والخروج بنتائج معتمد تم استخدام نفس الأقطار (d=10mm) ونفس الأطـوال (90cm) ولخليط (البيوتان – الهواء) ليتسنى لنا دراسـة استقرارية جبهة اللهب متعدد السـطوح (flame polyhedral) وعملية انتقال الحرارة بالقرب من منطقة قاعدة جبهة اللهب ومدى تـأثير دينامية الهواء في تلك المنطقة على سطح

جبهة اللهب وتم دراسة تغير سرعة جريان الخليط لغاز البيوتان (C_4H_{10}) ، وتغير نسبة الوقود المئوية على خصائص الاستقرارية المتمثلة بـ [open tip smooth flame, blow out , flash back , close tip smooth flame , unsuitability polyhedral] [انفتاح قمة جبهة اللهب ، انفصال اللهب ، الوميض الخلفي (انبلاع اللهب) ، انغلاق قمة جبهة اللهب ، لهب متعدد السطوح غير مستقر]. وأدناه أنواع المحارق التي تم استخدامها :-

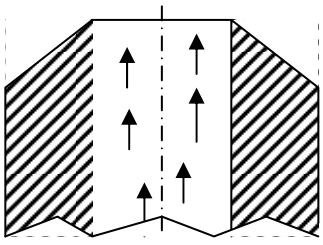
أولا:- المحرق (A) ذو فوهة مستوية .



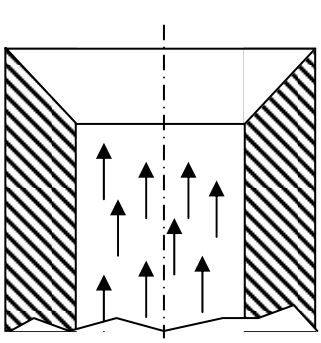
ثانيا:- المحرق (B) ذو فوهة مستوية معزول بغاز خامل (N_2).



ثالثا:- المحرق (C) ذو حافة حادة من الخارج.



رابعا:- المحرق (D) ذو حافة حادة من الداخل .



الجانب العملي

تم أعداد وتهيئة منظومة الاحتراق كما موضح في الشكل (5) وأجراء التجارب العملية على أربع أنواع من محارق بنسن ذو فوهات مختلفة الشكل ، آذ يتم امرار الهواء وغاز البيوتان بشكل منفصل من خلال مقاييس الجريان (Rotometer) ومن ثم يتم الخلط داخل غرفة (mixing chamber) لهذا السبب يسمى هذا النوع من المحارق بمحرق مسبق الخلط .يتم تحديد ظروف العمل والاستقرارية المتمثلة بـ [انفتاح قمة جبهة اللهب ، انفصال اللهب ، الوميض الخلفي (انبلاع اللهب) ، انغلاق قمة جبهة اللهب ، لهب متعدد السطوح غير مستقر] من خلال التحكم بكمية (الهواء والبيوتان) لغرض تحديد سرعة جريان الخليط لكل حد من حدود الاستقرارية أعلاه وعند نسبة وقود مئوية ، وتعاد التجربة أعلاه على جميع المحارق المستخدمة في البحث الحالي لغرض المقارنة ومعرفة تأثير دينامية الهواء القريبة من فوهة المحرق وسطح اللهب .

في احد أنواع المحارق يتم استخدام غاز خامل (Nitrogen) يمرر من خلال صمام تحكم داخل أنبوب يحاط بالمحرق وذلك لغرض عزل جبهة اللهب عن تأثيرات الهواء الثانوية المحاطة بفوهة المحرق ، وذلك لمعرفة مدى تأثير ومشاركة المحيط الخارجي بالتفاعل مع جبهة اللهب . توضح الأشكال (6) ، (7) ، (8) ،(9) والجداول (1) ، (2) ، (3) ، (4) التي تم الحصول عليها في البحث الحالي من خلال التجارب العملية .

مناقشة التجارب العملية

A . المحرق (A) ذو فوهة مستوية

من خلال الشكل (6) يمكن ملاحظة جميع المناطق الخاصة بأستقرارية اللهب ، حيث يمكن ملاحظة توسع منطقة الوميض الخلفي حتى سرعة جريان خليط تقريبا (85cm/sec) هذا بسبب زيادة مقدار انتقال الحرارة من قاعدة جبهة اللهب الى فوهة المحرق نتيجة لكبر منطقة التماس أما منطقة استقرار اللهب مع انغلاقه فتبدأ بعد سرعة جريان للخليط تقريبا (90cm/sec) وتكون هذه المنطقة

لابئس بها أما بالنسبة لمنطقة انفتاح قمة اللهب تكاد تكون واسعة بسبب تأثير ديناميكة الهواء القريبة من قمة جبهة اللهب ،وتمثل نسبة الوقود المئوية (fuel ratio) هي نسبة الوقود الموجودة في الخليط وتبدأ ظاهرة انفصال اللهب عند نسبة وقود مئوية (2.70%) كون منطقة تدلي قاعدة جبهة اللهب تشغل مساحة كبيرة في المحرق ذو فوهة مستوية ويبين الجدول (1) النتائج العملية التي تم الحصول عليها بهذا المحرق.

B. المحرق (B) ذو فوهة مستوية معزول لغاز خامل (N_2)

لغرض إزالة تأثير دينامية الهواء القريبة من فوهة المحرق ومن سطح جبهة اللهب تم عزلها بغاز خامل (النيتروجين) وذلك لمنع مشاركة الهواء الثانوي المحيط بالمحرق في الاشتعال مع اللهب وبالتالي تم الحصول على اكبر منطقة لاستقرار اللهب كما موضح في الشكل (7) ويمكن ملاحظة منطقة انبلاع اللهب قليلة جدا تحصل عندما تكون سرعة الخليط تقريبا (70 m/sec) وبعدها تبدأ جبهة اللهب بالاستقرار كما موضح في الشكل (7) أما بالنسبة لمنطقة تدوير اللهب تكاد تكون معدومة نتيجة للاستقرارية العالية الناتجة من احاطة الغاز الخامل باللهب مما يجعل عدم أو قلة تكون السطوح المتعددة لجبهة اللهب ، مما يتسنى لنا دراسة كافة خصائص اللهب دون أي مشكلة ، ويحدث انفصال اللهب عند اكبر نسبة وقود مئوية (2.80%) وذلك لقلة تأثير دينامية الهواء بسبب عزل اللهب عن التأثيرات الخارجية والجدول (2) يبين نتائج القراءات المأخوذة لهذا المحرق.

C. المحرق (C) ذو حافة حادة من الخارج

يعد هذا المحرق من المحارق ذات استقرارية جيدة بسبب صغر منطقة الوميض الخلفي ، حسب ما تم التوصل إليه من خلال النتائج التي تم الحصول عليها بهذا المحرق والسبب يعود الى انه هذا النوع من المحارق يعمل عمل (Nozzle) ،مما يؤدي كبر منطقة الحيز الميت (dead space) وزيادة تأثير دينامية الهواء في المنطقة القريبة من قاعدة اللهب لذا نلاحظ حدوث ظاهرة الوميض للهب حتى سرعة جريان تصل (70 cm/sec) ومنطقة استقرار اللهب كبيرة كما موضح في الشكل (8).

لكن مشكلة انفصال اللهب بهذا النوع من المحارق تكاد تكون كبيرة عند نسبة وقود مئوية (2.75%) وذلك نتيجة لقلة التماس في منطقة الحيز الميت وكون تصرف هذا المحرق نفس تصرف المحرق النفاث (nozzle burner) ، أما انفتاح قمة اللهب تكون صغيرة جدا كما موضح في الشكل (8) وبعدها تبدأ جبهة اللهب بتكوين سطوح متعددة (polyhedral flames) غير مستقرة ومن ثم تنفصل جبهة الاحتراق ونتائج هذه المنطقة موضحة في الجدول (3).

D. المحرق (D) ذو حافة حادة من الداخل

يعطي هذا النوع من المحارق اكبر منطقة لعدم الاستقرارية ، حيث تحدث منطقة الوميض الخلفي حتى سرعة جريان الخليط (100cm/sec) والسبب يعود الى انحدار السرعة المتأخمة بالمنطقة القريبة من فوهة المحرق ، مما يودي الى أن تكون كمية الحرارة المنتقلة الى جبهة اللهب اقل من كمية الحرارة المنتقلة الى فوهة المحرق ، مما يؤدي الى حدوث ظاهر الوميض الخلفي وانفتاح قمة جبهة اللهب وبالتالي تزداد عملية تدوير اللهب الانعكاسي مما يؤدي الى عدم الاستقرار ، آذ يعد هذا النوع من المحارق ذو الاستقرارية المنخفضة بسبب مساعدة شكل مقطع المحرق على انبلاع اللهب ، حيث يؤدي في بعض الأحيان الى انفجار المحرق خصوصا مسبقة الخلط وانفصال اللهب تبدأ عند نسبة وقود مئوية اقل ما يمكن من المحارق الأخرى (2.10%) نتيجة لكبر منطقة الوميض الخلفي ومساحة تماس مائلة لفوهة المحرق ونتائج هذا المحرق موضحة في الجدول (4) والشكل (9) .

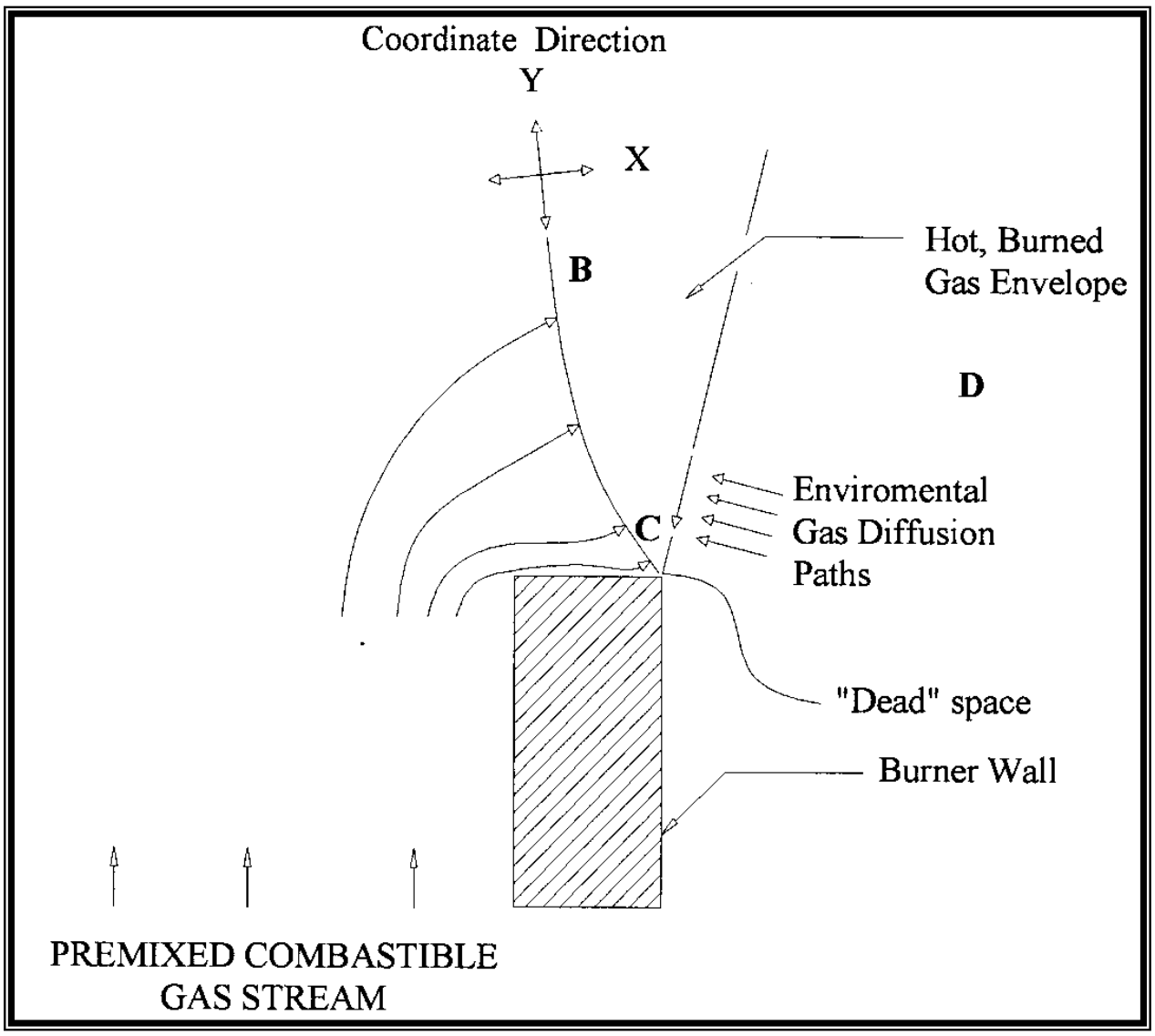
الاستنتاجات

1- عند استخدام محرق ذو فوهة مستوية تزداد كمية انتقال الحرارة من قاعدة جبهة اللهب الى فوهة المحرق بسبب كبر منطقة التماس.
2- منطقة انفتاح قمة اللهب تكبر في المحرق ذو فوهة مستوية .
3- نتيجة لعزل جبهة اللهب بغاز خامل يمكن إلغاء تأثير دينامية الهواء وتزداد منطقة استقرار اللهب .
4- أمكانية تجنب ظاهر تدوير اللهب في حالة عزلها بغاز خامل .
5- منطقة الوميض الخلفي تكون اقل ما يمكن في المحرق ذو حافة حادة من الخارج.

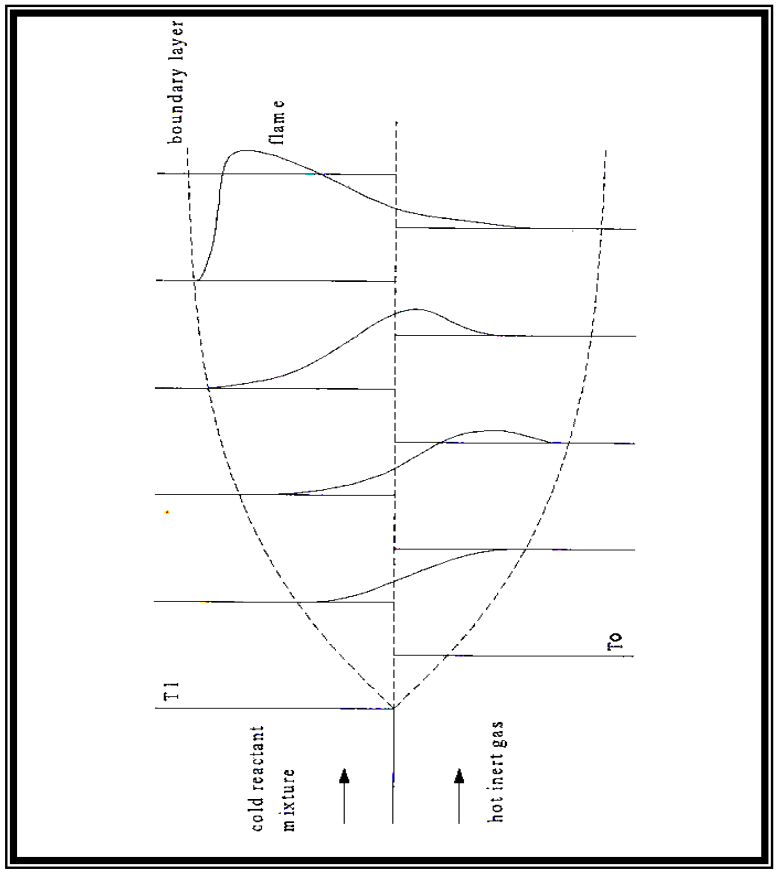
6- ينفصل اللهب بسرعة كبيرة إذا كانـت فوهة المحرق ذو حافة حادة من الخارج وذلك لكبر منطقة الحيز الميت .
7- تبين أن أقل المحارق استقرارا ذو حافة حادة من الداخل وذلك لانحدار السـرعة المتاخمة بالقرب من فوهة المحرق ممـا يعمل على انفتاح قمة جبهة اللهب .

المصادر

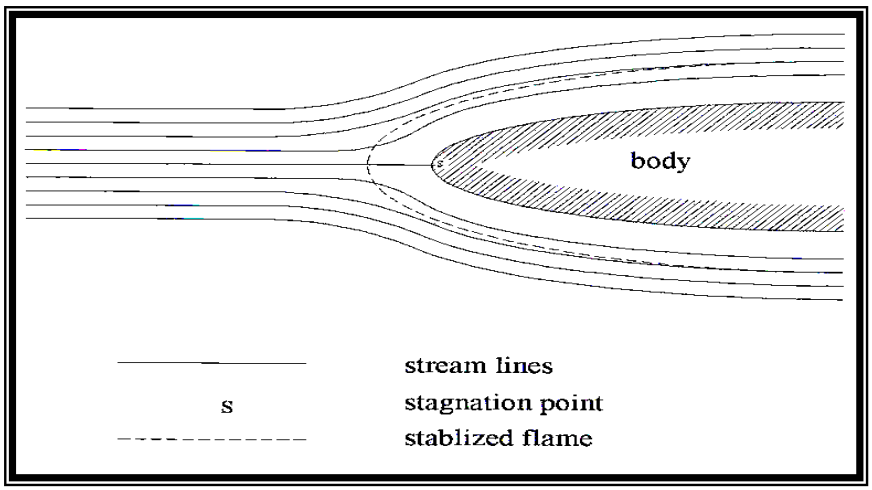
[1]- Thomas, L.A.& Wilhelm, H.R. "Symposium International on Combustion",(1956).
[2]- Spalding, D.B.,"Combustion and Mass Transfer"pergamon press Ltd.,(1979).
[3]- Chen, C.H.& Hou,W.H. (Dept. of Mech. Eng., National Chiao Tung University, (1991).
[4]- Carnasciali, F., Lee, J.H.& Knystautas, R., Combustion Flame, 84:170-180. (1991).
[5]- Putnam, A.A., Ball, D.A. and Levy, a., Combustion and Flame 37:193(1980).
[6]- Kanury, A.M., "Introduction to Combustion Phenomena" (1975).
[7]- Buckmaster, J. Polyhedral Flame an Exercise in Bimodal Bifurcation Analysis, SIAMJ. Appi. Math, 44:40 (1984).
[8]- Lewis, B. and Von-Elbe, G. "Combustion Flame and Explosion of Gases", 2nd ed., Academic Press, New York (1987).
[9]- Libby, P.A., Sivasegaram, S. and Whitelaw, J.H., Prog. Energy Combustion Sci, 12:393(1986).
[10]- Khokhlov, A.M., Oran, E.S., Chtchel K.A. & Wheeler, J.C., "Combustion Flame, in Press." (1998).
[11]- Shapin, S. "The Invisible Tech-Nician" American Scient 63-77 (1989).
[12]- Knikker, R.,Veynante, D.,Rolon, J.C. and Meneveau, C. from Internet,(2000).
[13]- Turns, R.S., "An Introduction to Combustion " McGraw-Hill Inc.,(2000).



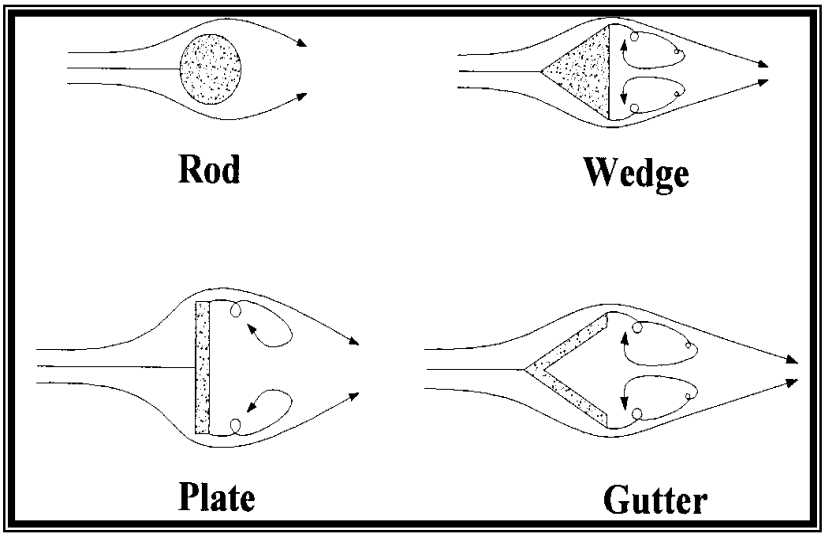
الشكل (1) يمثل الأجزاء الرئيسية لموجة الاحتراق



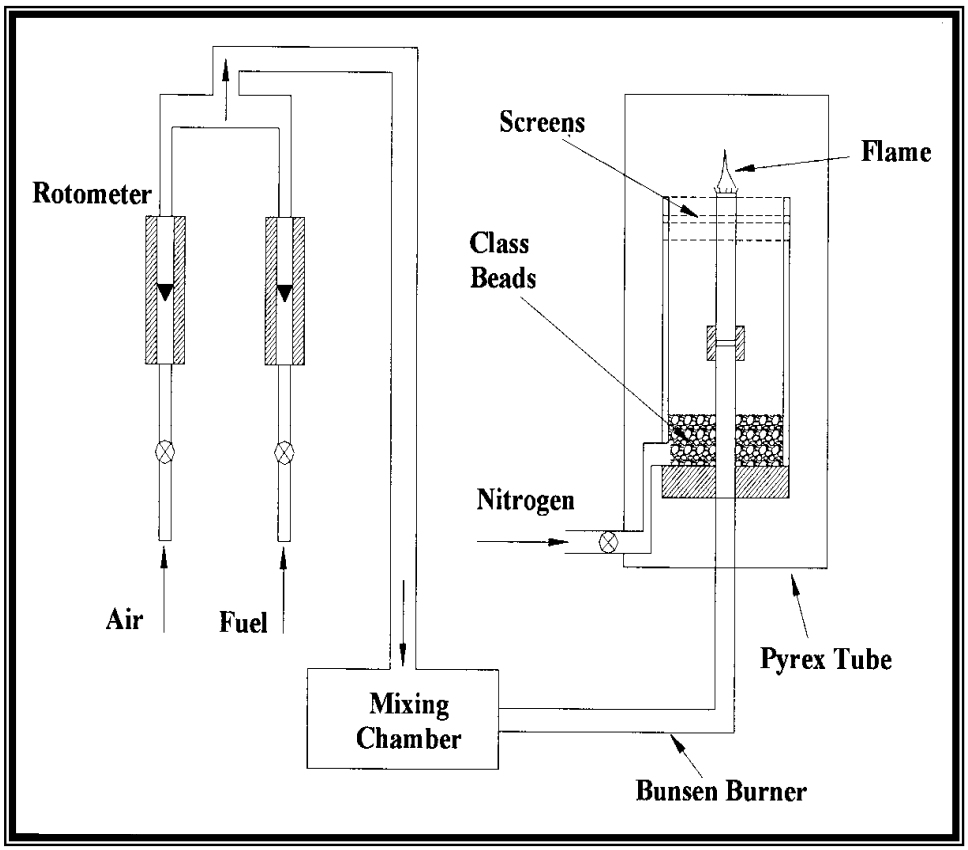
الشكل (2) يوضح طريقة خلط التيارين



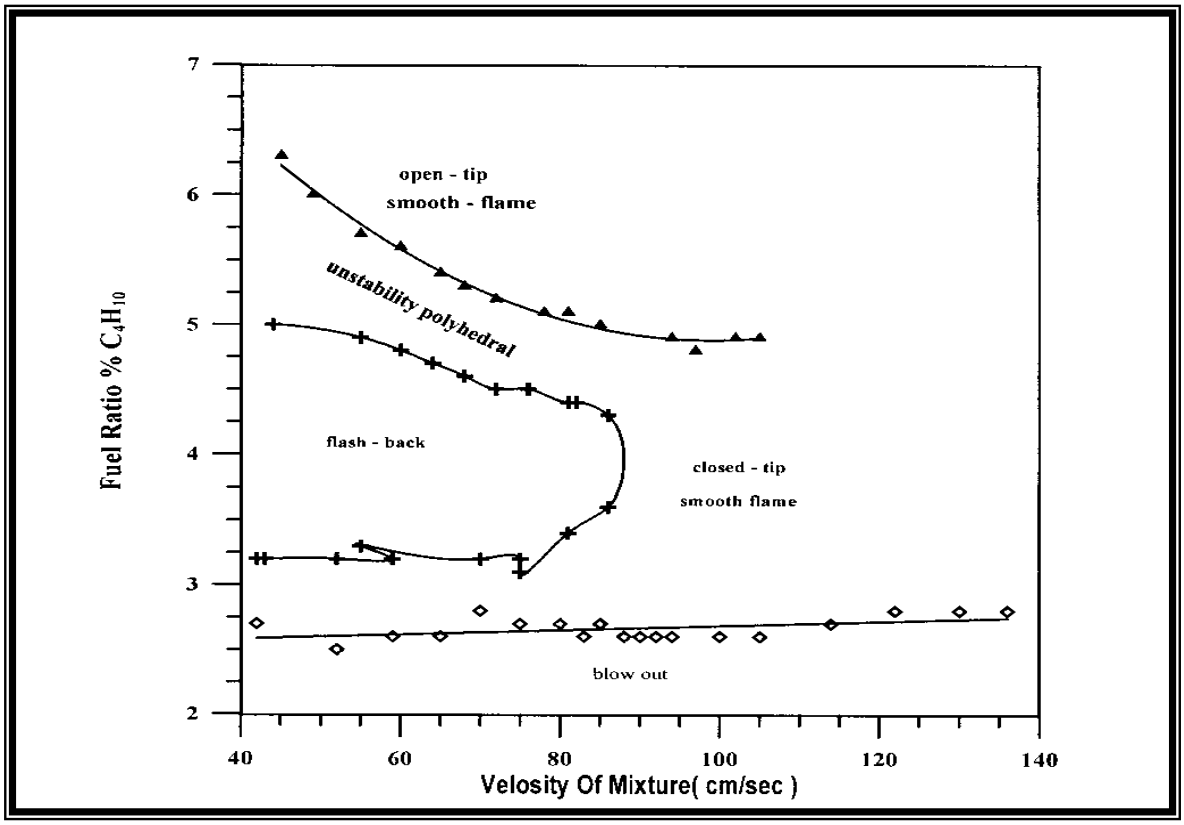
الشكل (3) يوضح أستقرار اللهب بالأجسام البيضوية



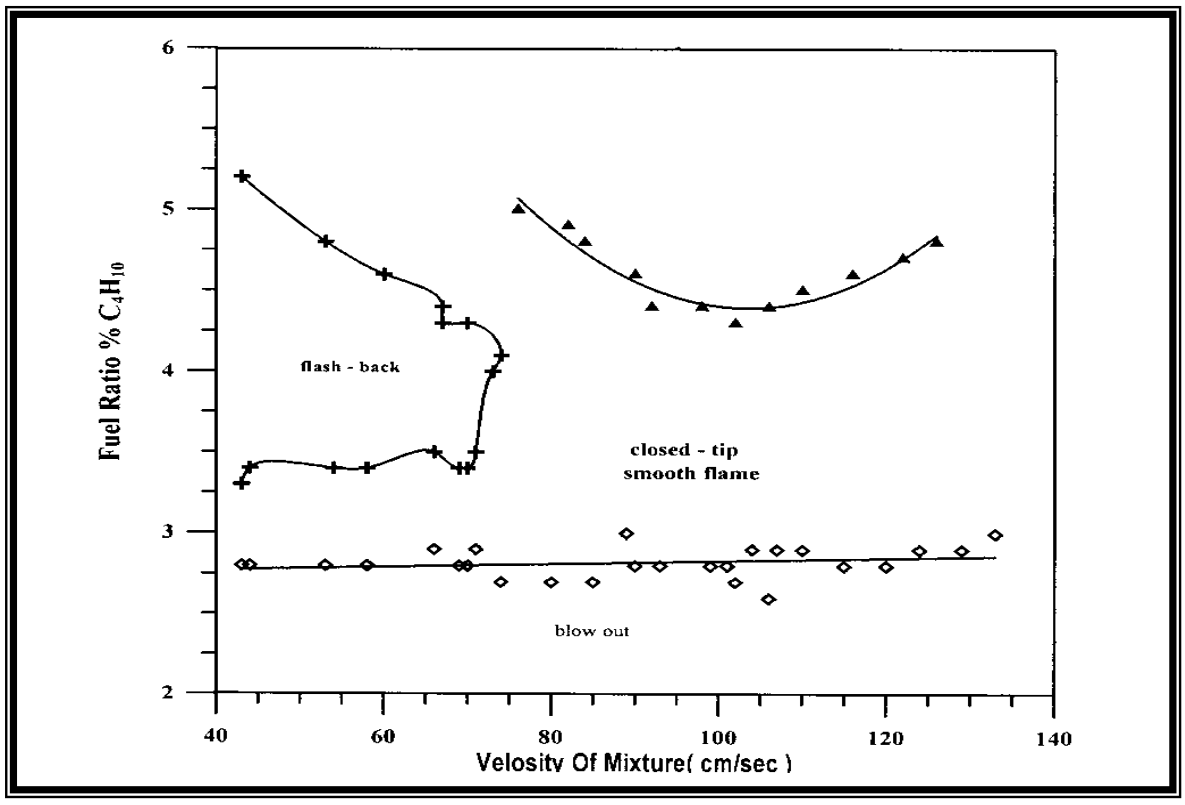
الشكل (4) يوضح الاستقرار بواسطة الدوامات



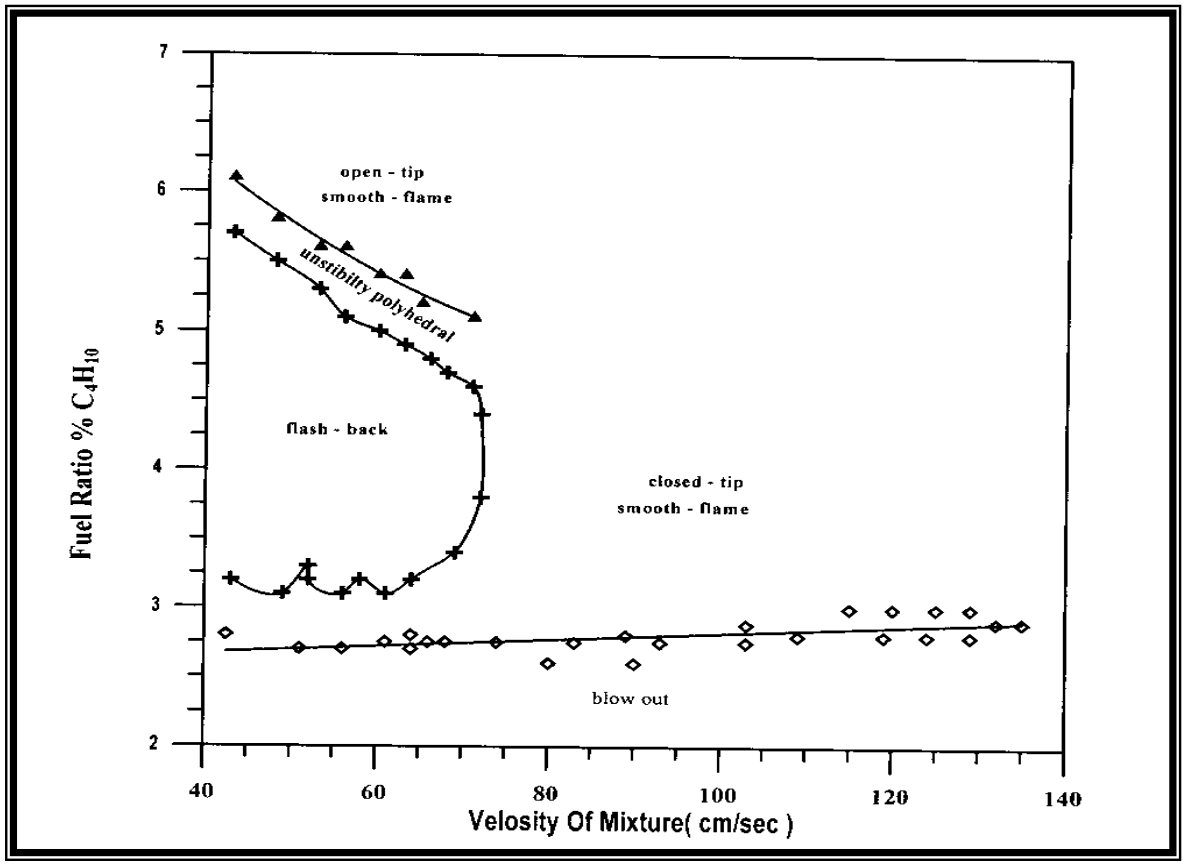
الشكل (5) يوضح منظومة الاحتراق العملية وطريقة العزل بغاز خامل (N_2)



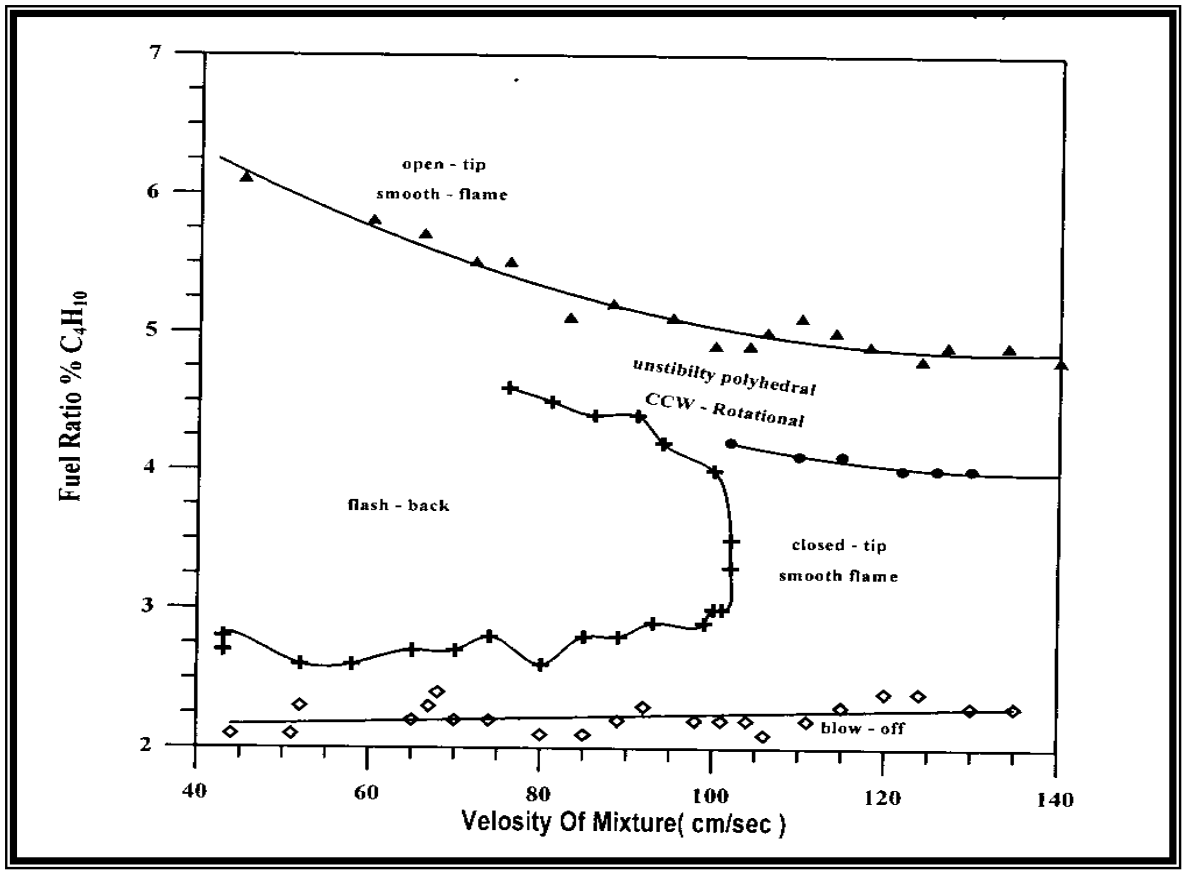
الشكل (6) يبين تأثير دينامية الهواء لمحرق مسطح الفوهة



الشكل (7) يبين تأثير الغاز الخامل (N_2) على جبهة اللهب لمحرق مسطح الفوهة



الشكل (8) يبين تأثير دينامية الهواء لمحرق ذو حافة حادة من الخارج



الشكل (9) يبين تأثير دينامية الهواء لمحرق ذو حافة حادة من الداخل

جدول (1) يبين النتائج العملية لمحرق ذو فوهة مستوية

fuel ratio %	blow out (cm/sec)	fuel ratio %	flash back (cm/sec)	fuel ratio %	open tip smooth flame (cm/sec)	fuel ratio %	closed tip smooth flame (cm/sec)
2.7	42	3.2	42	6.3	45	4.4	84
2.5	52	3.2	43	6	49	4.3	88
2.6	59	3.2	52	5.7	55	4.2	92
2.6	65	3.2	59	5.6	60	4.2	98
2.8	70	3.3	55	5.4	65	4.1	102
2.7	75	3.2	70	5.3	68	4	106
2.7	80	3.2	75	5.2	72		
2.6	83	3.1	75	5.1	78		
2.7	85	3.4	81	5.1	81		
2.6	88	3.6	86	5	85		
2.6	90	4.3	86	4.9	94		
2.6	92	4.4	82	4.8	97		
2.6	94	4.4	81	4.9	102		
2.6	100	4.5	76	4.9	105		
2.6	105	4.5	72				
2.7	114	4.6	68				
2.8	122	4.7	64				
2.8	130	4.8	60				
2.8	136	4.9	55				
		5	44				

الجدول (2) يبين النتائج العملية لمحرق ذو فوهة مستوية معزول بغاز خامل (N_2)

fuel ratio %	blow out (cm/sec)	fuel ratio %	flash back (cm/sec)	fuel ratio %	open tip smooth flame (cm/sec)
2.8	43	3.3	43	5	76
2.8	44	3.4	44	4.9	82
2.8	53	3.4	54	4.8	84
2.8	58	3.4	58	4.6	90
2.9	66	3.5	66	4.4	92
2.8	69	3.4	69	4.4	98
2.8	70	3.4	70	4.3	102
2.9	71	3.5	71	4.4	106
2.7	74	4	73	4.5	110
2.7	80	4.1	74	4.6	116
2.7	85	4.3	70	4.7	122
3	89	4.3	67	4.8	126
2.8	90	4.4	67		
2.8	93	4.6	60		
2.8	99	4.8	53		
2.8	101	5.2	43		
2.7	102				
2.9	104				
2.6	106				
2.9	107				

جدول (3) يبين النتائج العملية لمحرق ذو حافة حادة من الخارج

fuel ratio %	blow out (cm/sec)	fuel ratio %	flash back (cm/sec)	fuel ratio %	open tip smooth flame (cm/sec)
2.8	42.5	3.2	43	6.1	43
2.7	51	3.1	49	5.8	48
2.7	56	3.3	52	5.6	53
2.75	61	3.2	52	5.6	56
2.8	64	3.1	56	5.4	60
2.7	64	3.2	58	5.4	63
2.75	66	3.1	61	5.2	65
2.75	68	3.2	64	5.1	71
2.75	74	3.4	69		
2.6	80	3.8	72		
2.75	83	4.4	72		
2.8	89	4.6	71		
2.6	90	4.7	68		
2.75	93	4.8	66		
2.88	103	4.9	63		
2.75	103	5	60		
2.8	109	5.1	56		
3	115	5.3	53		
2.8	119	5.5	48		
3	120	5.7	43		
2.8	124				
3	125				
3	129				
2.8	129				
2.9	132				
2.9	135				

جدول (4) يبين النتائج العملية لمحرق ذو فتحة حادة من الداخل

fuel ratio %	blow out (cm/sec)	fuel ratio %	flash back (cm/sec)	fuel ratio %	open tip smooth flame (cm/sec)	fuel ratio %	closed tip smooth flame (cm/sec)
2.1	44	2.7	43	6.1	45	4.2	102
2.1	51	2.8	43	5.8	60	4.1	110
2.3	52	2.6	52	5.7	66	4.1	115
2.3	67	2.6	58	5.5	72	4	122
2.4	68	2.7	65	5.5	76	4	126
2.2	65	2.7	70	5.1	83	4	130
2.2	70	2.8	74	5.2	88		
2.2	74	2.6	80	5.1	95		
2.1	80	2.8	85	4.9	100		
2.1	85	2.8	89	4.9	104		
2.2	89	2.9	93	5	106		
2.3	92	2.9	99	5.1	110		
2.2	98	3	100	5	114		
2.2	101	3	101	4.9	118		
2.2	104	3.3	102	4.8	124		
2.1	106	3.5	102	4.9	127		
2.2	111	4	100	4.9	134		
2.3	115	4.2	94	4.8	140		
2.4	120	4.4	91				
2.4	124	4.4	86				
2.3	130	4.5	81				
2.3	135	4.6	76				