مقارنة بين المحركات رباعية المشاوير و ثنائية المشاوير

اننا نتوقع أن تدور المحركات ثنائية المشاوير لها نصف قدرة المحركات رباعية المشاوير الموازية لها في حجم الاسطوانة طول المشوار و عدد الاسطوانات و سرعة المحرك نظرا لأن المحركات ثنائية المشاوير لها نصف عدد أشواط التشغيل الموجودة رباعية المشاوير، و هذا التوقع صحيح خصوصا في محركات الديزل ذات السرعات

البطيئة حيث يكون هناك الوقت الكافى لسحب و طرد الغازات أما في المحركات ثنائية المشاوير ذات السرعات العالية فان القدرة الناتجة سوف تكون أقل من المتوقعة نتيجة لعدم وجود الوقت الكافي لسحب و طرد الغازات مما يؤدى الي سحب كمية أقل من النسخة أو الهواء و عدم طرد غازات العادم طردا كاملا و بقاء جزء منها مع الشحنة الجديدة خلال شوط التشغيل مما يقلل من كفاءة عملية الحريق و كذلك ففى محركات البنزين يتم فقد جزء من الشحنة

في طرد غازات العادم كذلك فى محركات الديزل ثنائية المشاوير يتم فقد جزء من القدرة في إدارة مروحة الهواء لذبذبه داخل اسطوانة المحرك .

و عموما فان نسبة القدرة الي وزن المحرك فهى عالية جدا للمحركات ثنائية المشاوير عن المحركات رباعية المشاويرنظرا لخفة وزن هذه المحركات بالمقارنة بالمحركات رباعية المشاوير

و يرجع ذلك الي عدم وجود بعض الأجزاء التى تعتبر ضرورية فى محركات المشاوير مثل الصمامات و عمود الكامات و تروس التوقيت و عمود التاكيهات . و المحركات رباعية المشاوير لها كفاءة حرارية أعلى من المحركات ثنائية المشاوير خصوصا في محركات البنزين حيث يفقد جزء من الشحنة مع غازات العادم فيكون استهلاك الوقود لهذه المحركات كبير كذلك المحركات ثنائية المشاوير تمتاز بكثرة استهلاكها لزيت التزيت.

مقارن بين محركات الاشتعال بالحرارة و الاشتعال بالضغط

محركات الاشتعال بالضغط (ديزل)	محركات الاشتعال بالشرارة (بنزين)
١- الوقود المستعمل السولار	١- الوقود المستعمل عادة البنزين والكيروسين
٢- الشغط فى نهايو الضغط حوالى ٥٠٠٠ كيلو نيوتن / م^{٢}	٢- الضغط فى نهاية شوط الضغط حوالى ٢٥٠٠ كيلو نيوتن / م^{٢}
٣- يتم حقن الوقود داخل الاسطوانة بعد كبس الهواء	٣- يتم خلط الوقود مع الهواء قبل الـدخول الـى الاسطوانة
٤- لها طلمبة حقن وقود ورشاشات ولبعضها شموع تسخين	٤- لها كاربيراتير وموزع شرارة
٥- نسبة الكبس من ١٢,٥ – ١٩	٥- نسبة الكبس من ٧-١٠
٦- الكفاءة الحرارية ٣٠-٣٥%	٦- الطفاءة الحرارية ٢٠-٢٥%
٧- المحرك ثقيل لأنه يصنع من مواد ثقيلة وسميكة لتحمل الضغط العالى	٧- المحرك خفيف لأنه يصنع من مواد خفيفة نظرا لصغر الضغط نسبيا بالمقارنة بمحركات الديزل
٨- درجة الحرارة فى نهاية شوط الضغط حوالى ١٠٠٠ م^{o}	٨- درجة الحرارة فى نهاية شوط الضغط منخفضة نسبيا

مقياس أداء الجرارات:

أداء الجرارات يمكن قياسه بطرق عدة . و يتوقف جودة المعيار على الغرض من استخدام الجرار ، في بعض الأحيان يشير المزارعين في الخارج الي حجم الجرار عن طريق عدد الأبدان للمحراث القلاب التى يتراوح عرضها ما بين ١٤- ١٦ بوصة و التى يستطيع الجرار أن يشدها .

أقصى قوة شد يمكن أن يوفرها الجرار قد تستخدم كأساس للمقارنة و لكن في معظم الأحيان نجد أن قوة الشد تتأثر بحالة التربةو أيضا بنسبة التخفيض في صندوق التروس و الأثقال الأمامية المحمولة . و حيث أن القدرة داله لكل من السرعة و القوة فلا يمكن استخدام الأخير فقط للتعبير عن الأداء . بالنسبة للجرارات التى تستخدم بكثرة في أداء الآلات الثابتة باستخدامPTO فالمعيار المناسب لقياس الأداء هو أقصى قدرة من PTO .

و لدقة المقارنة بين المحركات فقد اختيرت ظروف قياسية موحدة لإجراء الاختبارات على الجرارات و هذه الظروف هى ٦٠ درجة فهرنهيت و ٢٩٫٩٢ بوصة زئبق ضغط جوى و تضرب قيمة قدرة الشد و القدرة من PTO في ٧٥ر ، ٨٥ر على ترتيب ليجاد ما يسمى Rated PTO hp, Rated draw bar hp و هى عبارة عن القدرات التى يمكن أن يعمل عليها الجرارات على مدى فترة التشغيل اليومية .

استهلاك الوقود مقياس هام أيضا للمعايرة و قد تستخدم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لبيان كفاءة الجرارات .منحنى العزم يستخدم أيضا لقيس الاستمرارية و المقدرة على الشد للمحرك أثناء تقليل سرعته نتيجة لزيادة الأحمال عليه . و قد تستخدم منحنيات العلاقة بين السرعة و قوة الشد للجرارات عند تعشيق تروس معينة و أقصى سرعة للمحرك و تعتبر هذه أفضل وسيلة للقياس حيث أنها تؤخذ في الاعتبار كل من الشد وتسبه التخفيض للسرعات.

القدرة : و هى معدل بذل الشغل ووحداتها كيلوجرام قوة/ متر ثانية أو الحصان أو الوات .

الحصان : و هو وحدة القدرة و يساوى ٧٥ كيلوجرام قوة/ متر ثانية .

القدرة البيانية : و هى القدرة البيانية و التى تحسب من منحنى العلاقة بين الضغط و الحجم للمحرك و هى تمثل القدرة المؤثرة على المكبس نتيجة لحرق الوقود ، و يمكن حساب القدرة البيانية كما يلى إذا كان عدد لفات المحرك فى الدقيقة ن.

∴ زمن اللفة الواحدة لعمود الكرنك = $\frac{65}{ن}$ ثانية / لفة

∴ وحيث ان مشوار المكبس يساوى نصف لفة على عمود الكرنك

∴ زمن المشوار (Stroke) = (٢/٦٠ن) ثانية / مشوار

∴

∴ وحيث أن كل دورة حرارية كاملة تتم فى أربع مشاوير

∴ زمن الدورة = ٤×(٢/٦٠ن) = ١٢٠/ن ثانية / دورة

وبما ان القدرة هى معدل بذل الشغل بالنسبة للزمن

القدرة البيانية = (الشغل الصافى من الدورة / زمن الدورة) = $\frac{ش \times ن}{120}$

والعلاقة الاخيرة تعطى القدرة البيانية لمحرك ذو اسطوانة واحدة – واذا كان المحرك يتكون من اكثر من اسطوانة وليكن العدد ن من الاسطوانة

القدرة البيانية لمحرك به (ن) اسطوانة = $\frac{ن \times ن \times ش}{120}$

كيلوجرام قوة . متر / ثانية

ذلك اذا ما كان وحدات الشغل (ش) كيلو جرام قوة . متر وحيث أن الشغل يساوى حاصل ضرب القوة فى المسافة

∴ الشغل (ش) = القوة × المسافة = ق × ل حيث (ل) هى طول مشوار المكبس

أما القوة المسببة للشغل فهى قوة دفع الغازات الناتجة من الاحتراق للمكبس الى أسفل ويمكن حساب هذه القوة من حاصل ضرب متوسط الضغط البيانى الفعال للغازات فى مساحة المكبس

∴ ق = ض × م حيث م مساحة سطح المكبس

ش = ض × ط نق٢ × ل

القدرة البيانية للمحرك = (نَ × ن × ض. ط نق٢ × ل) / ١٢٠ كيلو جرام قوة.متر/ثانية

= (نَ × ن × ض. ط نق٢ × ل) / (١٢٠×٧٥)

= (نَ × ن × ض×م× ل) / (١٢٠×٧٥)

حصان

$$\therefore I.HP = \frac{PILIIR^2 Nn}{120 \times 75} = \frac{\Pr PLANn}{120 \times 75} HP$$

Where

PI = Indicated mean effective pressure (kg.F/m2)

L = engine stroke (in meter)

A = Piston area (or cylinder area in m2)

N = engine speed (revolution per minute)

n = Number of cylinders

II = 3.14

R = piston radius (in meter)

4-العزم :

عزم المحرك يشير الي جهد للدوران الموجود على عمود الكرنك ، و الذى ينتقل الي طاره السير أو الي ميكانيزم نقل القدرة . شكل (٤٦) يبين منحنيات العزم لبعض محركات الأعمال الثقيلة أحدهما محرك ديزل و الآخر محرك بنزين . و يلاحظ أن العزم يتغير بتغير سرعة المحرك و يقل مع السرعات العالية و هذا يكون ناتج عن قلة مخلوط الهواء و الوقود الداخل الي الاسطوانة و قلة الكفاءة الحجمية

و من الملاحظ أن منحنى العزم لمحرك الديزل أعلى من البنزين و مماثل بعض الشيء و هذا يفسر السبب في أن المحركات الديزل لا تقل سرعتها بزيادة الأحمال كما يحدث مع محركات البنزين (ظاهرة التثاقل).

القدرة الفرملية :

و هى القدرة القصوى المستمدة من المحرك بواسطة عمود الكرنك و هى تساوى

$$B.HP = \frac{P_B LANn}{120 \times 75} HP$$

Where L,A,N, n as before PB = Break mean effective pressure

و هو متوسط الضغط الفرملى الفعال و هو ذلك الجزء من المتوسط الضغط البياني الفعال الذى يستغل في توليد القدرة الفرملية

Where

$$I.HP = \frac{P_I LANn}{120 \times 75} \qquad \therefore \frac{B.HP}{I.HP} = P_B / P_I$$

$$\therefore P_B = P_I \frac{B.HP}{I.HP} = \eta_{mech} P_I$$

القدرة الفرملية :

المعدات المستخدمة لتحديد القدرة الفرملية للمحركات تسمى بالديناموميتر ، و هى تعنى مقياس و توجد أنواع عديدة من الديناموميتر مثل(برونى براك) و النوع الكهربى و النوع الهيدروليكى .

برونى براك دينامومتر :

هذا الدينامومتر يعتبر من النوع البدائى و كما بالرسم توجد قوابض من الخشب (a) تعمل عمل الفرملة تضغط على طارة عمود الموفق (b) بإحكام و ذلك عن طريق عجلة صغيرة يدوية (c) . عندما يحاول المحرك أن يدور في اتجاه الدائرة المبينة بالسهم فنجد أن الذراع (d) يضغط على المقياس (e) و يحدث أن يتحرك المقياس و يعطى القراءة (f) .

الفهم الواضح لمبدأ عمل (برونى براك) ضروريا لفهم الأنواع الأخرى من الديناموميترات . نفترض أن (b) تكون محكمة و أن هناك قوة احتكاك بين (a) و (b) عن طريق العجلة الدوارة (c) . إذا سمحنا للقوة (f) بأن تؤثر على الذراع (d) ليدور دورة واحدة في الاتجاه الدائرى المبين بالدائرة المنقطة و على هذا فالشغل المبذول للدورة الواحدة

يكون حاصل ضرب (F) في المسافة (L٢) . الآن نفترض أن الذراع (D) يكون ثابت و أن العجلة (b) تدور لفة واحدة داخل الكلابة الخشبية فنجد أن الشغل المبذول في كلا الحالتين يكون هو الضرورى للتغلب على الاحتكاك بين العجلة و الكلابة و يكون الشغل في الحالة الثانية هو نفسه (Lfn 2) . و الآن إذا كانت

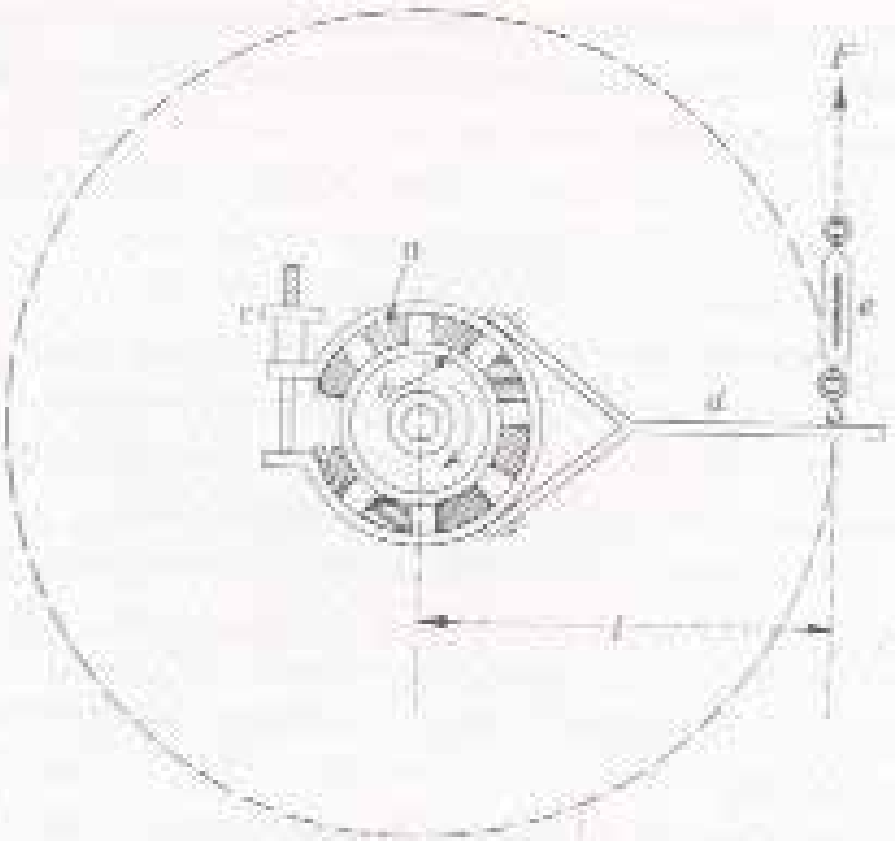


FIGURE 15.2 Prony brake.

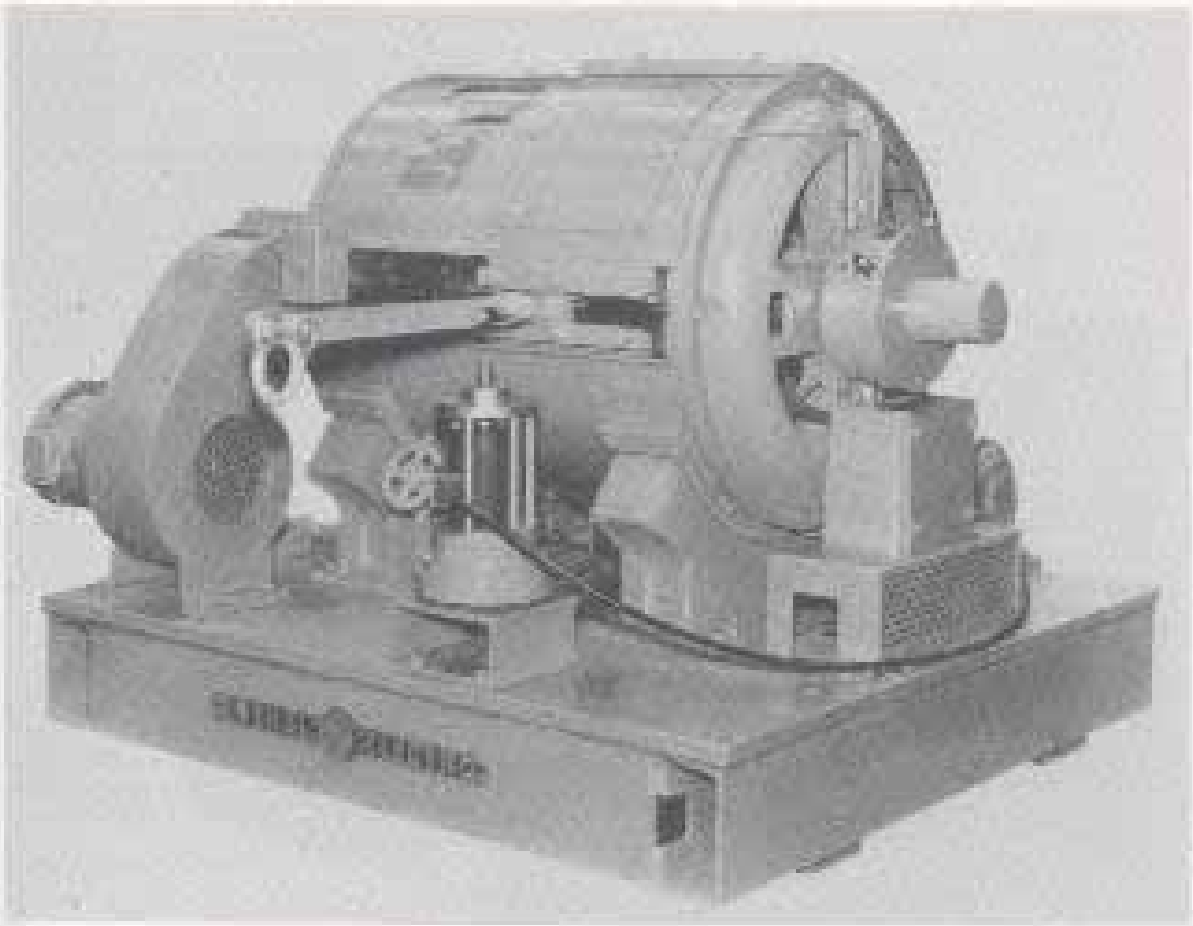


FIGURE 15.4 DC electric dynamometer. (Courtesy of General Electric Co.)

العجلة تلف عدد من المرات تساوى n من الدقيقة فنجد أن الشغل يساوى $L\pi fn$ 2 وفى المعادلة السابقة نجد ان القدرة تساوى

وفى المعادلة السابقة نجد أن العزم = FL

$$hp = \frac{2\pi nT}{cons\ \tan t}$$

حيث أن T هو العزم Ib-ft

ولتسهيل الحسابات فانه من الشائع التعبير عن الجزء من المعادلة الذى لا يتغير بثابت يسمى k

$$K = \frac{2\pi nT}{cons \quad \tan \quad t}$$

$$\therefore hp = KFN$$

الديناموميتر الكهربائى :-

لعمليات القياس الدقيقة للمحركات الكبيرة و المتعددة الاسطوانات و المحركات ذات السرعات المتغيرة فيفضل استخدام الديناموميترات الكهربية و يتركب هذا النوع من الديناموميترات من وحدة توليد و وحدة المقاومة و جهاز التحكم و الميزان و الهيكل الخارجى لمولد التيار المباشر محمل على كراسى رومان بلى مثبتة على قوائم متينة كما بالرسم و بذلك يكون سهل على المولد كله أن يدور بسهولة .

و هذا الدوران يمكن أن يقاوم بواسطة ذراع العزم و المقياس . المحرك اختباره يحمل بجانب المولد و يوصل مباشرة بالجزء الدوار للموتور الكهربى و إذا كان هذا غير ممكن فيتم الاتصال بواسطة طارة و سير . الحمل أو الضغط على المقياس يتكون بواسطة الفعل الالكترومغناطيسى بين الهيكل و الجزء الدوار .

عندما يدور الجزء الدوار نجد أن الحقل الالكترومغناطيسى المتكون يحاول أن يدير الهيكل مع الجزء الدوار . و فعل الشد أو العزم هذا يجعل الهيكل يدور نسبة معينة و يخلق ضغط على المقياس المتصل بزراع العزم و من الوصف يتضح أن هذا الديناموميتر يشبه فى طريقة عمله (برونى براك) . و بملاحظة rpm للجزء الدوار و طول زراع العزم و الحمل الصافى على المقياس . فان القدرة يمكن حسابها بنفس المعادلة السابقة

$$hp = \frac{\text{net load (lb)} \times \text{I.b.a (ft)} \times 2\pi \times \text{tpm}}{33.000}$$

و الينامومتر الكهربى يكون أكثر تكلفة و يحتاج خبرة و حرص أكبر فى التشغيل ومع ذلك فانه اكثر دقة من النوع الاول .

الديناميتر الهيدروليكى :

الديناموميتر الهيدروليكى مشابه جدا فى طريقة عمله للديناموميتر الكهربائى ولكن فى هذه الحالة نجد أن العزم على الغلاف الخارجى يحدث كنتيجة لرد الفعل الهيدروليكى الناشئ عن طريق الماء الذى يوجد داخل الغلاف وحول الجزء الدوار . حركة الجزء الدوار تعطى الحركة للماء ومنها ينتقل الى الغلاف

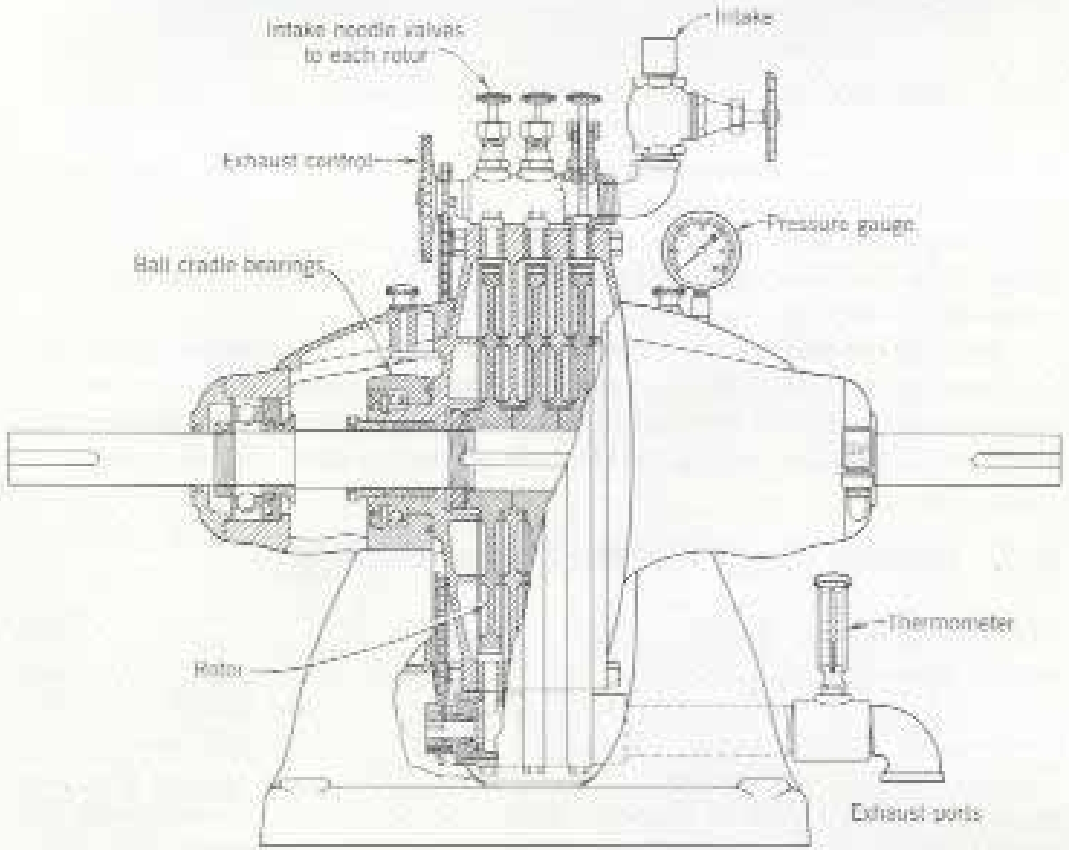


FIGURE 15.3 Hydraulic dynamometer. (Courtesy of Taylor Dynamometer and Machine Co.)

*E. P. Culver, *Mechanical Engineering*, October 1937.

- القدرة المفقودة فى الاحتكاك :

وهى تساوى القدرة اللازمة لادارة المحرك عند اى سرعة دون اعطاء اى قدرة يمكن استغلالها وهى عادة تقاس بواسطة موتور كهربائى الذى يعطى القدرة اللازمة لادارة المحرك وهذه القدرة تساوى القدرة المفقودة فى الاحتكاك داخل المحرك

وفى عملية الطرد وسحب الغازات داخل المحرك والقدرة المفقودة فى ادارة طلمبة حقن الوقود وماء التبريد والمرحوة ولذلك فان القدرة المفقودة فى الاحتكاك سوف تتناسب طردى مع سرعة المحرك

طريقة قياس القدرة المفقودة فى الاحتكاك لمحرك بنزين

نستطيع تحديد القدرة المفقودة فى الاحتكاك لأى محرك بنزين بواسطة اختبار يعرف باختبار مورس فاذا كان لدينا محرك بنزين ذو أربع اسطوانات فان القدرة الفرملية لهذا المحرك تساوى مجموع القدرات البيانية لكل اسطوانة مطروحا منها القدرة الكلية المفقودة فى الاحتكاك أى أن

B. HP4 = (I.HP)1 + (I.HP)2 + (I.HP)3 + (I.HP)4 – F.HPT ..... (1)

فإذا ما فصلت شمعة الاحتراق عن الاسطوانة الأولى فانه لن يحدث اشتعال فى هذه الاسطوانة وبالتالى فان القدرة المتولدة سوف تكون من ٣ اسطوانات مع ملاحظة أن القدرة الكلية المفقودة فى الاحتكاك سوف تكون كما هى أى أن :-

∴ B. HP3 = (I.HP)3 + (I.HP)4 – F.HPT ..... (1)

وبطرح معادلة ٢ من ١

$$I.HP1 = B.HP4 - B.HP3$$

وبقياس القدرة الفرملية للمحرك فى حالة عمل الأربع اسطوانات وفى حالة عمل ٣ اسطوانات فقط فإننا نستطيع تحديد القدرات البيانية لها جميعا وبالتعويض فى المعادلة رقم ١ نستطيع ايجاد القدرة الكلية المفقودة فى الاحتكاك

٨- الكفاءة الميكانيكية :-

وهى النسبة بين القدرة المعطاه بواسطة المحرك أو القدرة الميكانيكية الممكن استغلالها من المحرك أو القدرة الخارجة والقدرة الحرارية المعطاه للمحرك من الوقود أو القدرة الداخلة

الكفاءة الميكانيكية = (القدرة الخارجة/القدرة الداخلة)=(القدرة الفرملية/البيانية) × ١٠٠

MechanicalEfficiency ($\eta_{mech} = \frac{Output}{input} \times 100 = \frac{B.HP}{I.HP} \times 100$)

فالقدرة الفرملية لأى محرك تقل عن القدرة البيانية بمقدار القدرة المفقودة فى الاحتكاك (F.HP) ومن ذلك يتضح أن القدرة البيانية تساوى مجموع القدرة الفرملية والقدرة المفقودة فى الاحتكاك

$$I.HP = B.HP + F.HP$$

وتختلف الكفاءة الميكانيكية من محرك لاخر طبقا لسرعة عمود الكرنك غير أنها تتراوح بين ٨٠-٨٥% فى حالة التشغيل العادى للمحرك على السرعة المصمم عليها

- الكفاءة الحجمية :

الكفاءة الحجمية للمحرك هى النسبة بين حجم الشحنة والهواء الداخلة للمحرك فى شوط السحب الواحد وبين الحجم الفعلى لإزاحة المكبس التى تؤثر على الكفاءة الحجمية هى :-

١- الضغط الجوى ودرجة الحرارة

٢- تصميم أنابيب السحب (طولها وحجمها ونعومتها)

٣- درجة حرارة أنابيب السحب

٤- فلتر الهواء (تصميمه وعمله)

٥- سرعة المكبس

٦- نسبة الضغط

٧- توقيت فتح الصمامات وحجمها ومقدار اتساع فتحتها

٨- درجة الحرارة المثلى لعمل المحرك

فاللحصول على كفاءة حجمية عاليـة يجـب اخـذ العوامل التالية فى الاعتبار عند تصميم المحرك:-

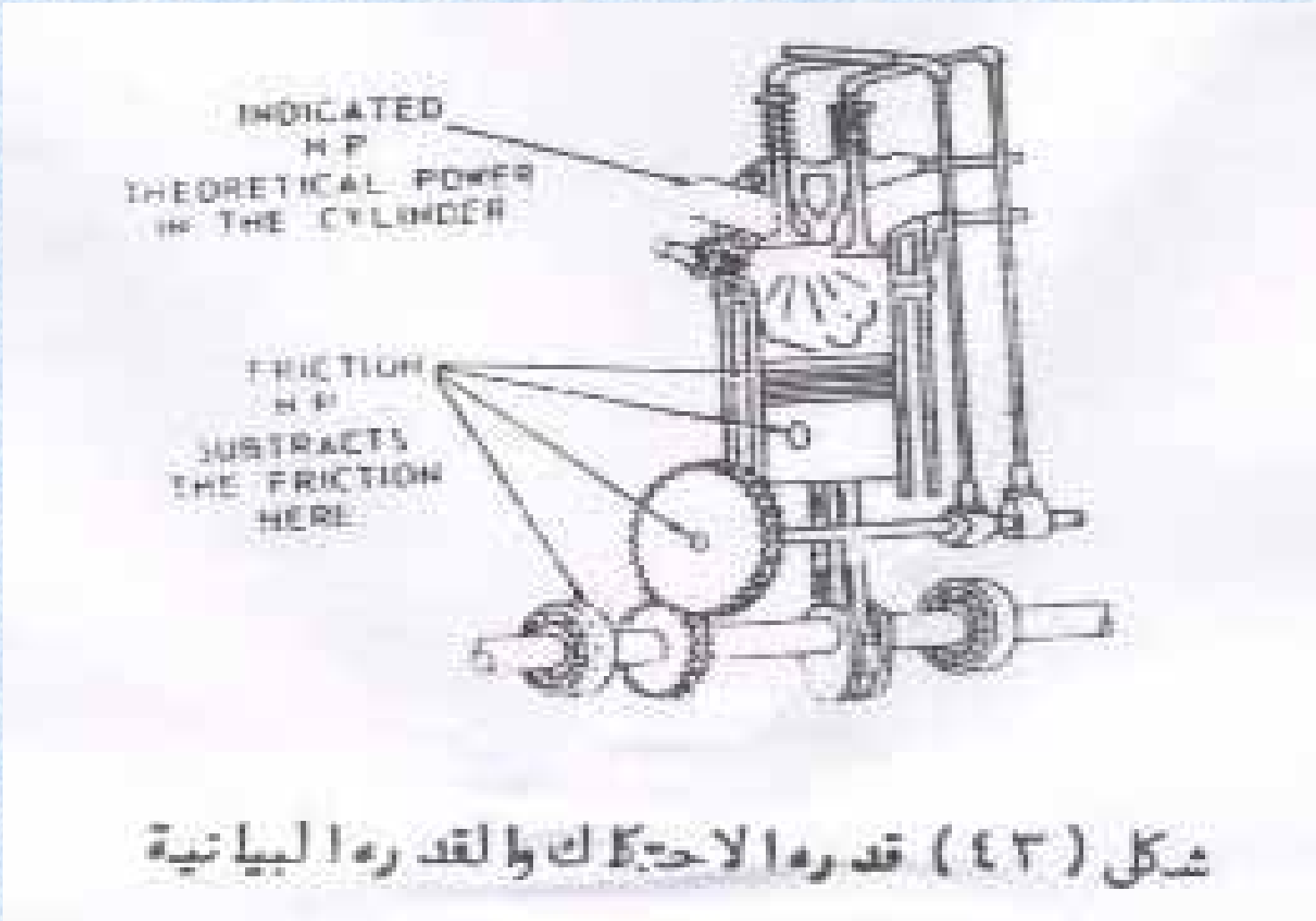
- أن تكون أنابيب السحب الطرد واسعة وخالية مـن المعوقات لسريان الفلزات
- اختيار التوقيت المناسب لفتح وغلـق الـصمامات (وفتح صمام الخانق فى محركات البنزين) لسرعات المحرك التى يكثر العمل عليها

- أن تكون درجة حرارة الهواء أو الشحنه أقـل مـا يمكن لأن نتيجة التمـدد الحـرارى للغـازات فـان الاسطوانة سوف تحتفظ بكمية اقل مـن الهـواء أو الشحنة اذا ما كانت جدران الاسطوانة ساخنة

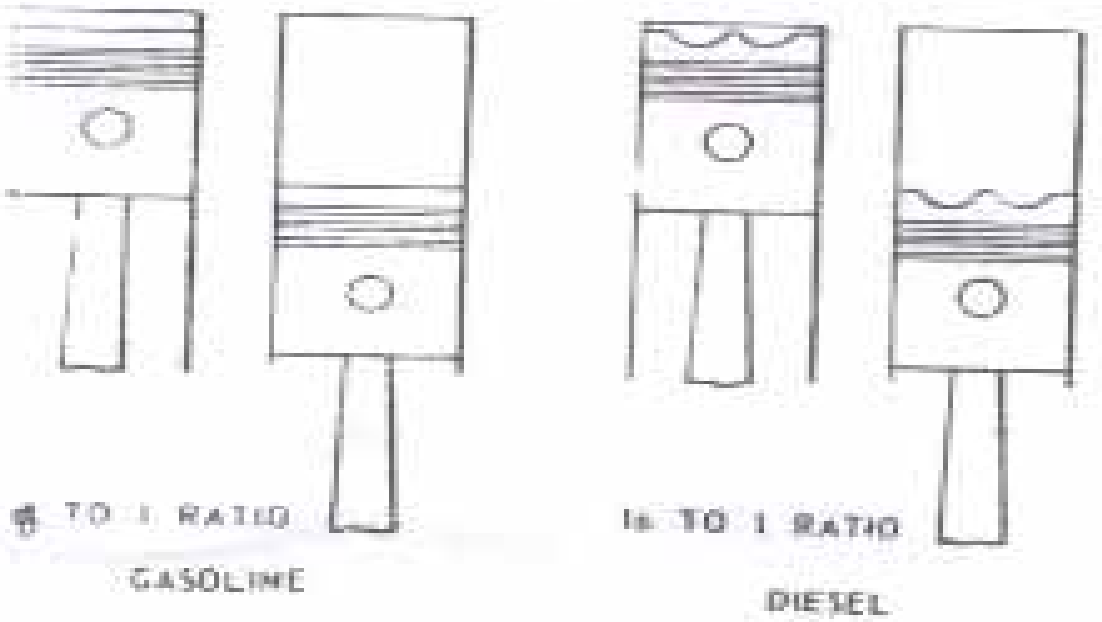
وتتراوح الكفاءة الحجمية لمحركات الاحتراق الداخلى بين ٧٥-٨٥%

٩- نسبة الضغط :-

وهى النسبة بين حجم الشحنة قبل ضغطها وحجم الشحنة بعد الضغط فعندما يكون المكبس فى المنطقة المثبتة العليا بعد ضغط الشحنة فان الفراغ المحصور بين قيمة المكبس ورأس الاسطوانة يسمى حجم الخلوص (Vc) أما الفراغ المحصور بين قمة المكبس ورأس الاسطوانة عندما يكون المكبس عند النقطة الميته السفلى فهو يسمى الحجم الكلى وهو يساوى مجموع حجم الخلوص وحجم إزاحة المكبس



شكل (٤٣) قدرة الاحتكاك والقدرة البيانية



شكل (٤٤) نسبه الكبس فى محركات الديزل والبنزين

نسبة المكبس=(الحجم الكلى/ حجم الخلوص) – (حجم الخلوص×حجم الإزاحة) / حجم الخلوص

= ١ × (حجم الإزاحة / حجم الخلوص)

$$\text{Compression ratio (r)} = \frac{V_t}{V_c} = \frac{V_c \times V_s}{V_c} = 1 \times \frac{V_s}{V_c}$$

وتتراوح نسبة المكبس لمحركات البنزين من محركات ٧-١٠ بينما فى محركات الديزل تتراوح من ١٢,٥ الى ١٩ ويلاحظ ان نسبة الكبس العالية مفضلة لأنها تزويد من كفاءة المحرك خاصة محركات الديزل ذلك لأن زيادة ضغط الهواء يزيد من سهولة وسرعة احتراق الوقود عند حقنه أما فى محركات البنزين فنسب الكبس العالية مرغوبة لحد معين هو عدم حدوث تفيق فى المحرك فزيادة نسبة الكبس عن هذا الحد قد تؤدى الى سرعة احتراق الوقود تلقائيا

١٠- الكفاءة الحرارية :

أى أن محرك لا يستطيع تحويل جميع الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية فالطاقة الحرارية المتولدة من الوقود لا تتحول كلها الى طاقة ميكانيكية لأن المحرك يفقد جزء كبير من هذه الطاقة الحرارية مع غازات العادم وبالاشعاع والتبريد والاحتكاك

وغير ذلك فالكفاءة الحرارية المعبر عن مدى كفاءة هذا المحرك فى تحويل هذه الطاقة الحرارية الى طاقة مكانيكية فهى النسبة بين القدرة الميكانيكية الخارجة من المحرك الى القدرة الحرارية للوقود ويمكن حساب الكفاءة الحرارية على اساس القدرة البيانية او القدرة الفرملية وبالاشارة الى شكل وجد نظريا أن زيادة الضغط من مشوار الضغط

تزيد من الكفاءة الحرارية ومن الصعب وغير العملى أن نستفيد من ذلك وخاصة فى المحركات الى تحتوى على كربراتير وذلك لأن ارتفاع الضغط يسبب ظاهرة التصفيق لمخلوط الوقود حيث أن الضغط العالى يزيد من درجة حرارة الاسطوانات ويشتعل الوقود بسرعة مبكرا عن التوقيت المناسب ولكن فى محركات الديزل نجد أن ارتفاع الضغط يمكن إجرائه وذلك لأن الوقود لا يدخل الاسطوانة الا فى الوقت المناسب للاشتعال ولهذا فان كفاءة هذه المحركات عالية .

استهلاك الوقود :

واحدة من الأهداف الرئيسية فى تصميم وتركيب وتشغيل محركات الاحتراق الداخلى هو ضمان كفاءة عالية فى ظروف مختلفة من التشغيل وكما هو معروف فان الكفاءة تعنى الحصول على اعلى قدرة ممكنة مع اقل تكلفة ممكنة وليس اقل كمية ممكنة من الوقود فعلى سبيل المثال قد يقوم محرك بحرق نوعين من الوقود ويستهلك كمية اقل من الوقود الأول

ولكن الوقود الثانى أرخص من الأول ففى هذه الحالة قد يفضل استخدام الوقود الأرخص ثمنا الاستهلاك الفعلى من الوقود يعبر عنه فى معظم الأحيان بالرطل أو بالكيلو جرام لكل حصان ساعة أو (كجم / كيلووات ساعة) ويلاحظ أن كمية الوقود المستهلكة بواسطة المحرك تختلف حسب الحجم ولكن باستخدام المقياس رطل / حصان أو (كجم / كيلو وات ز ساعة) نجد أن استهلاك الوقود لمحركان مختلفان تماما فى الحجم يعطيان نفس قيمة الاستهلاك تقريبا المحركات التى

تستخدم وقود البنزين مع اختلاف أحجامها نجد أنها تستهلك كمية ثابتة من الوقود لكل حصان \ ساعة

وذلك اذا كان الاستهلاك تقريبا عند حمل أقل من نصف التحميل الكلى وهذه المحركات نادرا ما تحرق أقل من ٠,٥٥ رطل لكل حصان ز ساعة من الوقود والمتوسط يكون حوالى ٠,٦ رطل / حصان و ساعة ويصل المعدل الى ٠,٧ رطل / حصان ز ساعة

وبالنسبة لمحركات الديزل والمحركات الأخرى ذات نسبة الانضغاط العالية نجد أن استهلاكها للوقود يتراوح بين ٠,٤ الى ٠,٥ رطل / حصان ز ساعة ونادرا ما تستهلك وقد أكثر من ٥٥ رطل / حصان ز ساعة وعموما حساب استهلاك الوقود بهذه الطريقة يسمى بالاستهلاك النوعى للوقود .

Specific Fuel Consumption (S.F.C.)

$$(\text{S.F.C.} \quad) = \frac{\text{kg of fel/hour}}{I.HP \text{in} KW}$$

$$(\text{S.F.C.} \quad) = \frac{\text{kg of fel/hour}}{I.HP \text{in} HP}$$

وعموما يمكن القول أن هناك بعض العوامل التى تجعل احتراق الوقود داخل المحرك يتم بكفاءة واقتصاديا ومنها :

ضغط تشغيل عادى للمحرك

حمل التشغيل خفيف – متوسط ز ثقيل

الحالة الميكانيكية وتنقسم إلى :-

توقيت اشتعال مناسب

توقيت صحيح للصبابات

خليط الوقود يكون مضبوط

سنان المكبس والاسطوانة غير متآكلة

كراسي المحاور مضبوطة

التزييت مناسب

تأثير التحميل على الكفاءة :-

المنحيات تبين أن اى محرك يعمل عند حمل خفيف جدا سوف يستعمل وقود أكثر لكل حصان ساعة وبازدياد التحميل فان استهلاك الوقود يقل حتى يعطى أفضل النتائج اقتصاديا ومن الواضح أن كمية معينة من الوقود تكون مطلوبة لإدارة المحرك نفسه أى القدرة المطلوبة للتغلب على الاحتكاك

وهذا الاحتكاك وكمية الوقود اللازمة للتغلب عليه يظلان عمليا بصرف النظر عن درجة تحميل المحرك ولهذا يزايدة التحميل نجد أن نسبة الوقود اللازمة للتغلب فى الاحتكاك تقل بالنسبة للكمية الكلية كلما ازداد التحميل وهذه الخاصية للمحركات وهى التوفير فى الوقود عند الأحمال المتوسط والعالية تشجعنا على اختيار الجرار المناسب للعمل فلا يستخدم مثلا جرار قدرته ٥٠ حصان فى عمل يحتاج الى ١٠حصان وكذلك يجب عدم زيادة تحميل المحرك عن اللزوم

مثال :

محرك ديزل يعطى قدرة بيانية ٣٧,٥ كيلو وات باستعمال ٦ كيلو جرام من الوقود فى الساعة والقيمة الحرارية لهذا الوقود ٤٥٠٠٠ كيلو جرام فاذا كانت القدرة المفقودة فى الاحتكاك ٨,٥ كيلو جرام أوجد :-

١- القدرة الفرملية

٢- معدل استهلاك الوقود على أساس القدرة الفرملية بالكيلو جرام / كيلو وات ز ساعة

٣- الكفاءة الميكانيكية

٤- الكفاءة الحرارية البيانية

الحـــــــــل

١- B.HP = 1.HP - F.HP = ٣٧,٥ – ٨,٥ =

٢٩ KW

٢- Fuel consumption = ٩ kg / h

Specific Fuel consumption = ٢٩/٩ kg/kw. h

kg/kw. h ٠,٣١ =

٣- B.HP/I.HP = Mechamical efficiency × 100

= ٢٩/٣٧,٥ × ١٠٠ = ٧٧,٣ %

٤- = Indicated thermal efficiency

{I.HP(watts) / Kg of feul/ sec.X.ev}×100

= (٣٧,٥ × ١٠٣ × ٣٦٠٠ / ٩×٤٥×١٠٦) × ١٠٠

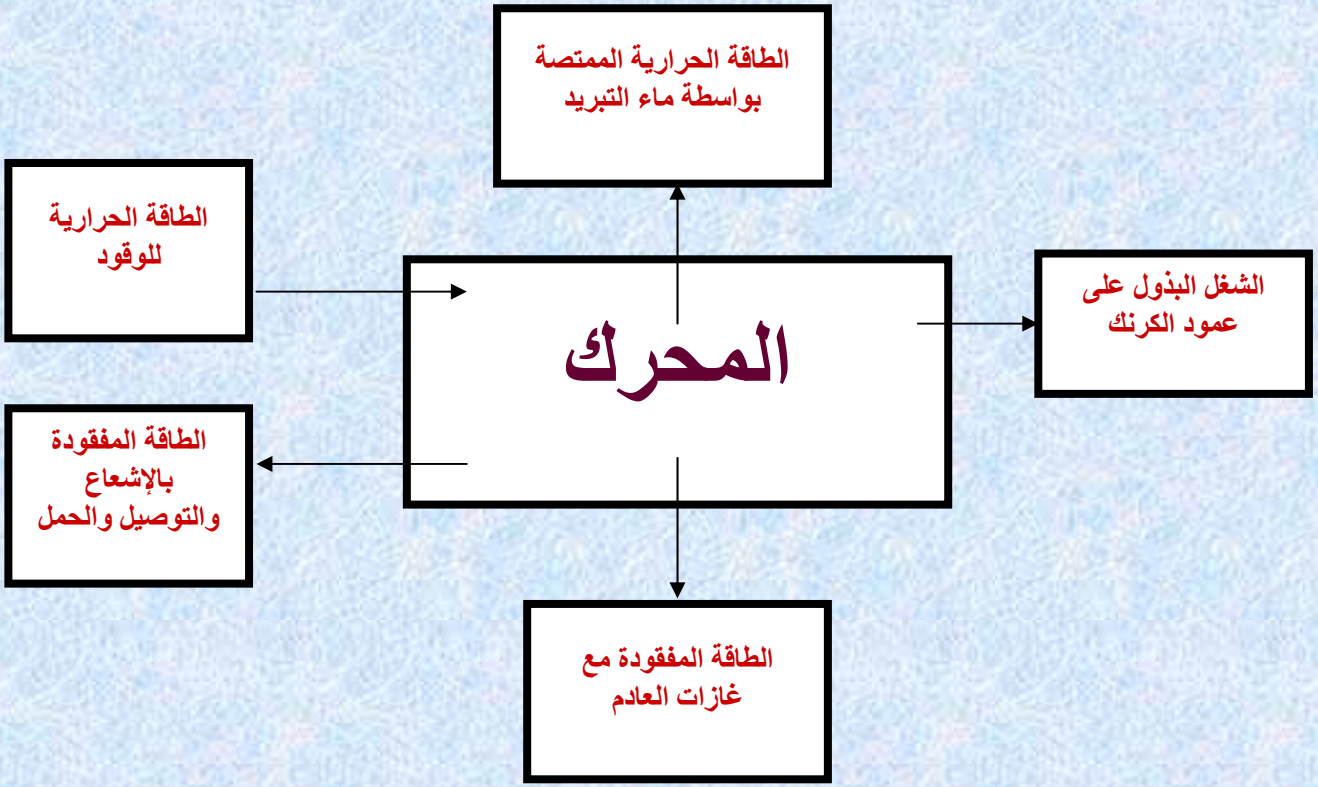
= ٣٣,٣%

١٢- الاتزان الحرارى لمحركات الاحتراق الداخلى :-

أن محركات الاحتراق الداخلى تعتبر نظام مفتوح يعمل لسريان منتظم والذى به يدخل كتلة من الوقود والهواء ويخرج منه كتلة من غازات العادم وانه لمن المفيد معرفة كيفية توزيع الطاقة الداخلة (الناتجة من احتراق الوقود) ولكن من الصعب ايجاد هذا التوزيع لنظام مفتوح ذلك لأنه يحتاج الى حساب الطاقة المختزنة

ومقدار الشغل المبذول والمعطى عند نقط الخروج والدخول لنظام ولكن من الممكن حساب هذا التوزيع بالتقريب اذا ما اعتبر المحرك نظام مغلق وفى هذه الحالة يطبق القانون الاول للديناميكا الحرارية والذى ينص على أن الطاقة الحرارية الداخلة الى النظام تساوى مجموع الشغل والطاقة الخارجة من النظام

الاتزان الحرارى للمحرك



فالطرف الأيسر من هذه المعادلة يوضح مقدار الطاقة الداخلة الى النظام والطرق الأيمن يوضح توزيعها وقد يحسب هذا التوزيع للكيلوجرام من الوقود وعلى أساس الوقت ويمكن التعبير عن هذه الكميات أما بالوحدات الحرارية أو كنسبة مئوية من الطاقة المعطاه من الوقود فى شكل جدول يشمل الاتى :

١- الطاقة المعطاه فى الثانية = كتلة الوقود المستعمل فى الثانية × القيمة الحرارية للوقود $Q_c = mc(t_2 - t_1) watt$

Mess of Fuel used / second × C. V. Watt

2- الطاقة الناتجة فى الثانية

أ- الشغل الخارج = W القدرة الفرملية وات

ب- الطاقة الممتصة بواسطة ماء التبريد

Heat Elow to cooling water

Where m= Flow of cooling water kg/s

C= Specific heat capacity for water = 4187 J/Kg. C.

t_1= entry temperature of cooling water

t_2= leaving temperature of cooling water

أما الطاقة الممتصة بواسطة غازات العادم والمفقودة بواسطة الإشعاع والحمـــــل ($Q_e + Q_r$) فسوف يتم حسابهم على أساس الفرق بين كمية الطاقة المعطاه وبين كمية الطاقة المعطاه وبين الطاقة المفقودة فى ماء التبريد والطاقة المستغلة فى انتاج الشغل

مثال :

فى اختبار محرك ديزل رباعى الأشواط ذو اسطوانة واحدة وطول مشوار المكبس ٤٠٠مم وقطره ٢٠٠مم حصل على انتاج التالية : الضغط البيانى ٤٥٠٠ نيوتن / م^{٢} كان طول ذراع الفرملة ٨٠ سم دوران الكرنك ٢٥٨ لفة / دقيقة وقوة الشد على زراع الفرملة ٤٧ كيلوجرام وقوة استهلاك الوقود ٣,٢ كيلوجرام / ساعة والطاقة الحرارية لهذا الوقود ٤٥٠٠ كيلوجول / كيلوجرام وسرعان ماء التبريد ٢,٣ كيلوجرام /دقيقة ودرجة حرارة الماء عند الدخول كانت ٢٠م^{٥} وعند خروجها كانت ٥,٥٨

احسب الاتى :-

١. الكفاءة الميكانيكية
٢. الكفاءة الحرارية البيانية
٣. أوجد الاتزان الحرارى للمحرك على أساس الوقت ولمدة دقيقة واحدة

الحـــــــــــــــل

$$\eta_{mech} = \frac{B.HP}{I.HP}$$

$$I.HP = \frac{P_I LAN_C n}{cons\tan t}$$

$$P_I = 540.000 \quad \text{N/m2}$$

$$\therefore I.HP = \frac{54000 \times 0.4 \times II(0.1)^2 \times 258}{2 \times 1000 \times 60} 14.63kw$$

$$B.HP = \frac{2IINT}{cons\tan t} = \frac{2II \times 258 \times 0.8 \times 47 \times 9.81}{60 \times 1000} = 9.965kw$$

$$\eta_{mech} = \frac{B.HP}{I.HP} = \frac{9.969}{14.63} = 0.6811 = 68.11\%$$

$$\eta_{I.th} = \frac{I.HP}{kgfuel/\sec. \times c.v.} = \frac{14.63 \times 1000 \times 3600}{3.2 \times 45000 \times 1000} = 0.3657 = 36.57\%$$

Energy balance in one cinut : الاتزان الحرارى فى الدقيقة

Energy input/min

Kg Fuel/min × C.V. = 2.4 × 106 100

-١ To useful work

B.HP × 60

٢٤,٩٢ = ١٠٣ × ٥٩٨ = ٦٠ × ١٠ × ٩,٩٦٥

-٢ To cooling water

Mc (t2-t1(

١٥,٢٤ = ١٠٣ × ٣٦٥,٩ = ٣٨ × ٤١٨٧ × ٢,٣

-٣ To the exhatist and radiation

= ١٠٣ × ١٤٣٦,٢ = ٣٦٥,٩ + ٥٩٨ – ٢٤٠٠=

٥٩,٨٣

Total ١,٠ ١٠٦ × ٢,٤ ١٠٥ × ٢,٤

١٣- احتراق الوقود :

الاحتراق هى عملية أكسدة سريعة للوقود وينتج عنها كمية كبيرة من الغازات ولكى تكون الاستفادة الاقتصادية من الوقود أكبر ما يمكن فيجب حرق الوقود حرق تام داخل اسطوانات المحرك فعند احتراق الوقود احتراقا تاما فانه يعطى

مثال ٢

جرار ديزل يتكون محركه من ثلاثة اسطوانات ورباعى المشاوير قطر الاسطوانة ٨٨,٩ م وطول المشوار للمكبس ١٢٧ مم ونسبة المكبس ١/١٦,٥ وقدرته ٣٢ حصان وسرعته ٢٠٠٠ لفة / دقيقة أوجد إزاحة المكبس – حجم الازاحة للمحرك سرعة المكبس نسبة القطر / المشوار

الحـــــــــــــــل

مساحة مقطع الاسطوانة = $\frac{\pi}{4}d^2 = \frac{\pi}{4}(8.09)^2 = 62cm^2$

عدد مشاوير التشغيل فى الدقيقة = $\frac{2000}{2} \times 3 = 3000$

ازاحة المكبس =

$A \times L = 62 \times 12.7 = 7874\ cm3$

حجم الإزاحة للمحرك = ازاحة المكبس × عدد المشاوير التشغيل فى الدقيقة

$A \times L \times Nc =$

$= \frac{62 \times 12.7 \times 3000}{1000} = 2362 Litres$

سرعة المكبس =

$L = N \times ٢ =$

$= \frac{2 \times 12.7 \times 200}{100} = 508 m/\min$

نسبة القطر / طول المشوار =

$= \frac{127}{88.9} = 1.43$

مثال ٣:

محرك رباعى المشاوير يتكون من أربعة اسطوانات قطر الاسطوانة ٩,٥ سم وطول المشوار ١٩ سم وسرعته ١٥٤٠ لفة / دقيقة ومتوسط الضغط الفعال ٧ كجم أوجد القدرة البيانية – القدرة المفرملية – نسبة قطر المكبس / طول المشوار مع فرض ان كفاءة المحرك الميكانيكية ٨٦,٤%

الحـــــــــــــــل

مساحة الاسطوانة =

=

$$I.HP = \frac{\pi}{4}(9.5)^2 = 71\ cm^3 = 64.6HP$$

$$\frac{P_1 \times L \times A \times N.n}{2 \times 60 \times const.} = \frac{7 \times 19 \times 71 \times 1540 \times 40}{2 \times 60 \times 75}$$

نسبة قطر المكبس / طول المشوار = $\eta_{mech} = \frac{B.HP}{I.HP}$

=

$$\therefore B.HP = I.HP \times \eta_{mech} = 64.6 \times \frac{86.4}{100} = 55.84HP$$

$$\frac{19}{9.5} = 2$$

مثال ٤:

محرك رباعي المشاوير له أربعة اسطوانات وسرعته ٢٠٠٠ لفة / دقيقة ومساحة مقطع الاسطوانة ١٢٠سم وطول المشوار ١٥ سم والحجم عند النقطة الميتة العليا ١٠٠ سم أوجد نسبة المكبس ونوع المحرك وعدد الدورات الحرارية للاسطوانة / ساعة وعدد مرات فتح صمام السحب والعادم فى الدقيقة

الحـــــــــــــل

نسبة المكبس = 1 : 19 = 1 + 18

$$\frac{sweptvolum\ \ e(V_c) + displacmen\ \ tvolume\ (V_s)}{sweptvolum\ \ e(V_c)} = 1 + V_s / V_c = 1 + (120 \times 15)/100$$

∴

وبالتالى فان المحرك هو محرك ديزل

* هذا المحرك عبارة عن محرك ديزل رباعى الاشواط ولهذا فالدورة الحرارية يتم فى لفتين من عمود الكرنك

عدد الدروات / دقيقة = ٢/٢٠٠٠ = ١٠٠٠ دورة

وعدد الدورات / ساعة = ١٠٠٠ × ٦٠ = ٦٠٠٠٠ دورة

* صمام السحب أو العادم لكل اسطوانة سوف يفتح مدة واحدة فى الدقيقة

الصمام سوف يفتح ١٠٠٠ مرة / دقيقة

مثال ٥:

احسب استهلاك الوقود باللتر / ساعة لمحرك ديزل قدرته الفرملية واحد حصان كفاءته الحرارية ٣٠% والقيمة الحرارية للوقود ١٠,٠٠٠ كيلو كالورى / كجم وكثافته الوقود ٠,٨٥ كجم / لتر .

الحـــــــــــل

$$Thermal = \frac{B.HP}{Thermalene \quad rgyoffuel} \times 100$$

القيمة الحرارية للوقود C.V.) = 10000 K. Cal/kg)

B. HP = I. HP

$\eta_{th} = 0.30$

كثافة الوقود = ٠,٨٥ kg/Litre

K.cal = 427 Kg.m of work ١

Or

B.Tu = 778 Ib.ft ١

$$\frac{30}{100} = \frac{1 \times 75 \times 60 \times 60}{F.C. \times 10000 \times 427}$$

Fuel Consumption (F. C.) = 0.21 kg/hr

(.Specific Fuel consumption (S. F. C)= $\frac{2.5 \ kg / hr}{1 \ HP}$

.kg/HP. Hr ٢,٥ =

(Fuel Consumption (Litre/hr) = $\frac{2.5}{0.85} = 0.225 \ Litre / hr$

مثال ٦:

احسب استهلاك الوقود لمحرك بنزين قدرته الفرملية واحد حصان وكفاءته الحرارية ٢٠% والقيمة الحرارية للوقود ١٠٠٠٠ كيلو كالورى / كجم وكثافة الوقود ٠,٧٢ كجم / لتر

الحـــــــــــــــل

$$\frac{20}{100} = \frac{1 \times 75 \times 60 \times 60}{F.C. \times 10000 \times 724}$$

Fuel Consumption = 0.316 Kg / hr

Fuel Consumption= $\frac{0.316}{0.72} = 0.43 \ Litre \ / \ hr$