مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 16/العدد3/أيلول 2009، (12-17)

دراسة عملية لتأثير العدد الاوكتاني على معاملات الأداء لمحرك الإشعال بالشرارة ثنائي الأشواط

رائد رشاد جاسم، مدرس

قسم الهندسة الميكانيكية-جامعة تكريت

الخلاصة

يهدف البحث إلى دراسة عملية لتأثير العدد الاوكتاني على معاملات الأداء لمحرك الإشعال بالشرارة ثنائي الأشواط. شملت الدراسة ثلاث نماذج مختلفة من الوقود البترولي بعدد اوكتاني (75و85و95) جهزت من شركة مصافي الشمال ،حيث تم تحضيرها في مختبر البحوث والسيطرة النوعية هناك.

أجريت الاختبارات باستخدام محرك ثنائي الاشواط نوع (TD113) أحادي الاسطوانة ذو نسبة انضغاط (1: 7.3) مربوط إلى داينموميتر هيدروليكي نوع (TD115).

أظهرت النتائج ان هناك تحسنا في معاملات الأداء للمحرك تبعا لزيادة العدد الاوكتاني ويبرز التحسن واضحا عند مقارنة نتائج النموذجين 75 و 95 .حيث يزداد العزم بنسبة 10% عند سرعة دورانية مقدارها 2750 دورة في الدقيقة. كما إن القدرة المكبحية تزداد بنسبة 18% عند تغير العدد الاوكتاني من 75 إلى 95 ولسرعة دورا نية 3000 دورة في الدقيقة. في حين كانت 9% نسبة الزيادة في الكفاءة الحرارية المكبحية عند نفس التغير في العدد الاوكتاني لكن عند سرعة 2300 دورة في الدقيقة. وهي نفس نسبة الانخفاض في الاستهلاك النوعي المكبحي للوقود عند دوران المحرك بسرعة 3000 دورة في الدقيقة. كما ان اقل استهلاك نوعي للوقود يحدث عند سرعة 2400 دورة في الدقيقة ولعدد اوكتاني 95.

الكلمات الدالة: العدد الاوكتاني ، معاملات الأداء ، محرك الإشعال بالشرارة،ثنائي الأشواط

Experimental Study of the Effect of Octane Number on the Performance Coefficients of of the Two Strokes Spark Ignition Engine

Abstract

The experiments had been carried out using two stroke, single cylinder type (TD113), with compression ratio of (7.3:1) Coupled to hydraulic dynamometer type (TD115).

The results showed that there is enhancement of the engine performance with increasing octane number. This appears clearly when comparing the results of performance with fuel of 75 and 95 octane number.

The torque increases 10% at speed of 2750 RPM. The break power also increases 18% when the octane number changed from 75 to 95 at 3000 RPM of engine speed. The same change in octane number will increase the thermal efficiency by 9% at 2300 RPM of engine speed. The break specific fuel consumption decreases at the same ratio of thermal efficiency 9% but at 2400 RPM. The less fuel consumption happens at 2400 RPM for octane number 95.

قائمة الرموز

الرمز	التعريف	الوحدة
b.s.f.c	المعدل الكتلي لاستهلاك الوقود	g/kWhr
m_f	المعدل الكتلي لاستهلاك الوقود	kg/hr
N	عدد دورات المحرك في الدقيقة	R.P.M
P_B	القدرة المكبحية للمحرك	kW
Q_{HV}	القيمة الحرارية للوقود	kJ/kg
SG	الكثافة النوعية للوقود	
T	عزم المحرك	N.m
V	حجم ثابت لقياس الوقود المستهلك (8 أو 16 أو 32 ملي لتر)	m l
ρ_f	كثافة الوقود	Kg/l
η_{Bth}	الكفاءة الحرارية المكبحية	
t	زمن صرف 8ملي لتر من الوقود	second

المقدمة

تعد معاملات الاداء هي الاساس الذي بموجبه يتم تقييم محركات الاحتراق الداخلي والتي تشمل الاستهلاك النوعي للوقود والقدرة وغيرها. يعتمد معامل الاداء على الكثير من العوامل منها تصميمية (نسبة الانضغاط وموقع شمعة القدح وغيرها) ومنها تشغيلية (الحمل والسرعة ودرجة حرارة الهواء الداخل ونوعية الوقود). نوعية الوقود من المؤثرات الرئيسية على المحركات بصورة عامة ومحركات الإشعال بالشرارة بصورة خاصة وبالتالي تاثير ذلك على عملية انتشار اللهب وسرعة الاحتراق. هذا ويعتبر العدد الاوكتاني من اهم مواصفات الوقود المستخدم في محركات الإشعال بالشرارة لما له من تاثير في عملية الاحتراق. يمثل العدد الاوكتاني مقاومة الوقود للفرقعة ويقع بين الصفر والمائة، حيث تمثل المائة العدد الاوكتاني للايزو_اوكتان (Iso-Octane) (C_8H_{18}) والمعروف بمقاومته العالية للفرقعة. كما يمثل الصفر العدد الاوكتاني للهبتان الاعتيادي(C_7H_{16}) (n-Heptane) والمتميز بالفرقعة العالية.

يتم تحديد العدد الاوكتاني لاي مركب من خلال مقارنة مميزات احتراقها في محرك قياسي مع مميزات احتراق نماذج ذات نسب مختلفة من الايزواوكتان والهبتان الاعتيادي في محرك قياسي Engine Cooperative Fuel Research [1,2] ASTM-CFR والذي يتكون من اسطوانة واحدة مع إمكانية تغيير نسبة الانضغاط فيها. يتم حساب العدد الاوكتاني بثلاث طرق رئيسية هي العدد الاوكتاني البحثي(RON)(Research Octane Number) والعدد الاوكتاني للمحرك(MON)(Motor Octane Number) وكذلك هناك الوسط الحسابي ويطلق عليه (Anti-Knock Index) ويمثل متوسط مجموع العدد الناتج من الطريقتين السابقتين ((RON+MON)/2)[3]. هناك عدة دراسات لتأثير العدد الاوكتاني على أداء محركات الاحتراق الداخلي اغلبها على محركات رباعية الأشواط كما فعل محمد (2006) . اما في هذا البحث فسيتم دراسة تاثير العدد الاوكتاني على محرك ثنائي الاشواط وذا اسطوانة واحدة.

الجانب العملي

تمت الاختبارات العملية على محرك ثنائي الأشواط ذو اسطوانة واحدة يعمل بالبنزين كوقود. استخدمت نماذج من الوقود ذات عدد اوكتاني مختلف(75 و 85 و 95) والتي تم تحضيرها في مختبرات البحوث والسيطرة النوعية لشركة مصافي الشمال في بيجي وباستخدام محرك (CFR). كما استخدمت عدة أجهزة أخرى لإكمال الاختبارات.

الأجهزة المستخدمة

المحرك

تم أجراء جميع الاختبارات على المحرك الإيطالي أحادي الاسطوانة نوع (**TD113**) ثنائي الأشواط ذو الإشعال بالشرارة ، طول الشوط فيه 52 ملم وقطر الاسطوانة 60 ملم ونسبة الانضغاط 7.3:1 . أما نظام تبريده فيعتمد على الهواء ويبين الشكل (1) صورة للمحرك .

جهاز فحص المعاملات

تم استخدام جهاز فحص معاملات الأداء من النوع الهيدروليكي (Hydraulic Dynamometer type TD115) والموضح في الشكل(2) . يدخل الماء الى الداينموميتر من الأعلى من خلال الصمام الابري الى الجزء الثابت (B) ومن ثم يتم تصريفه من خلال الصمام (C) في حالة ارتفاع مستوى الماء (من خلال التحكم بالصمامين (A و C). يقوم الجزء الثابت بامتصاص جزء من طاقة المحرك عن طريق عمود الدوران حيث تقوم الزعانف الموجودة في الجزء الدوار بنقل العزم المسلط من المحرك الى الجزء الخارجي (الثابت) من خلال دفع الماء الى الزعانف المثبتة بالسطح الداخلي للجزء الخارجي مما يدفعه الى الدوران ساحبا احد النابضين المثبتين به من الخارج ومن هذه الاستطالة الحاصلة في احد النابضين ونصف قطر الجزء الثابت يتم تحديد العزم المسلط .

وحدة المقاييس

تم تسجيل القراءات لكل من السرعة والعزم واستهلاك الوقود بواسطة وحدة المقاييس نوع Instrumentation unit TD114 والموضحة في الشكل (3). وشملت القراءات:

السرعة الدورانية (N)

يتم قراءة السرعة الدورانية من خلال المقياس (Tachometer)، حيث يتم قراءة السرعة الكترونيا من خلال قرص يحوي مجموعة من الشقوق القطرية يدور بين مصدر الليزر ومتحسس خاص معد لهذا الغرض.

العزم (Torque)

يتم قراءة العزم من خلال مقياس العزم (Torque Meter) وذلك من خلال الداينموميتر الهيدروليكي الموضح في الشكل(2).

الزمن(time)

تتم قراءة زمن صرف حجم محدد من الوقود والحجم يكون اما 8 او 16 او 32 ملي لتر وكما هو موضح في الشكل (2) ضمن وحدة المقاييس ليتم من خلاله حساب مقدار صرف الوقود. تم اعتماد 8 ملي لتر في عملية الحساب في هذا البحث.

تم تسجيل البيانات (العزم وسرعة المحرك وزمن استهلاك الوقود وكذلك تدفق الهواء) لكل نوع من أنواع الوقود بعد وصول المحرك الى حالة الاستقرار.

الحسابات

بعد تدوين القراءات تم اجراء الحسابات وفقا للمصدر رقم 5 والتي شملت الاتي:

القدرة المكبحية (Brake Power)

تم حساب القدرة الناتجة من المحرك من خلال المعادلة الاتية:

$$P_B = 2\pi * N * T/60 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

تدفق الوقود ($\dot{m}_f$)

$$\dot{m}_f = \rho_f * V/t$$

حيث ان

$$\rho_f = SG * 1000$$

t: هو زمن صرف حجم 8 ملي لتر من الوقود ولتحويل التدفق الى (kg/hr) وتجانس الوحدات يكون التالي:

$\dot{m}_f$ = SG*1000*V*3600/(1000*1000*t)

منه نحصل على المعادلة التالية لحساب تدفق الوقود (SG=0.74)[6]

$$\dot{m}_f = 0.74*8*3.6/t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

الاستهلاك(الصرف) النوعي المكبحي للوقود(b.s.f.c.)(g/kw hr):

ويمثل مقدار القدرة الناتجة من غرام واحد من الوقود للمحرك المعني وهو ناتج من قسمة تدفق الوقود على القدرة المكبحية ويمثل الثابت (1000) عامل تحويل كيلوغرام الى غرام.

$$b.s.f.c. = (\dot{m}_f * 1000) / PB \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

الكفاءة الحرارية المكبحية (η_{Bth})

تمثل كفاءة المحرك حيث يعتبر الوقود قدرة مضافة وتعتبر القدرة المكبحية كقدرة خارجة من المحرك بذلك تكون الكفاءة حاصل قسمة القدرة الخارجة الى الداخلة :

$$\eta_{Bth} = P_B*3600/(\dot{m}_f * Q_{Hv}) \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

ومن المعادلات (1 و 3 و 4) تم حساب معاملات الأداء ورسم العلاقات بعد ان تم افتراض كفاءة الاحتراق مساوية لـ 100 % .

النتائج والمناقشة

أبدت بعض النماذج من الوقود عدم انتظام في دوران المحرك في بداية التشغيل لكن بعد فترة وجيزة تدريجيا استقر عمل المحرك بسبب الإحماء

يبين الشكل رقم (4) العلاقة بين السرعة الدورانية للمحرك مع العزم ويوضح زيادة عزم المحرك مع زيادة العدد الاوكتاني ولنفس السرع ويعزى ذلك الى حدوث الاحتراق التام وعدم حصول أي إشعال مسبق للوقود علاوة على الاستفادة القصوى من القيمة الحرارية للوقود. ان عزم المحرك عند 2750 دورة في الدقيقة يبلغ 5.25 للعدد 75 في حين ان العزم يزداد بنسبة 3% و10% عند 85 و 95 ولنفس السرعة.

تزداد القدرة المكبحية للمحرك بزيادة العدد الاوكتاني وهذه الزيادة بسيطة عند السرع الواطئة ولكن تكون واضحة عند السرع العالية حيث تصل الى 18% بزيادة العدد الاوكتاني من 75 الى 95 عند سرعة 3000 دورة في الدقيقة و 12% عند 2000 دورة بالدقيقة ويمكن ملاحظه ذلك في الشكل(5).

الشكل (6) يبين العلاقة بين كل من السرعة الدورانية للمحرك والكفاءة الحرارية المكبحية حيث نلاحظ ان الكفاءة الحرارية للمحرك تزداد بزيادة العدد الاوكتاني للوقود وتكون الزيادة متقاربة عند استخدام الوقود ذي العدد 75 و85 حيث تصل نسبة الزيادة الى 3%عند سرعة 2300 دورة في الدقيقة في حين تصل الى 8% بزيادة العدد الاوكتاني من 75 الى 95.

يمكن ملاحظة تأثير العدد الاوكتاني على الاستهلاك النوعي المكبحي للوقود جليا في الشكل رقم (7) ويتجسد ذلك بالانخفاض في الاستهلاك النوعي للوقود بزيادة العدد الاوكتاني حيث يقل الاستهلاك النوعي المكبحي للوقود بمقدار 9 % عند زيادة العدد الاوكتاني من 75 إلى 95 وعند سرعة 3000 دورة في الدقيقة. كما ان اقل استهلاك للوقود كان عند العدد الاوكتاني 95 و عند سرعة 2400 دورة في الدقيقة.

الاستنتاجات والتوصيات

أظهرت النتائج ان زيادة العدد الاوكتاني

للوقود يؤدي إلى زيادة في الطاقة الناتجة من المحرك إضافة إلى التقليل من استهلاك الوقود ولنفس القيم من السرع الدورانية. من خلال النتائج يوصى بالاستمرار في هذه الدراسة وتطويرها لتشمل تأثير العدد الاوكتاني على انبعاثات المحركات ثنائية الأشواط.

المصادر

1.Bruce Hamilton: "Automotive Gasoline", 2005.

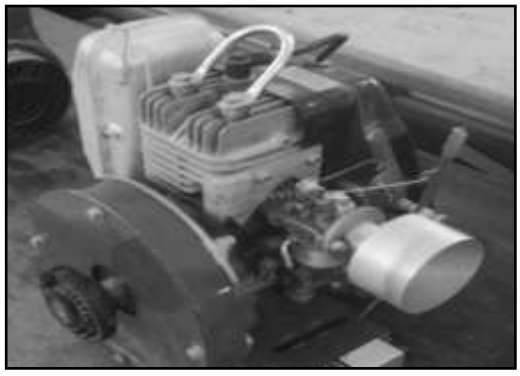
2. جابر شنشول جمالي"تكنلوجيا الوقود" مديريةالنشر الموصل 1981.

3.Tomas Lid Holm:"Knock Prediction With Reduced Reaction Analysis": Master thesis linkÖpings universitet, 2003.

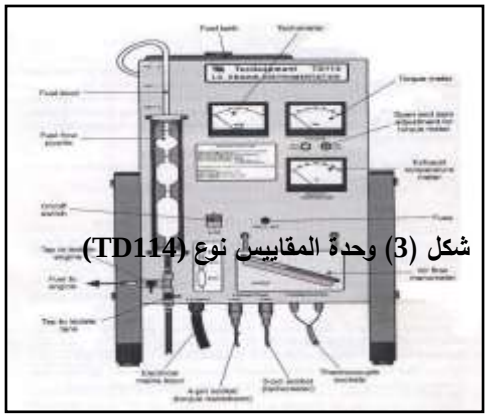
4. محمد حسن عبود " دراسة عملية لتأثير العدد الاوكتاني على أداء محركات الاشعال بالشرارة"مجلة تكريت للعلوم الهندسية مجلد 13- عدد 2 . 2006.

5.Willard W. Pulkrabek :"Eng. Fundamentals Of The Internal Combustion Engine " First Edition 1997.

6.Didacta Italia-Strada Del Cascinotto, 139/30-10156 Torin Italy [http: //www .didacta.it

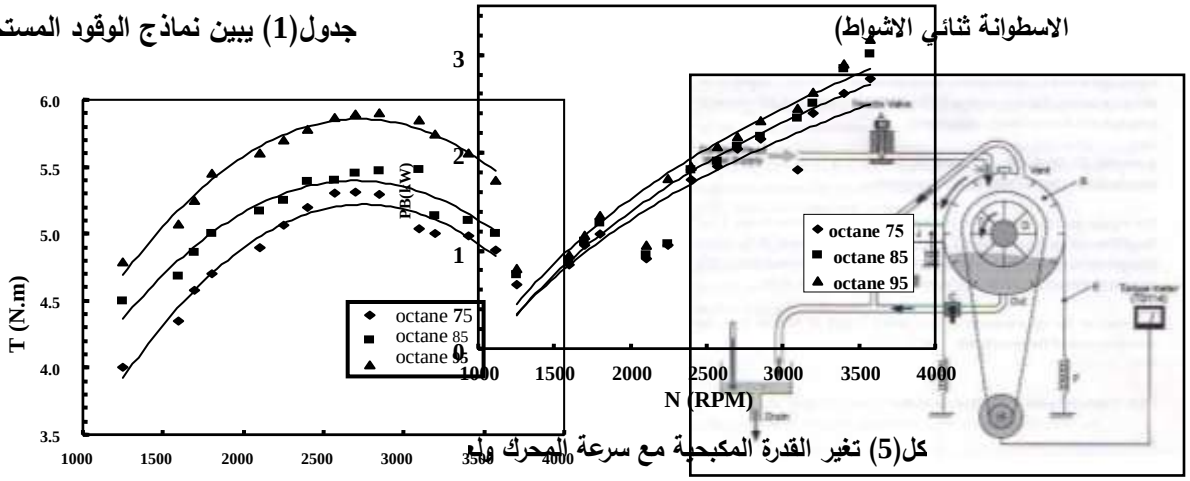


شكل(1) المحرك المستخدم في البحث (احادي الاسطوانة ثنائي الاشواط)



شكل (3) وحدة المقاييس نوع (TD114)

جدول(1) يبين نماذج الوقود المستخدم في البحث

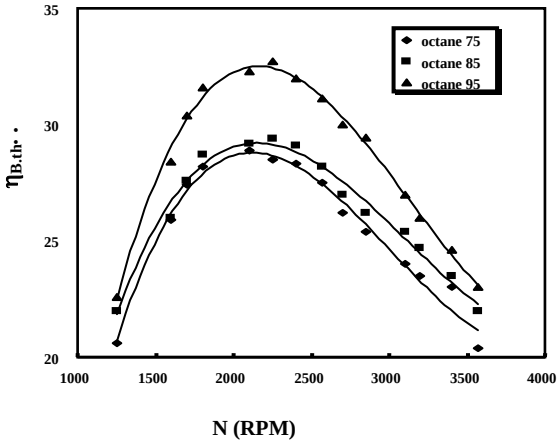


شكل(4) تغير العزم مع سرعة المحرك ولعدة قيم من العدد الاوكتاني

كل(5) تغير القدرة المكبحية مع سرعة المحرك ولـ قيم من العدد الاوكتاني

شكل (2) جهاز فحص معاملات الأداء

رقم العينة		1	2	3
العدد الاوكتاني البحثي (RON)		75	85	95
المكونات	النفثا الخفيفة %	50	0	0
	الريفورميت %	50	0	0
	التلوين %	0	74	74
	الايزواوكتان %	0	10	22
	الهبتان الاعتيادي %	0	16	4
	مضافات (TEL) مل	0.24	0.24	0.789
	غم رصاص	0.15	0.15	0.46



شكل(6) تغير كفاءة المحرك مع سرعة المحرك ولعدة قيم من العدد الاوكتاني