جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني

برنامج: فنى صيانة وإصلاح السيارات

دليل الطالب

وحدة جدارات : إصلاح محرك السيارة

المستوى ٣

معدي الوحدة

مهندس/طارق محمد عبد الواحد

مهندس/عاطف عبده مسعد

مواصفات الوحدة:

الوحدة: اصلاح محرك السيارة

الكود: ( ) المستوى: (٣)

معدي الوحدة:

مهندس/طارق محمد عبد الواحد مهندس/عاطف عبده مسعد

ملخص

تهدف هذه الوحدة الى إكساب الطلاب الجدارات الاساسية و اللازمة لتنفيذ عمليات فك مكونات و اجزاء المحرك وإعادة تركيبها و فهم طريقة عمل المحرك.

مخرجات التعلم

١. يفك / يركب المحرك من و إلى السيارة .
٢. يفكك اجزاء و مكونات المحرك .
٣. يحدد الجزء التالف و يصلحه .
٤. يعيد تجميع اجزاء المحرك بعد الإصلاح.
٥. يقيم أداءة الشخصى و يخطط لتحسينة

المتطلبات السابقة لدراسة الوحدة

دراسة وحدة السلامة و الصحة المهنية

الساعات المعتمدة

ملاحظة

هذه الوحدة يمكن أن تُستخدم لتشكل جزءا من برنامج (برامج) أخرى / مقرر تعليمي (مقررات تعليمية) قصيرة – و/ أو تشكل برنامج دراسة/ تدريب قائم بذاته.

(١) وحدة مصدر القدرة بالسيارة
Vehicle Source Power Unit

أنواع وحدات مصدر الطاقة بالسيارة:

- محرك كهربائي (يعمل بالبطاريات)
- محرك احتراق (يعمل بالوقود)
- مصادر متعددة (السيارات المهجنة)، محرك احتراق + موتور كهربائي

المحرك الكهربائي :

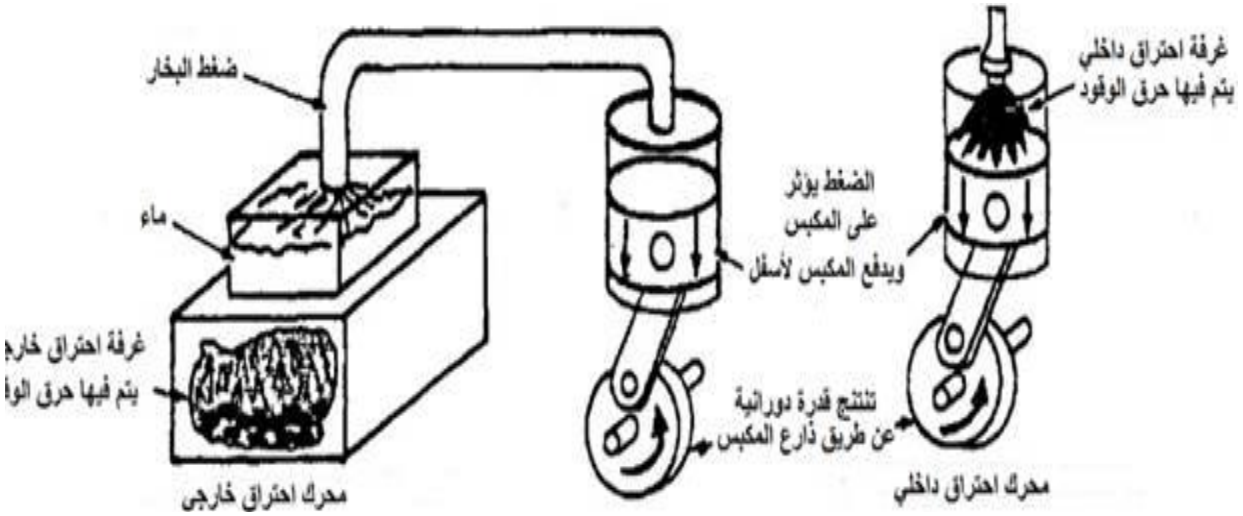
يعمل المحرك الكهربائي عن طريق بطاريات تعطي تيار مستمر هذا التيار يدخل إلى محول لتحويل التيار المستمر إلى متردد. التيار المتردد يتصل بموتور كهربائي ذو ملفات ثلاثية الأوجه.

محرك الاحتراق :

المحرك هو آله تعمل على تحويل الطاقة الموجود في الوقود إلى قوة وحركة.

تصنيف محركات الاحتراق:

- محرك الاحتراق الخارجي وفيه يتم حرق الوقود خارج المحرك. كما يظهر بالشكل، محرك البخار يمثل هذا النوع من المحركات. الحرارة المتولدة من حرق الوقود تستخدم لتسخين ماء وتحويله إلى بخار. هذا البخار يمر في أنابيب ليصل إلى اسطوانات المحرك مولدا ضغط يقوم بتشغيل المكابس بالمحرك.
- محرك الاحتراق الداخلي Internal combustion (IC) engine وفيه يتم حرق الوقود داخل المحرك. محرك السيارات هو محرك احتراق داخلي حيث أن الوقود يتم احتراقه داخل المحرك. المحركات الأخرى (الدوارة، التربينية، ...الخ) هي محركات احتراق داخلي.



شكل (١-١) تصنيف محركات الاحتراق

أصلاح محرك السيارة

أنواع وتصنيف المحركات :

هناك العديد من الطرق لتصنيف المحركات على الرغم من أن الأجزاء الأساسية لجميع المحركات هي نفسها (كتلة المحرك، المكابس، عمود المرفق، عمود الكامة.....). ولكن تختلف التصميمات، وهو ما يؤثر على كيفية الأداء والصيانة. ويمكن تصنيف المحركات الحديثة للسيارات كالتالي:

*** ترتيب الاسطوانات :**

- على شكل خط مستقيم
- على شكل حرف V
- محرك مائل
- محرك مسطح أو اسطوانات متقابلة

*** عدد الاسطوانات :**

- أربع اسطوانات
- ستة اسطوانات
- ثمانية اسطوانات
- والقليل من ٣، ٥، ١٢ أو ١٦ أسطوانة

*** ترقيم الاسطوانات**

- ترقم الاسطوانات للمحركات على شكل خط مستقيم ١ ٢ ٣ ٤
- المحركات على شكل حرف V يمكن التعرف على اسطوانة رقم ١ والتي تكون متقدمة بمقدار ضئيل عن الاسطوانة المقابلة في الجانب الأخر. وفي معظم الأحوال تكون الأرقام الفردية (١ ٣ ٥) في جانب والأرقام الزوجية (٢ ٤ ٦) في الجانب الأخر. وفي بعض المحركات ترقم الاسطوانات بالترتيب في جانب (١ ٢ ٣) والجانب الأخر (٤ ٥ ٦) يجب الرجوع إلى الكتالوج للتأكد من تلك المعلومات.

*** ترتيب الإشعال :**

- محرك ٤ أسطوانات (١-٣-٤-٢) أو (١-٢-٤-٣)
- محرك أكثر من ٤ أسطوانات يجب الرجوع إلى الكتالوج لمعرفة الترتيب.

*** نظام التبريد :**

- نظام تبريد بالسائل (ماء بالإضافة إلى سائل التبريد) ويسمى نظام التبريد بالماء.
- نظام تبريد الهواء.

*** نظام الوقود :**

- محركات البنزين :
  - المغذي
  - حقن الوقود
- محركات الديزل
- محركات الغاز

*** نظام الإشعال :**

- نظام الإشعال بالشرارة
- نظام الإشعال بالضغط

أصلاح محرك السيارة

*** شكل غرفة الاحتراق :**

- غرفة احتراق شكل المغطس
- غرفة احتراق شكل الخابور
- غرفة احتراق نصف كروية
- غرفة احتراق شبه نصف كروية
- غرفة احتراق دومية
- غرفة احتراق انسياب متقابل
- غرفة احتراق انسياب غير متقابل
- غرفة احتراق ذات صمامين
- غرفة احتراق ذات أربعة صمامات
- غرفة احتراق ذات ثغر الخليط
- غرفة احتراق ذات ثغر الهواء
- غرفة احتراق مقسمة الشحنة
- غرفة سبق الإشعال

*** طريقة إدارة عمود الكامات :**

- سير مسنن
- ترس
- جنزير

*** وضعية الصمامات :**

- في جسم المحرك (كتلة الاسطوانات)
- في رأس الاسطوانات (OHV)

*** وضعية عمود الكامات :**

- عمود كامات في جسم المحرك (كتلة الاسطوانات)
- عمود كامات علوي

*** عدد أعمدة الكامات :**

- عمود كامات واحد علوي
- عمود كامات مزدوج علوي

*** طريقة دخول الهواء (الشحنة) للمحرك:**

- سحب الهواء
- الشحن الجبري
- الشحن الجبري التوربيني

*** المحركات البديلة :**

- المحركات الثنائية الأشواط
- المحرك الدوار (فنكل)
- محرك الغاز التربيني
- محرك استرلينج

المحركات الحرارية:

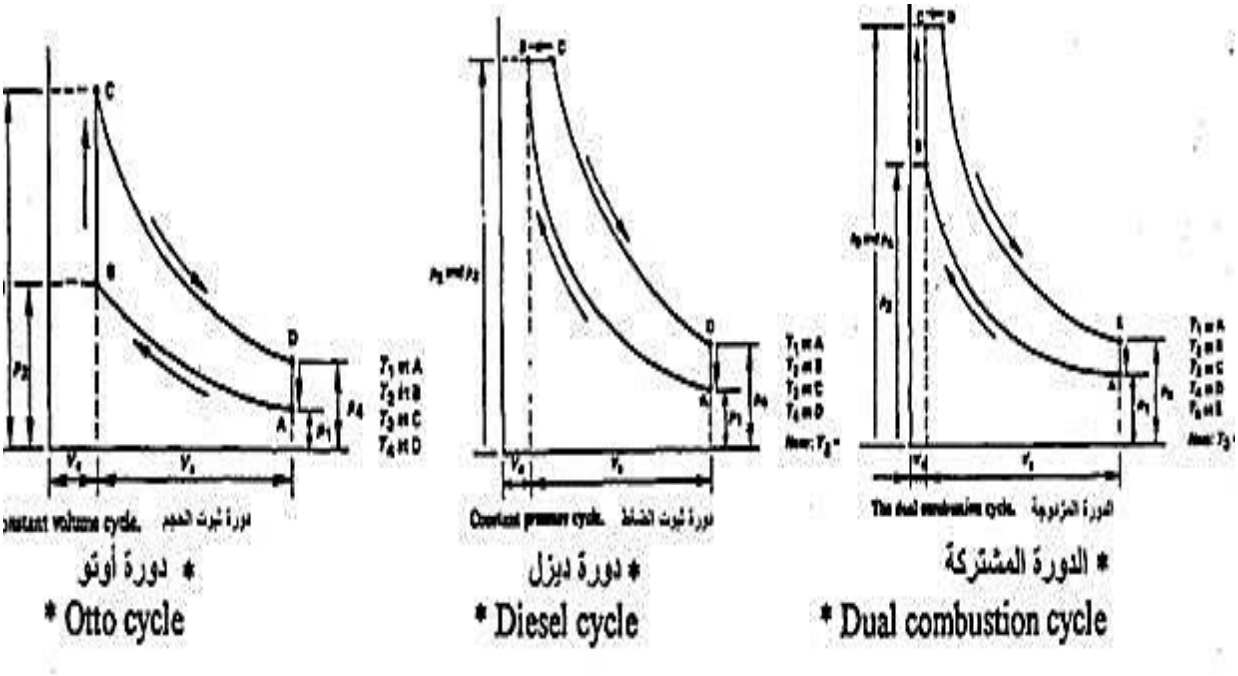
المحركات الحرارية تمكن من تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية

. المحركات الحرارية تستخدم عدد من الطرق لاستخدام الحرارة لتحويل الضغط والتغيير في الحجم إلى حركة ميكانيكية.

يتم تمثيل المحركات الحرارية في علم الديناميكا الحرارية باستخدام نموذج حراري قياسي يطلق عليه الدورات الحرارية، دورة أوتو.... الخ. المحركات تعني الوسيلة الفعلية، والدورة تعني النموذج النظري.

المنحنى البياني للدورة :

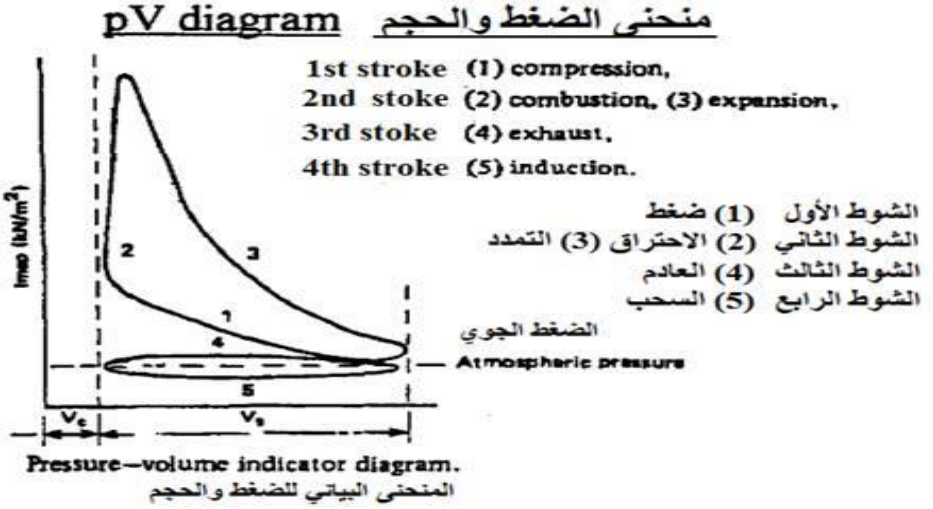
يبين المنحنى البياني للضغط والحرارة الإجراءات النظرية التي تتكون منها الدورة (أجراء ثبوت الضغط، ثبوت الحجم، ثبوت الحرارة، عدم انتقال الحرارة). ويمكن حساب كفاءة الدورة من المنحنى البياني للدورة وهو يمثل الحد الأقصى الذي لا يمكن أن يتعداه المحرك الفعلي عند تشغيله.



شكل (١-٢) المنحنى البياني للدورة

المنحني الفعلي لمحركات الاحتراق الداخلي (الإشعال بالشرارة):

معظم محركات الاحتراق الداخلي الحديثة تعمل عن طريق أربعة أشواطْ. بعض أنواع المحركات الأخرى قد يكون لها دورات مختلفة الأشواط.



شكل (١-٣) المنحني الفعلي لمحركات الاحتراق الداخلي

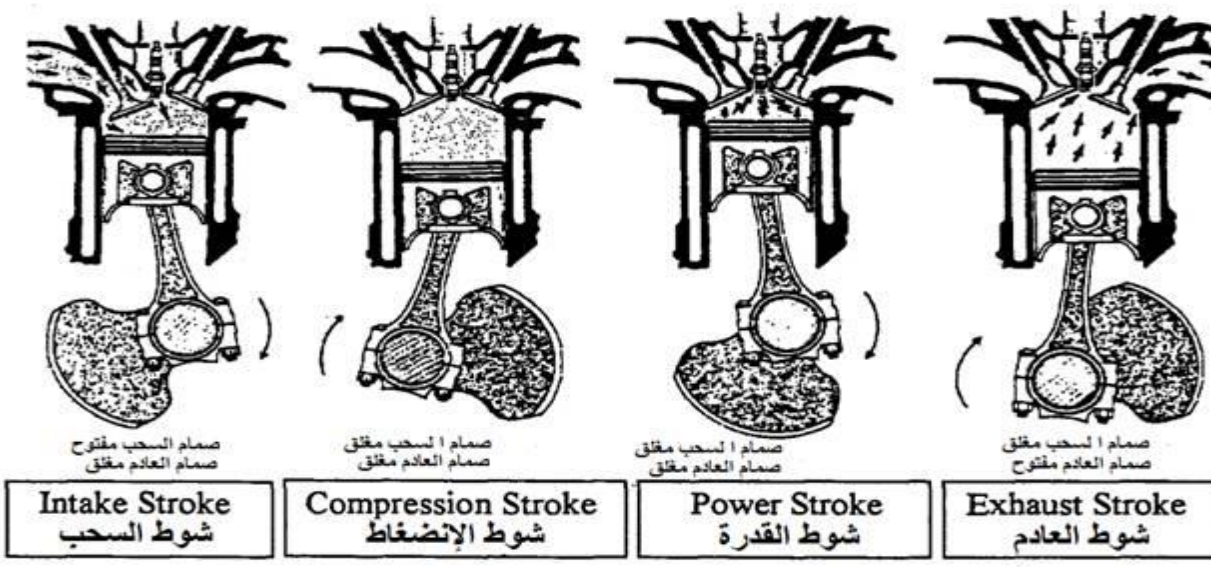
الشوط :

الشوط هو حركة (مشوار) المكبس عند حركته الطولية داخل الأسطوانة في اتجاه واحد. ويتحدد طول الشوط بمقدار نصف دورة من عمود المرفق. ويمكن أيضا تعريف الشوط بأنه المسافة المقطوعة للمكبس من النقطة الميتة العليا (ن م ع) إلى النقطة الميتة السفلي (ن م س) أو العكس.

المحركات الترددية :

يتم تحويل حركة المكابس الترددية إلى حركة دورانية عن طريق عمود المرفق.

المحركات رباعية الأشواط:



شكل (١-٤) المحركات رباعية الأشواط

* **شوط السحب:** يفتح صمام السحب. يتحرك المكبس إلى أسفل، يسحب خليط رذاذ الهواء والبنزين داخل الاسطوانة.

* **شوط الانضغاط:** يتم غلق صمام السحب. ويتحرك المكبس إلى أعلى ويضغط الشحنة.

* **شوط القدرة:** يوفر نظام الإشعال شرارة من خلال شمعة الإشعال تشعل الشحنة المضغوطة. عند احتراق الشحنة، يسخن الهواء ويتمدد داخل حيز الاسطوانة المغلق فيتكون ضغط عالي يقوم بالتأثير على سطح المكبس ويدفعه إلى أسفل.

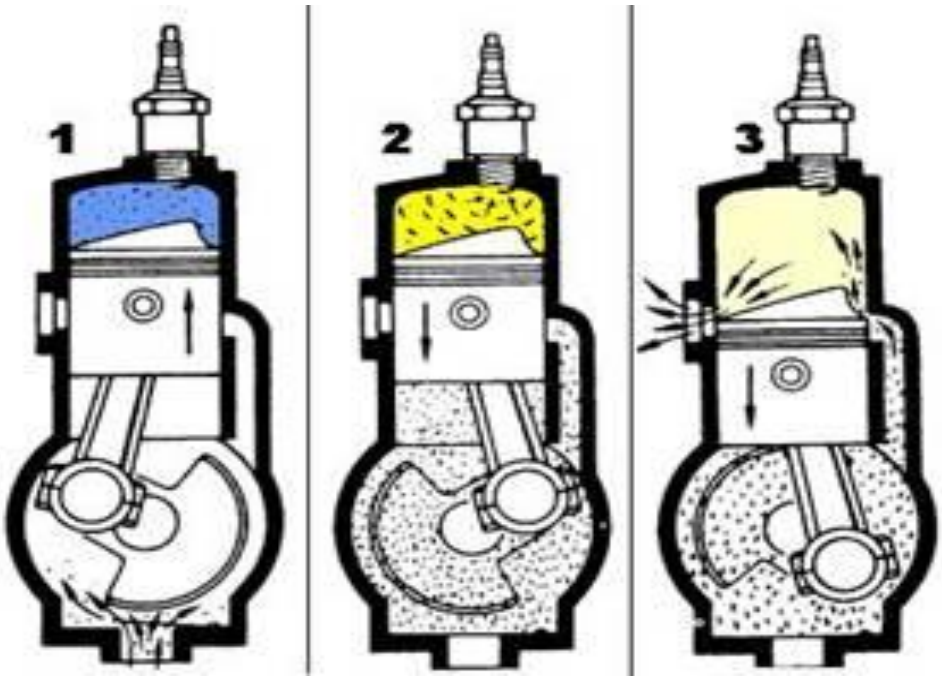
* **شوط العادم:** يفتح صمام العادم. المكبس يتحرك إلى أعلى، ويدفع غازات العادم إلى خارج الاسطوانة.

المحركات ثنائية الأشواط:

المحركات ثنائية الأشواط تتشابه مع محركات السيارات رباعية الأشواط، ولكنها تحتاج إلى لفة واحدة من عمود المرفق لاستكمال الدورة.

المحركات ثنائية الأشواط لا تستخدم في السيارات للأسباب التالية:

- تنتج ملوثات عالية بالعادم
- لها قدرة ضعيفة عند السرعات البطيئة
- تحتاج إلى صيانة أكثر بالنسبة للمحركات رباعية الأشواط
- تحتاج إلى خلط زيت بالوقود

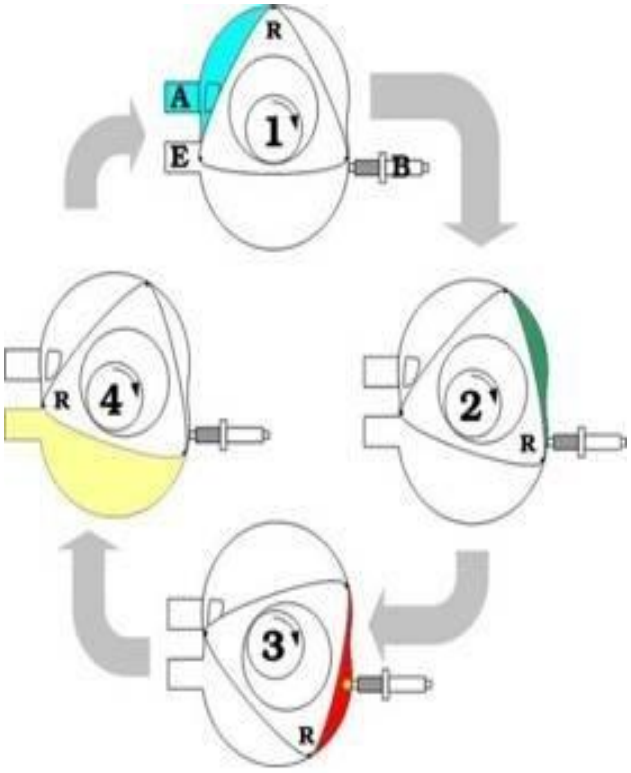


شكل (١-٥) المحركات ثنائية الأشواط

محرك فنكل (المحرك الدوار) :

محرك فنكل، ويطلق عليه المحرك الدوار، يستخدم مكبس مثلث دوار بدل من المكبس التقليدي. المكبس الدوار يدور داخل حيز بشكل خاص. في دورة واحدة يتم خلالها جميع الأشواط، المحرك الدوار محرك ذو قدرة عالية بالنسبة لحجمه. وحيث أن المكبس يدور بدلا من الحركة الترددية فإنه يدور بسلاسة وخالي من الاهتزازات.

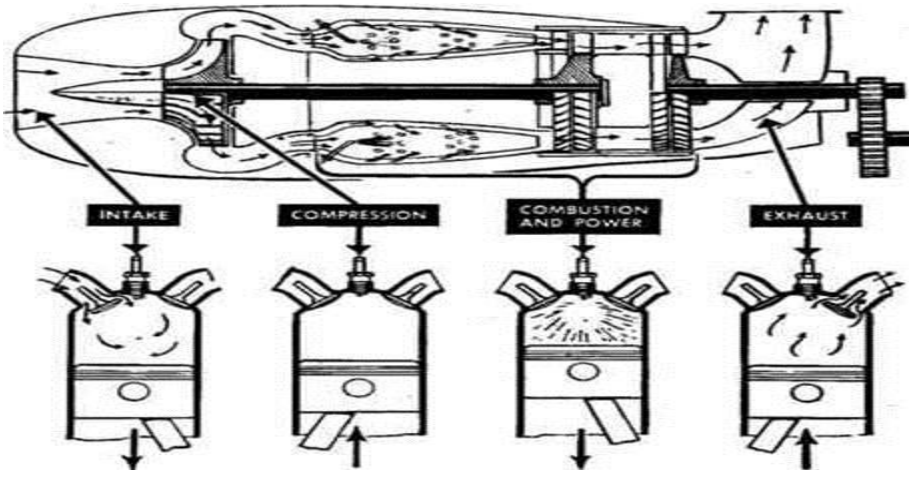
يحتاج المحرك إلى نظام معقد للتحكم في الملوثات لجعل المحرك يصل إلى المستوى المطلوب لنسب الملوثات.



شكل (١-٦)

محرك الغاز التربيني :

محرك الغاز التربيني يستخدم حرق بخار الوقود وتمدده في إدارة ريش مروحة. ريش المروحة متصلة بعمود يمكن استخدامه كعمود خرج للقدرة. محرك الغاز التربيني له كفاءة عالية، أكثر بكثير من المحرك الترددي. يمكن للمحرك حرق أي نوع من الوقود: بنزين، كيروسين، أو ديزل. يمكن لهذا النوع من المحركات إنتاج قدرة عالية بالنسبة للحجم. وحيث أن الحركة دورانية، فإن المحرك يعمل بسلاسة عالية. لا يستخدم المحرك التربيني بالسيارات للتكلفة العالية لتصنيعه.



شكل (١-٧) محرك الغاز التربيني

الوقود المستخدم في محركات الاحتراق الداخلي :

الوقود الموجود بباطن الأرض : وهو الوقود الناتج من مواد عضوية مدفونة في باطن الأرض. وتحولت إلى وقود خلال فترة تعد بملايين السنين. ويحتوي الوقود على نسبة عالية من الكربون، والبترول ، الذي ينقسم إلى زيت خام والغاز الطبيعي

البنزين :

هو سائل ذو كثافة منخفضة ، سريع الاشتعال، وسريع التبخر. يستخدم البنزين في محركات الإشعال بالشرارة. ويقيم البنزين برقم الاوكتان وهو يدل على مقاومة الوقود للدق. كلما زاد رقم الاوكتان كلما قلة سرعة الاحتراق والعكس صحيح. رقم الاوكتان المنصوص عليه في المواصفات يكون في حدود من ٨٠ إلى ٩٥ لسيارات الركوب.

* محرك البنزين أو محرك الإشعال بالشرارة يتم فيه معايرة الوقود (البنزين) في مجمع السحب قبل دخوله غرفة الاحتراق ثم تقوم شمعة الإشعال بإشعال الوقود.

الديزل :

هو سائل أكثر كثافة من البنزين، ولا يتبخر كالبنزين. ولهذا يحتاج إلى نوعية مختلفة من المحركات ونظام خاص بالوقود، ويستخدم في الشاحنات والقطارات بشكل عام وكذلك في سيارات الركوب نظرا للمعدل العالي لتوفير الوقود.

القيمة الحرارية للديزل أعلى من البنزين في حدود ١٢%. ويتم تقيم الديزل برقم السيتان، زيادة رقم السيتان يدل على مقدرة الديزل على التقويم على البارد (سرعة الإشعال). رقم السيتان المنصوص عليه في المواصفات يكون في حدود ٤٥.

* محرك الديزل أو محرك الإشعال بالضغط يتم حقن الوقود (الديزل) داخل غرفة الاحتراق بالمحرك مباشرة، عند يحقن الوقود داخل الاسطوانة يتم إشعاله ذاتيا.

الغاز الطبيعي :

وهو في الغالب يتكون من الميثان. وهو من الوقود البديل النظيف. ويماثل في خواصه وقود البنزين. ويمكن استخدامه في شكل غاز طبيعي مضغوط (**CNG**) . أو شكل سائل (**LNG**) ، والذي يستخدم كوقود للسيارات والشاحنات.

* السيارات المصممة للعمل على الغاز الطبيعي تعمل على الغاز الطبيعي فقط.

* السيارات مزدوجة الوقود يمكنها العمل على البنزين أو الديزل بالإضافة إلى الغاز الطبيعي.

المواصفات الفنية للمحرك

حجم الإزاحة (سعة) للمحرك:

هو الحجم المزاح عن طريق جميع المكابس داخل الاسطوانات لمحرك الاحتراق الداخلي خلال (شوط) من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلي. وهو في العادة يحدد بالسنتيمتر المكعب cubic centimeter (cc)، أو اللتر، أو (خاصة بأمريكا الشمالية) البوصة المربعة cubic inches displacement (CID). أزاحة المحرك لا تشمل الحجم الأجمالي لغرف الاحتراق.

الأزاحة = مساحة الاسطوانة × طول الشوط × عدد الاسطوانات

$$V_e = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times n = V_s \times n$$

حيث:

D = قطر الاسطوانة

L = طول الشوط

V_e = حجم الإزاحة للمحرك باللتر أو السنتيمتر المكعب

V_s = حجم الإزاحة للاسطوانة

n = عدد الاسطوانات

نسبة الانضغاط (CR) :

نسبة الانضغاط لمحرك الاحتراق الداخلي هي القيمة التي تمثل النسبة بين حجم غرفة الاحتراق عند أقصى سعة إلى أدني سعة. في المحركات ذات المكبس الترددية فهي النسبة بين حجم غرفة الاحتراق عندما يكون االمكبس في أسفل الشوط (ن م س) إلى الحجم لغرفة الاحتراق عندما يكون المكبس عند أعلى نقطة للشوط (ن م ع). النسبة بين الحجم قبل وبعد الانضغاط تسمى نسبة الانضغاط:

$$\mathbf{R} = \frac{vc+vs}{vc} = 1 + \frac{vs}{vc}$$

حيث :

R = نسبة الانضغاط

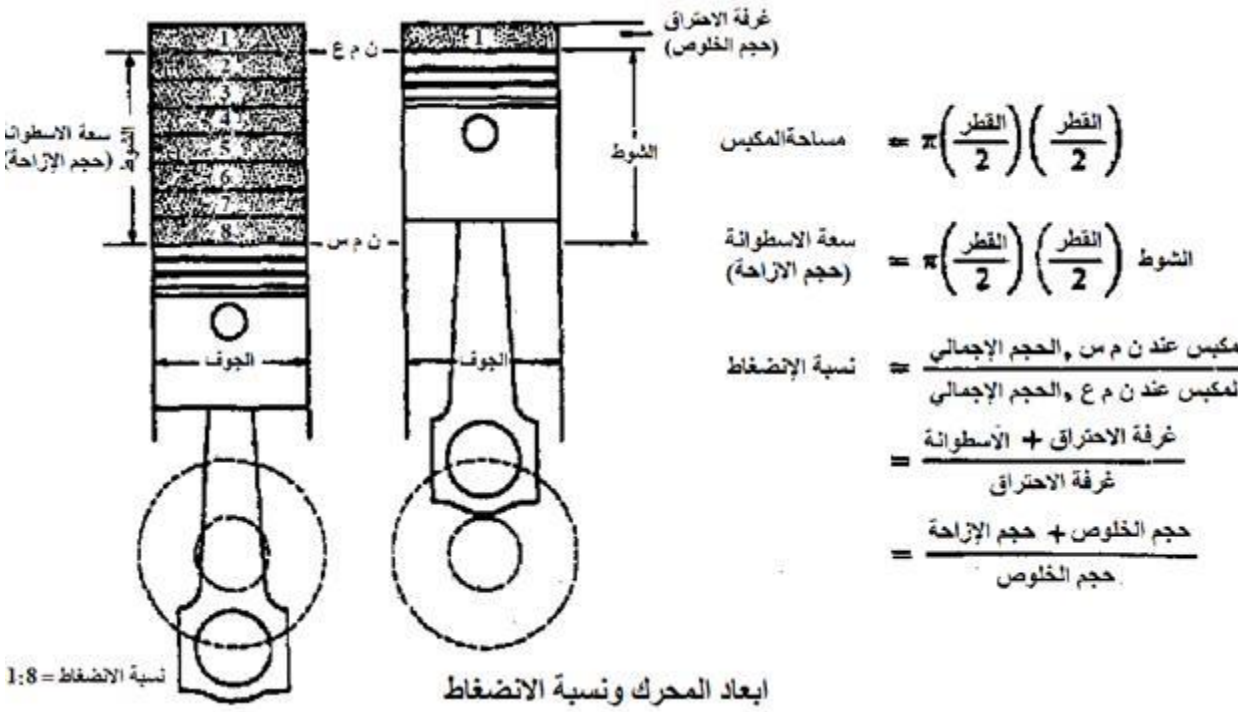
V_s = الحجم المزاح (حجم الاسطوانة)

V_c = حجم الخلوص

خلال تلك العملية يزداد الضغط ودرجة حرارة الغاز، نسبة الانضغاط والضغط الإجمالي لهما علاقة متبادلة كالتالي:

نسبة الانضغاط	١:٢	١:٣	١:٥	١:١٠	١:١٥	١:٢٠	١:٢٥	١:٣٥
نسبة الضغط	١:٢,٦٤	١:٤,٦٦	١:٩,٥٢	١:٢٥,١٢	١:٤٤,٣١	١:٦٦,٢٩	١:٩٠,٦٠	١:١٤٥,١١

.



شكل (١-٨) نسبة الانضغاط

القيم الفعلية لنسب الانضغاط:

محركات الإشعال بالشرارة، *محركات البنزين*: نسبة الانضغاط في محركات البنزين تكون في الغالب في حدود ١:١١ و الحد الأقصى لنسبة الانضغاط يكون بسبب مشاكل الاحتراق، الصفع. للتغلب على هذه المشكلة في المحركات ذات نسبة الانضغاط المرتفعة يستخدم بنزين له رقم أوكتان مرتفع.

المحركات التي بها حساس صفع ووحدة تحكم الإليكترونية يمكن أن ترفع نسبة الانضغاط بها إلى ١:١٣ بينما المحركات التي بها شاحن جبري تصمم نسبة الانضغاط بها ٩,٣٢: ١ أو أقل.

محركات الإشعال بالضغط (محركات الديزل):

في محركات الديزل للسيارات تكون نسبة الانضغاط المعتادة ٢٢: ١. نسبة الانضغاط المناسبة تعتمد على تصميم غرفة الاحتراق. وغالبا ما تكون النسبة بين ١٤: ١ و ١٦: ١ للمحركات الحقن المباشر وبين ١٨: ١ و ٢٣: ١ لمحركات الحقن غير المباشر.

عموما، نسبة الانضغاط العالية تؤدي إلى زيادة القدرة وتحسن اقتصاديات الوقود، ولكنها في نفس الوقت تزيد من مستوى انبعاث أكاسيد النيتروجين (NOx) الضارة.

تجهيز خليط الوقود والهواء :

يحتاج الخليط للتجهيز قبل الاحتراق، هذا التجهيز يتطلب خلط النسبة الصحيحة من الهواء والوقود، تذرير الوقود ، جعل الوقود على شكل قطرات صغيرة حتى يضمن الخلط الجيد للهواء والوقود يتم ذلك لمحركات البنزين عن طريق المغذي أو عن طريق نظام الحقن.

نسبة الهواء للوقود :

تكون النسبة الصحيحة لنسبة الهواء إلى الوقود والتي يطلق عليها النسبة الصحيحة ، هذه النسبة هي النسبة المثالية وتساوي ١٤,٧: ١(١٤,٧ جزء هواء إلى ١ جزء وقود بالوزن). في حالة العادية للمحرك، هذه النسبة عند اختلاط كل الوقود مع الهواء تضمن احتراق كامل للخليط.

محركات البنزين لها نسبة هواء/وقود ما بين ١٨: ١ عند الحمل الخالي إلى ١٢: ١ عند الحمل الكامل.

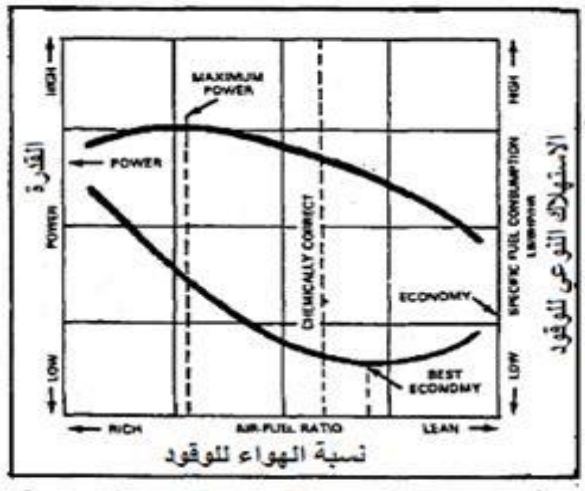
خليط الوقود الضعيف : يحتوي على هواء كثير بالمقارنة بالوقود، والتي تعطي اقتصاد وقود أحسن وأقل أنبعاثات عادم (١٧ :١).

خليط الوقود الغني *:* هذا الخليط به نسبة أعلى من الوقود لتحسين قدرة المحرك والتشغيل على البارد (٨: ١). ولكن هذه النسبة تزيد من الانبعاثات ومعدل استهلاك الوقود.

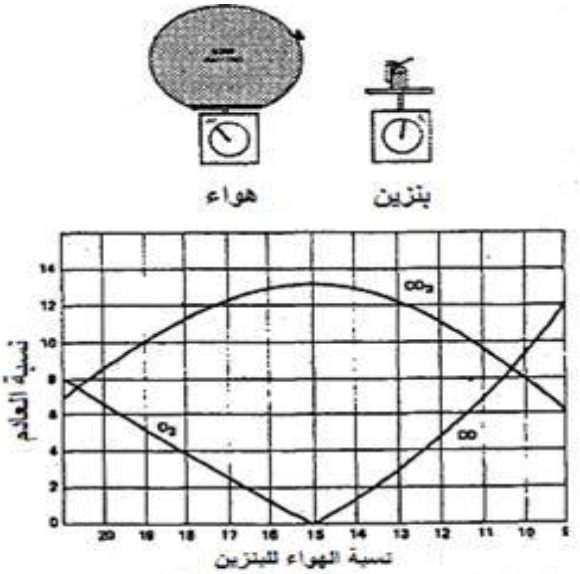
* حيث أن كثافة البنزين = ٧٣٧,٢٢ كج/م^{٣}، كثافة الهواء (عند ^{o}٢٠ مئوية) = ١,٢كجم/ م^{٣}

فإن النسبة ١٤,٧: ١ بالوزن تساوي ١,٢/١٤,٧ : ٧٣٧,٢٢/١ = ١٢,٢٥ : ٠,٠٠١٣٥٦٤

وعليه تكون النسبة هي ٩٠٣٠ : ١ بالحجم (واحد لتر بنزين يحتاج إلى ٩,٠٣ م^{٣} من الهواء ليكون هناك احتراق كامل).



هذا الشكل يبين قدرة المحرك, استهلاك الوقود, نسبة الهواء للوقود.
يلاحظ أن النسبة الصحيحة للوقود تكون بين أعلى قدرة وبين أحسن اقتصاد للوقود.



الهواء يتكون من 23% اوكسجين بالوزن و 21% بالحجم. والبنزين يحتوي على 85% كربون و19% هيدروجين بالوزن.

شكل (١-٩) نسبة الهواء للوقود

(محركات الديزل)

تكون نسبة الهواء للوقود لمحركات الديزل في حدود ١٠٠ : ١ (١٠٠ جزء هواء و ١ جزء وقود بالوزن) عند سرعة الحمل الخالي ، ٢٠: ١ عند الحمل الكامل.

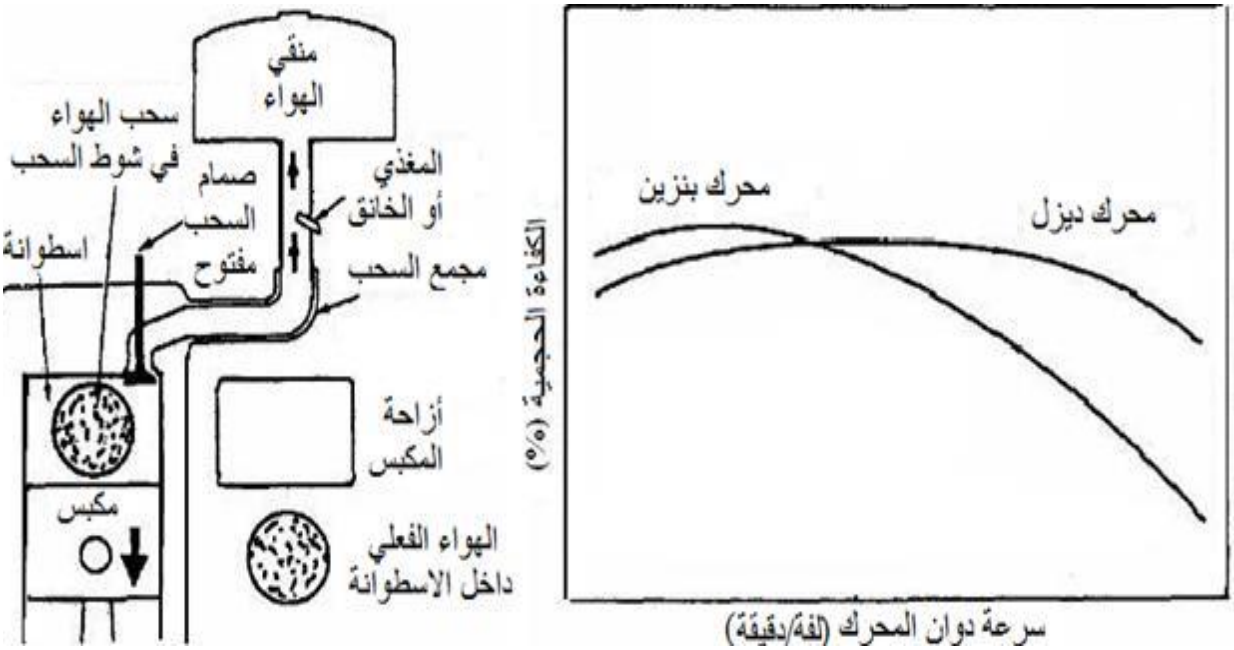
الكفاءة الحجمية للمحرك (كفاءة الامتلاء) (η_v) VE :

وهي تستخدم للمحركات رباعية الأشواط، التي لها شوط سحب واضح ومميز.

الكفاءة الحجمية = حجم الهواء الداخل إلى الاسطوانة / أقصى حجم ممكن للاسطوانة

* الكفاءة الحجمية تعتمد على فتحة الخانق وسرعة المحرك بالإضافة إلى شكل نظام السحب والعادم، وفتحة الدخول والخروج وتوقيت الصمامات وزمن الفتح.

الكفاءة الحجمية للمحركات الغير مشحنة للسيارات تكون في حدود ٨٥-٩٠% عند السرعات المحددة. وتكون الكفاءة الحجمية المحركات المشحنة أزيد من ١٠٠%.



شكل (١-١٠) كفاءة الامتلاء

العوامل التي تؤثر في الكفاءة الحجمية:

تتأثر الكفاءة الحجمية بنوع الوقود، نسبة الهواء للوقود، درجة حرارة الخليط، نسبة الانضغاط، سرعة المحرك، تصميم نظام السحب والعادم، نسبة ضغط العادم وضغط السحب.

الطرق المختلفة لزيادة الكفاءة الحجمية(VE) :

* استخدام صمامات أكبر أو زيادة عدد الصمامات.
* جعل مداخل السحب والعادم أكثر أنسيابيه.

* ضبط توقيت صمامات السحب والاستفادة من التردد الطبيعي في نظام العادم للمساعدة في دفع الهواء داخل وخارج الاسطوانات.

* استخدام نظام التوقيت المتغير للصمامات (VVT, VVT-i, VVT-iE)، عند السرعات العالية يحتاج المحرك أن تفتح الصمامات بنسبة أكبر من وقت الدورة للسماح للشحنة للدخول والخروج من المحرك.

* استخدام نظام تغيير توقيت الصمامات ومقدار الفتحة (VVTL, VVTL-i)، هو نظام يغير مقدار ومدة الفتح بالإضافة إلى تغيير التوقيت.

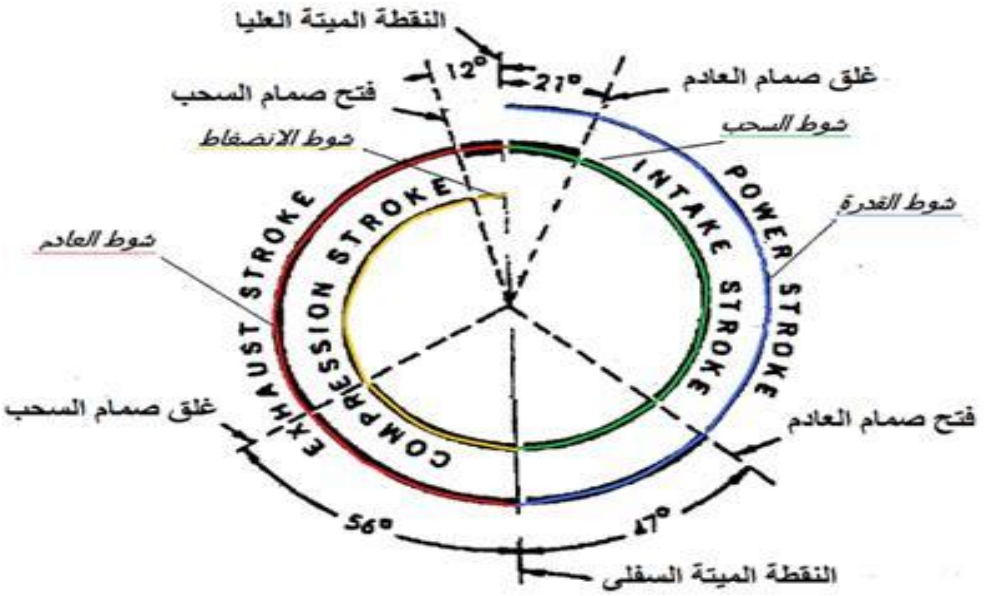
* استخدام نظام التوقيت الثنائي لكلا من صمامات السحب والعادم (Dual VVT).

* استخدام الشحن الجبري للمحرك .

توقيت الصمامات :

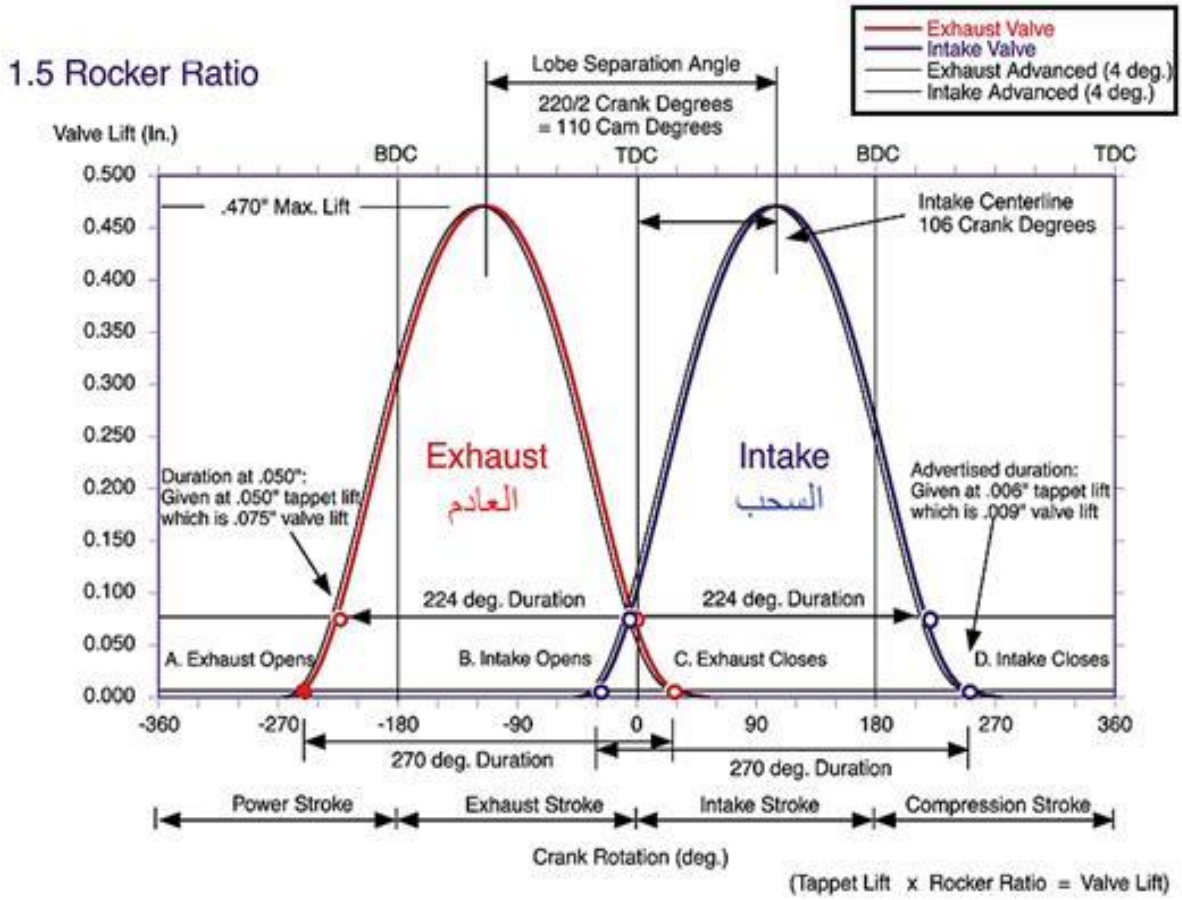
يقصد بتوقيت الصمامات هو توقيت فتح وغلق الصمامات، ويقاس توقيت الصمامات بالدرجات بالنسبة لعمود المرفق. ويتحكم عمود الكامات الذي يأخذ حركته من عمود المرفق في فتح وغلق الصمامات. تقوم الكامة بفتح الصمام بمقدار معين (مسافة الفتح) لفترة زمنية . تصميم شكل الكامة ووضعها على عمود الكامة يؤثر في توقيت ومقدار والمدة الزمنية لفتح الصمام. ويتأثر توقيت الصمامات بضبط عمود الكامات وبخلوص الصمامات ، يختلف توقيت الصمامات من محرك لأخر حسب التصميم الخاص بالمحرك. ويبين الشكل توقيت فتح وغلق الصمامات بالنسبة لزوايا عمود المرفق لأحد المحركات رباعية الأشواط ، يفتح صمام السحب في نهاية شوط العادم قبل وصول المكبس للنقطة الميتة العليا (١٢^{o})، ويظل مفتوح حتى بداية شوط الانضغاط بعد وصول المكبس للنقطة الميتة السفلي (٥٦^{o})، مع أن المكبس يكون في حركة لأعلى ولكن تدفق الشحنة يكون مستمر بالقصور الذاتي مما يزيد من شحن الاسطوانة. وتكون مدة الفتح لصمام السحب (١٢+١٨٠+ ٥٦= ٢٤٨ درجة لعمود المرفق) ، يفتح صمام العادم في نهاية شوط القدرة قبل وصول المكبس للنقطة الميتة السفلي (٤٧^{o}) وعندها يكون ضغط الغازات قليل ولا يمكن الاستفادة منه ولإعطاء الوقت لخروج غازات العادم، ويظل مفتوح حتى بداية شوط السحب بعد وصول المكبس للنقطة الميتة العليا (٢١^{o}). وتكون مدة الفتح لصمام العادم (٤٧+١٨٠+٢١ = ٢٤٨ درجة لعمود المرفق).

صمام العادم والسحب يكونا مفتوحين معا في نهاية شوط العادم وبداية شوط السحب ويطلق عليه تداخل (تراكب) (٣٣^{o}). والذي يساعد على جودة الكسح للتخلص من غازات العادم.



توقيت صمامي السحب والعادم
الدورة الكاملة مبينة على شكل 270 درجة
الدورة الكاملة تساوي 2 لفة من عمود المرفق

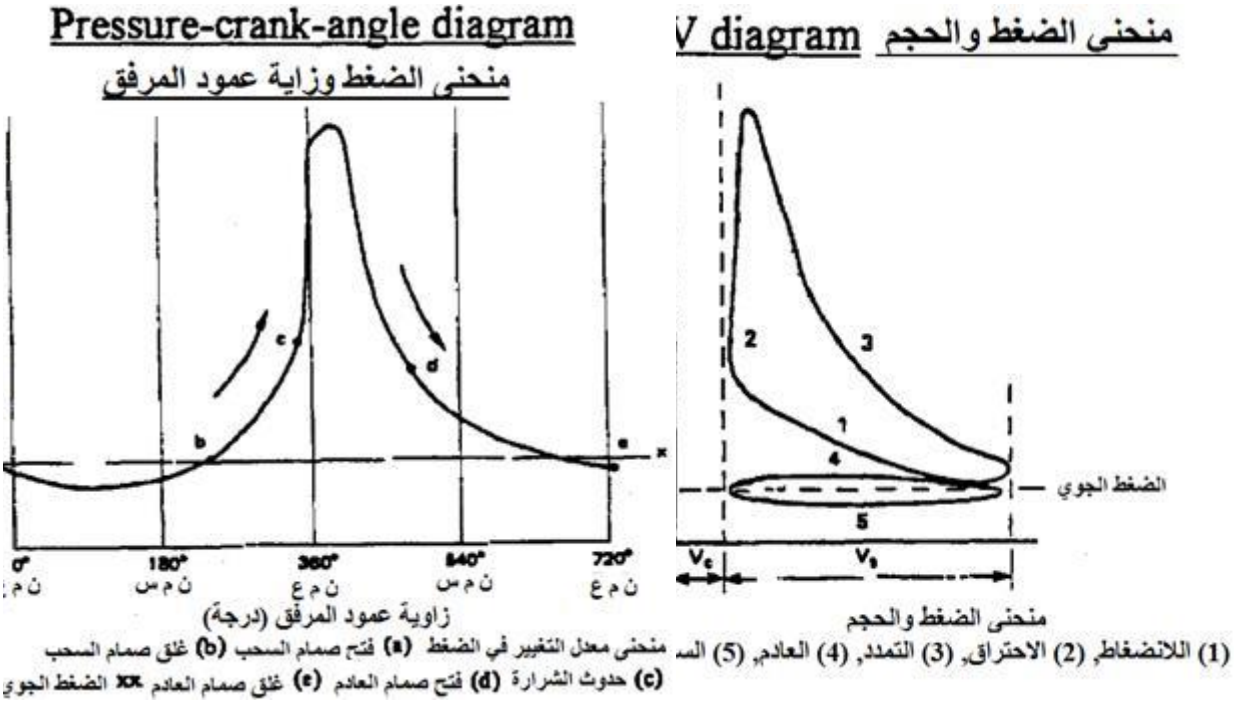
شكل (١-١١) توقيت الصمامات



شكل (١-١٢) توقيت الصمامات

المنحنيات البيانية للمحرك :

يمكن تمثيل الضغط داخل المحرك مع الحجم بما يسمى مخطط الضغط والحجم وتمثل المساحة المحصورة داخل المنحنى بمقدار الشغل للدورة. ويمثل منحنى الضغط وزوايا عمود المرفق منحنى الضغط داخل الاسطوانة عند زوايا عمود المرفق المختلفة. كما يبين الشكل.

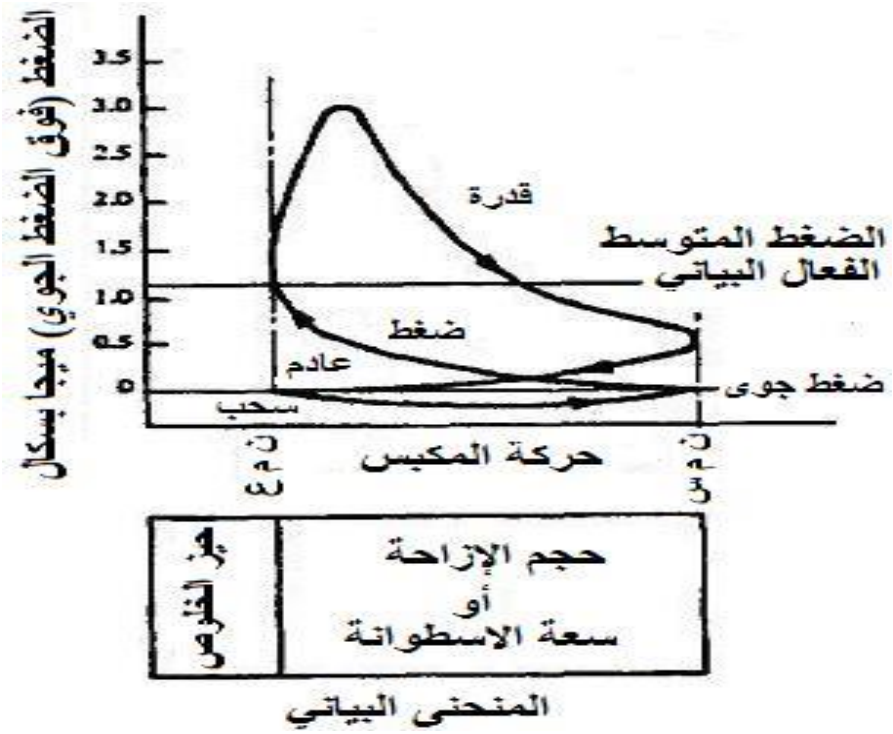


شكل (١-١٣) المنحنيات البيانية للمحرك

الضغط المتوسط الفعال البياني (IMEP) :

الضغط المتوسط الفعال البياني له علاقة بعمل محرك الاحتراق الداخلي، وهو مقياس هام لقدرة المحرك على أداء الشغل ولا تتأثر قيمته بسعة المحرك. وهو عبارة عن متوسط الضغط خلال دورة واحدة.

* القيمة القصوى للضغط المتوسط البياني لمحركات البنزين غير المشحنة تكون ما بين ٨٩٦ و ١١٠٣,٦ كيلو نيوتن/المتر المربع.



شكل (١-١٤) الضغط المتوسط الفعال البياني

القدرة البيانية (P_i) :

هذه القدرة هي التي مقدر لها أن تصل إلى عمود المرفق في حالة أن الكفاءة الميكانيكية تكون ١٠٠%. مصطلح "البيانية" يعني أن تلك القدرة يتم حسابها من المنحنى البياني.

القوة المتوسطة (F) التي تؤثر على المكبس في اللفة الواحدة = الضغط (p) × المساحة (A)

القدرة الفرملية للمحرك (P_b) :

القدرة الفرملية هي قدرة المحرك المقاسة عند خرج عمود المرفق عند سرعات دوران محددة لعمود المرفق. ويتم الحصول على قيمة القدرة الفرملية عن طريق استخدام جهاز قياس القدرة (ديناموميتر) عند فتحة خانق كاملة للمحرك. تعبير القدرة الفرملية نابع من أن طريقة قياس قدرة المحرك في الأيام الأولي لتصميم المحركات كانت تتم عن طريق استخدام جهاز قياس فرملي .

ولا تبين قيمة القدرة الفرملية أن كانت القدرة الفرملية المقاسة هي قدرة صافية أو قدرة أجمالية . وتختلف قيم القدرة الصافية عن القدرة الإجمالية بسبب الطريقة المتبعة في القياس.

عند اختبار المحرك تقاس قدرة المحرك في العادة بدون المحلقات المتصلة به مثل مروحة التبريد، ومضخة التبريد، والرديياتير، والدينامو، ووحدة القابض ويكون المحرك موصل بنظام تصريف سريع للعادم. ولهذا يكون مقدار القدرة أعلى بمقدار من ١٠- ١٥% وهو ما يطلق عليه القدرة الإجمالية

بالمقارنة بالقيم التي يتم الحصول عليها عند قياس قدرة المحرك الفعلية بجميع الملحقات متصلة به والتي تمثل قدرة الناتجة من المحرك بالسيارة ويطلق عليها القدرة الصافية .

* في اوربا يستخدم التقييم وهو يقضي بقياس أداء المحرك ومركب عليه جميع المحلقات بحيث يعطي ذلك القدرة الصافية.

* في أمريكا يستخدم التقييم SAE والذي يؤدي إلى قياس القدرة الإجمالية.

القدرة الأجمالية أعلى من القدرة الصافية بمقدار القدرة اللازمة لتشغيل ملحقات المحرك.

ويبين الشكل التالي العزم والقدرة المقاسة للمحرك بالملحقات وبدون الملحقات، ليعطي كلا من قيم العزم والقدرة الصافية وقيم العزم والقدرة الأجمالية بالترتيب.

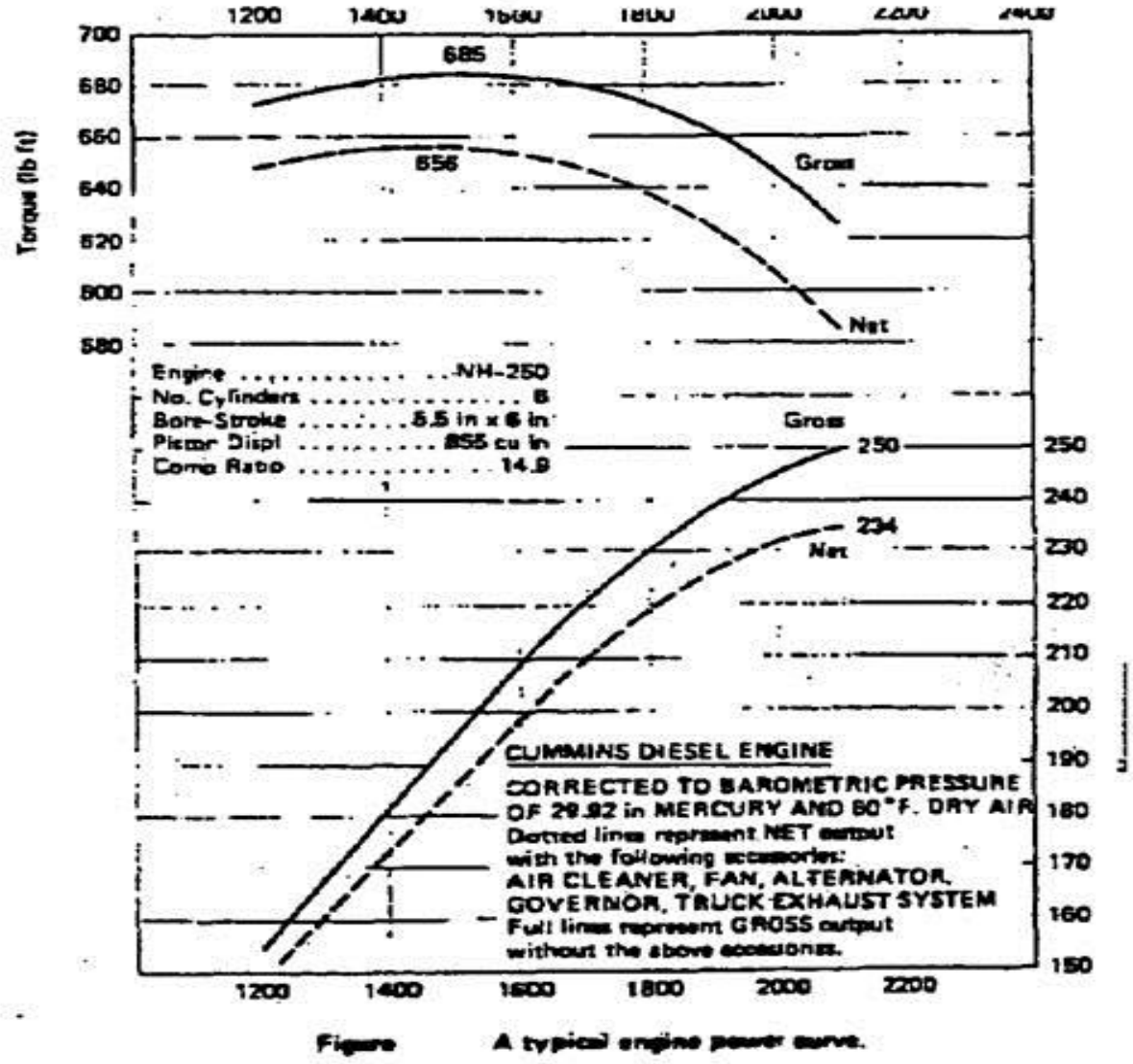


Figure A typical engine power curve.

شكل (١-١٥) مقارنة قدرة محركات الديزل بمحركات البنزين

* بمقارنة قدرة محركات الديزل بمحركات البنزين المساوية لها في السعة نجد أن قدرة محرك الديزل تكون أقل قدرة من محرك البنزين وذلك بسبب أن سرعة التشغيل لمحركات الديزل تكون أقل بكثير من محركات البنزين نتيجة زيادة أبعاد وكتلة أجزاء محرك الديزل لتتحمل الضغوط العالية.

* بمقارنة قدرة محركات البنزين بموتور الكهرباء، عند الحاجة لتركيب أما محرك بنزين أو موتور كهربائي في سيارة معينة نجد أن قدرة محركات البنزين يجب أن تكون أعلى من قدرة موتور الكهرباء حيث أن محركات البنزين تعمل بكفاءة منخفضة، وأن السيارات المركب بها محرك بنزين تحتاج إلى استخدام قدرة أعلى خلال التعجيل عند مستوى السرعات المنخفضة عند السرعات من صفر إلى ٦٠ كم/ساعة. هذا التعجيل يمكن الحصول عليه بكفاءة عالية باستخدام موتور كهربائي.

عزم المحرك :

عزم الدوران (T) ، يساوي القوة مضروبة في ذراع الدوران، وعليه يعتمد العزم على العوامل التالية: الضغط المتولد داخل الاسطوانات، ومساحة سطح المكبس التي يؤثر عليها الضغط المتوسط الفرملي، (بحيث تمثل القوة حاصل ضرب الضغط في المساحة)، ونصف القطر الفعال لذراع عمود المرفق. ويقاس عزم المحرك بوحدة نيوتن متر N m.

العلاقة بين عزم وقدرة المحرك:

القدرة هي معدل بذل الشغل

Power (P_b) = W/t = (T θ)/t = T θ/t = T ω = العزم × السرعة الزاوية

= T (2π N/ 60)

Where:

P_b = (W) = (وات) القدرة الفرملية

T = (N m) = (نيوتن متر) عزم المحرك

N = (rpm) = (لفة/دقيقة) سرعة دوران المحرك

الضغط المتوسط الفعال الفرملي (BMEP) :

هو مقياس فعال لمقارنة أداء المحركات مع بعضها البعض. الضغط المتوسط الفعال الفرملي هو مقياس نظري ولا يرتبط بأي شكل بالضغط الفعلي داخل الاسطوانة. هو ببساطة أداة فعالة لمقارنة أداء المحركات وأن أختلف التصميم والسعة. ويتناسب الضغط المتوسط الفعال الفرملي مع الضغط المتوسط

الفعال البياني. ويحسب الضغط المتوسط الفعال الفرملي من القدرة الفرملية، وهو أقل من الضغط المتوسط الفعال البياني بمقدار الضغط المطلوب للتغلب على الاحتكاك بالمحرك والفقد في التدفق.
يعرف الضغط المتوسط الفعال الفرملي بأنه الضغط الذي إذا أثر على المكابس بشكل متساوي من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى أدنى خلال شوط قدرة، فإنه سوف يؤدي إلى خرج القدرة الفرملية المقاسة. من معادلة القدرة نجد أن

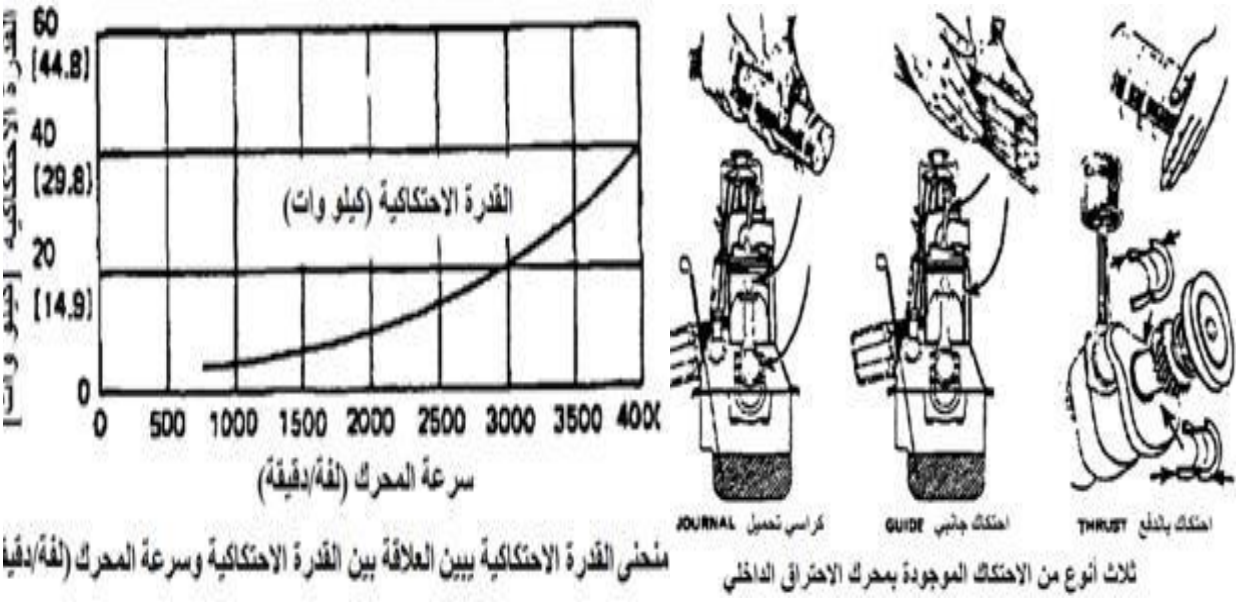
$$P_b = bmep \times A \times L \times n \times N/(60 \times k) = bmep \times V_e \times N/(60 \times k)$$

القيم الفعلية للضغط المتوسط الفعال الفرملي:

– لمحركات السيارات ذات الإشعال بالشرارة الغير مشحنة: فإن القيمة القصوى تكون في حدود ٨,٥ إلى ١٠,٥ بار (٨٥٠ إلى ١٠٥٠ كيلوبسكال)، عند السرعة التي يكون عندها أقصى عزم.
– لمحركات السيارات ذات الإشعال بالشرارة المشحنة: تكون القيمة القصوى في حدود ١٢,٥ إلى ١٧ بار (١,٢٥ إلى ١,٧ ميجابسكال).
– لمحركات السيارات الديزل ذات الأربعة أشواط تكون القيمة القصوى في حدود ٧ إلى ٩ بار (٧٠٠ إلى ٩٠٠ كيلوبسكال)
– لمحركات السيارات الديزل رباعية الأشواط والمشحنة تكون القيمة القصوى في حدود ١٤ إلى ١٨ بار (١,٤ إلى ١,٨ ميجابسكال).

الاحتكاك في المحرك :

الاحتكاك هو القوة التي تضاد الحركة النسبية للحركة، أو نية الحركة بين سطحين. يؤدي الاحتكاك داخل المحرك بين الأسطح المحتكة إلى فقد في قدرة المحرك، وإلى تولد حرارة، وتآكل وبري بين الأسطح المحتكة. هذا يؤدي إلى زيادة الملوثات وزيادة استهلاك الوقود، تدني الأداء، تقصير العمر التشغيلي للمحرك والأجزاء.
يضاف إلى هذا الفقد نتيجة الاحتكاك فقد التدفق عند الأحمال الجزئية لمحركات البنزين نتيجة استخدام الخانق للتحكم في الحمل والسرعة.



شكل (١-١٧) الاحتكاك في المحرك

القدرة الضائعة في الاحتكاك (P_f) :

هي القدرة الضائعة في التغلب على الاحتكاك والفقد في تدفق الشحنة للمحرك. وهي تساوي الفرق بين القدرة الناتجة من الاحتراق داخل الاسطوانة (القدرة البيانية) والقدرة الخارجة من عمود المرفق (القدرة الفرملية).

$$P_f = P_i - P_b$$

الكفاءة الميكانيكية (η_m) ME :

الكفاءة الميكانيكية هي النسبة بين الشغل الخارج/ الشغل الداخل. وهي عادة يعبر عنها كنسبة مئوية. وهي تكون أقل من ١٠٠% وذلك لوجود فقد حراري نتيجة الاحتكاك.

ويمكن تمثيل الكفاءة الميكانيكية لمحركات الاحتراق الداخلي بأنها النسبة بين القدرة الفرملية مقسومة على القدرة البيانية.

الكفاءة الميكانيكية للمحرك = الشغل الخارج من المحرك / الشغل الداخل للمحرك

= القدرة الفرملية / القدرة البيانية

$$\boxed{(P_b)/(P_i) = (P_i - P_f)/(P_i) = 1 - (P_f/P_i) = (\eta_m)}$$

حيث :

P_f = القدرة الضائعة في الاحتكاك (القدرة الاحتكاكية)

عند التعويض بمعادلة القدرة لكل من القدرة البيانية والفرملية في معادلة الكفاءة الميكانيكية نصل إلى أن الكفاءة الميكانيكية تساوي النسبة بين الضغط المتوسط البياني الفرملي إلى الضغط المتوسط البياني البياني.

$$(\eta_m) = \text{bmep/imep}$$

ويمثل الفقد في التدفق والاحتكاك بين حلقات المكبس وجدران الاسطوانة القدر الأكبر في شغل الاحتكاك والقدرة المفقودة.

العوامل الأساسية التي تساهم في فقد القدرة وتقليل القدرة الخارجة للمحرك:

١- نوع المعدن المستخدم في الاسطح المحتكة والتشطيب (نعومة السطح).

٢- التحميل بين الأسطح المحتكة وحالة التزييت.

٣- سرعة الاحتكاك.

٤- نسبة الانضغاط.

٥- معدل حدوث الاحتكاك (عدد اللفات في الدقيقة- سرعة دوران المحرك).

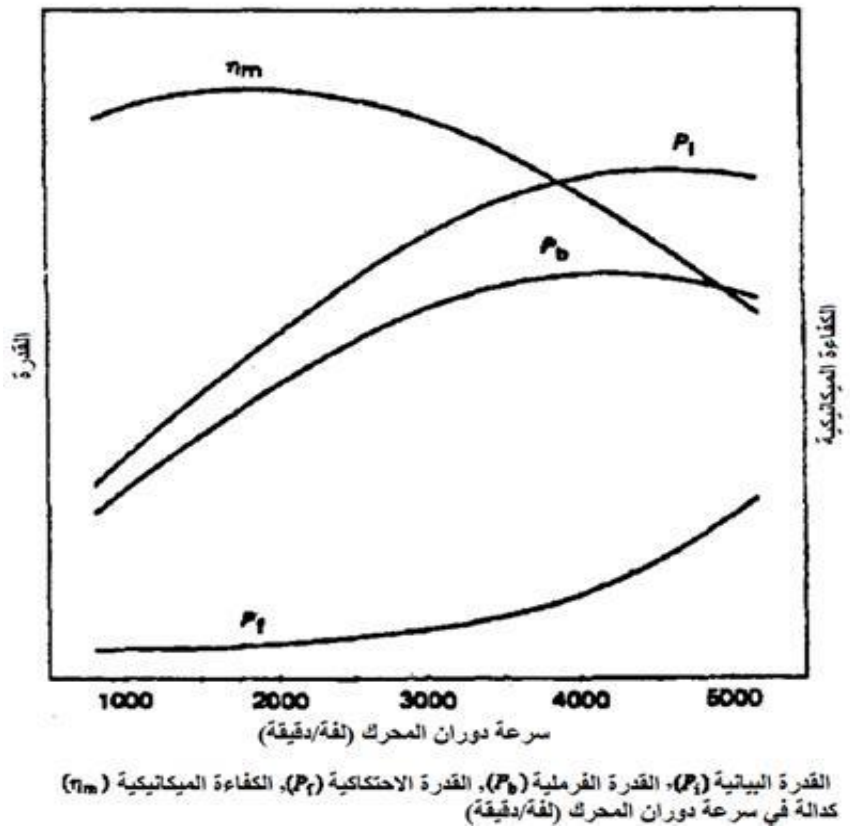
٦- وضعية صمام الخانق

٧- مقاومة الهواء، تزيد مقاومة الهواء مع مربع السرعة. الحدافة، القابض، المولد الكهربائي، مروحة التبريد.

٨- التقليب الحاصل لزيت التزييت.

يبين الشكل قيمة *القدرة البيانية* المستخلصة من قياس الضغط بداخل المحرك، *والقدرة الفرملية* المقاسة من خرج المحرك، ومقدار *القدرة الاحتكاكية* (الفرق بين القدرة البيانية والقدرة الفرملية)، *والكفاءة الميكانيكية* (خارج قسمة القدرة الفرملية/ القدرة البيانية) مع سرعة دوران المحرك.

* من الشكل يظهر أن القدرة البيانية (P_i) أعلى من القدرة الفرملية (P_b) خلال مدي سرعة دوران المحرك. عند قياس الفرق بين القدرتين عند كل سرعة، نجد أن هذا الفرق يمثل الفقد في القدرة نتيجة التدفق والاحتكاك (P_f) عند هذه السرعة. مع زيادة السرعة تزداد القدرة المفقودة، وبالتالي يزداد الفرق بين منحنيي القدرتين.



القدرة البيانية (P_i)، القدرة الفرملية (P_b)، القدرة الاحتكاكية (P_f)، الكفاءة الميكانيكية (η_m) كدالة في سرعة دوران المحرك (لفة/دقيقة)

شكل (١-١٨) قيمة القدرة البيانية المستخلصة من قياس الضغط بداخل المحرك

نسبة القدرة لوحدة السعة للمحرك:

وهي تقاس بوحدة كيلووات/لتر أو أي من الوحدات kW/l, PS/l, hp/l، وتحسب عن طريق قسمة قدرة المحرك على سعته.هذه النسبة مفيدة عند مقارنة محركات مختلفة ومنها يكن أيجاد حدود الإجهاد المؤثرة على المحرك. ففي حالة القيم العالية فإن هذا يدل على أن المحرك يتعرض لإجهادت عالية وهذا يشير إلى قصر العمر التشغيلي للمحرك. ومحركات البنزين له قيم أعلى من الديزل والمحركات الدوارة لها نسبة أعلى من البنزين، وتزداد القيمة بمقدار من ١,٢٥– ٢ بالنسبة للمحركات المشحنة.

استهلك الوقود (FC) :

الوقود الذي يستهلكه المحرك يمكن قياسه بالحجم أو الكتلة. بالحجم فإن الوحدة هي السنتي متر المكعب أو الليتر في الثانية، دقيقة أو ساعة (١٠٠٠ سم^3 = ١ لتر). والقياس بالكتلة تكون الوحدة كجم لكل ثانية، دقيقة، أو ساعة (١ لتر من الماء يساوي ١ كجم عند درجة حرارة ٤ مئوية)

العلاقة بين الاستهلاك بالحجم والاستهلاك بالكتلة هي

استهلاك الوقود (كجم/دقيقة) = استهلاك الوقود (لتر/دقيقة) × الكثافة النوعية للوقود (كجم/لتر)

*** كثافة الوقود:**

تستخدم في العادة وحدة كجم/م^3 للإشارة إلى كثافة الوقود عند درجة ٢٥ مئوية:الإيثانول ٧٨٩,٠،

الميثانول ٧٩١,٥، البنزين ٧٠٢,٥ ، البروبان ٥١٠,٠، هيدروجين ٧٠,٨، الديزل ٩٠٠.

الاستهلاك النوعي للوقود (SFC) :

الاستهلاك النوعي للوقود يمثل كتلة أو حجم الوقود الذي يستهلكه المحرك في الساعة لإنتاج كيلووات من القدرة. وتكون الوحدة المستخدمة للدلالة على الاستهلاك النوعي هي كجم/(كيلووات ساعة)

وهناك نوعين من الاستهلاك النوعي، الاستهلاك النوعي الفرملي وفيه ينسب استهلاك الوقود إلى قدرة المحرك الفرملية، والاستهلاك النوعي البياني وفيه ينسب استهلاك الوقود إلى قدرة المحرك البيانية.

وهو يعتبر مؤشر لكفاءة المحرك الحرارية، وهو واحد من أهم الخواص للمحرك. ويمكن عمل مقارنة بين محركات مختلفة القدرة والخواص، طالما توفرت طريقة قياس واحدة تتم تحت نفس ظروف التشغيل.

ويمثل منحنى استهلاك الوقود النوعي بالنسبة لسرعة المحرك الانعكاس من خلال مرآه لمنحنى الكفاءة الحرارية، وتكون أدنى نقطة في منحنى الاستهلاك النوعي للوقود هي أعلى نقطة في منحنى الكفاءة الحرارية.

الحد الأدنى للاستهلاك النوعي للوقود لمحركات البنزين في حدود 300 جم/كيلووات ساعة 83 جم/ميجاجول، بغض النظر عن أي تصميم معين ،. عموما فإن الاستهلاك النوعي للوقود سوف يقل مع زيادة نسبة الانضغاط. ومحركات الديزل في حدود 240 جم/كيلووات ساعة وهذا يعني أن محركات الديزل لها استهلاك نوعي للوقود أحسن من البنزين (قلة القيمة تدل على استهلاك وقود أحسن) حيث أن لها نسبة انضغاط أعلى.

معدل استهلاك الوقود بالنسبة للسيارات :

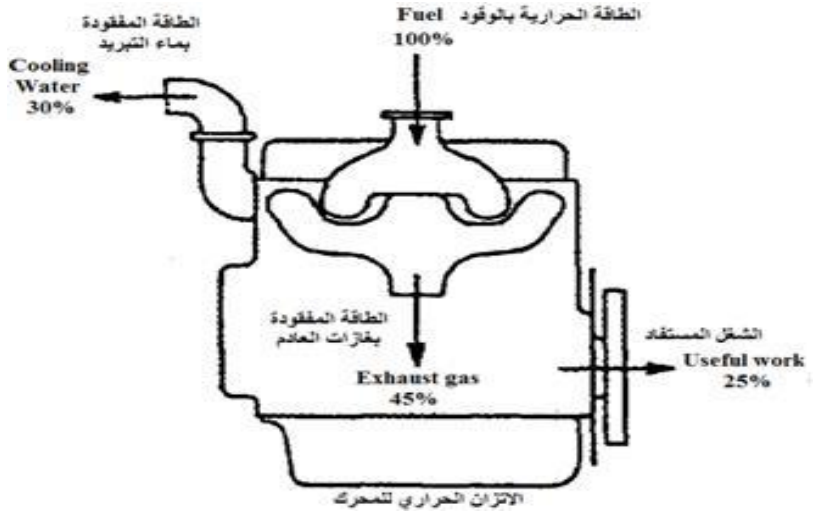
بالنسبة للسيارات فإن معدل استهلاك الوقود يقاس بمقدار المسافة المقطوعة للوحدة الحجمية لتعبئة الوقود: ميل لكل جالون (mpg) ، كم لكل لتر (km/L) ، أو مقدار حجم الوقود المستهلك لقطع مسافة ١٠٠ كيلومتر (L/100 km) 100 km .

* السبب وراء زيادة اقتصاد الوقود بالنسبة لسيارات الديزل هو أن محركات الديزل تستخدم نسبة خليط فقير ، وهي ذات قيمة عالية لنسبة الانضغاط ، ووقود الديزل له قيمة حرارية عالية .

الكفاءة الحرارية للمحركات (η_{th}) :

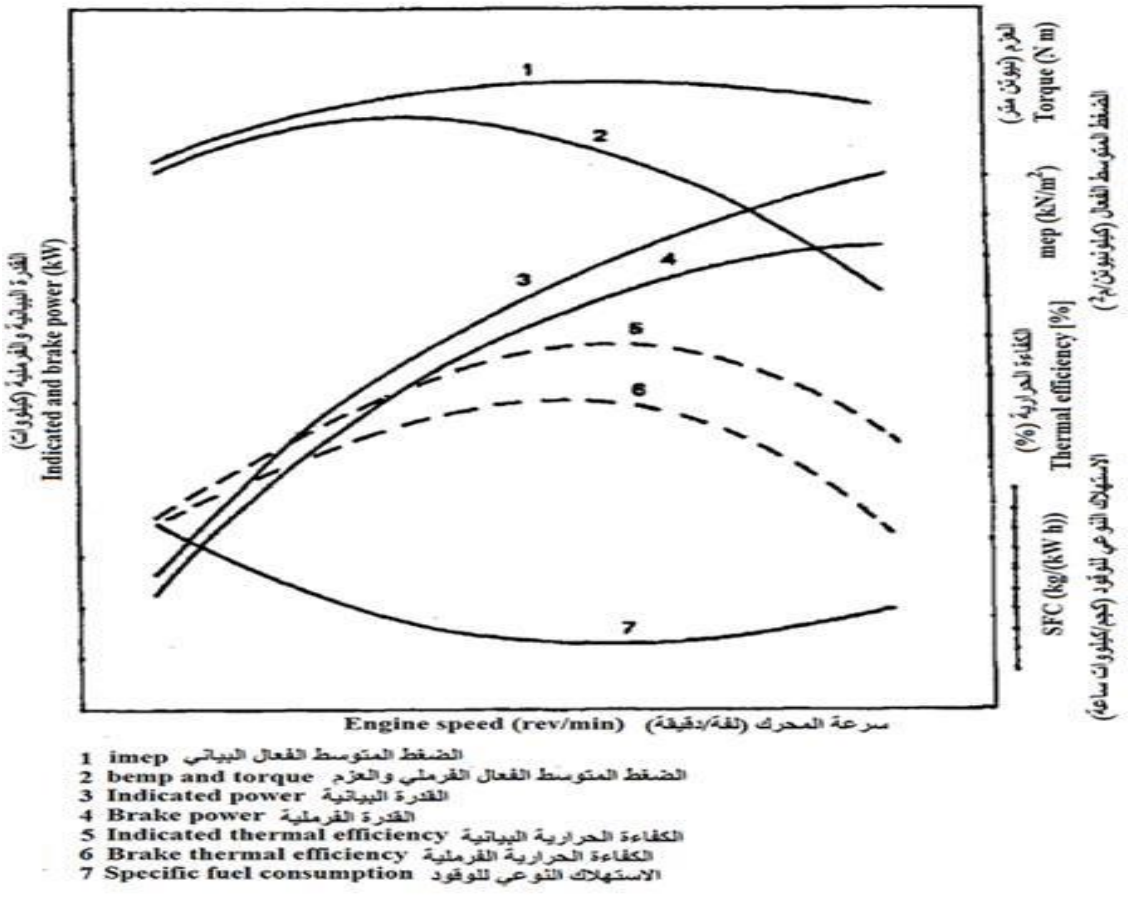
تعرف الكفاءة الحرارية للمحرك بإنها كفاءة المحرك لتحويل الطاقة الحرارية الموجودة بالوقود إلى طاقة ميكانيكية. وقد أوضحت اختبارات الاتزان الحراري بشكل واضح أن محركات الاحتراق الداخلي ليست كفء في عملية التحويل تلك. فالكفاءة الحرارية لمحركات سيارات الديزل قد تصل إلى ٤١% ولكنها تكون في المعتاد في حدود ٣٠%، ومحركات البنزين قد تصل إلى ٣٧,٣% ولكنها تكون في المعتاد في حدود ٢٠%.

* لا تصل الكفاءة الحرارية للمحركات إلى ١٠٠% لوجود فقد حراري للطاقة المستخلصة من الوقود والتي تتمثل في الطاقة المفقودة بماء التبريد، والطاقة المفقودة بغازات العادم (الساخنة)، كما يظهر في شكل الاتزان الحراري للمحرك.



شكل (١-١٩) الكفاءة الحرارية للمحركات

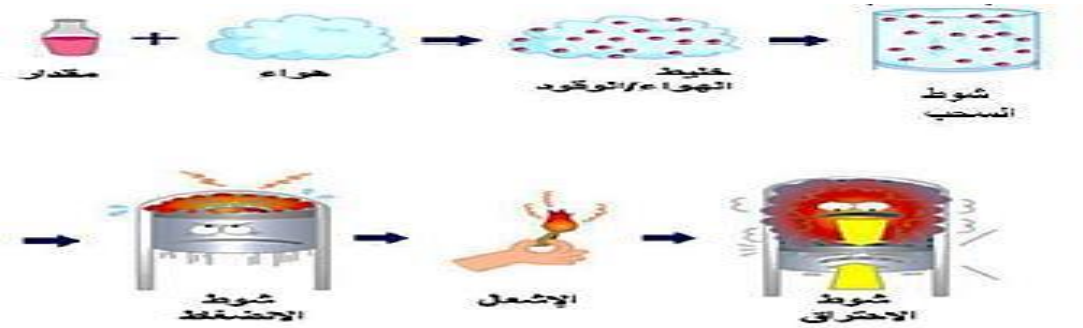
منحنيات الأداء للمحرك :



شكل (١-٢٠) منحنيات الأداء للمحرك

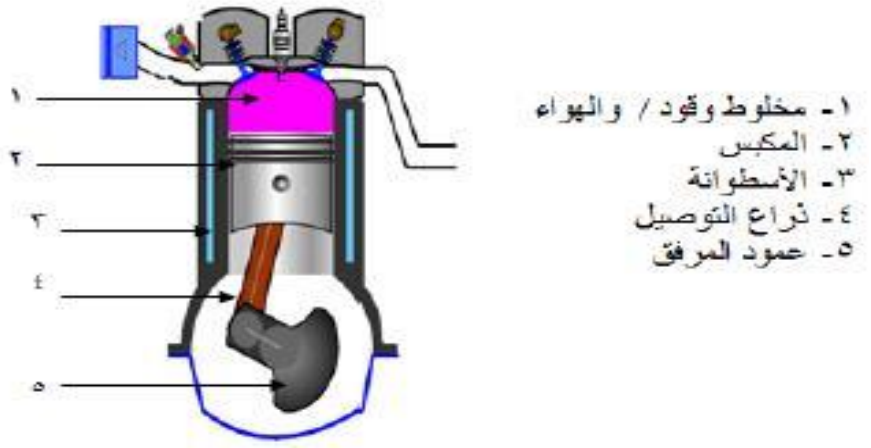
(٢) أساسيات المحرك

مبادئ تشغيل المحرك: محرك الأحتراق الداخلى عبارة عن ألة تحول الطاقة الكيميائية الموجودة فى الوقود (البنزين أو وقود الديزل) إلى طاقة حرارية ثم تحول هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية ، ويتم إنجاز ذلك عن طريق مزج الكميات المناسبة من الهواء والوقود وحرق المخلوط داخل أسطوانة محكمة وتعمل الغازات المتمددة نتيجة الإحتراق على دفع المكبس إلى أسفل الأسطوانة وتعمل بمعدل يمكن التحكم فيه



شكل (٢-١) مبادئ تشغيل المحرك

يتصل المكبس المتحرك داخل الأسطوانة بذراع التوصيل من أعلى ومن أسفل بعمود المرفق ويعمل ضغط الغازات المتمددة نتيجة إحتراق الوقود داخل الأسطوانة على دفع المكبس لأسفل. ويتم تحويل الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دورانية لعمود المرفق الذى يعطى القدرة اللازمة لتحريك السيارة وهذه هى الطاقة الحرارية التى تتحول إلى طاقة ميكانيكية.



شكل (٢-٢) مبادئ تشغيل المحرك

(٣) الدورات الحرارية

الدورة الحرارية رباعية الأشواط:

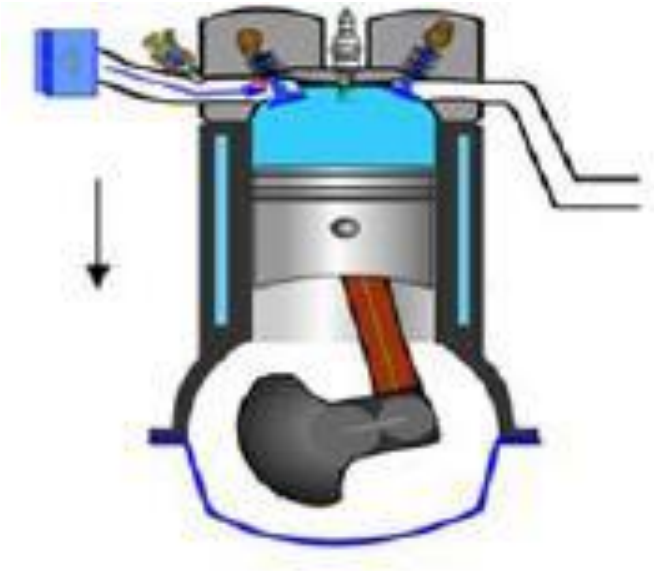
تتم دورة محرك رباعى الأشواط فى لفتين من عمود المرفق وتتكون كل دورة من أربع اشواط مختلفة كالاتى.

1-شوط السحب ٢- شوط الأنضغاط ٣-شوط القدرة ٤- شوط العادم

الشوط: هو المسافة التى يتحركها المكبس من اعلى وضع فى الأسطوانة (ن . م . ع) اى النقطة الميتة العليا إلى اقل وضع فى الأسطوانة (ن . م . س)اى النقطة الميتة السفلى اوالعكس.

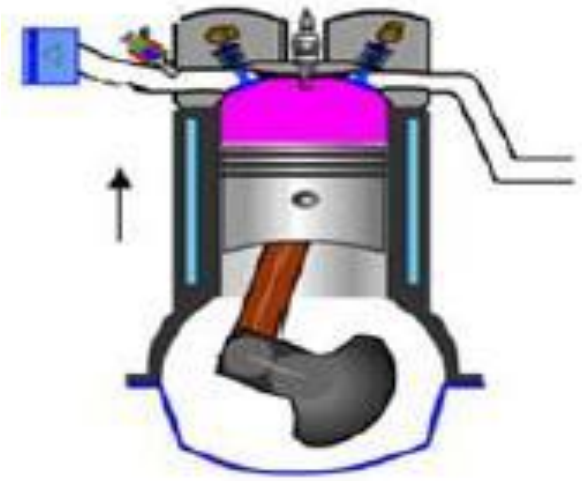
شوط السحب: يكون صمام السحب مفتوحا وصمام العادم مغلقا ويتحرك المكبس من النقطة الميته العليا(ن .م .ع) إلى النقطة الميته السفلى(ن .م .س) ويكون الضغط الموجود أعلى المكبس الناجم

عن حركتة السريعة إلى اسفل، اقل من الضغط الجوى ونتيجة لهذا الضغط المنخفض يسرى الوقود والهواء فى الأسطوانة أمام المكبس عن طريق مجمع السحب.



شكل (٣-١) مبادئ تشغيل المحرك

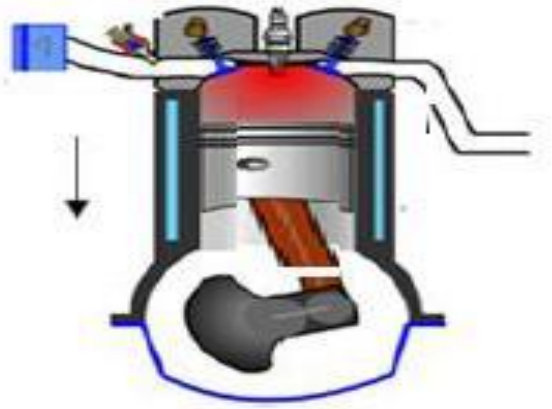
شوط الإنضغاط:عند نهاية شوط السحب يبدا المكبس الحركة من النقطة الميته السفلى (ن . م . س) إلى النقطة الميته العليا (ن. م. ع) وفى هذه الأثناء يغلق صمام السحب مع بقاء صمام العادم مغلقا وتنضغط شحنة الهواء والوقود فى الأسطوانة.



شكل (٣-٢) شوط الإنضغاط

شوط القدرة: قبل أن يصل المكبس إلى النقطة الميته العليا (ن . م . ع) بقليل تحدث شرارة من شمعة الإشعال ويبدأ إحتراق الشحنة المنضغطة داخل الأسطوانة. يتبع ذلك تمدد غازات الإحتراق

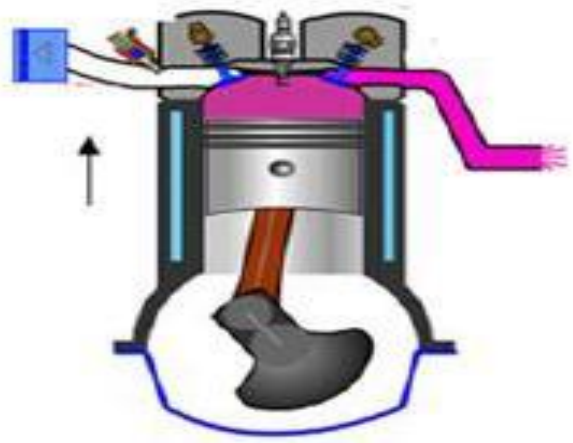
ويؤدى الضغط الناتج إلى دفع المكبس فى اتجاه النقطة الميته السفلى (ن. م. س) ويكون صمام السحب والعادم مغلقين أثناء هذا الشوط.



شكل (٣-٣) شوط القدرة

شوط العادم: يتحرك المكبس إلى اعلى من النقطة الميتة السفلى (ن. م . س) متجها إلى النقطة الميتة العليا (ن . م . ع) . فى هذه الأثناء يفتح صمام العادم مع بقاء صمام السحب مغلقا وتندفع نواتج

الأحتراق من الأسطوانة وغرفة الأحتراق إلى مجمع العادم ثم إلى الهواء الجوى.



شكل (٣-٤) شوط العادم

الدورة الحرارية ثنائية الأشواط:

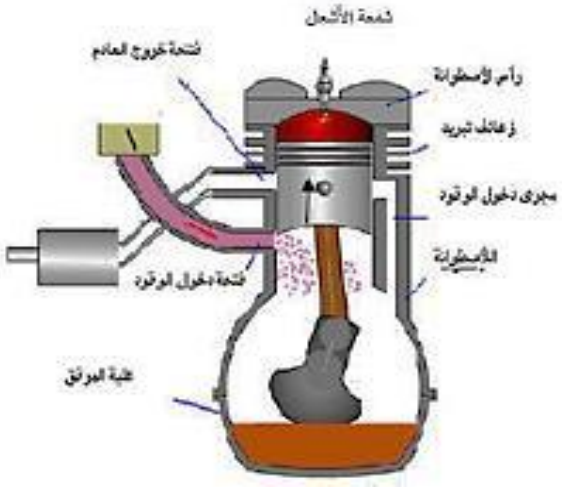
تتم دورة المحرك ثنائى الأشواط فى شوطين للمكبس ولفة واحدة لعمود المرفق، وتوجد أنواع متعددة من هذه المحركات وفى أحد الأنواع يستخدم فتحات لكى تؤدى عمل الصمامات (السحب والعادم) فى المحرك رباعى الأ شواط ، وهذا النوع من المحركات يستخدم فقط فى القدرات الصغيرة . كما لا يوجد نظام تزييت مستقل ولكن يوضع الزيت مع الوقود فى علبة المرفق ويجب استعمال المخلوط (الهواء – الوقود) بالنسب الصحيحة.

الشوط الأول (السحب والضغط)

يتحرك المكبس إلى أعلى من النقطة الميتة السفلى) ن.م .س (إلى النقطة الميتة العليا) ن.م .ع (ونتيجة لتحرك المكبس تقفل فتحة العادم ومجرى دخول الوقود وتدخل شحنة نقية من مخلوط الوقود والهواء إلى علبة المرفق من خلال فتحة دخول الشحنة نتيجة للتخلخل الحادث

بعلبة المرفق من تحريك المكبس إلى أعلى وأثناء حركة المكبس إلى أعلى تنضغط الشحنة داخل

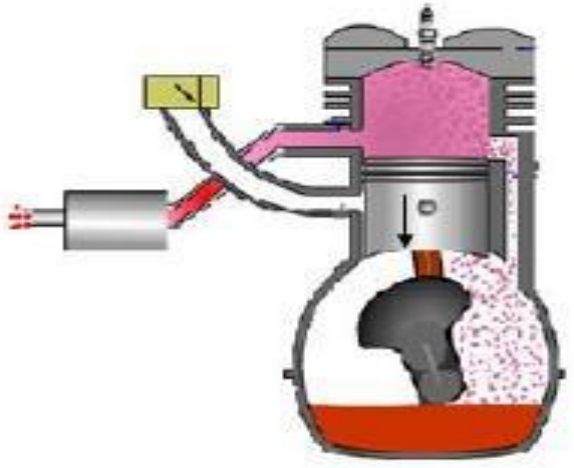
الأسطوانة وقبل أن يصل المكبس إلى النقطة الميتة العليا) ن.م .ع (بقليل تحدث شرارة من شمعة الإشعال ويبدأ احتراق الشحنة المنضغطة.



شكل (٣-٥) الشوط الأول

الشوط الثانى (القدرة والعادم)

يؤدى الضغط الناتج من تمدد الغازات المحترقة إلى دفع المكبس إلى أسفل من النقطة الميتة العليا (ن.م.ع) فى اتجاة النقطة الميتة السفلى (ن.م.س) ونتيجة لتحرك المكبس يكشف فتحة مجرى الوقود فتندفع الشحنة النقية الجديدة المضغوطة داخل علبة المرفق إلى الأسطوانة عن طريق مجرى الوقود وتنكشف أيضا فتحة العادم فتندفع غازات الإحتراق من الأسطوانة إلى الخارج عن طريق فتحة العادم وتساعد الشحنة الجديدة فى كسح غازات العادم .

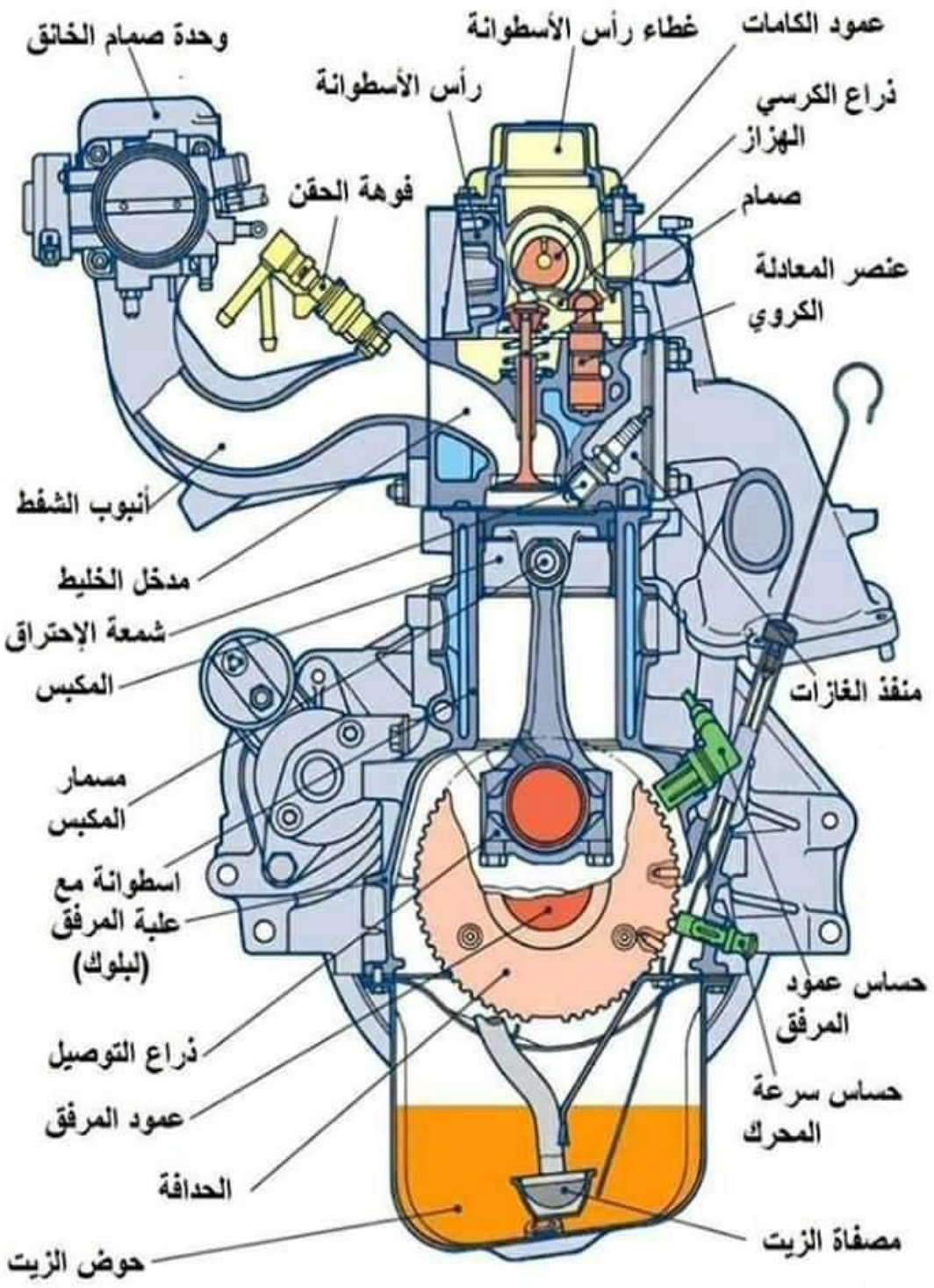


شكل (٣-٦) الشوط الثانى

الدورة الحرارية رباعية الأشواط	الدورة الحرارية ثنائية اللأشواط
1-تتم فى لفتين لعمود المرفق.	1-تتم فى لفة واحدة لعمود المرفق.
2-تتم فى أربعة أشواط للمكبس.	2-تتم فى شوطين للمكبس.
3-يوجد شوط فعال واحد خلال لفتين لعمود المرفق.	3-يوجد شوط فعال واحد خلال لفة لعمود المرفق.
4-يوجد بها صمامات.	4-يوجد بها فتحات.
5-إقتصادية فى الوقود.	5-تستهلك كمية أكبرمن الوقود.
6-كبيرة الحجم وكثيرة الأجزاء.	6-صغيرة الحجم – بسيطة التركيب.
7-صوت تشغيل المحرك منخفض نسبي	7-صوت تشغيل المحرك عالى نسبي
8-غالية الثمن.	8-رخيصة الثمن.
9-لا تتعرض لإرتفاع كبير فى درجات الحرارة.	9-تتعرض لإرتفاع كبير فى درجات الحرارة.

(٤) أجزاء المحرك

يتكون المحرك من أجزاء ثابتة وأجزاء متحركة:



شكل (٤-١) أجزاء المحرك

اولا : أجزاء المحرك الثابتة

لكل محرك ثلاث أجزاء رئيسية ثابتة وهى كما يلى:

١- رأس الأسطوانة (وش السلندر)

يتم تثبيت رأس الاسطوانة أعلى كتلة الاسطوانة حيث تشكل الجزء العلوي من غرفة الاحتراق. المحركات ذات الاسطوانات صف واحد في خط مستقيم تحتوي فقط على رأس اسطوانة واحد لجميع الاسطوانات اما الاسطوانات على شكل حرف (V). أو الأفقية المتقابلة فتحتوي على رأس اسطوانة منفصل لكل صف من الاسطوانات. ،و يمكن صُنع رأس الاسطوانة من الحديد الزهر أو سبائك الألومنيوم. ويكون الرأس المصنوع من سبائك الألومنيوم أخف من الرأس المصنوع من الحديد الزهر. ويتميز الألومنيوم أيضا بتوصيله للحرارة بسرعة أكبر بكثير من الحديد. ويحتوي رأس الأسطوانة على معظم أجزاء غرفة الاحتراق مثل الصمامات و شمعات الإشعال أو الحاقنات)الرشاشات(. ومن الداخل يحتوي رأس الاسطوانة على فتحات مجمع السحب والعادم لانتقال خليط الوقود/الهواء من مجمع السحب إلى صمامات السحب وانتقال غازات العادم من صمامات العادم إلى مجمع العادم، ودلائل الصمامات ، وفتحات لمرور سائل التبريد لتبريد الرأس والمحرك ، أما فى المحركات المبردة بالهواء يزود السطح الخارجى لرأس الأسطوانة بزعانف تبريد ويثبت الرأس بالأسطوانة بواسطة مسامير.

شكل (٤-٢) رأس الأسطوانة

ويوضع بين رأس الأسطوانة (وش السلندر) وجسم الأسطوانات (كتلة الأسطوانات)جوان مرن لمنع تسرب الغازات والماء والزيت.

شكل (٤-٣)جوان رأس الاسطوانة

2-جسم الأسطوانات (كتلة الأسطوانات / البلوك)

تعد كتلة الاسطوانات الجزء الأساسي في المحرك. وهي مصنوعة من الحديد الزهر (محرك الديزل) أو سبائك الألومنيوم. وحديث ا، كثر استخدام سبائك الألومنيوم لمحركات البنزين. فالألومنيوم أخف وزن وأسهل في إنتقال الحرارة من الصلب لذلك فهو يُعتبر المادة المثالية لمحركات البنزين.

شكل (٤-٤) كتلة الأسطوانات المبردة بالماء

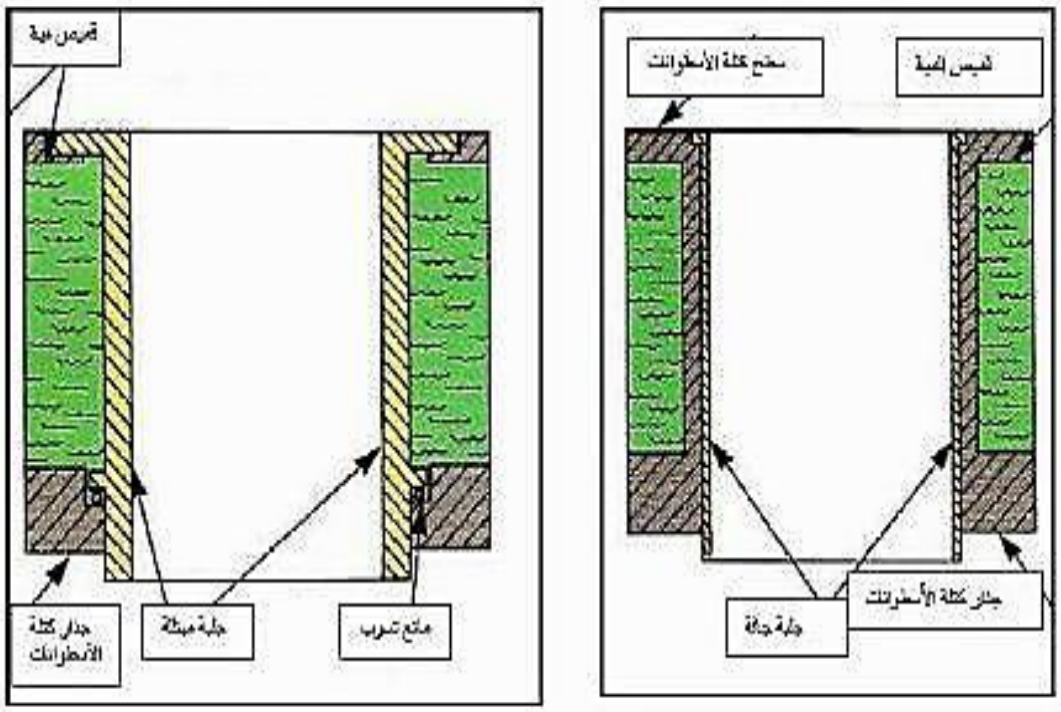
وفى المحركات المبردة بالهواء تصنع الأسطوانات منفصلة ولها زعانف للتبريد وتربط بعلبة المرفق بواسطة مسامير.

شكل (٤-٥) كتلة الأسطوانات المبردة بالهواء

أما فى المحركات المبردة بالماء تحتوي كتلة الأسطوانات على الأسطوانة التي يتحرك فيها المكبس بشكل ترددي وقميص الماء الخاص بالتبريد للاحتفاظ بدرجة حرارةالاسطوانة.

وكذلك تحتوى جدران كتلة الأسطوانات على ممرات لتغذية زيت التزييت إلى الأجزاء المتحركة. ويركب فى كل أسطوانة جلب)شميز (تصنع من سبيكة خاصة من الحديد الزهر أو الصلب وتعالج حراري ا ، وهناك نوعان من الجلب النوع الأول المبتل إذا كان ماء التبريد يلامس الجدار الخارجى للجلبة مباشرة وهذا النوع يتم تغييرة بسهولة بعد مدة طويلة من الإستخدام وكفاءتة فى التبريد عالية.

أما النوع الثانى فهو ذو الجلبة الجافة وهى تركب داخل الأسطوانة بعد إعادة خرطها. ويتراوح سمك جدران الأسطوانة فى الجلب المبتلة بين ٦إلى ٨ مم أما فى الجلب الجافة فيتراوح بين ٢ إلى ٤مم.



شكل (٤-٦) الجلبة الجافة و المبتلة

وظائف الأسطوانة:

1-توجيه حركة المكبس.

٢- تلقى الضغط المتولد وتحمله.

3–تكوين غرفة الأحتراق التى يتم فيها احتراق الوقود.

4–نقل جزء من الحرارة الناتجة عن احتراق الوقود إلى دورة التبريد لتخفيف درجة الحرارة عن جسم المحرك.

الشروط الواجب توفرها فى المعدن المصنوع منه الأسطوانات:

1–خواص انزلاق جيدة. 2–مقاومة عالية للتأكل 3–. مقاومة عالية للصدأ.
4–مقاومة لإجهادات الضغوط العالية 5–موصل جيد للحرارة. 6–خفة الوزن

3–وعاء الزيت:

يثبت وعاء الزيت)الكرتير (اسفل المحرك. بواسطة مجموعة من المسامير . وهو عبارة عن خزان أو وعاء لتخزين الزيت ، ومجمع للزيت العائد من نظام تزييت المحرك. ويمكن تصميم الحوض في شكل صفيحة معدنية مضغوطة رقيقة، وأي ضا يمكن تشكيله بحيث يضمن عودة الزيت إلى أعمق جزء له.

شكل (٤–٧) وعاء الزيت

ثانيا : أجزاء المحرك المتحركة

يمكن تقسيم هذه الأجزاء إلى ثلاث مجموعات كالاتى:

1-المجموعة المرفقية:

وتتكون المجموعة المرفقية من:

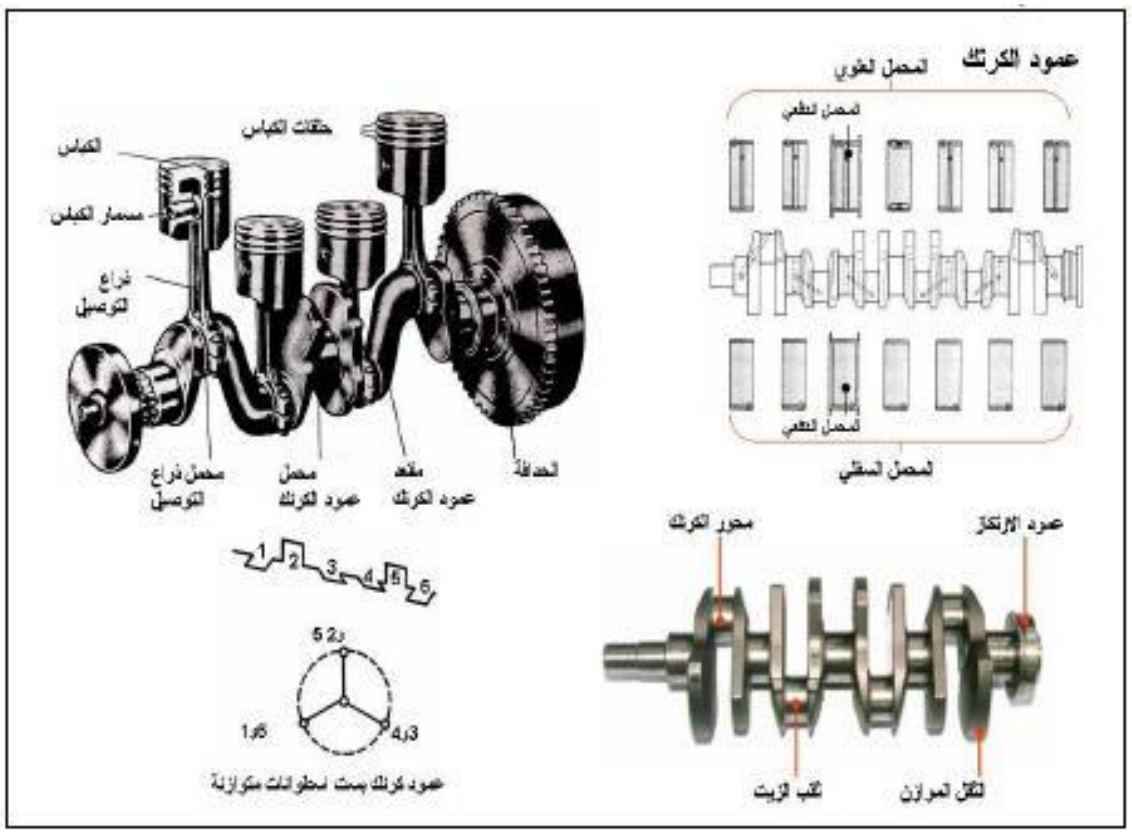
1-عمود المرفق (الكرنك)

2-ذراع التوصيل (البيل)

3-بنز المكبس.

4-المكبس (البستم)

5-حلقات (شنابر) المكبس.

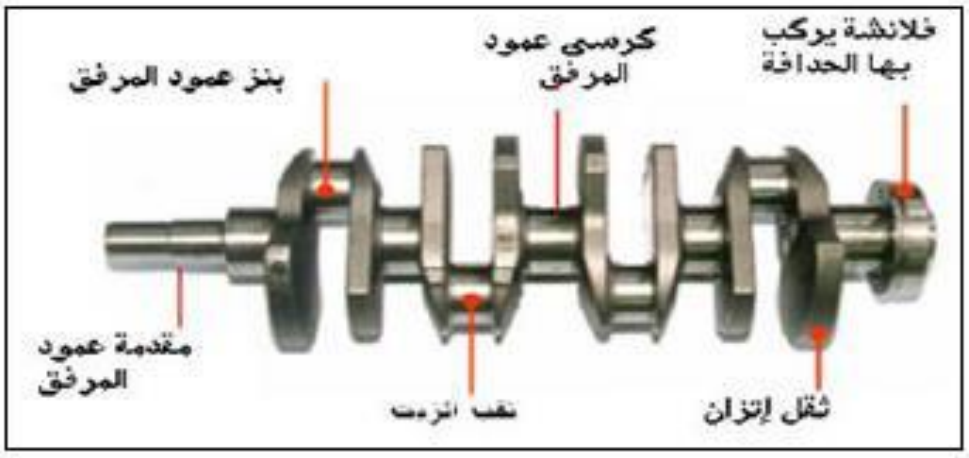


شكل (٤-٨) عمود المرفق

أ- عمود المرفق (الكرنك)

يقوم عمود المرفق بتحويل الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دورانية. ويتلقى الأحمال المؤثرة على المكبس عن طريق ذراع التوصيل وينقلها بالتالى إلى مجموعة نقل الحركة.

ويلاحظ أن عدد محاور اذرع التوصيل فى المحرك ذو الأسطوانات المرتبة على صف واحد يتساوى مع عدد الأسطوانات ولكن عدد المحاور الرئيسية يتغير من محرك إلى أخر ويركب فى مقدمة عمود المرفق ترس التوقيت واويل سيل لمنع تسرب الزيت والطنبور الذى يدير طلمبة المياة والمولد عن طريق سير على شكل حرف (V) ويركب ترس الحدافة فى النهاية الأخرى ويصل زيت التزييت إلى المحاور وكراسيها عن طريق مجارى مستقيمة ومائلة مثقوبة فى المحاور والأعصاب.

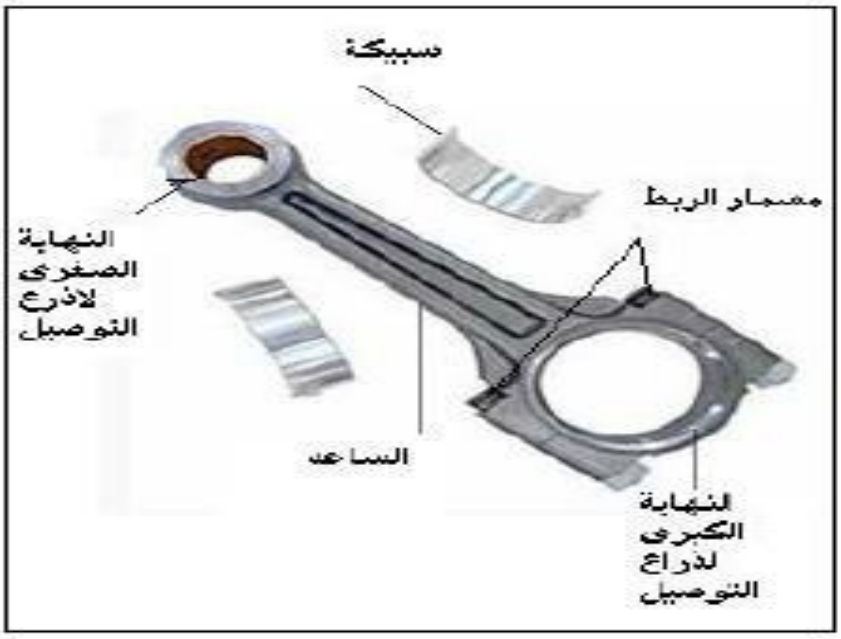


شكل (٤-٩) عمود المرفق

ب- ذراع التوصيل:

يصل ذراع التوصيل المكبس بعمود المرفق عن طريق بنز المكبس. ويتكون ذراع التوصيل من النهاية الصغرى التى تتصل بالمكبس بواسطة بنزالمكبس وذراع التوصيل مقطعة على شكل حرف(L) (الساعد) والنهاية الكبرى التى تتصل بعمود المرفق (الكرنك) ويجب ان يكون ذراع التوصيل قويا وخفيف الوزن ولذا فإنه يصنع من الصلب المطروق وتثقب النهاية الصغرى وتركب فيها جلبة من البرونز الفوسفورى أما نهايتة الكبرى فتبطن بسبيكة من المعدن الأبيض

وهذه النهاية مكونة من جزئين يربطهما مسماران. وتحفر فى بطانة النهاية الكبرى مجارى تسمح بوجود زيت حول بنز المرفق أما النهاية الصغرى فيوجد بها ثقب يسمح بتزييت بنز المكبس .



شكل (٤-١٠) ذراع التوصيل

ج- المكبس

عبارة عن جسم أسطوانى الشكل يتحرك بداخل أسطوانة المحرك إلى أعلى وإلى أسفل مع وجود خلوص بسيط بينهما. ويصنع المكبس من سبيكة الألمونيوم أو الحديد الزهر.

شكل (٤-١١) المكبس

وظائف المكبس:

1-نقل الضغط الناتج عن الاحتراق إلى عمود المرفق من خلال بنز المكبس وذراع التوصيل

2-منع التسرب من غرفة الاحتراق إلى علبة الكرنك

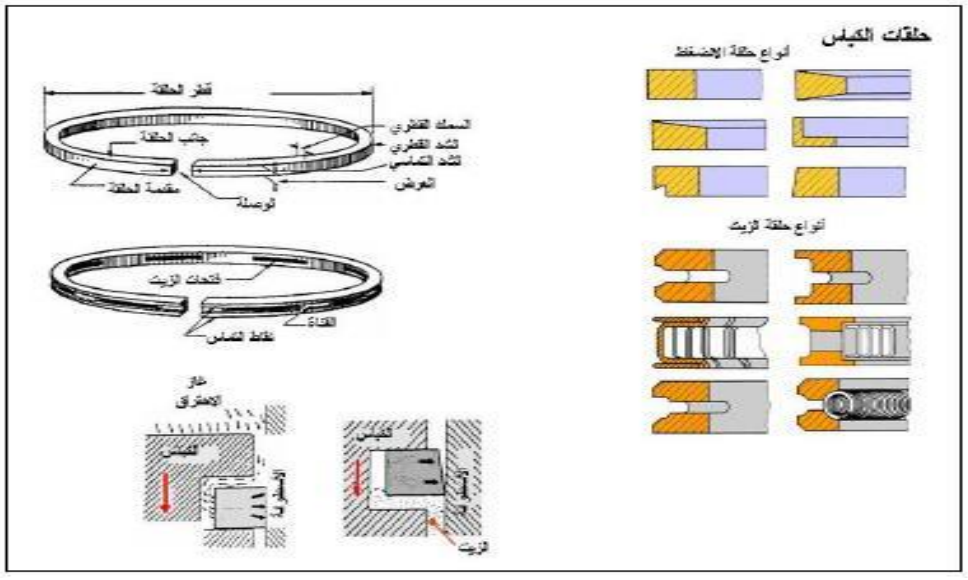
3-نقل الحرارة إلى جدار الاسطوانة.

د- بنز المكبس : هو الصله بين المكبس وذراع التوصيل وهو عبارة عن قضيب أسطوانى مفرغ من الصلب وذو قوة وصلابة مناسبة كما أنه خفيف الوزن وذو خواص مقاومة للتأكل.

هـ- حلقات المكبس (الشنابر) : حلقة المكبس هي عبارة عن حلقة مفتوحة الأطراف يتم تثبيتها في تجويف على القطر الخارجي للمكبس ، والوظائف الثلاث الرئيسية لحلقات المكبس:

- منع التسرب من غرفة الاحتراق
- المساعدة على نقل الحرارة من المكبس إلى جدار الاسطوانة.
- تنظيم استهلاك زيت المحرك.

تحتوى معظم مكابس السيارات على ثلاث حلقات: اثنان لمنع تسرب الانضغاط (حلقات الانضغاط)؛ وواحدة لمنع تسرب الزيت(حلقة الزيت)



شكل (٤-١٢) الشنابر

2-مجموعة تشغيل الصمامات:

وتتمثل المكونات الرئيسية لمجموعة تشغيل الصمام في:

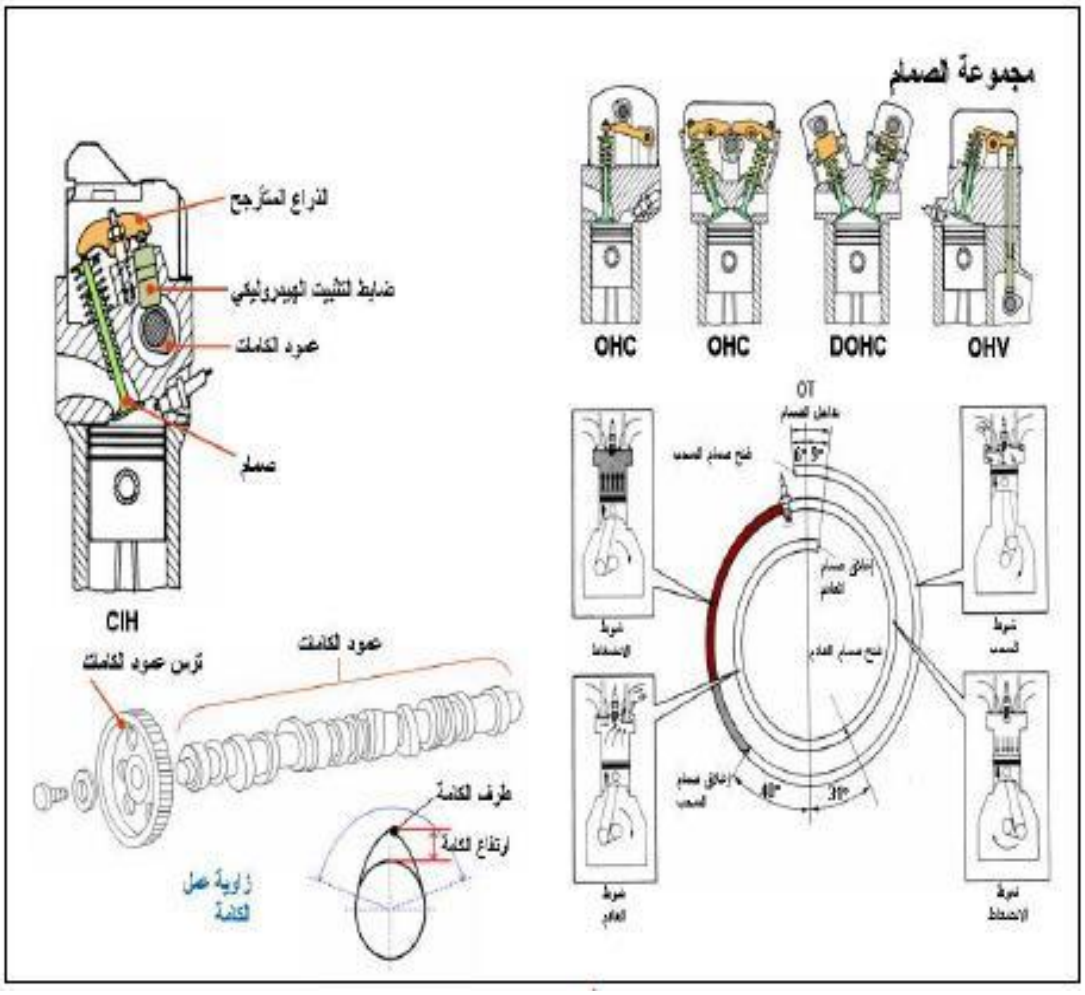
1-عمود الحدبات (عمود الكامات.)

2-الذراع المتارجح (التاكيه.)

3-الصمامات.

٤-يايات الصمامات.

5-القفل (التيلة) .



شكل (٤-١٣) مجموعة تشغيل الصمامات

أ- عمود الحدبات (عمود الكامات)

يقوم عمود الكامات بتشغيل صمامات المحرك عن طريق كامات تفتحها ويتم غلقها بواسطة يايات. وتصنع الكامات فى محركات السيارات كجزء واحد مع عمود الكامات. وتصنع أعمدة الكامات من الصلب أو من نوع خاص من الحديدالزهر. ويأخذ عمود الكامات حركتة من عمود المرفق عن طريق مجموعة تروس أو كاتينة ، وهو يدور بنصف سرعة عمود المرفق . وتتحكم كل كامة فى أداة صمام معين إما سحب او عادم وتوضع بترتيب معين ويعطي لها شكل معين تبعا لترتيب الحريق حسب تصميم المحرك.

شكل (٤-١٤) عمود الكامات

وظيفة عمود الكامات:

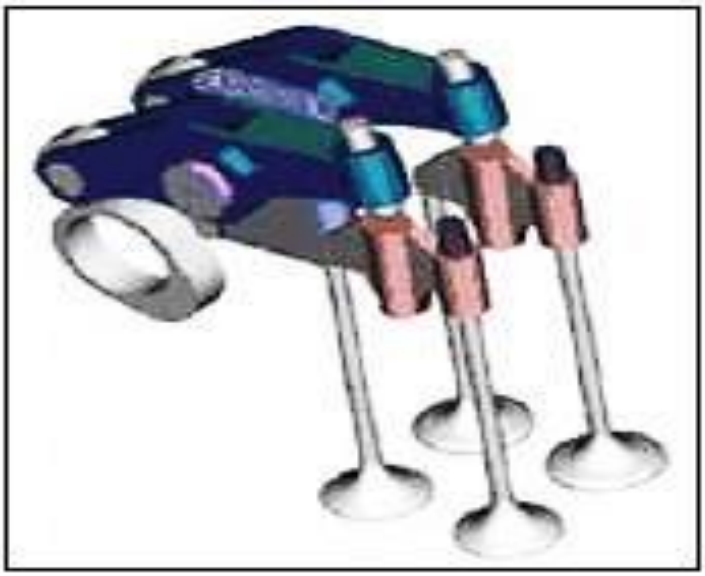
1-فتح الصمامات

2-تشغيل طلمبة البنزين (بواسطة كامة لامركزية)

3-تشغيل طلمبة الزيت والأسبراتير (بواسطة ترس صغير مشكل على العمود)

ب- الروافع المتأرجحة (التاكيه)

تعمل على نقل الحركة من ذراع الدفع أو الكامة إلى الصمام.،وتصنع الروافع المتأرجحة من الفولاذ وتصلد أسطح تلامسها مع الصمام .ويتم احكام مسمارالضبط ذا الطرف الكروى المثبت با لنهاية الأخرى للروافع المتأرجحة ضد الدوران باستعمال صمولة زنق.



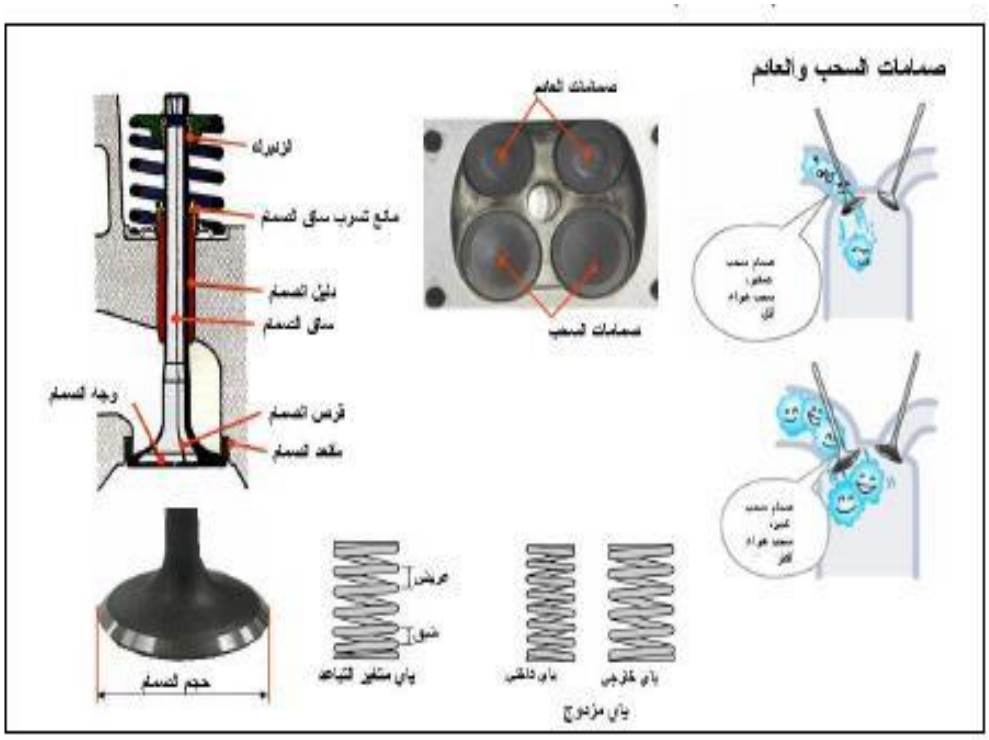
شكل (٤-١٥) الروافع المتأرجحة

ج- الصمامات (الصبابات)

يوجد لكل أسطوانة من إسطوانات المحرك صمامان علي الأقل إحداهما للدخول (السحب) والأخر للعادم ويرتكز الصمام علي قاعدته بإحكام بواسطه ياي أو أكثر، والنوع المستخدم حاليا في المحركات هو الصمام ذو القرص.

ويتكون الصمام من الرأس وساق الصمام ويحتوي الرأس علي حافه مخروطيه تسمي الوجه والتي ترتكز علي قاعده وذلك للحصول علي تطابق جيد بين الصمام والقاعده لضمان منع تسرب الغازات والتي قد تؤدي إلي تلف القاعده وحرق الصمام.

وتكون زاويه ميل وجه الصمام إما ٣١ درجة أو ٤٥ درجة حسب تصميم المحرك. ويتحرك الساق داخل دليل مع وجود خلوص قليل جد ا ومنتظم بينها ويوجد في الساق مجري أو مقطع يدخل فيها (قفل) ويعمل علي تثبيت (ساند الياي اوالطبق) في مكانها الصحيح. وتصنع الصمامات من نوع خاص من سبائك الصلب التي تحتوي علي نسبه عاليه نسبياً من الكروم والسيلكون أو النيكل- كروم وذلك لمقاومة الكسر والتأكل بالصدأ والاحتكاك.



شكل (٤-١٦) الصمامات

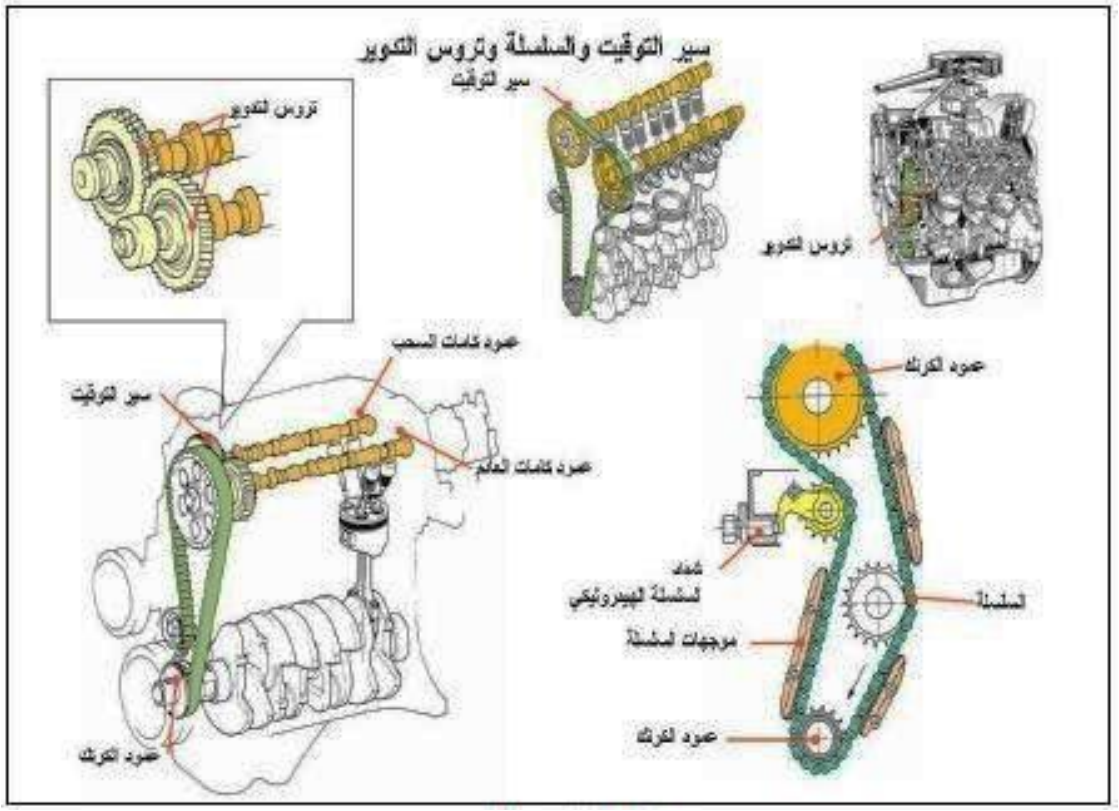
د- الياءات (سوست): تساعد الياءات علي غلق الصمامات.

هـ – القفل(الفولة): يساعد في حفظ ياي الصمام مع الصمام ومنعه من السقوط.

3-سير التوقيت والسلسلة وتروس التدوير (سير الكاتينة) :

يتم استخدام سير التوقيت أو السلسلة أو تروس التدوير في المحركات ذات عمود الكامات العلوي، وهذا بسبب بُعد عمود الكامات عن عمود الكرنك. وأي ضا يمكن الجمع بينهم في الاستخدام. على سبيل المثال يمكن إستخدام سير التوقيت مع السلسلة أو سير التوقيت مع ترس التدوير. يستخدم نظام تشغيل السلسلة النموذجي شداد هيدروليكي. وتستخدم السلسلة) جنزير الكاتينة (أي ضا موجهات للحد من الضوضاء والإهتزاز. يرجى ملاحظة أنه يمكن استخدام الشدادات الهيدروليكية أي ضا مع نظام تشغيل السير. يُصنع حزام التوقيت المسنن من الألياف الزجاجية أو من المطاط الاصطناعي المقوى بالأسلاك. حيث أن أسنانه تتطابق مع أسنان عمود الكرنك وأسنان بكرات عمود الكامات. تتميز سيور التوقيت بأنها أهدأ من السلاسل، إلا أنها عادة ما تتطلب القيام بشدها يدوي ا بانتظام. هذا بالإضافة إلى أن عمرها التشغيلي أقصر

من العمر التشغيلي للسلاسل. وهي تحتاج لاستبدالها بانتظام بعد مسافة تتراوح حوالي من: ٨١١١١ إلى ١١١١١١ كيلومتر.



شكل (٤-١٧) سير الكاتينة

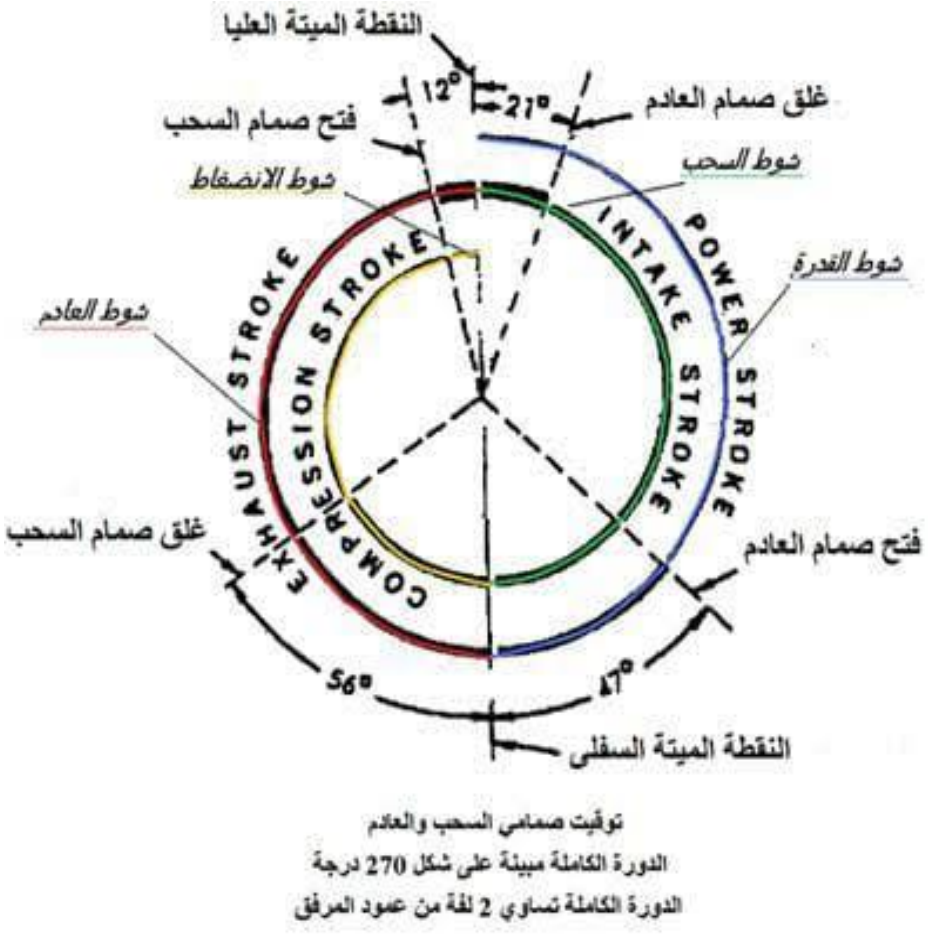
توقيت الصمامات:

لا تتم عملية فتح وغلق الصمامات الدخول (السحب) والعادم عند النقطة الميتة العليا او النقطة الميتة السفلي تماما حيث أنه لا يمكن الحصول علي أحسن النتائج لدرجه الإمتلاء وكذلك طرد غازات العادم من الإسطوانات عندما تعمل الصمامات بحيث تفتح عندما يكون المكبس في النقطه الميتة. وتعتمد نقط الفتح والغلق علي شكل الكامة ووضع عمود الكامات بالنسبه لعمود المرفق وكذلك علي خلوص الصمامات. ولكل محرك توقيت خاص للصمامات وتمثل بيانيا بمنحني لولبي يسمي (منحني الدرجات التوقيت فتح وغلق الصمامات)

فكما هو مبين في الشكل (٤-١٨)، يفتح صمام الدخول قبل ن . م . ع بحوالى١٠-٢٠ درجة ويغلق بعد ن.م . س بحوالى ٤٥ درجة و هذا يعطي وقتا أطول لشحنه الهواء والوقود للدخول إلي الأسطوانة ومن ثم تزيد درجة إمتلاء المحرك وهي إحدي عوامل تحسين قدرة وأداء المحرك

عند التشغيل. وبعد شوط السحب يكون شوط الإنضغاط وقبل ن . م . ع بحوالي ٢٠ –23درجة تتولد الشرارة من شمعه الاشعال ويلي شوط الإنضغاط شوط الحريق والتمدد وقبل ن . م . س بحوالى ٤٥ درجه يبدأ فتح صمام العادم ويبقى مفتوحا حتى بعد ن . م .ع بحوالى ٥–

20درجة ويسمح ذلك بخروج كمية أكبر من غازات العادم من الأسطوانة ، وتسمي الفتره التي يكون فيها صمامي الدخول والعادم مفتوحين في نفس الوقت(فترة التحير) وهى تكون بداية شوط سحب ونهاية شوط عادم. ويعين هذا التوقيت لكل محرك بالتجارب العمليه . وأي تغير بسيط فيه يؤدي إلي تقليل قدرة المحرك وزيادة معدل إستهلاكه للوقود، وقد يؤدى كذلك إلي تصادم الصمامات بتاج المكبس وخاصة إذا كان حجم غرفة الحريق صغير ا وينتج عن ذلك كسر وتلف المحرك. ولتلافي هذه المتاعب نحصل علي توقيت الصمامات والإشتعال الصحيح بوضع علامات علي التروس كما سبق القول.



شكل (٤–١٨) توقيت الصمامات

ترتيب الإشعال:

لضمان إدارة سلسة وناعمة لمحرك متعدد الأسطوانات رباعى الأشواط فإن الحالات الأربعة فى الأسطوانات لابد وأن تتغير فى تتابع محدد. إن تتابع أشواط القوة (القدرة) فى الأسطوانات المختلفة للمحرك يسمى (ترتيب الإشعال) فى المحرك.

ويتوقف ترتيب الإشعال فى المحرك على عدد الأسطوانات وترتيب بنوز المرفق وكامات عمود الكامات ولا يمكن تغييره. ولذا يجب على ميكانيكى السيارات أو سائق السيارة أن يعرف ترتيب الإشعال فى المحرك لكى يستطيع توصيل الأسلاك إلى شمعات الإشعال بطريقة سليمه وكذلك ضبط خلوص الصمامات بأبسط الطرق وأدقها.

على سبيل المثال فإن ترتيب الإشعال للمحركات ذات الأربعة أسطوانات رباعية الأشواط وعلى صف واحد هى (١-٣-٤-٢) أو (١-٢-٤-٣) والشائع الاستعمال هو الترتيب الأول والموضح فى الجدول التالى:

زاوية عمود المرفق	1	3	4	2
١٨٠ درجة	قدرة	ضغط	سحب	عادم
١٨٠ درجة	عادم	قدرة	ضغط	سحب
١٨٠ درجة	سحب	عادم	قدرة	ضغط
١٨٠ درجة	ضغط	سحب	عادم	قدرة
٧٢٠ درجة	دورة واحدة كاملة من لفات عمود المرفق			

(٥) فحص المحرك

هناك العديد من الاختبارات التى يمكن اجرائها على المحرك لتشخيص الاعطال و تحديد مصادرها و تتنوع تلك الاختبارات من الفحص الظاهرى او السمعى الى استخدام اجهزة بسيطة كالسماعة و جهاز اختبار الضغط و التخلخل و ايضا اجهزة اكثر تعقيدا كاجهزة تحليل العادم و الاسليسكوب و جهاز تشخيص الاعطال .

فحوص مبدئية تجرى على المحرك قبل اداء الاختبارات :

- تسريب زيت المحرك
- تهريب الغازات من علبة المرفق

اختبارات اداء المحرك :

- اختبار الضغط
- اختبار تسريب الاسطوانة
- اختبار التخلخل
- اختبار ضغط زيت المحرك
- اختبار قدرة و عزم المحرك
- فحص غازات العادم

فحص تسريب الزيت :

يحدث التسريب نتيجة تصلد الجوانات و تشققها و تاكل الحوابك او تهوية مسامير الربط او تلف جزء من الاجزاء (اعوجاج سطح او شرخ) و هناك طرق عدة للكشف عن تهريب الزيت

الفحص الظاهرى :

يتم الفحص بملاحظة وجود اثار تسريب الزيت على جسم المحرك الخارجى و لاتمام الفحص ننظف جسم المحرك من الخارج و ندير المحرك لفترة من الوقت ثم نتبع مسار التسريب من اسفل الى اعلى للوصول لمصدر التسريب .

الفحص باستخدام الصبغة :

تضاف مادة كيميائية (صبغة) للزيت ثم يدار المحرك لفترة من الوقت و عند تسليط ضوء اسود (من جهاز خاص) يمكن تتبع التسريب و يظهر بلون اصفر فسفورى واضح .

الفحص باستخدام هواء مضغوط :

يمكن استخدام هواء مضغوط تحت ضغط من ٥ الى ١٠٠ رطل/بوصة و يتم ادخاله من فتحة حساس الضغط و يستخدم معه ماء به صابون لبيان مكان التسريب الذى تظهر منه فقاقيع الصابون .

فحص تسريب الغازات :

يحدث تكون للغازات بعلبة المرفق نتيجة لتسربها خلال عمل المكبس داخل الاسطوانة و تصعد هذة الغازات الى غطاء الصمامات او للخارج عن طريق صمام التهوية و تظهر هذة الغزات على هيئة ابخرة او اثار زيت حول صمام التهوية و يدل تسرب الغازات على حالة حلقات المكبس و جدران الاسطوانة .

اختبار الضغط :

الغرض منه الحكم على حالة الاجزاء الميكانيكية (المكابس – حلقات المكابس – الصمامات – جوان رأس الاسطوانات) .

و يستخدم مبين الضغط لهذا الغرض .

شكل (٥-١) مبين الضغط

احتياطات الاختبار :

- يجب ان يكون المحرك فى درجة حرارة التشغيل
- يجب ان تكون البطارية مشحونة تماما
- يجب ضبط جميع الخلوصات للمحرك قبل الاختبار
- يجب ان تكون فتحة الخانق تامة الفتح

خطوات الاختبار :

١- ارفع جميع شمعات الاشتعال من المحرك

٢- افتح صمام الخانق فتحة كاملة طوال فترة الاختبار

٣- اوقف عمل دائرة الاشعال برفع كابل البوبينة او حسب كاتلوج السيارة

٤- اوقف عمل دورة الوقود بفك التوصيلات الكهربية للرشاشات

٥- وصل مبين الضغط بفتحة شمعة الاشعال لاحدى الاسطوانات

٦- ادر المحرك بالمارش لحوالى ٦ اشواط ضغط

٧- سجل قراءة المبين

٨- اعد الخطوات من ٥ الى ٧ لكل اسطوانة

شكل (٥-٢) قياس الضغط داخل الاسطوانة

اختبار الضغط المبلل :

اضف مقدار صغير من زيت المحرك داخل الاسطوانات و اعد الخطوات من ٥ الى ٨

تحليل نتائج الاختبار الجاف :

- قراءة منخفضة فى جميع الاسطوانات = تأكل فى جدار الاسطوانة او حلقات المكبس
- قراءة منخفضة فى احدى الاسطوانات = صمام محروق او كسر بحلقات المكبس
- قراءة منخفضة فى اسطوانتين متجاورتين = حرق جوان رأس الاسطوانة

تحليل نتائج الاختبار المبلل :

- فى حالة زيادة الضغط بعد اضافة الزيت = تأكل فى جدار الاسطوانة او حلقات المكبس
- فى حالة الزيادة الطفيفة او عدم الزيادة = حرق الجوان او الصمام

راجع كاتالوج السيارة لمعرفة القيمة القياسية للضغط بالاسطوانات حسب الشركة المصنعة

اختبار تسريب الاسطوانة :

و هو يعطى النسبة المئوية للانخفاض فى الضغط فى الاسطوانات التى ظهر بها انخفاض فى الضغط و يساعد ايضا على تحديد مصدر التسريب فى الضغط بدقة

الاجهزة المستخدمة :

- مبين تسريب الضغط Leak down Tester
- مصدر هواء مضغوط

خطوات تنفيذ الاختبار :

- يجب اولا ان يكون المحرك فى درجة حرارة التشغيل
- ارفع شمعات الاشتعال
- افصل ارضى البطارية
- افصل صمام تهوية علبة المرفق
- فك منقى الهواء و افتح صمام الخانق فتحة كاملة
- وصل مبين التسريب بفتحة شمعة الاشعال بالاسطوانة رقم ١
- وصل الصفارة بوصلة مبين التسريب
- ادر المحرك بمفتاح يدير عمود المرفق من ناحية الطنبورة
- عند سماع صوت صفارة يكون المكبس فى بداية شوط الضغط
- اجعل المبين فى وضع عدم التشغيل و صل وصلة الهواء الخارجى للمبين
- صل المبين بوصلة مبين التسريب

شكل (٥-٣)ضاغط هواء و مبين قياس

- ادر صمام التحكم فى المبين حتى تصل الى اعلى قراءة و قم بتسجيلها
- اعد الخطوات السابقة لجميع اسطوانات المحرك و يفضل حسب ترتيب الاشعال

تحليل النتائج :

تعتبر القراءة مقبولة اذا كان التسريب فى حدود ٢٠%

يحدد مصدر التسريب من مكان سماع صوت تسريب الهواء كما يلى :

- صوت تسريب هواء من انبوب العادم = صمام عادم محروق
- صوت تسريب هواء من المغذى = صمام سحب محروق
- صوت تسريب هواء من فتحة ملئ الزيت = حلقات مكبس او جدران اسطوانى متاكلة
- صوت تسريب هواء حول فتحات شمعات الاشعال = شرخ بالاسطوانة او الجوان تالف
- كما يؤدى ظهور فقاعات هواء بسائل التبريد على نفس العيب السابق

اختبار التخلخل Vacum Gauge Testing

و يمكن الحكم به على حالة اداء المحرك و يحدد الاختبار الاعطال الميكانيكية للمحرك

الاجهزة المستخدمة :

- مبين تخلخل بالوصلات الخاصة به Vacum Gauge
- مبين سرعة المحرك Tachometer (RPM)

شكل (٥-٤) مبين التخلخل **مبين سرعة المحرك**

خطوات تنفيذ الاختبار :

- يجب اولا ان يكون المحرك فى درجة حرارة التشغيل
- يجب ان تكون سرعة دوران المحرك عند السعة الخاملة
- صل مبين التخلخل بمجمع السحب
- ادر المحرك على السرعة الخاملة و تاكد من عدد اللفات على التاكوميتر
- لاحظ قراءة مبين التخلخل و حركتة و قارن النتائج

تحليل النتائج :

- القراءة يجب ان تكون ثابتة و فى حدود من ٤٠ الى ٤٥ سم زئبق
- فى حالة اختلاف القراءة قارن نتيجة الاختبار بالقيم القياسية لتحديد العطل

اختبار ضغط الزيت Oil Pressure Test:

و هو مؤشر لتأكل كراسى التحميل او تلف مضخة الزيت مما يؤدى لهبوط ضغط الزيت بالمحرك

الاجهزة المستخدمة :

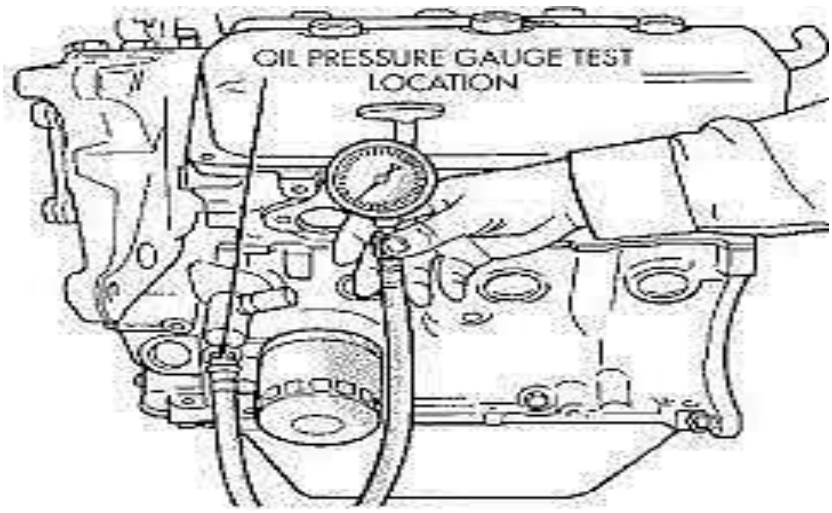
- مبين ضغط الزيت Oil Pressure Gauge
- مبين سرعة المحرك Tachometer

خطوات الاختبار :

- يجب ان يكون المحرك فى درجة حرارة التشغيل اولا .
- فك حساس ضغط الزيت

شكل (٥-٥) - مبين ضغط الزيت

- ركب وصلة مبين الضغط بفتحة حساس ضغط الزيت



شكل (٥-٦) تركيب وصلة مبين الضغط

- ادر المحرك
- قم بقياس ضغط الزيت عند السرعة الخاملة
- قم بالقياس عند سرعة ٣٠٠٠ لفة/دقيقة
- دون النتائج

تحليل النتائج :

- الضغط عند السرعة الخاملة ٢٩ كيلو باسكال او اعلى
- الضغط عند ٣٠٠٠ لفة/دقيقة ٢٤٥ – ٤٩٠ كيلو باسكال

اختبار اتزان قدرة المحرك Power Balance Test

و يستخدم هذا الاختبار لبيان مدى اتزان المحرك من حيث القدرة الناتجة من كل اسطوانة

الاجهزة المستخدمة :

- جهاز تقييم اداء المحرك Engine Analyzer
- مبين سرعة المحرك Tachometer

احتياطات الاختبار :

- يجب ان يكون المحرك فى درجة حرارة التشغيل اولا .
- يجب فصل نظام ارجاع غازات العادم EGR
- لا يجب ان تمنع الاشعال عن الاسطوانات فى المحركات المحولة غاز اكثر من ١٥ ثانية و انتظر ٣٠ ثانية ليبرد المحرك قبل قياس الاسطوانة التالية
- فى المحركات ذات الاشعال الالكترونى صل سلك الاشعال بالارضى لمنع تلف النظام
- فى المحركات ذات مروحة تبريد كهربية وصل الدائرة لتعمل باستمرار اثناء الاختبار

خطوات الاختبار :

- صل المحرك بجهاز تقييم قدرة المحرك متبعا تعليمات الشركة المصنعة
- صل مبين سرعة المحرك
- ادر المحرك حتى يصل لدرجة حرارة التشغيل

شكل (٥-٧) جهاز تقييم قدرة المحرك

- زد سرعة المحرك حتى تصل الى ١٠٠٠ لفة/دقيقة
- استخدم جهاز تقييم قدرة المحرك لفصل الشرارة عن اسطوانة واحدة بالتوالى و لاحظ مقدار الانخفاض فى سرعة دوران المحرك

تحليل النتائج :

- عند اختبار محرك سليم يلاحظ نقص فى سرعة المحرك متساوية عند فصل الشرارة عن اى من الاسطوانات
- يجب الا تقل نسبة الاختلاف بين اقل و اعلى هبوط فى السرعة عن ٥%
- الاسطوانات التى يفصل عنها الاشعال و لا تظهر اى اختلافات فى سرعة المحرك يدل ذلك على عدم حدوث حريق بها و قد يرجع هذا الى اي من الاسباب الاتية :

أ- خلل فى نظام الاشعال

ب-خلل فى نظام الوقود

ت-تسريب تخلخل او ضغط

فحص غازات العادم Exhaust gas testing

و يدل هذا الاختبار على حالة الاحتراق داخل المحرك و تؤثر حالة المحرك و حالة الانظمة المختلفة على مقدار نسب تكون تلك الغازات بالعادم و يمكن اجراء هذا الفحص عن طريق الفحص الظاهرى للعادم او استخدام جهاز تحليل العادم .

تحذير: لا تقم بتشغيل محرك السيارة فى مكان مغلق او سيئ التهوية دون وجود تجهيزات لسحب الغازات خارج مكان العمل

الفحص الظاهرى :

فى المحرك السليم لا يكون هناك ادخنة مصاحبة للعادم و ان كانت هناك ابخرة بيضاء فهى طبيعية نتيجة تكثف الماء فى الايام الباردة

و يدل ظهور الادخنة مع العادم على وجود مشكلة بالمحرك و يمكن تحديد المشكلة من لون العادم :

١- ادخنة زرقاء – رمادية = تسريب للزيت داخل المحرك و احتراقة (تاكل الشنابر او تلف جوان رأس الاسطوانات)

٢- ادخنة سوداء = وقود غنى (مشكلة بنظام الوقود)

٣- ادخنة بيضاء = تسريب لسائل التبريد لداخل المحرك (تلف جوان رأس الاسطوانات)

شكل (٥-٨) جهاز تحليل العادم

الفحص باستخدام جهاز تحليل العادم :

- ادر المحرك حتى يصل لدرجة حرارة التشغيل
- اجعل جهاز تحيل العادم فى درجة حرارة التشغيل حسب مواصفات الشركة المصنعة
- صل حساس الجهاز بأنبوب العادم
- خذ القراءة بعد توصيل الحساس بحوالى ١-٣ دقيقة لضمان صحة القراءة

تحليل النتائج :

الغاز	الوصف	زيادة القراءة تدل على
الهيدروكربون	هو وقود غير محترق يقاس بعدد اجزاء الهيدروكربون الموجودة بالعادم لكل مليون جزء (pmm) و يكون فى حدود من ١٠٠ الى ٤٠٠ جزء من المليون	١- وجود مشكلة فى نظام الوقود ٢- وجود مشكلة فى نظام الاشعال ٣- وجود مشكلة فى نظام EGR ٤- وجود مشكلة ميكانيكية بالمحرك (تاكل فى الشنابر – تلف الجوان – حرق الصمام)
اول اكسيد الكربون	و هو ناتج من حريق غير مكتمل و يقاس بنسبة فى حدود من ١الى ٢%	١- وجود مشكلة فى نظام الوقود (تلف بالحاقن – مشكلة فى فتح صمام الخانق – مشكلة فى حساس حقن الوقود – مشكلة فة وحدة التحكم ٢- وجود مشكلة فى نظام EGR ٣- وجود مشكلة فى نظام الاشعال (تقديم زائد للشرارة) ٤- وجود مشكلة فى ضبط السرعة الخاملة
الاكسجين	و هو هواء لم يدخل فى عملية الاحتراق و يقاس بنسبة فى حدود من ٠,١ الى ٧%	١- وجود مشكلة فى نظام الوقود ٢- وجود مشكلة فى نظام الاشعال ٣- وجود مشكلة فى نظام EGR
ثانى اكسيد الكربون	و هو ناتج من عملية الاحتراق و يقاس بنسبة فى حدود اكثر من٨%	تقارن نسبة الاكسجين بنسبة ثانى اكسيد الكربون فى العادم فعندما تكون نسبة الاكسجين اعلى يكون الحريق فقير و العكس صحيح

الفحص السمعى للمحرك

مصدر الصوت	نوع الصوت	سبب الصوت	توقيت حدوثة	العلاج
المكبس	اجوف	تأكل جدران الاسطوانة. تأكل اسفل بدن المكبس. التواء ذراع التوصيل. تأكل كراسى التحميل.	عند التعجيل و يختفى بعد سخونة المحرك	استبدال المكبس. خرط الاسطوانات. استبدال ذراع التوصيل. استبدال كراسى تحميل.
بنز المكبس	معدنى حاد	تأكل جلب البنز	اثناء السرعة الخاملة.	استبدال المكبس. استبدال جلب البنز.
ذراع التوصيل	دق خفيف الى شديد	تأكل كراسى تحميل ذراع التوصيل	اثناء السرعة الخاملة. اعلى من ٣٥ كم/س.	استبدال عمود المرفق. استبدال ذراع التوصيل. استبدال كراسى تحميل.
عمود المرفق	دق مكتوم	تأكل كراسى تحميل عمود المرفق	عند التعجيل	استبدال عمود المرفق. استبدال كراسى تحميل.
	نقر شديد	تأكل جلبة الضغط لعمود المرفق	عند التعجيل	استبدال عمود المرفق.
حلقات المكبس	حاد بشخللة	تأكل حلقات المكبس	عند التعجيل	استبدال المكبس. خرط الاسطوانات.
مجموعة الصمامات	نقر	تأكل فى مكونات المجموعة . عدم ضبط خلوص الصمامات .	اثناء السرعة الخاملة.	ضبط خلوص الصمامات . تغيير التالف .
كتلة الاسطوانات	دق او صفع	تقديم الشرارة . وقود ذو رقم اوكتين منخفض .	اثناء التعجيل مع تحميل المحرك	ضبط الشرارة . ازالة الكربون من غرف الاحتراق .

(٦) رفع المحرك من السيارة

قبل بداية عملية رفع المحرك يجب اولا تنظيف المحرك و حوض السيارة متبعا فى ذلك تعليمات الشركة المصنعة مع مراعاة تغطية المولد و بادئ الحركة و الموزع عند تنظيف الحوض

خطوات عملية رفع المحرك من السيارة :

١- افصل كابل البطارية السالب و اعزله و افصل الكابل الموجب ثم ارفع البطارية من موضعها

٢- ارفع كبوت السيارة من مكانة ثم ضع علامة على موقع المفصلات للكبوت حتى يمكن ان تعود لمكانها عند التجميع

٣- قم بتصفية زيت المحرك فى وعاء خاص بالزيت (يراعى تسخين المحرك قبل التصفية لتسهيل نزول الزيت)

٤- صفى مياه التبريد من الرديتير (رفع غطاء الرديتير سيزيد من تدفق الماء خلال التصفية)

تحذير : لا يجب رفع غطاء الرديتير و المحرك ساخن قبل اتخاذ الاحتياطات اللازمة

٥- اذا كان خط نقل القدرة سوف يرفع من المحرك فلابد من تصفية سائلة

٦- ارفع مجمع العادم و مجمع السحب و فلتر الهواء

٧- قلل من ضغط الوقود فى مساراتة و عندما ينخفض الضغط بالكامل افصل خط الوقود و ايضا خط العودة للخزان و احرص على عدم وقوع الوقود على الارض

٨- افصل سلك صمام الخانق

٩- افصل وصلات التكييف

تحذير : يراعى القواعد البيئية عند تفريغ غاز الفريون لعدم الاضرار بالبيئة

١٠ –افصل اى مكونات اخرى ترتبط بكتلة المحرك و كل الاسلاك او الخراطيم

١١–افصل خراطيم الرديتير ثم اترك الرديتير يبرد قبل فكة

١٢–افصل مروحة التبريد و فك الرديتير

١٣–افصل نظام العادم و الموزع و اسلاك الموزع و مضخة الماء

١٤–اربط المحرك بالونش من خلال نقاط الربط حسب تعليمات الشركة المصنعة

١٥–قم بتهوية مسامير قواعد المحرك و فصل اتصال المحرك بأجهزة نقل الحركة

١٦-ارفع المحرك بالونش أو تنزيلة من حوض السيارة حسب نوعه كما بالشكل

شكل (٦-١)

١٧-وضع المحرك على حامل المحركات كما بالشكل

شكل (٦-٢)

تمرين عملي(١)

الوحدة	**إصلاح محرك السيارة**				
مخرج التعلم (١)	**يفك / يركب المحرك من و إلى السيارة**				
اسم التمرين	**رفع المحرك من السيارة و اعادة تركيبة**				
تاريخ البدء		**تاريخ الانتهاء**		**عدد الساعات**	
وقت البدء		**وقت الانتهاء**		**الصف**	

الاهداف التدريبية : بعد إجراء هذا التمرين يكون الطالب قادرا علي أن:.

١.يفك المحرك من السيارة وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية.

٢.يركب المحرك على السيارة وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية.

خطوات التمرين	**قائمة المخاطر و وسائل السلامة المرتبطة بالتمرين**
– افصل كابل البطارية السالب و ارفع البطارية – ارفع كبوت السيارة من مكانة – قم بتصفية زيت المحرك – صفى مياه التبريد من الرديتاير – ارفع مجمع العادم و مجمع السحب – افصل مروحة التبريد و فك الرديتاير – اربط المحرك بالونش وارفع المحرك – ضع المحرك على حامل المحركات – اعد التركيب عكس خطوات الفك	يجب تطبيق قواعد السلامة و الصحة المهنية **الخامات المستخدمة** بنزين – كيروسين–كهنة **العدد و الادوات** عدد يدوية **الاجهزة و المعدات** رافعة او ونش – حامل محركات

نتائج العملية	
.....	
.....	
.....	
اسم الطالب :	**اسم المعلم :**

(٧) تفكيك محرك بنزين إلى أجزاء.

بعد الانتهاء من هذا التدريب يصبح المتدرب قادرا علي أن:

١ – تمييز أجزاء المحرك الثابتة والمتحركة.

٢ –تفكيك المحرك إلى أجزاء طبقا لدليل الصيانة.

٣ –إخراج المكابس وذراع التوصيل وعمود المرفق من المحرك.

٤ –تفكيك رأس الأسطوانات بطريقة صحيحة وأمنة.

٥ –إخراج عمود الكامات من رأس الأسطوانات.

٦ –تنظيف رأس الأسطوانات والكشف عليها.

٧ –إعادة تجميع المحرك بطريقة صحيحة وأمنة.

لكي يمكن التدرب علي المهارات العملية المذكورة في هذا العنصر يلزم توفر متطلبات التدريب التالية:

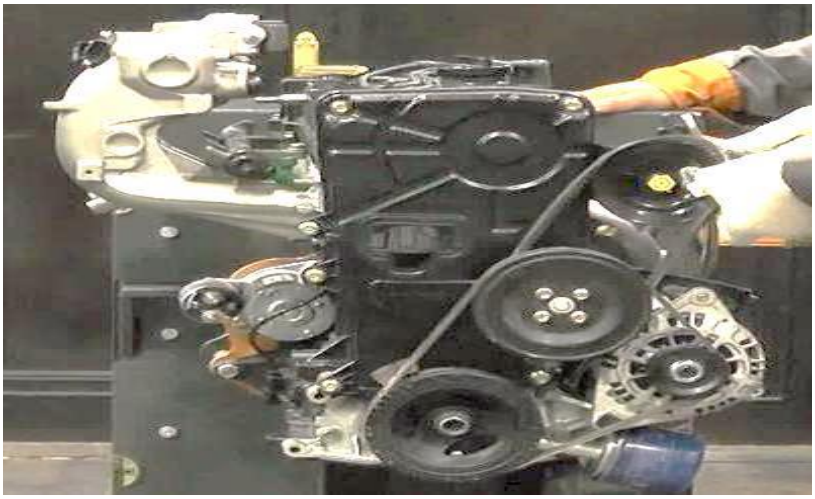
الخامات	العدد والمعدات	التسهيلات الأخري
–ملابس عمل مناسبة. –فوط نظافة –سائل تنظيف.	–طقم عدة عامة. –مفتاح عزم. –زرجينة صمامات. –زرجينة شنابر. –حوامل. –هواء مضغوط.	–محرك رباعى الأشواط. –فك وتركيب على حامل. –فيديو تعليمى لفك وإعادة تجميع المحرك. – دليل الخدمة.

خطوات التدريب العملي:

أولا : تفكيك المحرك إلى أجزاء:

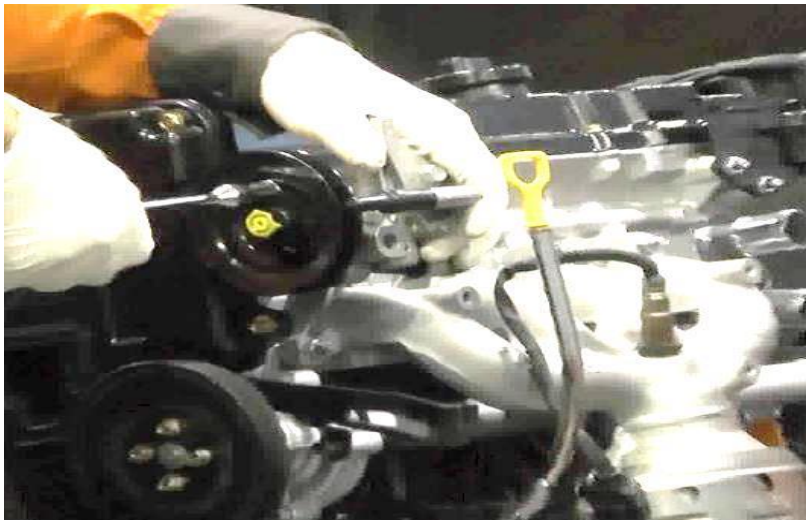
١- إرتداء ملابس العمل اللازمة والمناسبة لورشة صيانة السيارات.

٢-فك مجموعة سيور الإدارة الخاصة بالدينمو وطلمبة المياه وطلمبة الباور من خلال فك رجلاش شد السير وفك الملحقات الخارجية للمحرك مثل (الدينمو – طلمبة الباور – طنبورة طلمبة المياه).



شكل (٧-١) فك مجموعة سير الكاتينة

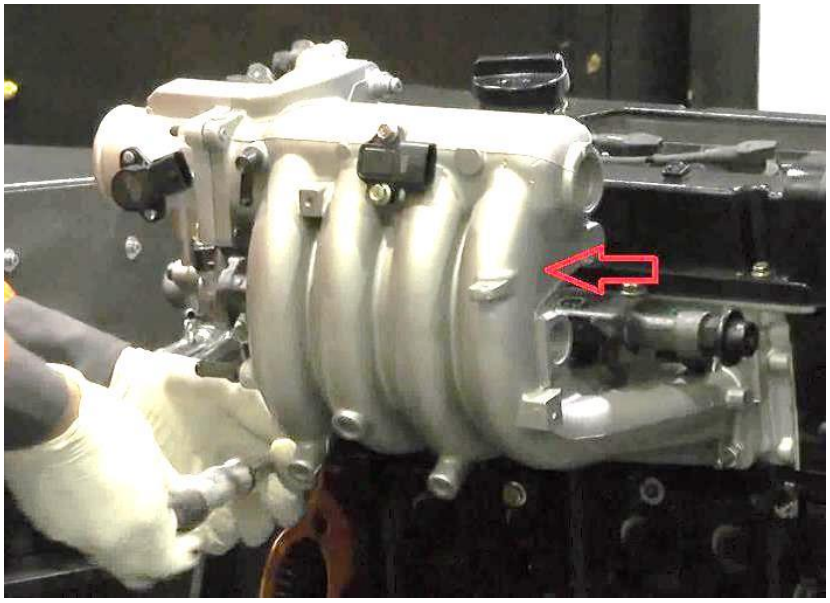
شكل (٧-٢) فك الدينامو



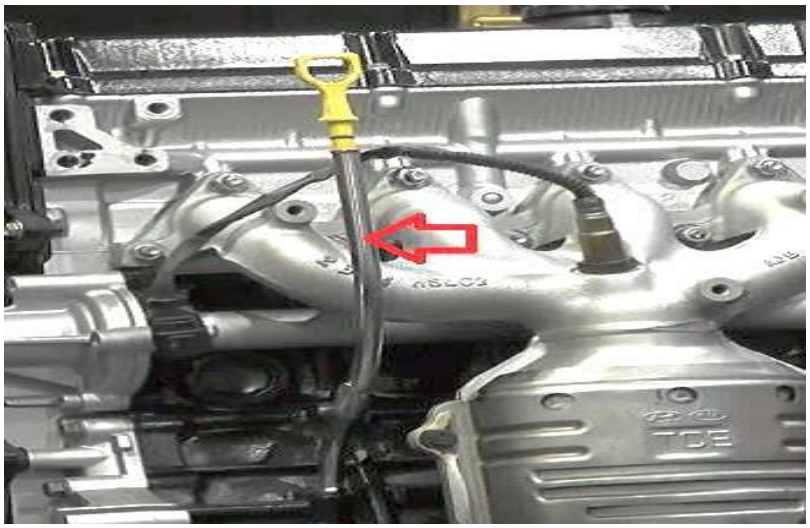
شكل (٧-٣) فك طلمبة الباور

شكل (٧-٤) فك طنبورة طلمبة المياه

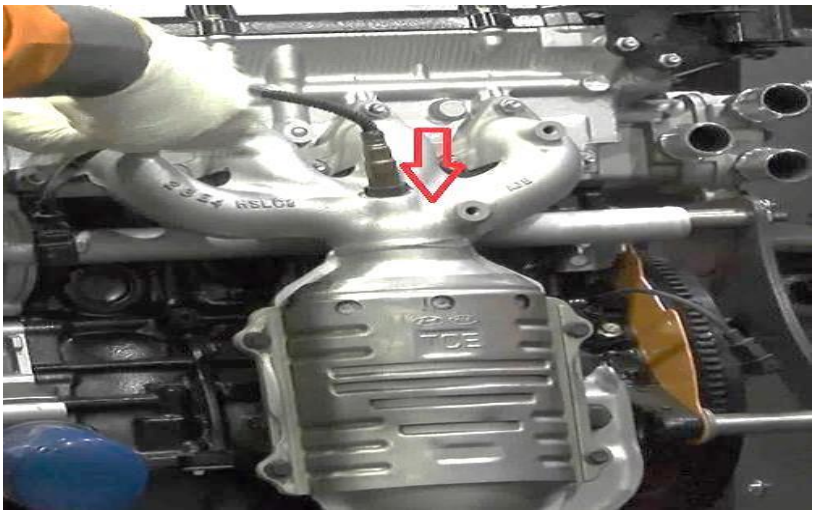
شكل (٧-٥) فك المارش



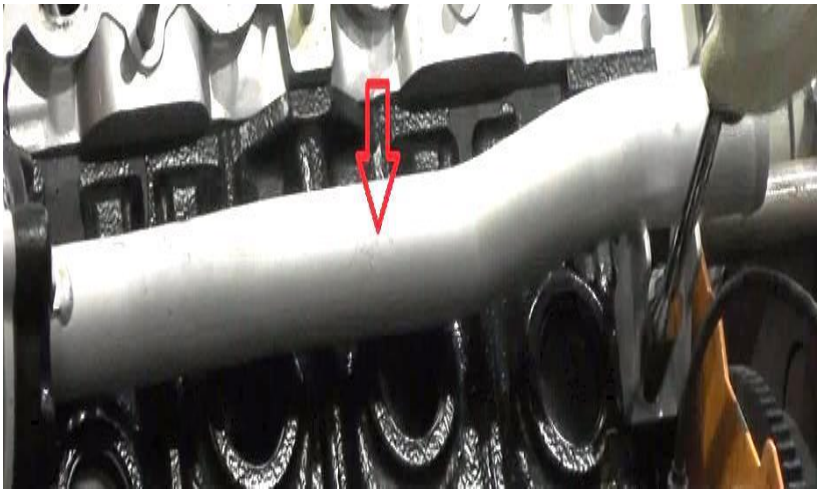
شكل (٧-٦) فك مجمع السحب



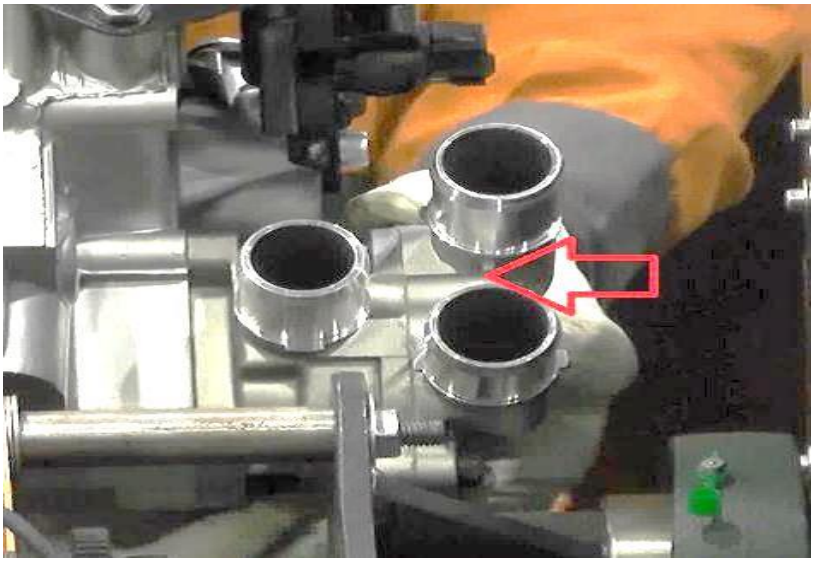
شكل (٧-٧) فك ماسورة مقاس الزيت



شكل (٧-٨) فك مجمع العادم



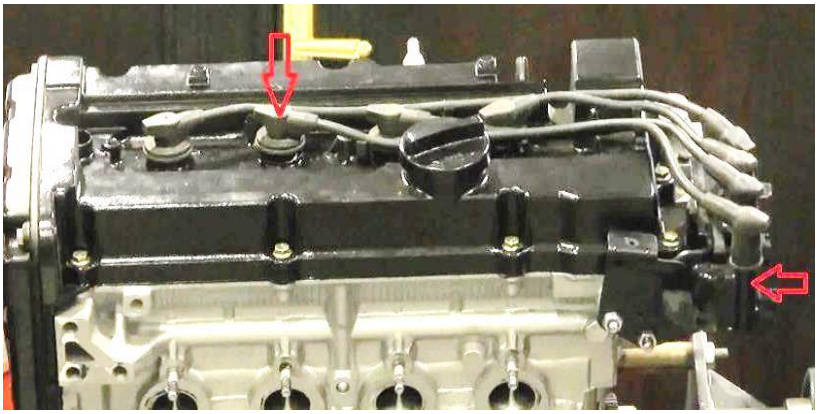
شكل (٧-٩) فك ماسورة المياه الخاصة بطلمبة المياه



شكل (٧-١٠) فك كوعة المياه

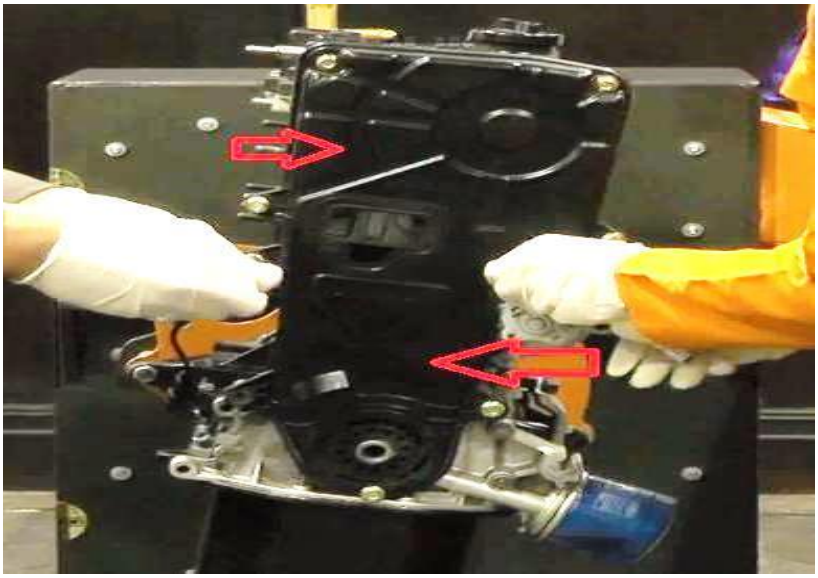
شكل (٧-١١) فك حساس الزيت

شكل (٧-١٢) فك حساس وضع عمود الكرنك



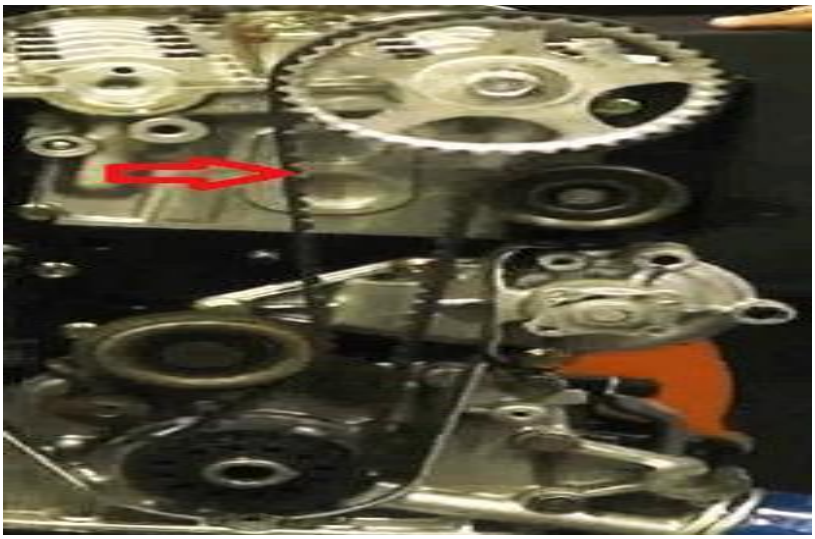
شكل (٧-١٣) فك أسلاك الضغط العالى وفك ملف الإشعال(البوبينة)

شكل (٧-١٤) فك طنبورة عمود الكرنك.



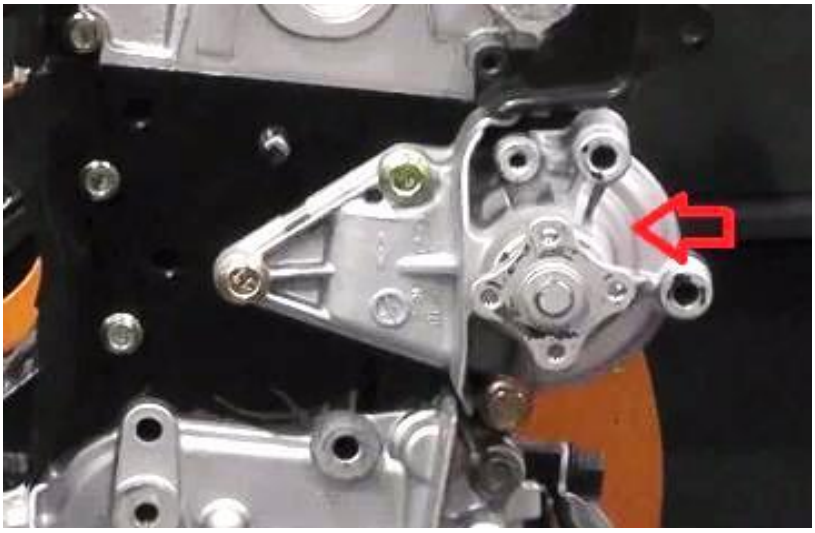
شكل (٧-١٥) فك غطاء وش التقسيمة

شكل (٧-١٦) فك غطاء رأس الأسطوانات

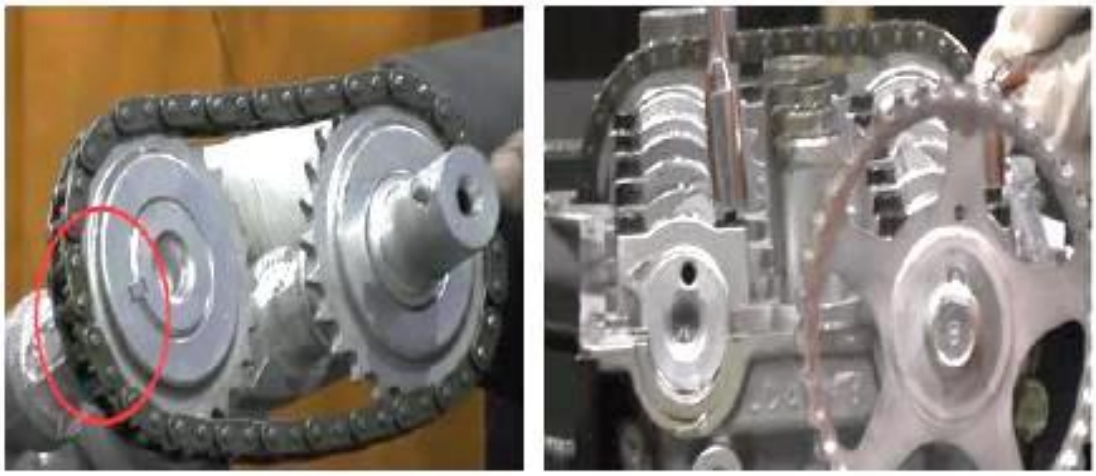


شكل (٧-١٧) فك سير الكاتينة من خلال تحرير شداد سير الكاتينة

(قبل الفك لاحظ علامات ضبط الكاتينة)

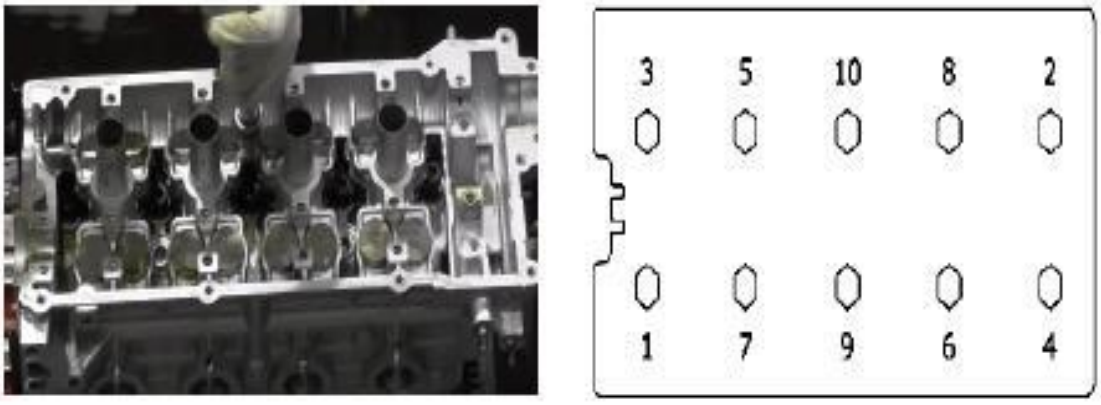


شكل (٧-١٨) فك طلمبة المياه

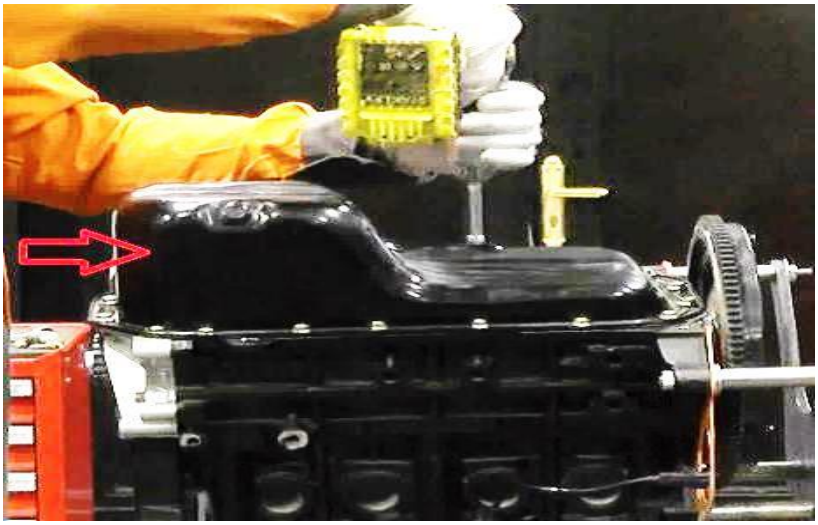


شكل (٧-١٩) فك أعمدة الكامات من خلال فك كراسى عمود الكامة مع مراعاة ترتيب الكراسى.

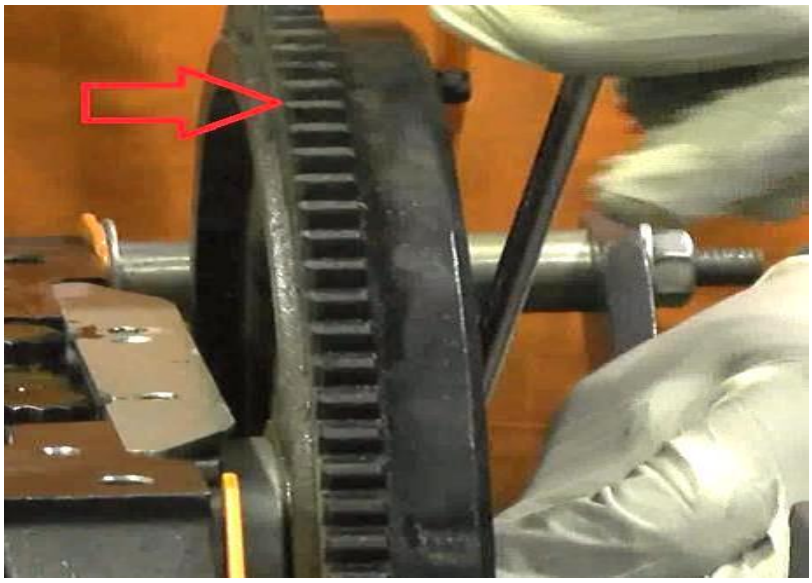
وكذلك مراعاة علامات التوقيت بترس الكامة.



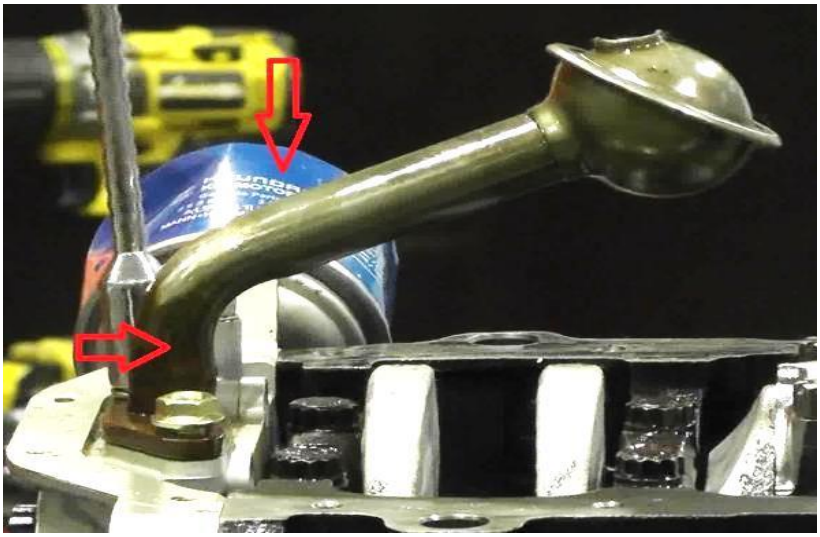
شكل (٧-٢٠) فك رأس الأسطوانات مع مراعاة الترتيب الصحيح لفك المسامير



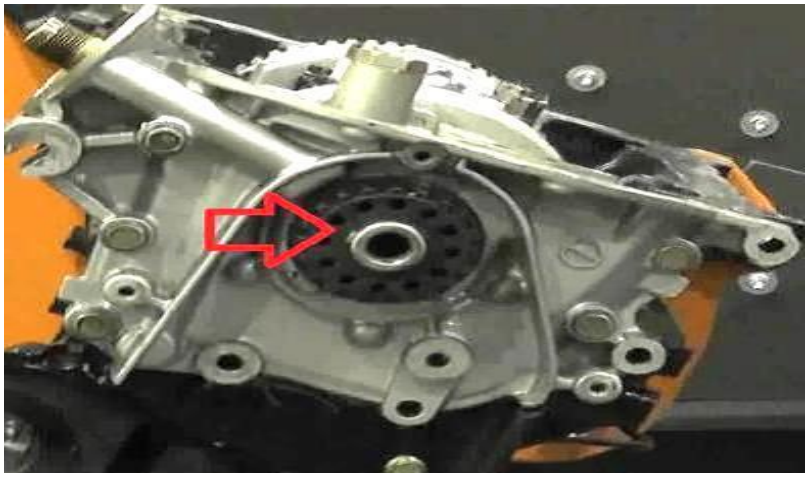
شكل (٧-٢١) فك خزان الزيت (الكرتير)



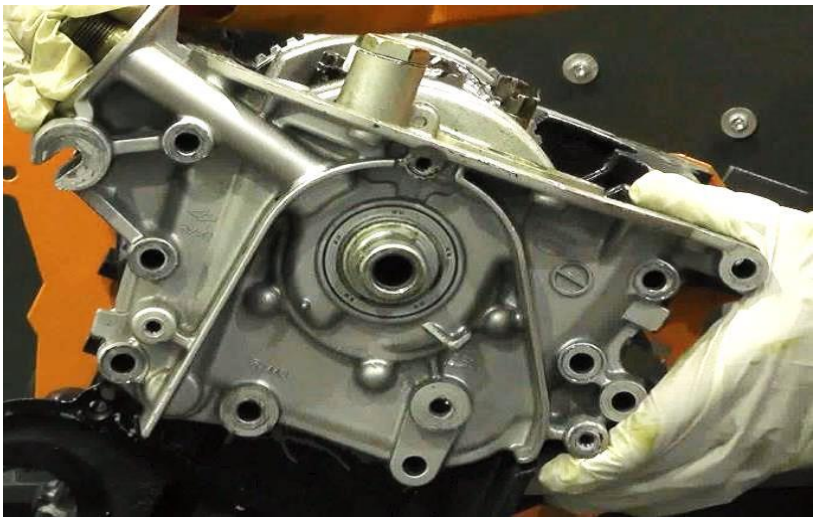
شكل (٧-٢٢) فك ترس الحدافة



شكل (٧-٢٣) فك مصفاة الزيت ثم فلتر الزيت

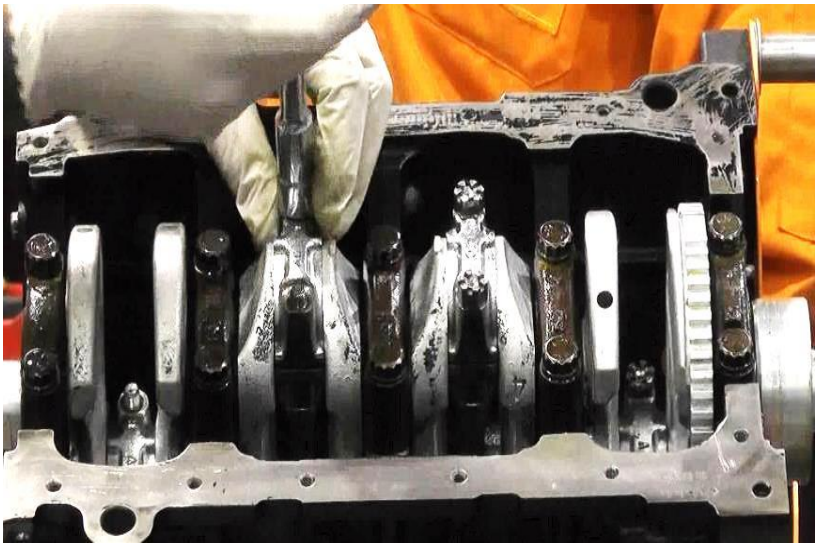


شكل (٧-٢٤) ترس عمود الكرنك



شكل (٧-٢٥) فك طلمبة الزيت

شكل (٧-٢٦) فك مانع التسرب الخلفى لكتلة الأسطوانة(اويل سيل)الكرنك



شكل (٧-٢٧) فك النهايات الكبرى لأذرع التوصيل

ملحوظة:

أ- عند فك النهايات الكبرى لأذرع التوصيل أدر عمود المرفق بحيث يكون النهاية الكبرى المراد فكها يكون المكبس فى النقطة الميتة السفلى.

ب- كن متاكدا من أن الأغطية مذنبة أو معلمة مع الذراع الخاص بها.

ج- أعد وضع غطاء ذراع التوصيل على الذراع الخاص به فورا بعد فكه من المحرك.

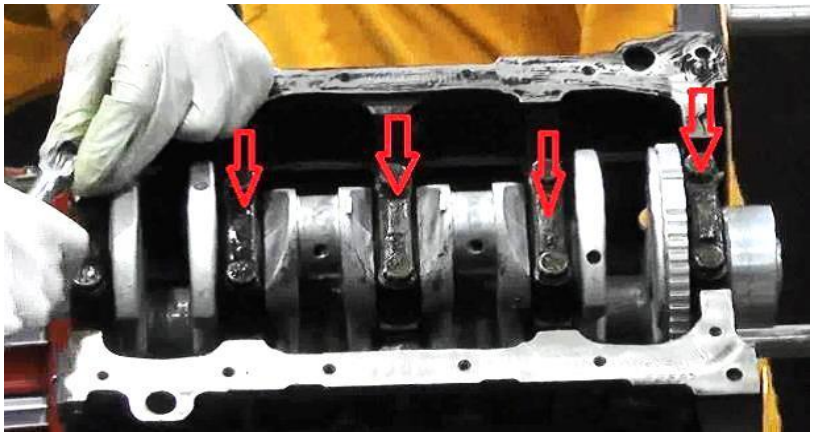
شكل (٧-٢٨) اخراج المكابس

إدفع مجموعة المكبس وذراع التوصيل خارج الأسطوانة باستخدام يد مطرقة خشبية.

ملحوظة:

أ- لا تستخدم أى أشياء معدنية لنزع مجموعة المكبس وذراع التوصيل.

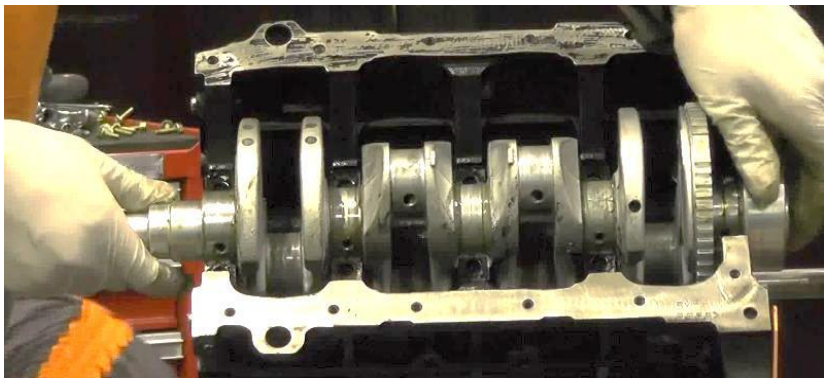
ب- لابد من ترقيم مجموعة المكابس أو تعليمها.



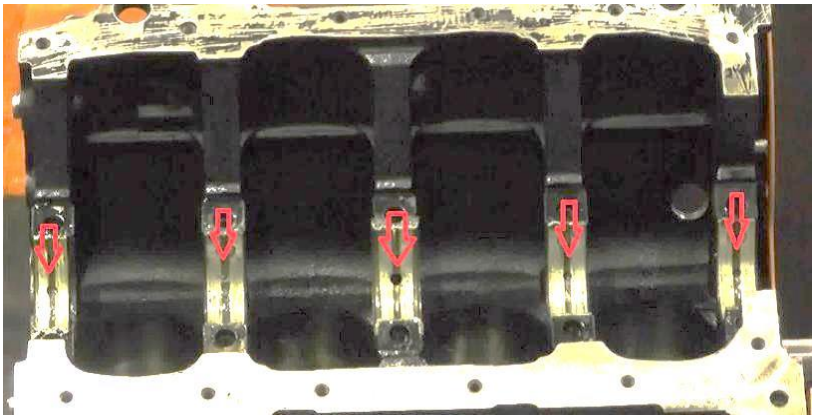
شكل (٧-٢٩) فك الأغطية الرئيسية لعمود المرفق (الكراسى).

ملحوظة:

أ- كن متاكدا من أن الأغطية مرقمة أو معلمة لتحديد الإتجاة التى يجب تركيبة فيه فى المحرك ووضع مسامير غطاء كل كرسى بالغطاء الخاص به.



شكل (٧-٣٠) إرفع عمود الكرنك (المرفق) بعيداعن كتلة الأسطوانات



شكل (٧-٣١) فك سبايك كراسى عمود الكرنك

بعد ذلك يتم رص و ترتيب القطع على التزجة حسب ترتيب الفك

شكل (٧-٣٢) رص و ترتيب القطع على التزجة

ثم تجرى الاختبارات التالية :

- **اختبار سلامة الكتلة :**

١- افحص بالنظر كتلة الاسطوانات بحثا عن اى كسر او شرخ

٢- اختبر وجود تشققات بغرف الاحتراق

شكل (٧-٣٣) الفحص بالنظر

- **اختبار مجارى الزيت :**

١- اضغط هواء من الكمبروسر فى مجارى الزيت و راقب خروج الهواء

شكل (٧-٣٤) - اختبار مجارى الزيت

- **اختبار قمصان التبريد :**

١- افحص وجود اى ترسبات او املاح

٢- استخدم اداه حادة لاكتشاف سمك طبقة الصدأ

- **اختبار سدادات الحماية ضد التجمد فى الكتلة**

١- افحص السدادات بحثا عن اى تسربات منها

٢- استبدل السدادة التالفة

شكل (٧-٣٥) - اختبار قمصان التبريد

- **قياس قطر الاسطوانة :**

١- قم بقياس التأكل البيضاوى بالمقارنة مع القياس بدليل الشركة المنتجة

٢- قم بقياس التأكل المخروطى بالمقارنة مع القياس بدليل الشركة المنتجة

٣- حدد حالة الاسطوانة

شكل (٧-٣٦) قياس قطر الاسطوانة

- **قياس قطر كراسى عمود المرفق**

١- قم بقياس التأكل البيضاوى بالمقارنة مع القياس بدليل الشركة المنتجة

٢- قم بقياس التأكل المخروطى بالمقارنة مع القياس بدليل الشركة المنتجة

٣- حدد حالة عمود المرفق

شكل (٧-٣٧) قياس قطر كراسى عمود المرفق

- **اختبار انحناء عمود المرفق**

١- ضع العمود على مسندين على شكل حرف (٧)

٢- ضع على الكرسى فى منتصف العمود مقياس ميكرومتر وجه الساعة

٣- قم بقياس مقدار ارتفاع الكرسى و الذى يعبر عن مقدار الانحناء

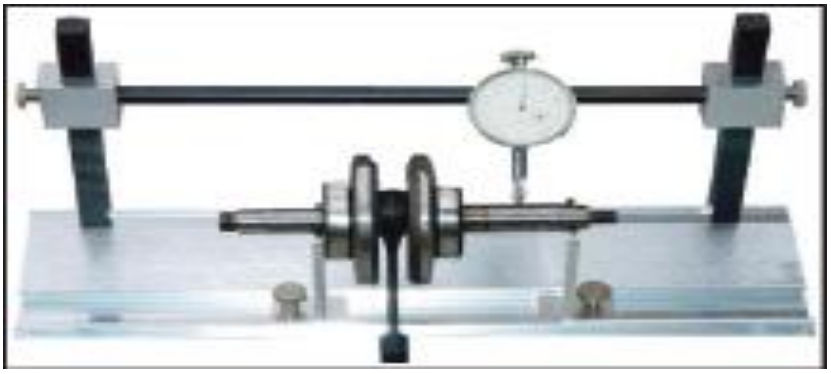
شكل (٧-٣٨) اختبار انحناء عمود المرفق

- **اختبار التواء عمود المرفق**

١- ضع العمود على مسندين على شكل حرف (٧)

٢- ضع على احد الكراسى الثابتة مقياس ميكرومتر وجه الساعة

٣- قم بقياس مقدار ارتفاع الكرسى و قارنة بارتفاع الكرسى المناظر له و الفرق بينهما يعبر عن مقدار الانحناء



شكل (٧-٣٩) اختبار التواء عمود المرفق

- **اختبار مجارى الزيت لعمود المرفق**

١- اضغط هواء فى مجارى الزيت و راقب خروج الهواء من الفتحات بحرية

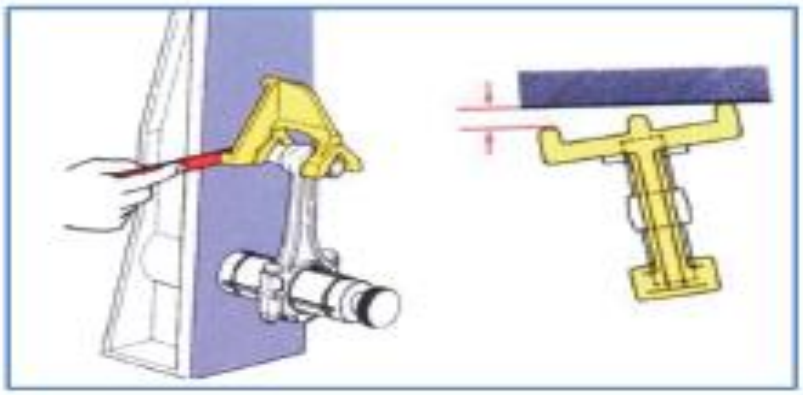
شكل (٧-٤٠) - اختبار مجارى الزيت لعمود المرفق

- **اختبار الفتل فى ذراع التوصيل**

١- ركب ذراع التوصيل على الحامل

٢- ضع المسند المدبب فى النهاية الصغرى

٣- راقب ملامسة الرؤوس السفلية على الارضية و ضع الفيللر لتحديد القياس



شكل (٧-٤١) اختبار الفتل فى ذراع التوصيل

- **اختبار المكبس**

١- افحص بالنظر وجود اى شرخ فى المكبس

٢- قس قطر فتحة بنز المكبس

٣- قس قطر المكبس

٤- قارن القياسات مع دليل السيارة

٥- قس مجارى الشنابر

٦- ضع الفيللر بين الشنبر و مجرى الشنبر و حدد القراءة

٧- قارن القراءة مع دليل السيارة

شكل (٧-٤٢) اختبار المكبس

تمرين عملي (٢)

الوحدة	إصلاح محرك السيارة				
مخرج التعلم (٣)	يفكك اجزاء و مكونات المحرك				
اسم التمرين	فك اجزاء المحرك				
تاريخ البدء		تاريخ الانتهاء		عدد الساعات	
وقت البدء		وقت الانتهاء		الصف	

الاهداف التدريبية : بعد إجراء هذا التمرين يكون الطالب قادرا علي أن:

١.يفك المكونات الاساسية للمحرك وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية.

٢.يحدد مواد التنظيف المناسبة وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية.

٣.يحدد الطريقة الصحيحة للتنظيف وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية.

خطوات التمرين	قائمة المخاطر و وسائل السلامة المرتبطة بالتمرين
– فك رأس الاسطوانة – فك مجمع الزيت – فك النهاية الكبرى لاذرع التوصيل – اخرج المكابس و اذرع التوصيل – فك اذرع التوصيل من المكابس – ارفع الشنابر من المكابس – فك بكرة عمود المرفق و تروس التقسيمة – فك الحدافة – فك كراسى عمود المرفق – ارفع عمود المرفق	يجب تطبيق قواعد السلامة و الصحة المهنية الخامات المستخدمة بنزين – كيروسين–كهنة العدد و الادوات عدد يدوية – زراجين – الاجهزة و المعدات رافعة – حامل – اجهزة قياس و فحص

نتائج القياس

.....

.....

.....

اسم الطالب :	اسم المعلم :

(٨) غسيل و تنظيف المحرك

استخدام مواد التنظيف :

فى المحرك اجزاء كثيرة و كل جزء يحتوى على عدد من العناصر و عند حدوث عطل فان بعض العناصر تحتاج الى عمليات تنظيف قبل الشروع فى تشخيص العطل و اتخاذ قرار بشأنه

مواصفات مواد التنظيف :

لكل جزء فى المحرك مواد مخصصة لتنظيفة و يوجد فى دليل الصيانة بالسيارة تعليمات بهذا الشأن سواء للجزاء الكهربية او المعدنية او البلاستيكية او اى اجزاء مصنوعة من مواد اخرى .

و ذلك ليتأكد من مناسبة مادة التنظيف للجزء المراد اصلاحة حتى لا يلحق ضرر كبير بهذا الجزء

الطرق الصحيحة لعمليات التنظيف :

يتوجب الحذر عند التعامل مع مواد التنظيف و خاصة المواد الكيميائية و يراعى اتباع تعليمات دليل الصيانة و ارشادات الشركات المنتجة لمواد التنظيف .

و فيما بلى البنود الرئيسية لعمليات التنظيف للاجزاء المراد اصلاحها :

١- تحديد مكان الاصلاح لاجل تنظيف المنطقة المراد اجراء تشخيص العطل بها .
٢- تطبيق قواعد السلامة و الصحة المهنية و الحذر من رش المواد القابلة للاشتعال على الاماكن الساخنة .
٣- ارتداء ملابس الوقاية و الامان و كذلك القفازات و الكمامات .
٤- اختيار مواد التنظيف المناسبة لمكان الاصلاح لسلامة الاجزاء .
٥- استخدم الفرشاة او قطعة قماش لازالة العوالق بالجزء الذى يتم تنظيفة
٦- تجفيف الاجزاء بعد التنظيف .
٧- تحديد الجزء المعطل و تحديد نوع الاصلاحات الواجب اجرائها .
٨- اعادة مواد التنظيف الى مكانها و تنفيذ اجراءات التخزين الامنة .

(٩) تحديد قطع الغيار المطلوبة

تحديد قطع الغيار اللازمة :

عند تشخيص الاعطال و تحديد سبب المشكلة يفحص الجزء مصدر العطل فحصا دقيقا و هل يمكن اصلاحة أم تغييرة ، حيث يوجد بعض الاجزاء التى يمكن اصلاحها دون الحاجة الى استبدالها .

و هذة من الصفات المحمودة التى يجب ان يتصف بها الفنى حيث انه يوفر مبالغ على العميل و يمكنة اصلاح العطل دون استبدال الجزء .

اما اذا كان لابد من التغيير فيتطلب الامر ان يأخذ الفنى مواصفات القطعة القديمة او من برنامج مواصفات القطع على الكمبيوتر او من دليل السيارة .

طلب قطع الغيار :

عند التأكد من حاجة القطعة للاستبدال تسجل بيانات القطع المراد استبدالها مثل رقم القطعة و كمياتها و تدوينها فى بطاقة قطع الغيار ، وهناك معلومات ضرورية لاستخدام دليل قطع الغيار و منه ما يلى

. معرفة سنة صنع السيارة

. معرفة طراز السيارة

. نوع المحرك المستخدم

. نوع ناقل الحركة

. لون الهيكل و الفرش الداخلى للسيارة

مطابقة قطع الغيار المطلوبة :

يتطلب التأكد من قطعة الغيار الجديدة انها مطابقة لمواصفات القطعة القديمة و مناسبة لتحل مكانها دون اى مشاكل و ذلك قبل التركيب و تجميع المحرك و تجربتة .

و هذة الخطوة ضرورية لتوفير الوقت و النفقات لاعادة الفك فى حالة عدم مناسبة القطعة الجديدة و مطابقتها للقطعة القديمة مما يسبب عدم عملها و تعطلها .

تمرين عملي (٣)

الوحدة	**إصلاح محرك السيارة**				
مخرج التعلم (٣)	**يحدد الجزء التالف و يصلحة**				
اسم التمرين	**تحديد صلاحية الاجزاء المفكوكة و اصلاح /استبدال التالف منها**				
تاريخ البدء		**تاريخ الانتهاء**		**عدد الساعات**	
وقت البدء		**وقت الانتهاء**		**الصف**	

الاهداف التدريبية : بعد إجراء هذا التمرين يكون الطالب قادرا علي أن:

١,٣.يجرى عمليات الغسيل للاجزاء المفكوكة وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية

٢,٣.يحدد صلاحية الأجزاء وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية .

٣,٣.يصلح / يستبدل الأجزاء التالفة وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية .

خطوات التمرين	**قائمة المخاطر و وسائل السلامة المرتبطة بالتمرين**
– حدد مكان الاصلاح لاجل تنظيف المنطقة المراد اجراء تشخيص العطل بها . – حدد مواد التنظيف المناسبة لمكان الاصلاح – استخدم الفرشاة او قطعة قماش لازالة العوالق بالجزء الذى يتم تنظيفة – جفف الاجزاء بعد التنظيف . – حدد الجزء المعطل و نوع الاصلاحات – استبدل الجزء المعطل بأخر جديد	يجب تطبيق قواعد السلامة و الصحة المهنية **الخامات المستخدمة** خامات تنظيف – بنزين – كيروسين–كهنة **العدد و الادوات** فرشة سلك – مسدس غسيل – مقشط **الاجهزة و المعدات** ضاغط هواء – حامل محركات

نتائج القياس

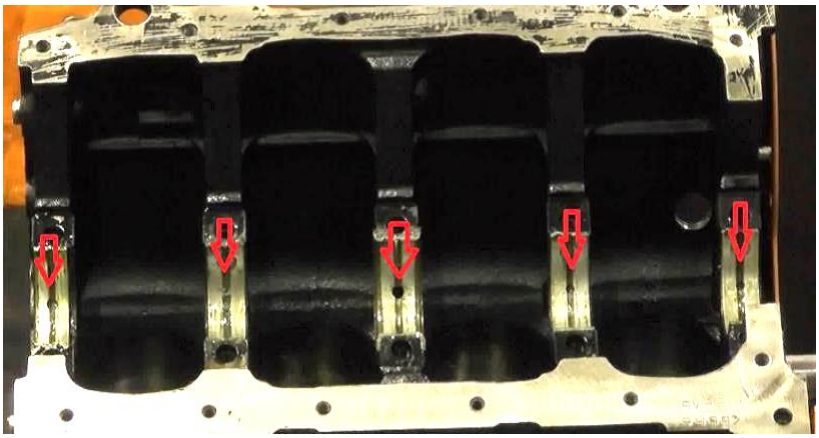
.....

.....

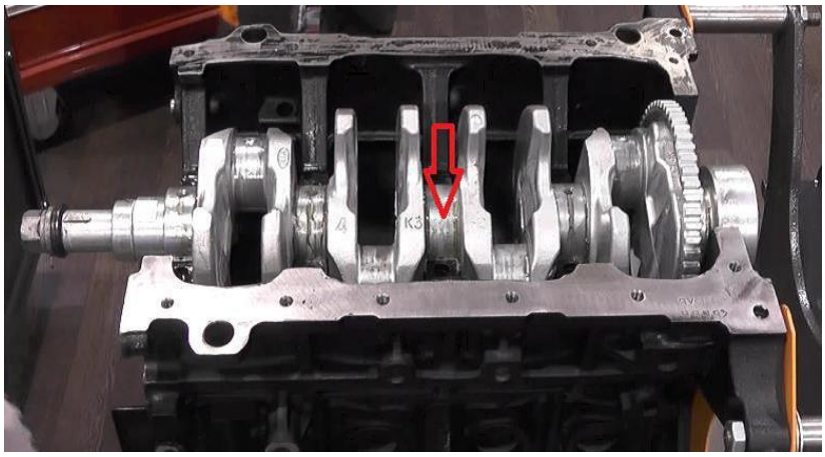
.....

اسم الطالب :	**اسم المعلم :**

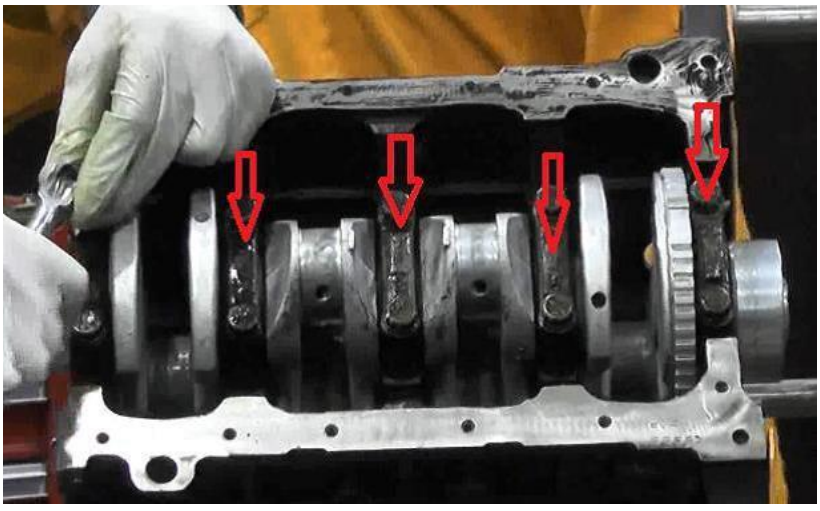
(١٠) تجميع اجزاء المحرك



شكل (١٠-١) ركب سبايك كراسى عمود الكرنك.



شكل (١٠-٢) ركب عمود الكرنك (المرفق) بجسم الأسطوانة.



شكل (١٠-٣) ركب الأغطية الرئيسية لعمود المرفق (الكراسى)

ملحوظة:

أ- يراعى تزييت الكراسى والأغطية والسبيكة.

ب- يراعى ربط الكراسى بالعزم المطلوب والإتجاه الصحيح

ج- يراعى عند ربط كل كرسى تدوير عمود المرفق للتأكد من ضمان سهولة حركة العمود .

شكل (١٠-٤) ركب مانع التسرب الخلفى لكتلة الأسطوانة (اويل سيل الكرنك)

شكل (١٠-٥) ركب طلمبة الزيت

شكل (١٠-٦) ركب ترس الحدافة

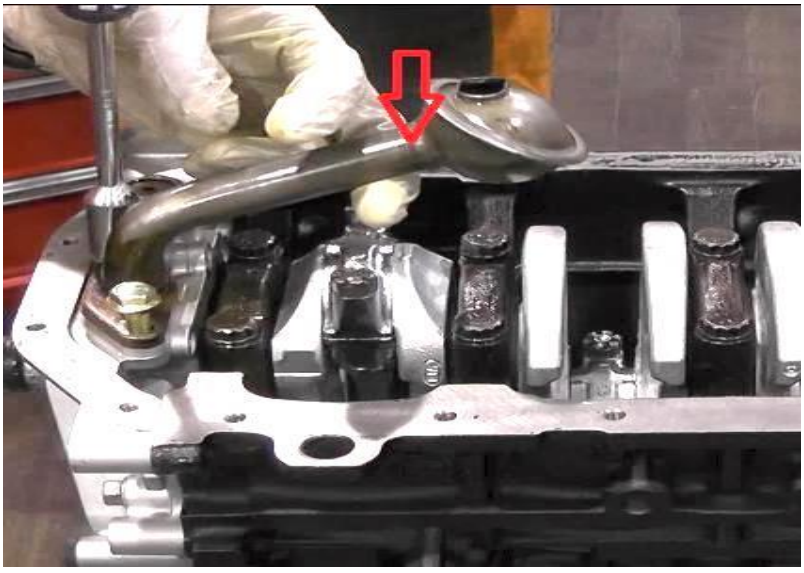
شكل (١٠-٧) ركب المكابس مع مراعاة الإتجاه الصحيح لها.

ملحوظة:

أ- يتم وضع زيت على جسم المكابس والأسطوانات من الداخل.

ب- يتم دفع المكبس داخل الأسطوانات بيد مطرقة خشبية.

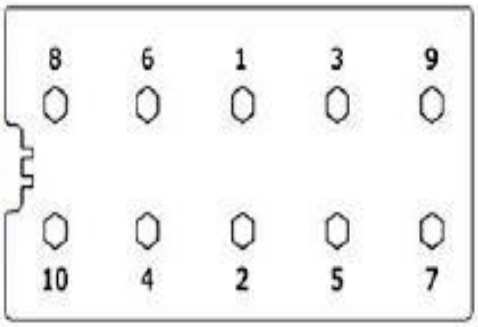
شكل (١٠-٨) ربط النهاية الكبرى لأذرع التوصيل بالعزم المطلوب



شكل (١٠-٩) ركب مصفاة الزيت

شكل (١٠-١٠) ركب خزان الزيت(الكرتير)والجوان الخاص به.

شكل (١٠-١١) ركب جوان رأس الأسطوانات بعد لف المحرك بحيث يكون الكرتير إلى أسفل.



شكل (١٠-١٢) ركب رأس الأسطوانات بجسم الأسطوانات بالترتيب الصحيح للربط.

شكل (١٠-١٣) ركب عمود الكامات، مع مراعاة ضبط التوقيت بين عمودى الكامات.

ملحوظة:

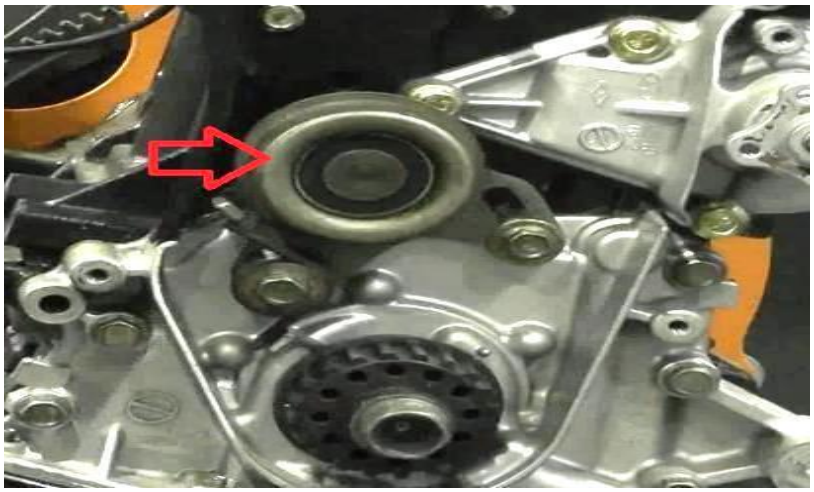
أ- يراعى ضبط التوقيت بين عمودى الكامة من خلال ضبط اتجاه الترسين الخلفيين لعمودى الكامة.

ب- يراعى تركيب كراسى ربط عمود الكامات برأس الأسطوانات بالترتيب والأتجاه الصحيحين.

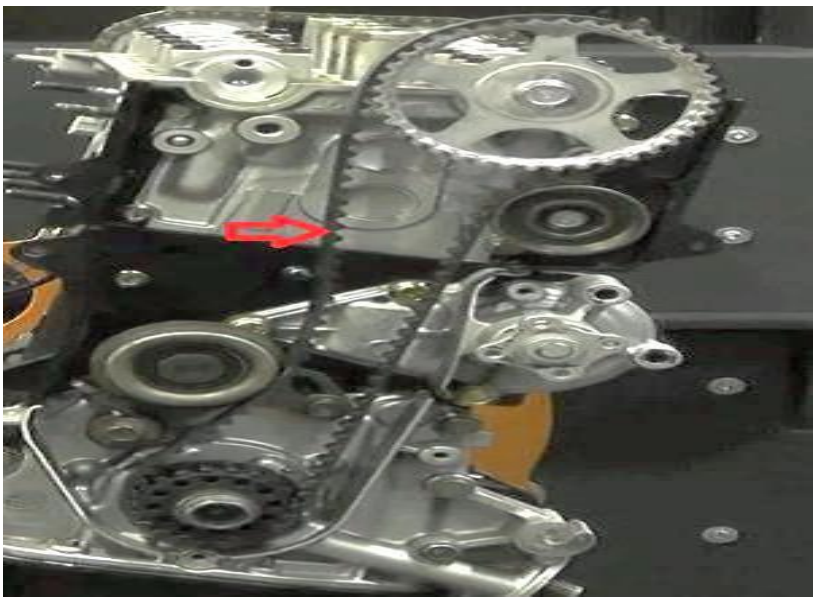
شكل (١٠-١٤) ركب ترس عمود المرفق

شكل (١٠-١٥) ركب طلمبة المياه

شكل (١٠-١٦) ركب بلية الكاتينة الثابتة

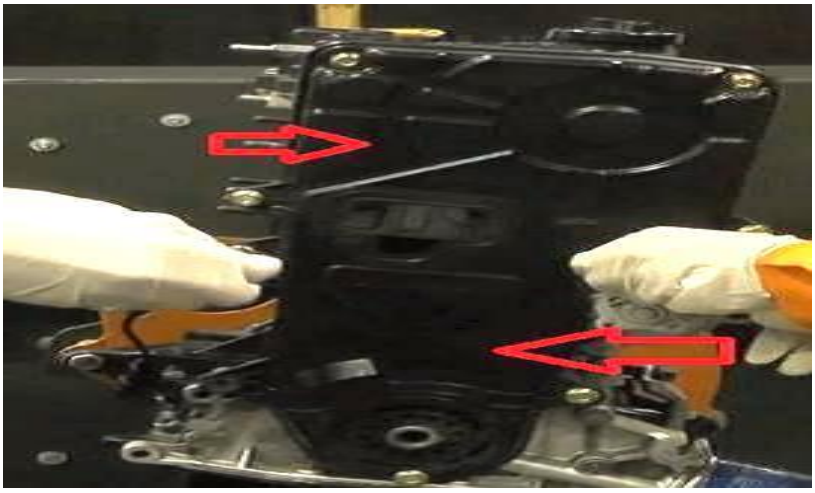


شكل (١٠-١٧) ركب بلية الشداد، مع التأكد من ضبط السوستة الخاصة بالشداد.

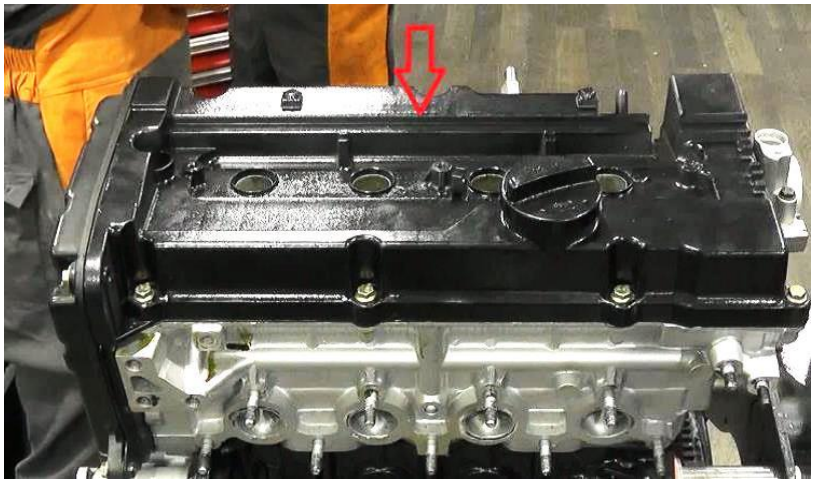


شكل (١٠-١٨) ركب سير الكاتينة لمجموعة تروس التوقيت،

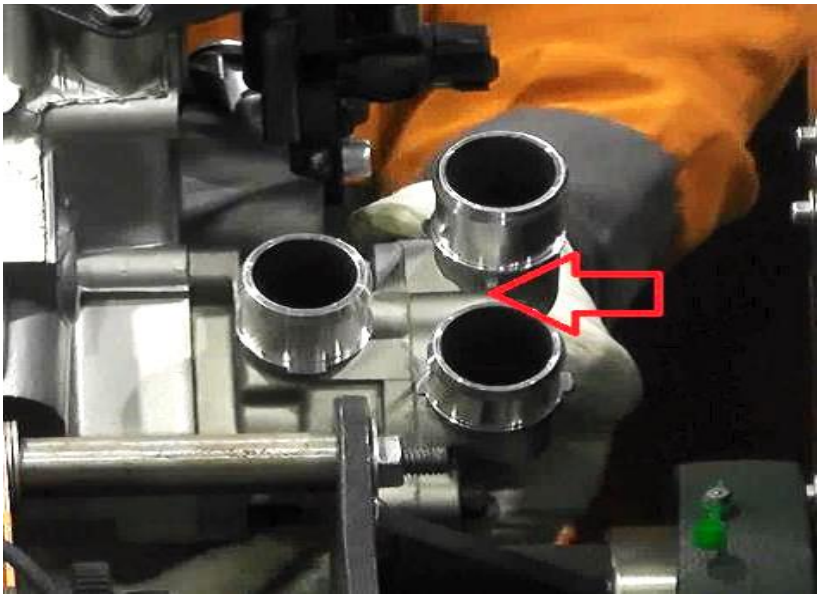
وذلك بعد التأكد من تطابق علامات التوقيت.



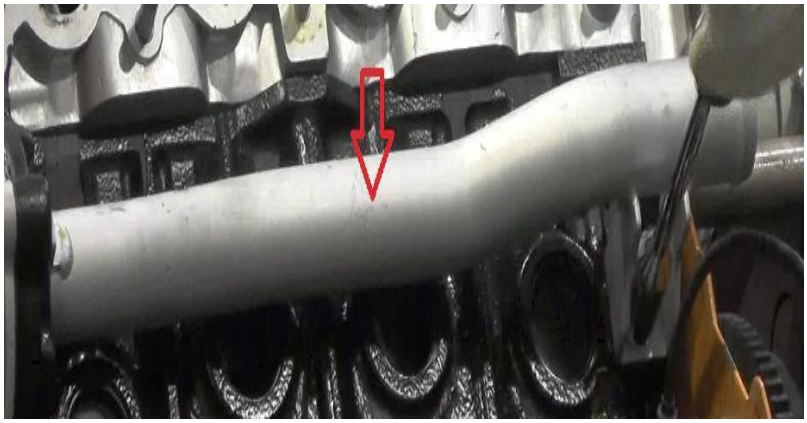
شكل (١٠-١٩) ركب غطاء تروس التوقيت (وش التقسيمة)



شكل (١٠-٢٠) ركب جوان رأس الأسطونات ثم قم بتركيب غطاء رأس الأسطوانات.

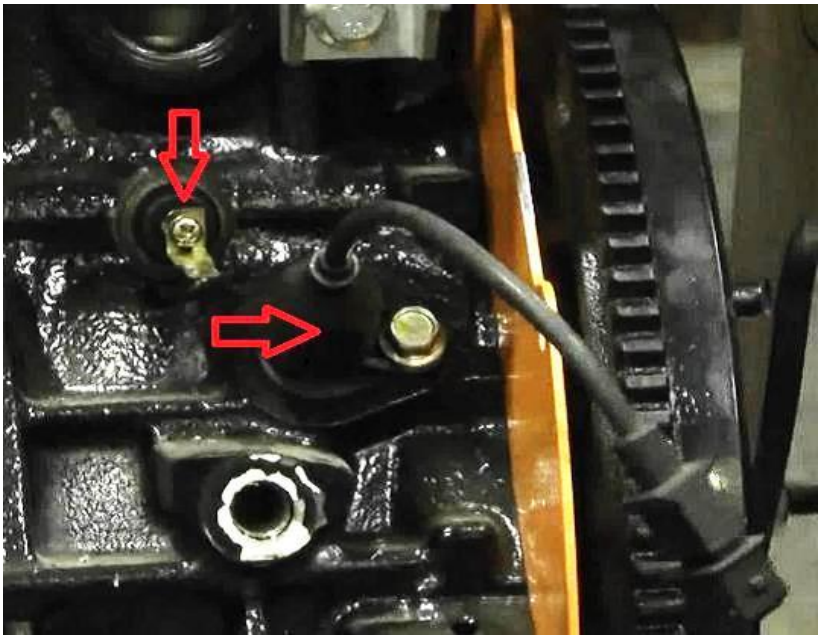


شكل (١٠-٢١) ركب كوعة المياه



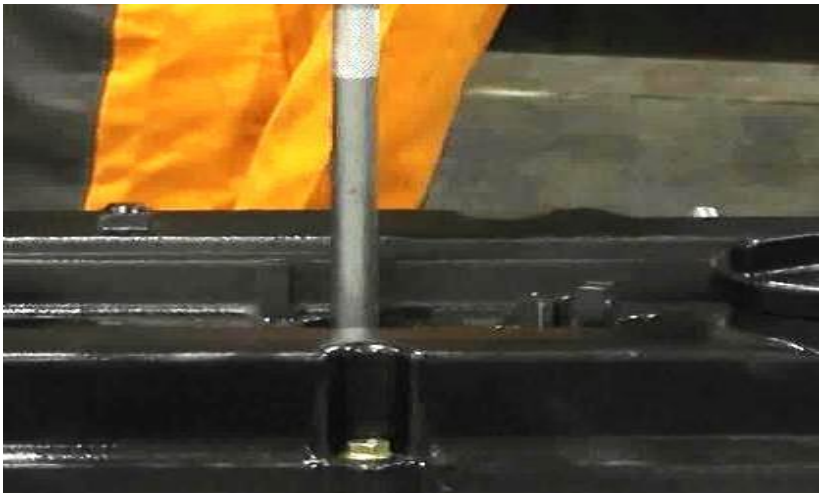
شكل (١٠-٢٢) ركب ماسورة المياه

شكل (١٠-٢٣) ركب فلتر الزيت

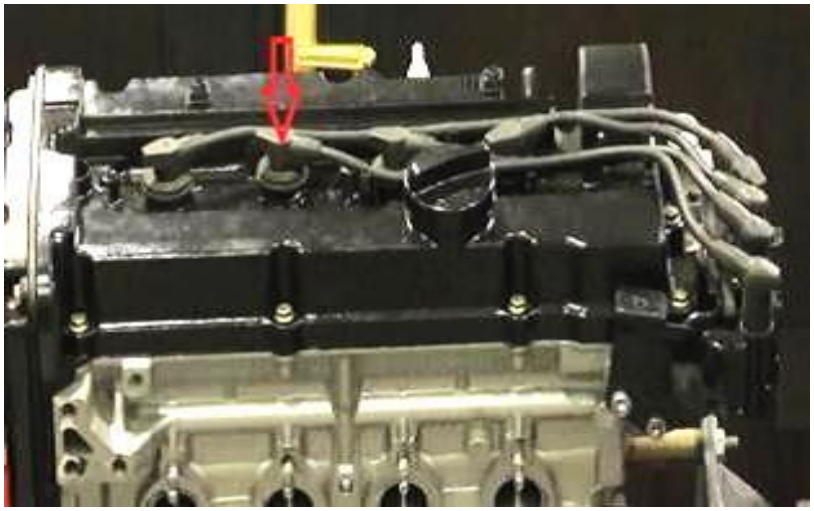


شكل (١٠-٢٤) ركب حساس الكرنك وحساس الزيت.

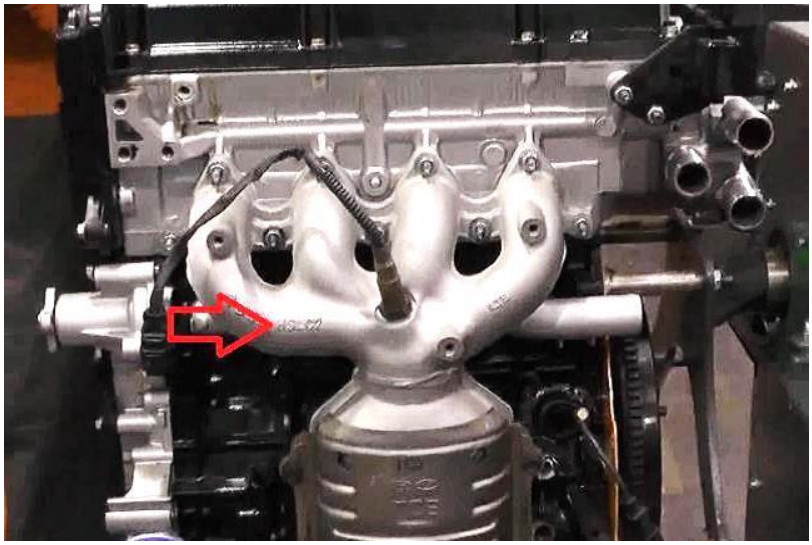
شكل (١٠-٢٥) ركب ملف الإشعال (البوبينة)



شكل (١٠-٢٦) ركب شمعات الإشعال (البوجيهات) بالمفتاح الخاص بها.

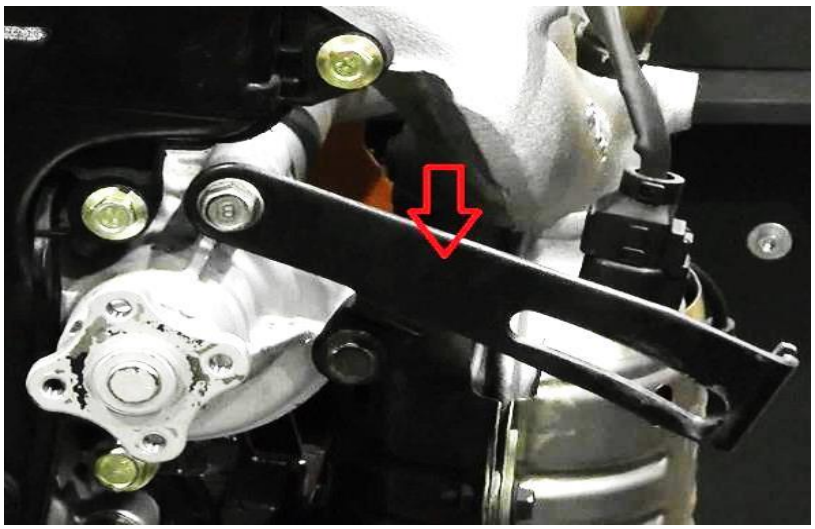


شكل (١٠-٢٧) ركب أسلاك الضغط العالى بالترتيب الصحيح(سلك البوجيهات.)

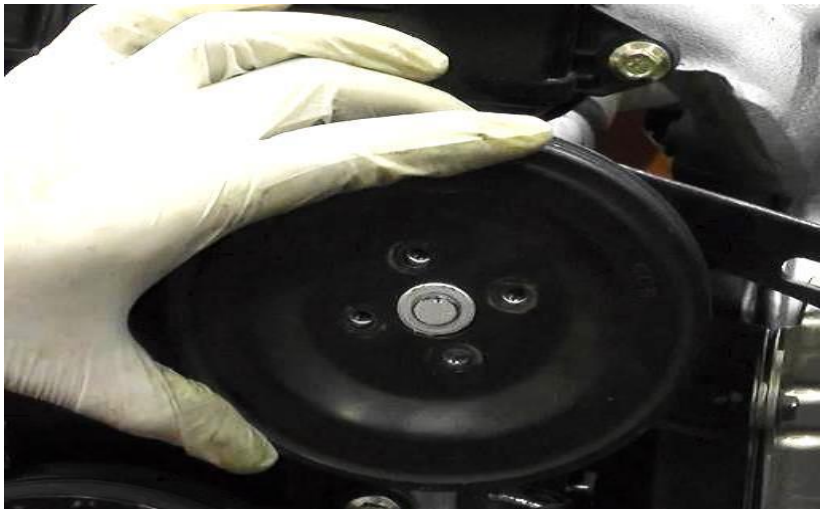


شكل (١٠-٢٨) ركب مجمع العادم

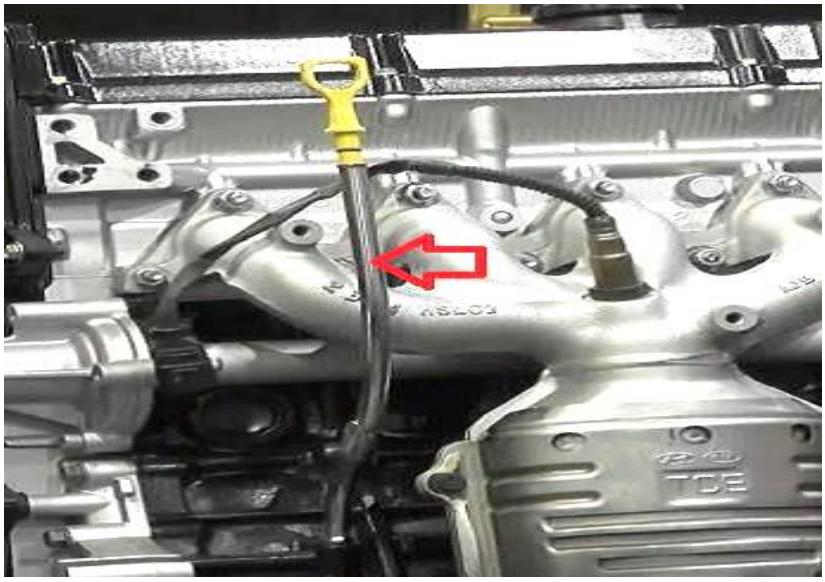
شكل (١٠-٢٩) ركب طنبورة الكرنك



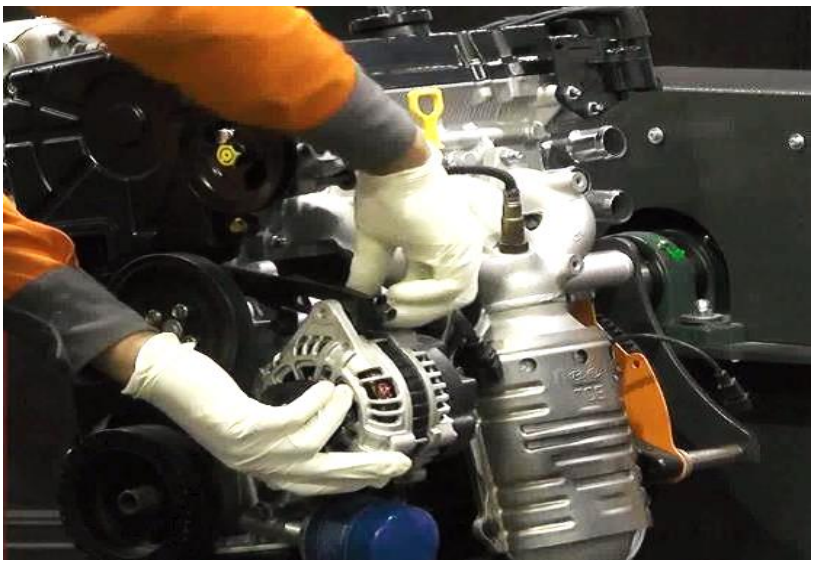
شكل (١٠-٣٠) ركب شداد الدينمو (المولد)



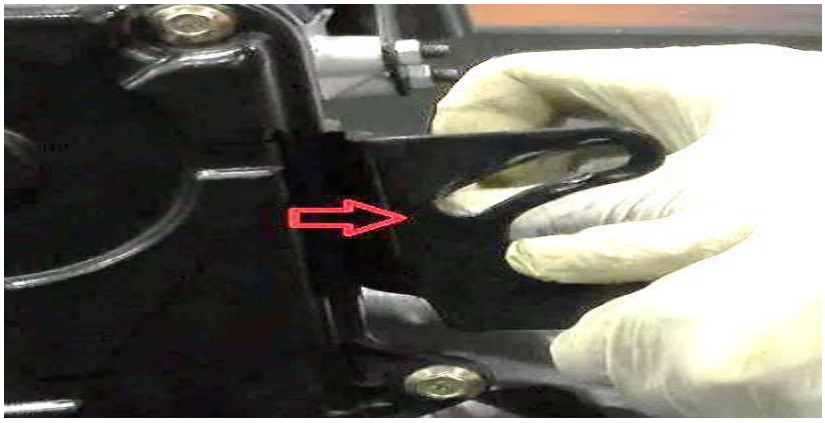
شكل (١٠-٣١) ركب طنبورة طلمبة المياه



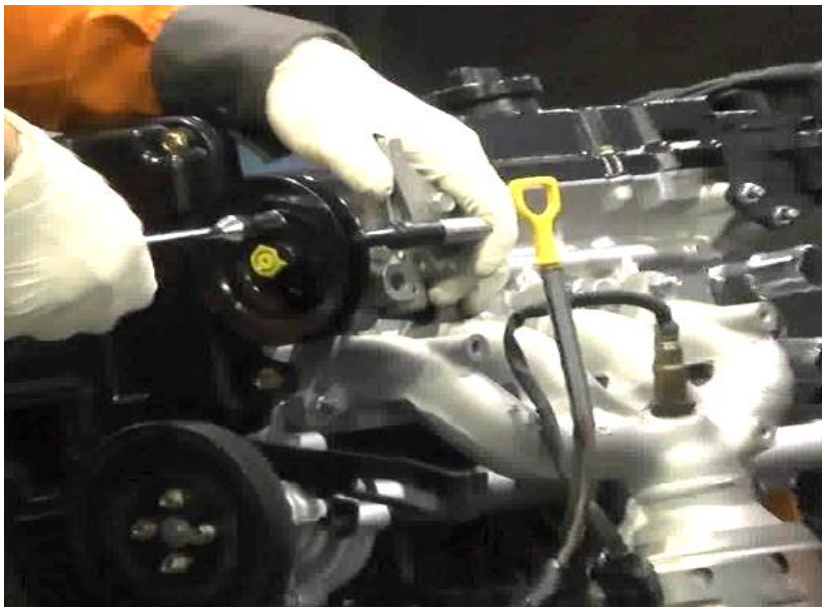
شكل (١٠-٣٢) ركب ماسورة مقاس الزيت



شكل (١٠-٣٣) ركب الدينمو (المولد)

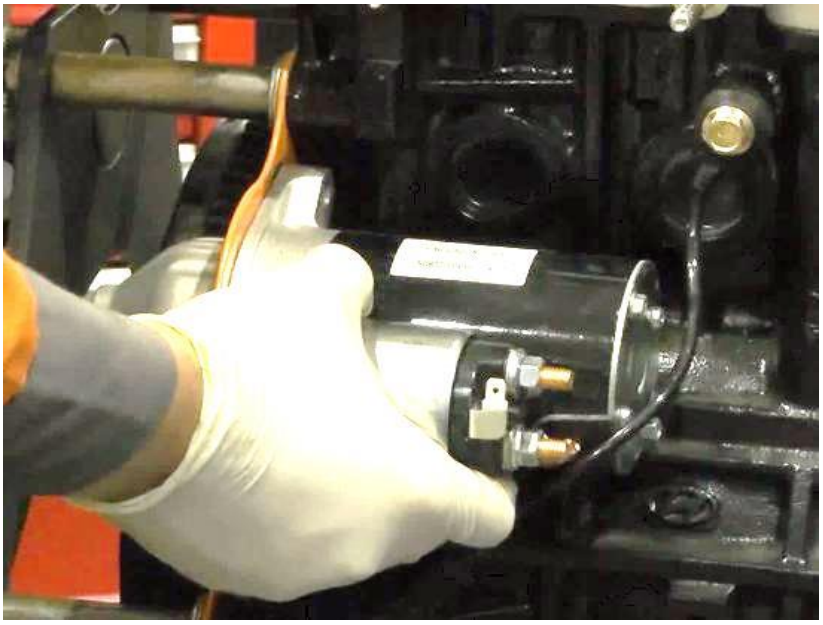


شكل (١٠-٣٤) ركب حامل طلمبة الباور

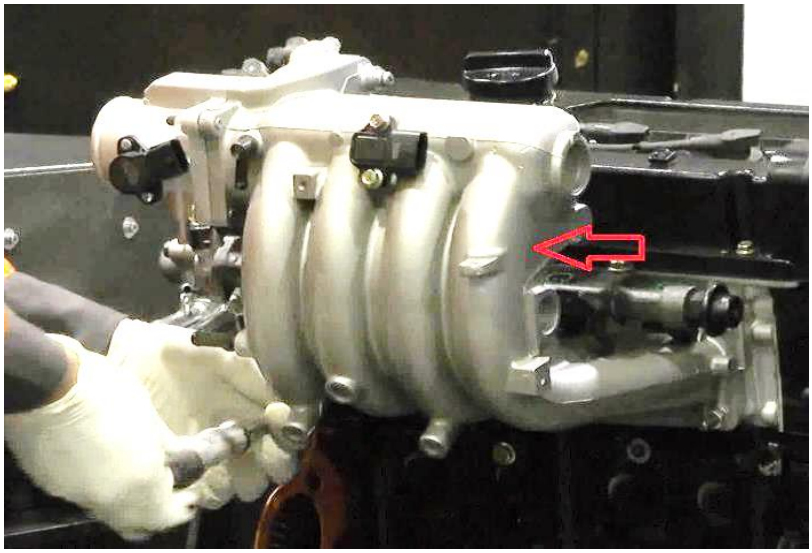


شكل (١٠-٣٥) ركب طلمبة الباور

شكل (١٠-٣٦) ركب سيور الإدارة، مع ضبط شد السيور



شكل (١٠-٣٧) ركب محرك بدء الحركة(المارش)



شكل (١٠-٣٨) ركب مجمع السحب، وماسورة الرشاشات

٣٩ – يدار المحرك و يعاد تربيط المسامير و الصواميل و تضبط التوقيتات التى تحتاج لاعادة الضبط و يلاحظ اى تسريب أو تهريب فى المحرك

39-رتب العدد والمعدات فى المكان المخصص لها.

41-نظف ورتب مكان العمل.

(١١) تليين المحرك Engine Break-in

عند عمل عمرة للمحرك يجب ان تجرى لها عملية تليين .

عملية التليين تتم خلال مسافة ١٥٠٠ كم تقريبا و يجب مراعاة الاتى :

٤- زيت المحرك : يدار المحرك اول مرة بعد العمرة على زيت عشرة لمدة وجيزة لازالة الرواسب من المحرك ثم يصفى و يتم تغييرة بزيت محرك عادى .

٥- فحص و الوصلات و تربيط المسامير .

٦- تزويد الاطارات و ضبطها .

الاشتراطات الواجب مراعاتها عند اجراء عملية التليين :

٧- لا يجب زيادة التحميل عن ٧٥% من الحمل القياسى .

٨- عدم جر او دفع اى حمل خلال عملية التليين .

٩- الحفاظ على عدم سخونة المحرك

١٠- عدم زيادة السرعة عن ٦٥ كم/ساعة للسيارات الكبيرة و ٩٠ كم /ساعة للسيارات الخفيفة

١١- يجب ملاحظة جميع الاجهزة و الوصلات و مبينات التحذير خلال هذة الفترة .

تمرين عملي (٤)

الوحدة	**إصلاح محرك السيارة**			
مخرج التعلم	**يعيد تجميع أجزاء المحرك بعد الاصلاح**			
اسم التمرين	**تجميع اجزاء المحرك و اختبارة و تليينة**			
تاريخ البدء		**تاريخ الانتهاء**		**عدد الساعات**
وقت البدء		**وقت الانتهاء**		**الصف**

الاهداف التدريبية : بعد إجراء هذا التمرين يكون الطالب قادرا علي أن:

١.يعيد تركيب الاجزاء عكس تسلسل الفك وفقا لدليل السيارة و قواعد السلامة و الصحة المهنية

٢.يضبط خلوص كل جزء وفقا لدليل السيارة .

٣.يختبر المحرك بعد الاصلاح وفقا لدليل السيارة .

خطوات التمرين	**قائمة المخاطر و وسائل السلامة المرتبطة بالتمرين**
–ركب عمود المرفق –ركب الشنابر فى المكابس –ركب المكابس فى اذرع التوصيل –ادخل المكابس فى الاسطوانات –جمع النهايات الكبرى وكراسى المرفق –جمع اجزاء رأس الاسطوانات –ركب رأس الاسطوانات على جسم المحرك –ركب تروس التقسيمة و اضبط التوقيت –ركب الملحقات	يجب تطبيق قواعد السلامة و الصحة المهنية **الخامات المستخدمة** مواد تنظيف – كيروسين – كهنة **العدد و الادوات** عدد يدوية – زراجين **الاجهزة و المعدات** رافعة – اجهزة قياس و فحص

نتائج القياس

.....

.....

.....

اسم الطالب :	**اسم المعلم :**

تقرير التقييم الذاتي وخطة التنمية

مخرج تعلم (٥): يقيم أداءه الخاص ويخطط لتحسينه

معيار أداء:(١,٥)

يقيم الأداء الشخصي بشكل فعال من حيث نقاط القوة والضعف الشخصية و الدروس المستفادة.

معيار أداء :(٢,٥)

يخطط لتحسين الأداء الشخصى بشكل فعال من حيث تحديد أهداف واقعية،وأساليب الإنجاز .

المهمة: لقد أكملت مؤخرًا مخرجات التعلم لهذه الوحدة. فكر في أدائك الخاص أثناء عمليات التعلم والتقييم.

باستخدام الجزءالأول من ورقة العمل المقدمة، حدد نقاط القوة والضعف في هذه العمليات – على سبيل المثال. ماذا وجدت من التحديات، وما كان السهل بالنسبة لك،وماذا ستفعل بشكل مختلف إذا كان لديك الفرصة للقيام بذلك مرة أخرى؟

بمجرد تحديد نقاط القوة والضعف الخاصة بك، استخدم الجزء الثاني من ورقة العمل، للتخطيط لكيفية تحسين أدائك فيما يتعلق بنقاط الضعف التي لاحظتها – على سبيل المثال. "أنا بحاجة إلى :

- تنمية المعارف الخاصة بالوحدة لدى
- إعادة شرح بعض النقاط الفنية
- التأنى فى عمليات الفك و التركيب

عند الانتهاء من ورقة العمل الخاصة بك، يرجى مناقشة التقييم والتخطيط مع مُعَلمك.

عنوان الوحدة: اصلاح محرك السيارة
مخرجات التعلم : ١. يفك / يركب المحرك من و إلى السيارة . ٢. يفكك اجزاء و مكونات المحرك و ينظفها. ٣. يحدد الجزء التالف و يصلحة . ٤. يعيد تجميع اجزاء المحرك بعد الاصلاح. ٥. يقيم أداؤة الشخصى و يخطط لتحسينة

اسم الطالب: **رقم الطالب:**

الجزء ١: تقرير التقييم الذاتي	
نقاط القوه	نقاط تحتاج الى تحسين
الدروس المستفادة	
الجزء ٢: خطة التحسين الشخصي	
ما أحتاج إلى القيام به وكيف سأفعل ذلك:	
توقيع الطالب:	**التاريخ:**
توقيع المقيِّم:	**التاريخ:**