# ضبط وتشغيل المسعر الغازي


**إعداد الطلاب:**

**أحمد كمال عوض محمد**

**محمد جعفر عمر محمد نصر**

**معاوية محمد حمد محمد**


**مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف**

**في الهندسة الميكانيكية**


**قسم الهندسة الميكانيكية**

**كلية الهندسة والتقنية**

**جامعة وادي النيل**


**يوليو 2018**

# ضبط وتشغيل المسعر الغازي


**إعداد الطلاب:**

**أحمد كمال عوض محمد 132009**

**محمد جعفر عمر محمد نصر 1525012**

**معاوية محمد حمد محمد 1425010**


**مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف**

**في الهندسة الميكانيكية**


**قسم الهندسة الميكانيكية**

**كلية الهندسة والتقنية**

**جامعة وادي النيل**


**يوليو 2018**

# الآيــــة

بسم الله الرحمن الرحيم

**قال تعالى:**

( وَقُلِ اعْمَلُواْ فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ )

صدق الله العظيم

سورة التوبة الآية (105)

# الإهـــــــداء

إلي التي غرست في قلبي حب الله وبذرت في نفسي حب المعرفة

إلى من علمتني الصبر والمثابرة أساس سعادتي وهنائي

إلى من تعبت لراحتي وشقيت لسعادتي

إلى من أرضعتني الطهر والعفاف

إلى نبع الحب والحنان

إلى البلسم الشافي

أمي الغالية

إلى من علمني الأخلاق السامية والطريق القويم

إلى النيل النابض الذي يمتلئ شجاعة ومروة

إلى من عرك الحياة وسهر الليالي من أجلنا

إلى الذي أعطى بلا حدود مصدر فخري واعتزازي

أبي الغالي

إلى العقول النيرة والقلوب الحنونة

إلى من شاطرني أفراحي وأتراحي وأعانوني

بقلوبهم وعقولهم

أخواني وأخواتي

بكيت وهل بكاء القلب يجدي فراق أحبتي وحنين وجدي
فما معنى البكاء إذا افترقنا فلست أدري فراق أحبتي
كم هز وجدي وحتى لقائهم سأظل أبكي
إلى زملائي وزميلاتي

إلى كل من يسره النجاح ويعجبه التفوق

أهدي جهدي المتواضع هذا حباً ووفاءً وتقديراً

# الشكر والعرفان

الشكر لله في الأول وفي الأخر الذي منّ علينا بنعمة العلم ولرسوله أن هدانا لتعاليمه إلى سبيل الرشاد.

ثم الشكر إلى كل الأساتذة الأجلاء الذين مازالوا يقدمون عصارة جدهم العلمي في سبيل العلم.

والشكر موصول لكل من ساهم في إنجاح هذا المشروع ونخص بالشكر مشرف المشروع الأستاذ/

**أسامة محمد المرضي سليمان خيال**

الذي لم يتوانى في مد يد العون والمساهمة في كل ما لديه من علم ومعرفة في إنجاز هذا المشروع.

# فهرس المحتويات


| الرقم | المحتوى | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| | الآية | ii |
| | الإهداء | iii |
| | الشكر والعرفان | iv |
| | فهرس المحتويات | v |
| | فهرس الأشكال | vii |
| | الملخص | ix |
| **الفصل الأول : الوقود** | | |
| 1.1 | مقدمة | 1 |
| 1.2 | الوقود الصلب | 1 |
| 1.3 | الوقود السائل | 2 |
| 1.4 | الوقد الغازي | 3 |
| 1.5 | التركيب الكيميائي | 6 |
| 1.6 | معالجة غازات الوقود | 7 |
| 1.7 | استخدامات غازات الوقود | 7 |
| 1.8 | الخواص المهمة للوقود | 8 |
| **الفصل الثاني : وصف النظام ومكونات الجهاز** | | |
| 2.1 | وصف النظام | 17 |
| 2.2 | مكونات الجهاز | 17 |
| 2.2.1 | المسعر | 18 |
| 2.2.2 | جهاز قياس انسياب الغاز | 18 |
| 2.2.3 | الحاكمة | 19 |
| 2.2.4 | المشعل | 20 |
| 2.2.5 | حساسات وثيرمومترات لقياس درجة الحرارة | 20 |
| 2.2.6 | دوارق حجمية | 21 |
| 2.2.7 | ساعة إيقاف | 21 |
| 2.2.8 | خراطيم لدنة | 22 |
| 2.2.9 | أسطوانة الغاز | 22 |

| | | |
|---|---|---|
| **الفصل الثالث : الصيانة والتشغيل** | | |
| 3.1 | الصيانة | 23 |
| 3.1.1 | نواقص الجهاز | 23 |
| 3.1.2 | فك وصيانة أجزاء ومكونات الجهاز | 23 |
| 3.2 | التشغيل | 24 |
| 3.2.1 | تحوطات الجهاز | 24 |
| 3.2.2 | إجراءات التركيب | 24 |
| 3.2.3 | خطوات إجراء التجربة | 25 |
| **الفصل الرابع : التجارب** | | |
| 4.1 | التجربة الأولى | 28 |
| 4.2 | التجربة الثانية | 31 |
| 4.3 | التجربة الثالثة | 33 |
| 4.4 | التجربة الرابعة | 36 |
| 4.5 | التجربة الخامسة | 39 |
| **الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات** | | |
| 5.1 | الخلاصة | 42 |
| 5.2 | التوصيات | 45 |
| | المراجع | 46 |

# فهرس الأشكال


| رقم الشكل | الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1.1 | المسعر القنبلي | 15 |
| 2.1 | جهاز المسعر الغازي | 17 |
| 2.2 | المسعر الغازي | 18 |
| 2.3 | جهاز قياس انسياب الغاز | 19 |
| 2.4 | الحاكمة | 19 |
| 2.5 | المشعل | 20 |
| 2.6 | جهاز إلكتروني لقراءة درجة حرارة الحساسات | 20 |
| 2.7 | ثيرموميتر | 21 |
| 2.8 | دورق حجمي | 21 |
| 2.9 | ساعة إيقاف | 21 |
| 2.10 | خراطيم لدنة | 22 |
| 2.11 | اسطوانة الغاز | 22 |

# الملخص

موضوع الدراسة في هذا البحث هي ضبط وتشغيل وإعادة تأهيل جهاز المسعر الغازي بمعمل الديناميكا الحرارية لتحديد القيمة الحرارية لوقود الغاز ، ومعالجة بعض المشاكل المتعلقة به وإعداد ورقة لتشغيله وعمل التجارب.

وتم تشغيل الجهاز وأجريت عليه عدد من التجارب وأخذت النتائج وتمت مقارنتها مع قراءات مرجعية وكانت النتائج مرضية.

# الفصل الأول

# الوقود

## 1.1 مقدمة:

من المعروف في المجال الهندسي أن التجارب المعملية تلعب دوراً فاعلاً في وضع النظريات العلمية موضع التنفيذ ومدى مطابقتها للواقع.

توجد طريقتان لحساب القيمة الحرارية، الطريقة التحليلية بالمعادلات الحسابية وهي تقريبية والثانية هي الطريقة المعملية باستخدام الأجهزة وهي الأقرب للصحة.

هناك مسعرات للوقود الصلب والسائل وأخرى للوقود الغازي.

ينقسم الوقود إلى ثلاثة أنواع صلب وسائل وغازي وسوف نتطرق لهذه الأنواع الثلاثة بشيء من التفصيل وخاصة الوقود الغازي.

## 1.2 الوقود الصلب:

أحد أمثلته الفحم الذي يتكون من بقايا نباتية مترسبة من الصخور الجيولوجية القديمة. يعطى التحليل للفحم على أساس الكتلة للمواد المتطايرة والكربون. ويصنف الفحم الموجود طبيعياً إلى أربعة أنواع هي:

**1. اللجين (Lignite):**

أقل الأنواع جودة، تقل نسبة التفحم وتعتبر قيمته الحرارية منخفضة (23MJ/kg) "رطوبة عالية".

**2. تحت البيتومين (Sub-Bituminous):**

متوسط التفحم، يحتوي على قدر ثابت من الكربون يصل إلى 40% وعلى قدر متوسط من الرطوبة 25% من وزنه.

**3. البيتومين (Bituminous):**

يعتبر فحم جيد سهل الاشتعال له نسبة كربون 70% ورطوبة 15% من الوزن، يحترق بلهب أصفر وتتصاعد رائحة كريهة لاحتوائه على نسبة من الكبريت وقيمته الحرارية (31.5MJ/kg).

**4. الانثراسيت (Anthracite):**

من أجود أنواع الفحم به نسبة كربون 90% ورطوبة من (1–2)% من الوزن. القيمة الحرارية لهذا النوع عالية لارتفاع نسبة الكربون.

يستخدم الفحم كمصدر للطاقة في كثير من الصناعات.

## 1.3 الوقود السائل:

معظم أنواع الوقود السائل خليط من الهيدروكربونات تستخلص من الزيت بعمليات تقطير أو تكسير وهكذا يمكن إنتاج أنواع مختلفة من الوقود من الزيت الواحد الخام. ومن أهم أنواع الوقود السائل:

**1. الجازولين:**

الاسم المستخدم حالياً لبنزين السيارات وهو من أهم نواتج تقطير البترول. يمثل الجازولين (40–50)% من زيت البترول المستخدم اليوم ويستعمل كوقود لمحركات الاحتراق الداخلي.

**2. زيت الديزل:**

يطلق على بعض المقطرات التي تزيد درجة غليانها قليلاً عن الكيروسين. ويستخدم في محركات الديزل والشاحنات والسفن والقاطرات وبعض محركات الكهرباء.

**3. زيت الوقود الخفيف:**

يستخدم في عمليات التسخين في الأفران وفي بعض الصناعات.

**4. زيت الوقود الثقيل:**

يعرف أحياناً باسم المازوت وهو زيت ثقيل يستخدم في عمليات التسخين في الأفران وفي بعض الصناعات. كما يستخدم كوقود لمراجل بعض السفن وهو من أرخص أنواع الوقود لذلك يستخدم في

محطات القوى لتوليد الكهرباء.

## 1.4 الوقود الغازي:

غازات الوقود (fuel gas) هي عبارة عن مزيج طبيعي من الهيدروكربونات من $C_1$ حتى $C_5$ مختلفة التراكيب، مشبعة الأبخرة، منتشرة حرّة، مرافقة أو منحلة في الطبقات المائية أو النفط الخام في أعماق القشرة الأرضية، أو تستخرج من الفحم الحجري أو في عمليات تكرير النفط. تولِّد غازات الوقود طاقة حرارية كبيرة عند احتراقها مع الأكسجين.

**أنواع غازات الوقود:**

تتميز غازات الوقود باختلاف صفاتها وتراكيبها ومصادرها وهي:

**1. غازات الوقود الطبيعية:**

هي غازات قابلة للاحتراق موجودة في جوف الأرض على أعماق كبيرة أو ناتجة من مكامن طبيعية وهي نوعان:

أ. غازات المستنقعات (Marsh Gases).

ب. الغاز الطبيعي (Natural Gases).

**2. غازات الفحم الحجري:**

هي الغازات الناتجة من التقطير الإتلافي للفحم الحجري ومن بقايا نواتجه الصلبة كفحم الكوك وغيره وأهم أنواعها:

أ. غاز المناجم (Mine Gas):

هو غاز ينطلق من مناجم الفحم الحجري، يتكون من الميثان ويكون مع الهواء غازاً سريع الانفجار.

ب. غاز الاستصباح (Coal Gas):

هو وقود غازي قابل للاحتراق، يستخلص من الفحم الحجري إما طبيعياً أو صناعياً، أو بتحويل الفحم إلى غاز gasification تحت سطح الأرض، ويتكون من مزيج غازات أساسها الهيدروجين 50% والميثان 35% وأول أكسيد الكربون 8% وثاني أكسيد الكربون 2% والازوت 2% وهيدروكربونات أخرى.

ج. غاز الكوك (Coke-oven Gases):

هو وقود غازي متولد من عملية تحويل الفحم الحجري إلى فحم كوك في الأفران، يتميز بطاقة حرارية عالية. يتكون أساساً من الهدروجين بنسبة كبيرة والميثان وأول أكسيد الكربون ويحتوي على شوائب أخرى، غير قابلة للاحتراق كغاز النشادر والنتروجين وثاني أوكسيد الكربون.

د. غاز المولدات (Producer Gas – Air Gas):

هو وقود غازي يتكون من مزيج أول أوكسيد الكربون والنتروجين، ينتج بإمرار الهواء على طبقة سميكة من الفحم المتوهج.

هـ. غاز الماء (Water Gas):

هو وقود غازي يتكون من مزيج أول أوكسيد الكربون والهدروجين %(86–83)، ينتج بإمرار بخار الماء على طبقة سميكة من الفحم المتوهج.

و. غاز الماء الأزرق "الغاز الأزرق" (Blue Water Gas):

هو وقود غازي يتكون من مزيج أول أوكسيد الكربون والهيدروجين بنسب متساوية، ينتج بإمرار بخار الماء على طبقة سميكة من فحم الكوك الساخن.

ز. الغاز المخفف (Lean Gas):

هو وقود غازي يتكون من مزيج الهيدروجين 32% والميثان 20% والهيدروكربونات 17% وأول أكسيد الكربون 26% وثاني أكسيد الكربون والازوت 5% ينتج من تفكك بخار الماء على طبقة سميكة من الفحم المتوهج.

### 3. غازات النفط (Petroleum Gases):

هي مزيج من هيدروكربونات غازية مرافقة أو منحلة في النفط، وتنقسم إلى غازات جافة تحتوي على نسبة كبيرة من الميثان وكميات قليلة من الإيثان والبروبان والبيوتان والبروبيلين، وغازات رطبة سهلة التميع تحتوي على كميات كبيرة من البروبان والبيوتان وكميات ضئيلة من الميثان والإيثلين.

أ. غازات فتحات الآبار النفطية (Gap Gasses):

هي طبقة الغازات التي تعلو النفط الخام وتسمى غازات رأس البطانة أو القبعة الغازية، تعد وقوداً غازياً عالي الكفاءة، يتكون من هيدروكربونات كالإيثان والبروبان والبوتان. ويتعلق تركيب الغازات بمكان المكمن النفطي.

ب. غازات حقول النفط "الغاز المرافق" (Associated Gasses):

هي الغازات المرافقة للنفط وتكون على عمق كبير وتحت ضغط مرتفع ذائبة في النفط، ينفصل الغاز عن النفط عند خروجه إلى سطح الأرض بفعل انخفاض الضغط، وتعد غازات مشبعة لا تحتوي على الهيدروجين وغنية بالبروبان والبوتان.

ج. غاز البترول المسال (Liquid Petroleum 'LPG') أو الغاز المعبأ (Bottled Gas):

هو وقود غازي يتألف من هيدروكربونات في الطور السائل تحت درجة 25 درجة مئوية وعند درجة حرارة (18–20)°م يتحول إلى الطور الغازي عند انخفاض الضغط، ويتكون من كميات متفاوتة من البروبان والبيوتان.

د. غازات التكرير (Refinery Gases):

هي وقود غازي مؤلف من مزيج هيدروكربونات مشبعة كالميثان والإيثان وغير مشبعة كالإيثلين والإستلين والبروبيلين والبوتيلين، ينتج من معامل تكرير النفط بعمليات التكسير والإصلاح والتنقية.

هـ. غازات التكسير (Cracking Gases):

هي وقود غازي مؤلف من مزيج هيدروكربونات غير مشبعة غنية بالأوليفينات والهيدروجين وهذه الغازات ناتجة عن عمليات تكسير النفط.

و. الغاز المستصلح (Reformed Gas):

هو وقود غازي، ينتج من معالجة الغازات الطبيعية وغازات التكرير ببخار الماء.

**4. غاز الفرن العالي:**

هو وقود غازي، ناتج ثانوي مهم ينبعث من الفرن العالي، ذو قيمة حرارية منخفضة. يستعمل في تسخين هواء النفخ وتوليد بخار الماء.

## 1.5 التركيب الكيميائي:

تتكون غازات الوقود غالباً من نسبة عالية من الهيدروجين والهيدروكربونات المشبعة، مثل الميثان الذي تبلغ نسبته حتى 90% والإيثان والبروبان والبيوتان، والهيدروكربونات غير المشبعة مثل الإيثلين والبروبيلين، وكميات ضئيلة من النتروجين، وكبريت الهيدروجين، وأول أوكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى مثل الهليوم والأرغون وبخار الماء. تتراوح كثافة غازات الوقود بين (0.1– 0.6) وهي أخف من الهواء، ويكوّن مع الهواء مزيجاً منفجراً، عديم اللون، ساماً، خانقاً، يحترق بلهب عديم اللون أو أزرق. ناشراً طاقة حرارية كبيرة نسبياً.

## 1.6 معالجة غازات الوقود:

تخضع غازات الوقود إلى مراحل عدة من المعالجة قبل الاستخدام، كالتصفية والامتزاز والانضغاط والتجفيف والتنقية من الشوائب الميكانيكية مثل الغبار والرمال والمعلقات الصلبة. وتعالج غازات الوقود بالمحاليل المائية لنزع الكبريت ومركباته، وبالمحاليل القلوية لامتصاص الغازات الحمضية أو بالتنقية الفيزيائية لامتصاص الشوائب مثل غاز أول وثاني أكسيد الكربون، وذلك في درجات الحرارة المنخفضة.

**1.7 استخدامات غازات الوقود:**

تستخدم الغازات في مجالات عدة أهمها:

**1. في الحياة العامة:**

تستخدم لأغراض منزلية في الطبخ والتدفئة.

**2. في المجالات الزراعية:**

تستخدم سماداً أزوتياً.

**3. في المجالات الصناعية:**

تستخدم في التفاعلات الكيمياوية وإنتاج المواد الكيمياوية مثل الميثانول، البنزين، التولوين، النفتالين، الانثراسين، الفينول، ضروب الكريزول، البيريدين، الكربون الصناعي. وفي صناعة الفولاذ والمطاط واللدائن والأصبغة والزجاج والخزف وعمليات اللحام والقطع ومصانع العربات والقاطرات. كما يستخدم الغاز وقوداً في المركبات والآلات والمعدات الهندسية والسكك الحديدية ومسخنات الهواء والمراجل البخارية والصناعية وريش التوربينات.

**4. في المجالات الطبية:**

تستخدم في صناعة الأدوية والمستحضرات الطبية ومواد التجميل.

**5. في المجالات العسكرية:**

تستخدم في صناعة المتفجرات العضوية ووقود الصواريخ والمركبات الفضائية.

## 1.8 الخواص المهمة للوقود:

**1. الكثافة:**

تقاس الكثافة عند درجة حرارة $25^{o}C$ وهي تركيز الكتلة في المتر المكعب وهي متمثلة ببعض الخواص النوعية الأخرى مثل اللزوجة والقيمة الحرارية الدنيا والحرارة النوعية. عندما تكون الكثافة عالية هذا يعني أن وجود نسبة عالية من المخلفات الغير قابلة للاحتراق.

**2. اللزوجة:**

تؤثر لزوجة الوقود في شكل رزاز الوقود فإذا كانت كبيرة كان تزرير الوقود قليلاً أي حجم قطرات الوقود كبيرة مما يؤدي إلى عدم الاحتراق الكامل.

**3. نقطة الوميض:**

هي درجة الحرارة التي ينتج عندها أبخرة فوق سطح الوقود بكمية قابلة للاحتراق مع الهواء حيث يشتعل فجأة على صورة وميض إذا قرب اللهب منها دون أن يستمر الاحتراق بعد ذلك.

**4. مناسبة الاستخدام:**

أي أن الوقود الذي يتم اختياره يجب أن يتناسب مع الغرض المستخدم له.

**5. درجة حرارة الاشتعال:**

وهي أقل درجة حرارة يجب أن يتم تسخين الوقود إليها بما يمكن من الحرق الهادئ فالوقود الجيد يجب أن تكون له درجة حرارة اشتعال متوسط، فإن كانت له درجة حرارة اشتعال منخفضة فإن عملية التخزين والنقل تصبح خطرة حيث يمكن أن تحدث مخاطرة حريق، وإذا كانت درجة حرارة الاشتعال مرتفعة يصبح التخزين والنقل أسهل ولكنه يسبب صعوبة في الاشتعال.

**6. المحتوى من الرطوبة:**

يجب أن يكون منخفض لأن وجود رطوبة عالية يقلل من القيمة الحرارية للوقود.

**7. المحتوى من المواد الغير قابلة للاشتعال:**

لأن المواد الغير قابلة للاشتعال تكون خبث بعد الحريق ووجودها يقلل القيمة الحرارية وكذلك تضيف تكاليف التخلص منها بعد الحرق.

**8. سرعة الاحتراق:**

يجب أن تكون معتدلة فالسرعة العالية جداً للاحتراق غير مرغوبة بينما السرعة المنخفضة تسبب فقد في الحرارة بسبب الاشتعال.

**9. طبيعة المنتجات المتكونة:**

يجب ألا تكون ضارة فالمنتجات الغازية المنبعثة أثناء الحرق يجب أن تكون غير مسببة للروائح الكريهة أو أي تأثيرات ضارة أخرى.

**10. سعر الوقود:**

يجب أن يكون السعر منخفض ومناسب ويكون متاحاً وبكميات كبيرة.

**11. الدخان المنبعث:**

يجب أن يكون أقل ما يمكن.

**12. القيمة الحرارية (Calorific Value):**

هي كمية الحرارة الناتجة من احتراق 1kg من الوقود عندما تعود درجة حرارة نواتج الاحتراق إلى درجة الحرارة الأولية، أي الحرارة قبل حدوث الاحتراق ويكون الاحتراق تحت حجم ثابت.

أو هي الطاقة الكلية المطلقة كحرارة عندما يحدث للمادة احتراق كامل بالأكسجين تحت الظروف القياسية.

والقيمة الحرارية لأي مادة يمكن تعريفها على أنها كمية الحرارة المطلقة أثناء احتراق كمية محدودة منها مثل الوقود والطعام.

يكون التفاعل الكيميائي هيدروكربوني أو يحدث تفاعل للجزيئات العضوية مع الأكسجين ليتكون ثاني أكسيد الكربون والماء وينتج عنه حرارة.

**وحدات قياس القيمة الحرارية:**

1. السعر (Calory):

هو الطاقة الحرارية "كمية الحرارة" اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من الماء درجة مئوية واحدة عند $15^{o}C$.

cal ≡ السعر  1 cal = 4.1868J

J ≡ الجول

2. الوحدة البريطانية للحرارة (British Thermal Unit):

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع 1 رطل من الماء واحد درجة فهرنهايت عند $60^{o}F$

$$1\ Btu = 251.996\ calories$$

$$\text{British thermal unit} \equiv Btu$$

**أنواع القيمة الحرارية:**

**1. القيمة الحرارية العليا (Gross calorific value):**

يمكن تحديد القيمة الحرارية العليا عن طريق إرجاع جميع نواتج الاحتراق إلى درجة حرارة ما قبل الاحتراق وتكثيف أي بخار نتج عن الاحتراق. تستخدم مثل هذه القياسات درجة الحرارة القياسية 15 درجة سليزيوس. يشبه هذا حرارة الديناميكا الحرارية للاحتراق حيث أن التغير في الإنثالبي للتفاعل يفترض درجة حرارة مشتركة للعناصر قبل وبعد الاحتراق، في حالة تكثف الماء إلى بخار فإنه يستخدم الحرارة الكامنة للتبخر. في الأنظمة الميكانيكية مثل غلايات الحريق الغازية المستخدمة لإنتاج الحرارة يتم ضبطها لغرض الحصول على القيمة الحرارية العليا لأن الحرارة

الناتجة عنها تكون عند درجة حرارة أقل من 150.

**2. القيمة الحرارية الدنيا:**

يمكن تحديد القيمة الحرارية الدنيا بطرح حرارة التبخر لبخار الماء من القيمة الحرارية العليا. نتعامل هنا مع $H_2O$ كبخار والطاقة المطلوبة لإنتاج البخار لا تنطلق كحرارة.

يتم فرض عند حساب القيمة الحرارية الدنيا أن الماء كله تحول إلى بخار في نهاية عملية الاحتراق، بينما نفرض أنه في حالة سائلة في نهاية عملية الاحتراق عند حساب القيمة الحرارية العليا. تفرض القيمة الحرارية الدنيا ان الحرارة الكامنة للتبخر للماء في الوقود ونواتج التفاعل غير قابلة للاسترجاع. من الجيد المقارنة بين أنواع الوقود حيث أن تكثيف نواتج التفاعل بها غير عملي أو أن الحرارة التي لها درجة حرارة أقل من 150 درجة سليزيوس غير قابل للانتفاع بها. التعريف السابق هو التعريف المعتمد من الجمعية

الأمريكية للبترول وتستخدم درجة حرارة مرجعية 60 فهرنهيت. هناك تعريف آخر يستخدم بواسطة جمعية الموردون المعالجون للغاز والجمعية الأمريكية للبترول وهو المحتوى الحراري لنواتج التفاعل مطروح منه المحتوى الحراري للوقود عند درجة حرارة مرجعية (60 فهرنهيت) مطروح منه المحتوى الحراري للأكسجين عند درجة الحرارة المرجعية مطروح منه حرارة التبخر للبخار المتواجد في نواتج التفاعل. يرجع الاختلاف بين التعريفين أن التعريف الثاني يفرض أن نواتج الاحتراق تعود إلى درجة حرارة مرجعية والمحتوى الحراري من البخار المتكثف ليس له فائدة. يعتبر حساب القيمة الحرارية الدنيا أكثر سهولة من حساب القيمة الحرارية العليا وعند حساب الفرق بينهم نجده ليس بالكبير.

**3. القيمة الحرارية الكلية:**

تأخذ القيمة الحرارية الكلية الماء الخارج كبخار في حساباته ويشمل أيضا الماء السائل في الوقود قبل الاحتراق. هذه القيمة مهمة جدا للوقود مثل الخشب و الفحم الذي عادة يحتوي على ماء قبل الاحتراق.

**قياس القيمة الحرارية:**

تقاس القيمة الحرارية العليا بالتجربة بواسطة مسعر. يتم بدأ الاحتراق لخليط الوقود والمؤكسد المتوازن ( 2 مول من الهيدروجين، 1 مول من الأكسجين) بواسطة جهاز إشعال في وعاء من الصلب عند درجة حارة 25 درجة سليزيوس. يتكون بخار الماء عند تفاعل الهيدروجين والأكسجين أثناء التفاعل . يتم تبريد الوعاء إلى درجة حرارة 25 سليزيوس مرة أخرى ويتم حساب القيمة الحرارية العليا عن طريق حساب الحرارة الناتجة بين درجة الحرارة الابتدائية والنهائية.

عند حساب القيمة الحرارية الدنيا، يتم إيقاف التبريد عند 150 درجة سليزيوس ويتم استرجاع جزأ من حرارة التفاعل. تم اختيار هذه الدرجة اعتمادا على درجة حرارة التندي للغاز الحامض. لاحظ: القيمة الحرارية العليا تحسب بفرض أن ماء النواتج في حالة سائلة بينما القيمة الحرارية الدنيا فماء النواتج يكون في حالة بخارية.

**العلاقة بين القيم الحرارية:**

يعتمد الفرق بين القيمتين الحراريتين على التكوين الكيميائي للوقود. في حالة الكربون وأول أكسيد الكربون، فإن القيمة الحرارية العليا والدنيا متماثلتان، ينحصر الفرق في قيمة الحرارة المحسوسة التي تكون بين 150 و 25 درجة سليزيوس (تغير الحرارة المحسوسة يغير من درجة الحرارة، الحرارة الكامنة تضاف أو تطرح لتغير الحالة عند ثبوت درجة الحرارة، أمثلة: حرارة التبخر و حرارة الانصهار). في حالة الهيدروجين يكون الفرق بين القيميتين أكبر حيث يشمل الحرارة المحسوسة لبخار الماء بين 150 و 100 درجة سليزيوس، الحرارة الكامنة للتكثيف عند 100 درجة سليزيوس والحرارة المحسوسة للماء المتكثف بين 100 و 25 درجة سليزيوس. تكون القيمة الحرارية العليا أكبر من القيمة الحرارية الدنيا بنسبة تصل على 18.2% (142 ميجاجول/كجم و 120 ميجاجول/كجم). في الهيدروكربونات فإن الفرق يعتمد على قيمة الهيدروجين في الوقود. بالنسبة للجازولين والديزل فإن القيمة الحرارية العليا تكون أكبر بنسبة 10% و 7% على التوالي وللغاز الطبيعي بنسبة 11%.

العلاقة بين القيميتين:

$$HHV = LHV + H_v \left( \frac{n_{H_2o,out}}{n_{fuel,in}} \right)$$

حيث:

$H_v$ هي حرارة التبخر.

$n_{H_2o,out}$ عدد مولات الماء المتبخر.

$n_{fuel,in}$ عدد مولات الوقود المحترق.

معظم التطبيقات التي يحترق بها الوقود ينتج عنها بخار ماء والذي لا يستخدم وتهدر حرارته. في هذه التطبيقات فإن القيمة الحرارية الدنيا يتم استخدامها لإعطاء مؤشر للعملية.

لكن في بعض الحالات عند حساب الطاقة فإن القيمة الحرارية العليا تكون صحيحة. هذا يتعلق بالغاز الطبيعي كونه يحتوي على محتوي هيدروجيني كبير والذي ينتج عنه كمية أكبر من الماء عند احتراقه في الغلايات و محطات الطاقة والذي ينتج عنها تكثف لبخار الماء بمكثفات الغاز الناتج عن الاحتراق.

**أهمية حساب القيمة الحرارية:**

تأتي أهمية حساب القيمة الحرارية لإجراء المقارنات بين أنواع الوقود المختلفة لمعرفة جودتها واستخدام الوقود للتطبيق المناسب.

وأيضاً تأتي أهمية حسابها لأن القيمة الحرارية هي المستفاد منها في شكل شغل ناتج "محركات الاحتراق الداخلي" أو في شكل طاقة التفاعل الحيوي – المواد الغذائية".

بمعرفة القيمة الحرارية نتمكن من معرفة الكفاءة الحرارية للمحركات ومدى قدرتها لتحويل الحرارة إلى شغل.

**طرق الحصول على القيمة الحرارية للوقود:**

هنالك طريقتين لتحديد القيمة الحرارية هما:

**1. الطريقة التحليلية:**

وهي طريقة تقريبية عن طريق المعادلات الحسابية. وتوجد عدة معادلات لحساب القيمة الحرارية:

(i) Donlog Equation:

هذه المعادلة دقيقة بشكل معقول عند نسبة مئوية للكربون بين %(85−78) وللأكسجين لا تتجاوز 7%.

$$G.CV = \frac{\left[C\% \times 33.2 + \left(H\% - \frac{O\%}{8}\right) \times 143 + S\% \times 9.3\right]}{100}$$

$G.CV \equiv$ القيمة الحرارية الإجمالية

$C\% \equiv$ نسبة الكربون في الوقود

$H\% \equiv$ نسبة الهيدروجين في الوقود

$O\% \equiv$ نسبة الأكسجين في الوقود

$S\% \equiv$ نسبة الكبريت في الوقود

(ii) Syler Modified Equation State:

$$G.CV = 388H\% + 124C\% - 4270cal/mg$$

في التفاعلات المنتجة للحرارة تصبح الـ G. CV بالوزن (by weight) GCV+1140%

$G.CV \equiv$ القيمة الحرارية الإجمالية

توجد صعوبة عند تحديد القيمة الحرارية بالطريقة التحليلية وذلك لصعوبة تحديد نسب العناصر في الوقود بصورة دقيقة مثل الكربون والهيدروجين والكبريت.

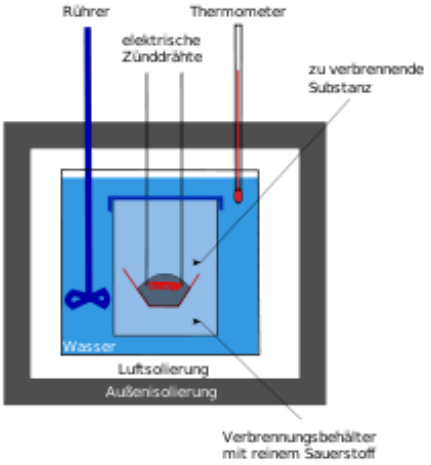
هذه المعادلات تعطي نتائج عند نسب محددة من العناصر لذلك صممت أجهزة المسعرات لتحديد القيمة الحرارية معملياً.

**2. الطريقة المعملية:**

هنالك نظامان لتحديد القيمة الحرارية بالطريقة المعملية وذلك حسب نوع الوقود المستخدم.

**- المسعر القنبلي:**

يستخدم في الكيمياء لتعيين القيمة الحرارية لمادة تحترق في جو من الأكسجين تحت ضغط عال . يستخدم لذلك وعاء من الحديد الصلب مبرد بالماء ، ويوضع به ما يسمى "قنبلة" (العينة) . يملأ جو القنبلة بغاز الأكسجين عند ضغط بين (20 30 بار) ضغط جوي. وتوضع المادة المراد اختبارها في بوتقة ثم توضعان في القنبلة ، وتُشعل بواسطة قوس كهربائي (شرارة كهربائية). وبتعيين الزيادة في درجة حرارة المسعر ، وكتلته ، وحرارته النوعية يمكن حساب القيمة الحرارية لمادة العينة.




**شكل (1.1) المسعر القنبلي**

**- المسعر الغازي:**

يستخدم للغازات وهو موضوع هذا البحث في الفصول القادمة.

**الفروقات النسبية لأنواع الوقود الثلاثة:**

| الوقود الصلب | الوقود السائل | الوقود الغازي |
|---|---|---|
| رخيص نسبياً ومتاح بسهولة | أعلى سعر ولكنه متاح في دول المصدر | باستثناء الغاز الطبيعي فالوقود الغازي ينتج من الوقود الصلب أو السائل وبذلك يكون مكلف |
| التخزين، النقل والتداول يشكل صعوبة إلى حد ما | يسهل نقله ويجب الحرص عند التخزين في خزانات مغلقة | يجب تخزينه في أوعية مانعة من التسرب |
| يصنع قريباً من موقع الفحم | يحتاج إلى نقل إلى المصافي | يحتاج إلى نقل بالأنابيب |
| عملية الحرق بطيئة | الحرق سريعاً | أكثر سرعة في الحرق |
| ينتج بعض الرماد | الحرق نظيف وغير منتج للرماد ولكن البعض ينتج دخان | لا إنتاج للدخان أو الرماد |
| يحتاج إلى عمالة كبيرة للتسويق | عمالة أقل | عمالة أقل |

# الفصل الثاني

# وصف النظام ومكونات الجهاز

## 2.1 وصف النظام:

مسعر الغاز من نوع Junkers تم تصميمه لتقييم القيمة الحرارية للوقودات الغازية. يتم تعريف القيمة الحرارية للغاز بالحرارة المحرَّرة بالـ kcal أو KJ بحرق كامل لـ 1kg من الوقود. للوقودات الغازية يتم التعبير عن القيمة الحرارية بالـ $kcal/m^3$ أو $kj/m^3$ للغاز.

المبدأ الأساسي للمسعر هو نقل الحرارة المحررة بعد حرق كتلة معينة من وقود (صلب أو غاز) إلى الماء والوعاء.

يتم ملاحظة إجراء نقل الحرارة بالزيادة في درجة الحرارة لكل من الماء ووعاء المسعر. يتم تقييم القيمة الحرارية بمساواة الحرارة المستخرجة من الوقود إلى الحرارة المأخوذة بواسطة الماء والحاوية.

## 2.2 مكونات الجهاز:

**شكل (2.1) جهاز المسعر الغازي**

### 2.2.1 المسعر (Calorimeter):

المسعر هو عبارة عن أسطوانة من الفولاذ غير القابل للصدأ مجوفة موصل إليها مواسير ماء. يتم تركيب المسعر في الجسم بحيث أن جميع مقطع الوعاء يتحصل على الحرارة المثلى باحتراق الغاز.

**شكل (2.2) المسعر الغازي (Gas Calorimeter)**

### 2.2.2 جهاز قياس انسياب الغاز (Gas Flow meter):

مقياس سريان الغاز هو جهاز قياس سريان يكون أسطوانياً في تركيبه. هنالك تدرج مستدير يتم معايرته بآلية مناسبة. يملأ نصف مقياس السريان بالماء والنصف الآخر بغاز. يتم توفير ثيرمومتير لتسجيل حرارة الغاز.

**شكل (2.3) جهاز قياس انسياب الغاز (Gas Flow meter)**

### 2.2.3 الحاكمة (Governor):

الغرض الأساسي منها هو تنظيم ضغط الغاز الداخل للنظام. وهي تتكون من قاعدة بها غرفتين الأولى للغاز الداخل إليها والثانية للغاز الخارج منها. وأسطوانة أعلى القاعدة وعوامة داخل الأسطوانة تتحكم في تنظيم دخول وخروج الغاز عند ضغط منتظم وهي تعمل بواسطة مسمار به مسلوب وميزان.

**شكل (2.4) الحاكمة (Governor)**

### 2.2.4 المشعل (Burner):

الغرض الأساسي منه هو إشعال اللهبة والتحكم في اللهبة عن طريق التحكم في نسبة الأوكسجين المختلط بالغاز.

**شكل (2.5) المشعل (Burner)**

### 2.2.5 حساسات وثيرمومترات لقياس درجة الحرارة:

هناك حساسات لقياس درجة حرارة الماء الداخلة للمسعر والخارجة منه وهذه الحساسات تعطي درجة الحرارة في جهاز رقمي إلكتروني صغير وأيضاً هناك ثيرمومترات واحد لقياس درجة حرارة الغاز الداخل للمسعر والثاني لقياس درجة حرارة نواتج الاحتراق.

**شكل (2.6) جهاز إلكتروني لقراءة درجة حرارة الحساسات**

**شكل (2.7) ثيرموميتر**

### 2.2.6 دوارق حجمية (Measuring Jars):

الغرض منه تجميع وقياس كمية المياه الخارجة من المسعر. سعة الدورق الحجمي 1000ml .

**شكل (2.8) دورق حجمي (Measuring Jar)**

### 2.2.7 ساعة إيقاف (Stop Watch):

الغرض منها ضبط زمن التجربة.

**شكل (2.9) ساعة إيقاف (Stop Watch)**

### 2.2.8 خراطيم لدنة (Rubber Tubes):

الغرض منها توصيل الغاز بين مكونات الجهاز كما توجد خراطيم لتوصيل المياه إلى المسعر.

**شكل (2.10) خراطيم لدنة (Rubber Tubes)**

### 2.2.9 أسطوانة الغاز (Gas Cylinder):

هي المصدر الأساسي لوقود التجربة.

**شكل (2.11) أسطوانة الغاز (Gas Cylinder)**

# الفصل الثالث

# الصيانة والتشغيل

## 3.1 الصيانة:

### 3.1.1 نواقص الجهاز:

تم توفير:

1. الوصلات الرابطة بين مكونات الجهاز.
2. الوقود المستخدم في الاختبار.
3. مجموعة قفافيز.
4. أسيال لمنع تسرب المياه.

### 3.1.2 فك وصيانة أجزاء ومكونات الجهاز:

**1. صيانة المسعر الغازي:**

فيه تم:

- صيانة صمام التحكم في المياه الداخلة ونظافة مجاري المياه داخل المسعر .
- تصنيع أسيال من التفلون لمنع تسرب المياه.

**2. صيانة الحاكمة:**

تم لحام الأسطوانة دائرياً لوجود بعض الفجوات التي كانت تسرب المياه من الأسطوانة.

تم عمل المسلوب الذي يتحكم الذي يتحكم في دخول الغاز للأسطوانة.

تم ضبط الحاكمة عن طريق مسمار الضبط.

**3. صيانة جهاز معدل تدفق الغاز:**

تم عمل نظافة عامة لأجزائه وتشحيمها وضبط العمود القائد مع العمود المنقاد وتم تشغيل ساعة القياس.

### 3.2 التشغيل:

تشغيل جهاز قياس القيمة الحرارية للوقود الغازية عند ضغط ثابت.

#### 3.2.1 تحوطات الجهاز:

1. استخدام إمداد غاز بترولي مسال مستمر.
2. استخدام المنظم موجود بأسطوانة الغاز.
3. ضع الجهاز في سطح مستوٍ في غرفة ذات تهوية جيدة.
4. أحفظ المعدات على الأقل على بعد واحد متر من الحائط وفي جو ذو هواء كافي لكي تحصل تهوية جيدة.
5. يجب أن تكون الحاكم موضوعة بشكل أفقي مثالي. ويجب أن تكون كمية المياه مضبوطة تماماً.
6. يجب ان يكون سريان المياه بصورة سلسة ومستقر. وأن لا يكون هناك تذبذب في سرعة المياه.
7. القراءات تؤخذ فقط عند الوصول إلى الحالة المستقرة.
8. يجب تفريغ المياه من الحاكمة وجهاز قياس سريان الغاز بعد إجراء التجارب المختبرية.

#### 3.2.2 إجراءات التركيب:

1. جهز المسعر الغازي وجهاز قياس سريان الغاز وحاكمة ضغط الغاز لإجراء التجربة.
2. أضبط مستوى جهاز المسعر الغازي بمساعدة القواعد اللولبية الموجودة في أرجل الجهاز.
3. إدراج الثيرمومترات في موضعها الخاص وأضبط المقياس بحيث تكون مرئية.
4. وصل أطراف مخرج الغاز لمقياس السريان إلى المشعل بإحكام.
5. أضبط مستوى جهاز قياس سريان الغاز بواسطة القواعد اللولبية مع مساعدة مؤشر ميزان المياه الموجود أعلى الجهاز.
6. صب المياه داخل جهاز قياس سريان الغاز حتى العلامة الموجودة على الزجاج عند مدخل المياه.
7. أدرج الالثيرموميتر في فتحة مدخل المياه لجهاز قياس السريان.

8. قم بتوصيل مخرج حاكمة ضبط الغاز مع جهاز قياس سريان الغاز بواسطة الخراطيم . اللدنة.

9. أزل المسمار ذو الرأس المشرشر من أنبوب السريان الزائد للحاكمة.

10. أرفع العوامة لأعلى بمسك القلاووظ وصب الماء حتى يتدفق على جانب الأنبوب ومن بعد أرجع المسمار ذو الرأس المشرشر إلى مكانه وأحكم رباطه.

11. وصل مدخل الحاكم إلى إمداد الغاز.

12. الآن يصبح النظام جاهزاً للتجربة.

**3.2.3 خطوات إجراء التجربة:**

1. شغل الإمداد الرئيسي بفتح صمام (أكرة) التحكم لمسعر الغاز في الوضع (on).

2. أضبط إمداد الماء بحيث يكون هنالك مقدار صغير لطوفان الماء الزائد إلى الغاطس.

3. أشعل جهاز الحريق وأضبط منظم الهواء للحصول على لهبة غير مضيئة.

4. أضبط سريان الماء بحيث تتحصل على فرق درجة حرارة مقداره $12^oC$ إلى $15^oC$ بين درجة حرارة مدخل الماء ومخرج المسعر على الترتيب.

5. أسمح للحرارة بالوصول إلى الحالة المستقرة بعد الوصول إلى الحالة المستقرة أجمع الماء الخارج في دورق قياس. وقس الزمن لدورة غاز واحد لإيجاد حجم الغاز المستهلك.

6. أيضاً سجل درجات الحرارة في جدول المشاهدة.

7. حافظ على سريان الماء وسريان الغاز نفسه. كرر التجربة ثلاثة مرات أو أربعة مرات وخذ متوسط القراءات.

8. أحسب القيمة الحرارية للغاز.

**جدول القراءات:**

جدول (3.1) يوضح قراءات التجربة

| الماء الذي يتم تجميعه في دورة واحدة لغاز $mL$ | زمن دورة واحدة للغاز $sec$ | درجة حرارة غاز العادم $T_4(C^o)$ | درجة حرارة الغاز $T_3(C^o)$ | درجة حرارة مخرج الماء غلى المسعر الغازي $T_2(C^o)$ | درجة حرارة مدخل الماء إلى المسعر الغازي $T_1(C^o)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

**الحسابات:**

القيمة الحرارية للغاز:

$$C.V = \left(V_w/V_g\right) \times (T_2 - T_1) \times 1000 \ \frac{K\ cal}{m^3}$$

حيث أن:

$C.V$ القيمة الحرارية للغاز

$V_w$ حجم الماء المتدفق خلال التجربة $(m^3/sec)$

$V_g$ حجم الغاز المتدفق خلال التجربة $(m^3/sec)$

$T_2$ درجة حرارة مخرج الماء من المسعر الغازي

$T_1$ درجة حرارة مدخل الماء من المسعر الغازي

$$V_w(ml) = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 0.000001 m^3/\text{sec}$$

$$V_g(ml) = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 0.000001 m^3/\text{sec}$$

# الفصل الرابع

# التجارب

## 4.1 التجربة الأولى:

جدول (4.1) قراءات التجربة الأولى

| رقم القراءات | $T_1$ $(^oC)$ | $T_2$ $(^oC)$ | Time (sec) | Volume of water (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 | 41 | 225 | 1726 |
| 2 | 31.6 | 43.6 | 218 | 1800 |
| 3 | 29.2 | 43.4 | 218 | 1630 |

حسابات القراءة الأولى:

$$\mathrm{CV_1} = \frac{V_{w_1}}{V_{g_1}} \left(\mathrm{T_2} - \mathrm{T_1}\right) \times 1000$$

$$V_{w_1} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_1} = \frac{1726}{225} \times 10^{-6} = 7.67 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_1} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_1} = \frac{1000}{225} \times 10^{-6} = 4.44 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV_1} = \frac{7.67 \times 10^{-6}}{4.44 \times 10^{-6}} \times (41 - 28) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_1 = 22440.24\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_1 = 22440.24\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_1 = 93.96\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثانية:

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{V_{w_2}}{V_{g_2}}\ (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_2} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_2} = \frac{1800}{218} \times 10^{-6} = 8.26 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_2} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_2} = \frac{1000}{218} \times 10^{-6} = 4.59 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{8.26 \times 10^{-6}}{4.59 \times 10^{-6}} \times (43.6 - 31.6) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_2 = 21596.77\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 21596.77\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 90.415\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثالثة:

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{V_{w_3}}{V_{g_3}} \left(\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1\right) \times 1000$$

$$V_{w_3} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_3} = \frac{1630}{218} \times 10^{-6} = 7.55 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_3} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_3} = \frac{1000}{218} \times 10^{-6} = 4.587 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{7.55 \times 10^{-6}}{4.587 \times 10^{-6}} \times (43.4 - 29.2) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_3 = 23372.57\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 23372.57\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 97.8\ MJ/m^3$$

متوسط قراءات التجربة الأولى:

$$CV = \frac{CV_1 + CV_2 + CV_3}{3}$$

$$CV = \frac{93.96 + 90.415 + 97.8}{3}$$

$$CV = 93.97\ MJ/m^3$$

## 4.2 التجربة الثانية:

جدول (4.2) قراءات التجربة الثانية

| رقم القراءات | $T_1$ $(^oC)$ | $T_2$ $(^oC)$ | Time (sec) | Volume of water (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 30.3 | 43 | 216 | 1780 |
| 2 | 30.7 | 43.2 | 214 | 1750 |
| 3 | 30 | 44 | 210 | 1670 |

حسابات القراءة الأولى:

$$\mathrm{CV_1} = \frac{V_{w_1}}{V_{g_1}} (\mathrm{T_2} - \mathrm{T_1}) \times 1000$$

$$V_{w_1} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_1} = \frac{1780}{216} \times 10^{-6} = 8.24 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_1} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_1} = \frac{1000}{216} \times 10^{-6} = 4.63 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV_1} = \frac{8.24 \times 10^{-6}}{4.63 \times 10^{-6}} \times (43 - 30.3) \times 1000$$

$$\mathrm{CV_1} = 22602.16\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV_1} = 22602.16\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_1 = 94.6\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثانية:

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{V_{w_2}}{V_{g_2}}\ (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_2} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_2} = \frac{1750}{214} \times 10^{-6} = 8.178 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_2} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_2} = \frac{1000}{214} \times 10^{-6} = 4.67 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{8.178 \times 10^{-6}}{4.67 \times 10^{-6}} \times (43.2 - 30.7) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_2 = 21889.72\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 21889.72\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 91.65\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثالثة:

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{V_{w_3}}{V_{g_3}}\ (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_3} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_3} = \frac{1670}{210} \times 10^{-6} = 7.95 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_3} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_3} = \frac{1000}{210} \times 10^{-6} = 4.76 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{7.95 \times 10^{-6}}{4.76 \times 10^{-6}} \times (44 - 30) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_3 = 23235.9\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 23235.9\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 97.3\ MJ/m^3$$

متوسط قراءات التجربة الثانية:

$$CV = \frac{CV_1 + CV_2 + CV_3}{3}$$

$$CV = \frac{94.6 + 91.65 + 97.3}{3}$$

$$CV = 94.5\ MJ/m^3$$

## 4.3 التجربة الثالثة:

جدول (4.3) قراءات التجربة الثالثة

| رقم القراءات | $T_1$ $(^oC)$ | $T_2$ $(^oC)$ | Time (sec) | Volume of water (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 30.8 | 43.6 | 209 | 1690 |
| 2 | 30.5 | 43.1 | 221 | 1690 |
| 3 | 29 | 42.3 | 215 | 1730 |

حسابات القراءة الأولى:

$$\mathrm{CV}_1 = \frac{V_{w_1}}{V_{g_1}} (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_1} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_1} = \frac{1690}{209} \times 10^{-6} = 8.1 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_1} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_1} = \frac{1000}{209} \times 10^{-6} = 4.78 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_1 = \frac{8.1 \times 10^{-6}}{4.78 \times 10^{-6}} \times (43.6 - 30.8) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_1 = 21690.4\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_1 = 21690.4\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_1 = 90.8\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثانية:

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{V_{w_2}}{V_{g_2}} (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_2} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_2} = \frac{1690}{221} \times 10^{-6} = 7.64 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_2} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_2} = \frac{1000}{221} \times 10^{-6} = 4.52 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{7.64 \times 10^{-6}}{4.52 \times 10^{-6}} \times (43.1 - 30.5) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_2 = 21297.34\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 21297.34\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 89.2\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثالثة:

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{V_{w_3}}{V_{g_3}} (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_3} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_3} = \frac{1730}{215} \times 10^{-6} = 8.04 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_3} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_3} = \frac{1000}{215} \times 10^{-6} = 4.65 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{8.04 \times 10^{-6}}{4.65 \times 10^{-6}} \times (42.3 - 29) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_3 = 22996.13\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 22996.13\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 96.3\ MJ/m^3$$

متوسط قراءات التجربة الثالثة:

$$CV = \frac{CV_1 + CV_2 + CV_3}{3}$$

$$CV = \frac{90.8 + 89.2 + 96.3}{3}$$

$$CV = 92.1\ MJ/m^3$$

## 4.4 التجربة الرابعة:

جدول (4.4) قراءات التجربة الرابعة

| رقم القراءات | $T_1$ $(^oC)$ | $T_2$ $(^oC)$ | Time (sec) | Volume of water (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 31 | 43.8 | 212 | 1730 |
| 2 | 28 | 40.9 | 219 | 1830 |
| 3 | 29.1 | 42.9 | 220 | 1540 |

حسابات القراءة الأولى:

$$\mathrm{CV_1} = \frac{V_{w_1}}{V_{g_1}} (\mathrm{T_2} - \mathrm{T_1}) \times 1000$$

$$V_{w_1} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_1} = \frac{1730}{212} \times 10^{-6} = 8.16 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_1} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_1} = \frac{1000}{212} \times 10^{-6} = 4.71 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_1 = \frac{8.16 \times 10^{-6}}{4.71 \times 10^{-6}} \times (43.8 - 31) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_1 = 22175.8\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_1 = 22175.8\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_1 = 92.8\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثانية:

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{V_{w_2}}{V_{g_2}}\ (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_2} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_2} = \frac{1830}{219} \times 10^{-6} = 8.356 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_2} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_2} = \frac{1000}{219} \times 10^{-6} = 4.56 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{8.356 \times 10^{-6}}{4.56 \times 10^{-6}} \times (40.9 - 28) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_2 = 23621.7\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 23621.7\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 98.9\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثالثة:

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{V_{w_3}}{V_{g_3}} \left(\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1\right) \times 1000$$

$$V_{w_3} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_3} = \frac{1540}{220} \times 10^{-6} = 7 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_3} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_3} = \frac{1000}{220} \times 10^{-6} = 4.54 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{7 \times 10^{-6}}{4.54 \times 10^{-6}} \times (42.9 - 29.1) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_3 = 21277.5\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 21277.5\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 89.1\ MJ/m^3$$

متوسط قراءات التجربة الرابعة:

$$CV = \frac{CV_1 + CV_2 + CV_3}{3}$$

$$CV = \frac{92.8 + 98.9 + 89.1}{3}$$

$$CV = 93.6\ MJ/m^3$$

## 4.5 التجربة الخامسة:

**جدول (4.5) قراءات التجربة الخامسة**

| رقم القراءات | $T_1$ $(^oC)$ | $T_2$ $(^oC)$ | Time (sec) | Volume of water (ml) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 | 41.8 | 221 | 1650 |
| 2 | 28.6 | 40.9 | 217 | 1900 |
| 3 | 29 | 43 | 218 | 1570 |

حسابات القراءة الأولى:

$$\mathrm{CV_1} = \frac{V_{w_1}}{V_{g_1}} (\mathrm{T_2} - \mathrm{T_1}) \times 1000$$

$$V_{w_1} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_1} = \frac{1650}{221} \times 10^{-6} = 7.46 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_1} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_1} = \frac{1000}{221} \times 10^{-6} = 4.52 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV_1} = \frac{7.46 \times 10^{-6}}{4.52 \times 10^{-6}} \times (41.8 - 28) \times 1000$$

$$\mathrm{CV_1} = 22776.1\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV_1} = 22776.1\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_1 = 95\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثانية:

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{V_{w_2}}{V_{g_2}}\ (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_2} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_2} = \frac{1900}{217} \times 10^{-6} = 8.75 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_2} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_2} = \frac{1000}{217} \times 10^{-6} = 4.6 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_2 = \frac{8.75 \times 10^{-6}}{4.6 \times 10^{-6}} \times (40.9 - 28.6) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_2 = 23396.7\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 23396.7\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_2 = 98\ MJ/m^3$$

حسابات القراءة الثالثة:

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{V_{w_3}}{V_{g_3}}\ (\mathrm{T}_2 - \mathrm{T}_1) \times 1000$$

$$V_{w_3} = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{w_3} = \frac{1570}{218} \times 10^{-6} = 7.2 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$V_{g_3} = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 10^{-6}$$

$$V_{g_3} = \frac{1000}{218} \times 10^{-6} = 4.587 \times 10^{-6}\ m^3/sec$$

$$\mathrm{CV}_3 = \frac{7.2 \times 10^{-6}}{4.587 \times 10^{-6}} \times (43 - 29) \times 1000$$

$$\mathrm{CV}_3 = 21975.145\ kcal/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 21975.145\ \times 4.1869\ kJ/m^3$$

$$\mathrm{CV}_3 = 92\ MJ/m^3$$

متوسط قراءات التجربة الخامسة:

$$CV = \frac{CV_1 + CV_2 + CV_3}{3}$$

$$CV = \frac{95 + 98 + 92}{3}$$

$$CV = 95\ MJ/m^3$$

# الفصل الخامس

# الخلاصة والتوصيات

## 5.1 الخلاصة:

للغاز البترولي المسال (بروبان) والغاز الطبيعي (ميثان) صيغ كيميائية مختلفة .i.e للميتان $CH_4$ وللبروبان $C_3H_8$ .

للغاز البترولي المسال محتوى حراري أكبر بكثير عن الغاز الطبيعي حيث القيمة الحرارية للغاز البترولي $93.2MJ/m^3$ بينما للغاز الطبيعي $38.7MJ/m^3$ .

للاحتراق المثالي يتطلب الغاز البترولي نسبة هواء إلى غاز مقدارها 1 : 25 بينما يتطلب الغاز الطبيعي نسبة مقدارها 1 : 10 .

الغاز البترولي المسال (بروبان) أكبر كثافة من الهواء بمقدار 1.5219 بينما الغاز الطبيعي أخف من الهواء بمقدار 0.5537 .

يتميز الغاز البترولي بإمكانية إسالته وضغطه داخل اسطوانات أو أوعية عملاقة وترحيله من مكان إلى أخر بكل سهولة ويسر.

يمكن معالجة الغاز البترولي واستخدامه كغاز مشابه وبديل للغاز المسال.

الهدف من هذا المشروع هو صيانة وإعادة تأهيل الجهاز لمعرفة القيمة الحرارية للوقود الغازي ، وقد تم صيانة الجهاز وعمل بعض التجارب على الجهاز وقد أعطت هذه التجارب نتائج مرضية حينما تم مقارنتها بنتائج مرجعية.

وقد تم إعداد ورقة عمل لشرح كيفية إجراء التجارب بالتفصيل يمكن العمل بها كمقترح لاستخدامها في المعمل كما موضح أدناه.

## مسعر عند ضغط ثابت

**الهدف:**

إيجاد القيمة الحرارية لوقود غازي.

**مكونات الجهاز:**

1. مسعر غازي.
2. حاكم مع متحكمة التوازن.
3. جهاز قياس سريان الغاز.
4. جهاز حريق.
5. ثيرمومترات.
6. وحدات قياس.
7. وصلات من المطاط لتوصيلات الغاز.
8. دورق بسعة.

**الخطوات:**

1. شغل الإمداد الرئيسي بفتح صمام (أكرة) التحكم لمسعر الغاز في الوضع (on).
2. أضبط إمداد الماء بحيث يكون هنالك مقدار صغير لطوفان الماء الزائد إلى الغاطس.
3. أشعل جهاز الحريق وأضبط منظم الهواء للحصول على لهبة غير مضيئة.
4. أضبط سريان الماء بحيث تتحصل على فرق درجة حرارة مقداره $12^oC$ إلى $15^oC$ بين درجة حرارة مدخل الماء ومخرج المسعر على الترتيب.
5. أسمح للحرارة بالوصول إلى الحالة المستقرة بعد الوصول إلى الحالة المستقرة أجمع الماء الخارج في دورق قياس. وقس الزمن لدورة غاز واحد لإيجاد حجم الغاز المستهلك.
6. أيضاً سجل درجات الحرارة في جدول المشاهدة.

7. حافظ على سريان الماء وسريان الغاز نفسه. كرر التجربة ثلاثة مرات أو أربعة مرات وخذ متوسط القراءات.

8. أحسب القيمة الحرارية للغاز.

**جدول القراءات:**

جدول (3.1) يوضح قراءات التجربة

| الماء الذي يتم تجميعه في دورة واحدة لغاز $mL$ | زمن دورة واحدة للغاز $sec$ | درجة حرارة غاز العادم $T_4(C^o)$ | درجة حرارة الغاز $T_3(C^o)$ | درجة حرارة مخرج الماء غلى المسعر الغازي $T_2(C^o)$ | درجة حرارة مدخل الماء إلى المسعر الغازي $T_1(C^o)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

**الحسابات:**

القيمة الحرارية للغاز:

$$C.V = \left(V_w/V_g\right) \times (T_2 - T_1) \times 1000 \ \frac{K\ cal}{m^3}$$

حيث أن:

$C.V$ القيمة الحرارية للغاز

$V_w$ حجم الماء المتدفق خلال التجربة $(m^3/sec)$

$V_g$ حجم الغاز المتدفق خلال التجربة $(m^3/sec)$

$T_2$ درجة حرارة مخرج الماء من المسعر الغازي

$T_1$ درجة حرارة مدخل الماء من المسعر الغازي

$$V_w(ml) = \frac{\text{المياه المجمعة في دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 0.000001 m^3/\text{sec}$$

$$V_g(ml) = \frac{\text{الغاز المقاس خلال دورة واحدة}}{\text{الزمن المطلوب}} \times 0.000001 m^3/\text{sec}$$

## 5.2 التوصيات:

- نؤكد على أهمية الجهاز والمحافظة عليه.
- يجب تكرار التجارب عدة مرات حتى يتم الحصول على النتيجة المرضية.
- الغاز أمن في استخدامه ولكن بالرغم من ذلك يجب استخدام الاحتياطات اللازمات وذلك لتفادي الأخطار غير المتوقعة.
- يمكن استخدام هذا الجهاز لتحديد القيمة الحرارية لجميع أنواع الغازات.
- يمكن استخدام الجهاز تجارياً للجهات التي يهمها تحديد القيمة الحرارية لوقود الغاز.
- إجراء مزيد من تجارب المعايرة للتأكد من العسة الحرارية للجهاز بصورة قاطعة.

**المراجع:**

1. دكتور أحمد مدحت إسلام – الطاقة ومصادرها المختلفة – 1988م .

2. مهندس استشاري محمد أحمد خليل – الوقود . الأفران . الحراريات – 2006م.

3. ويكيبديا الموسوعة الحرة:

http://ar.wikipedia.org

4. منتدى استار تايمر:

www.startimes.com/?t=24495212