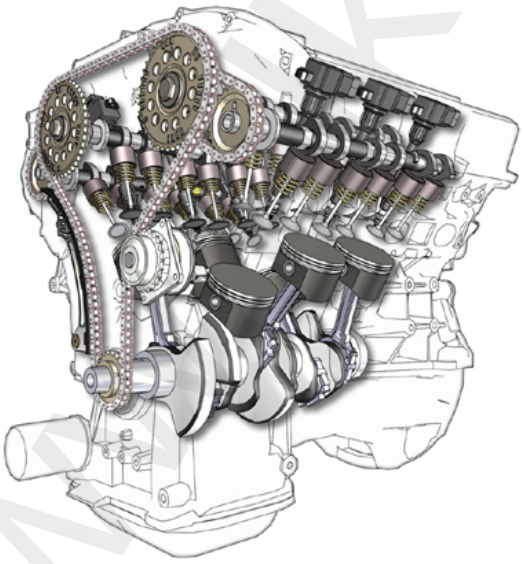
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

محركات ومركبات

محركات ١

١٢٣ تمر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " محركات ١ " لمتدربي قسم" محركات ومركبات " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

www.alkottob.com

عزيزي المتدرب ....

في هذه الحقيبة التدريبية سوف تتعرف على محركات الاحتراق الداخلي من حيث نظرية عملها ومواصفاتها وأجزائها والدوائر والأنظمة الخاصة بالمحرك مثل نظام التبريد ونظام التزييت ونظام الإشعال نظرياً وعملياً . وقد تم تقسيم هذه الحقيبة إلى خمس وحدات نظرية يقابلها خمس وحدات عملية بنفس الترتيب لتكون وحدة العملي تطبيق لوحدة النظري وهي : -

الوحدة الأولى :

في هذه الوحدة سوف يتم شرح أجزاء المحرك الأساسية مثل كتلة الإسطوانات ، الإسطوانات ، المكابس ، الشنابر ، أذرع التوصيل ، عمود المرفق ، عمود الكامات ، الحذافة ، كراسي عمود المرفق ، مضخة الزيت ، وكذلك سوف يتم التعرف على الإجهادات التي تؤثر على المحرك .

الوحدة الثانية :

في هذه الوحدة سوف يتم التعرف على مواصفات المحرك ذات التأثير المهم على عدة عوامل بالمحرك مثل عزم المحرك ، قدرة المحرك ، إنتظام دوران المحرك ..... إلخ ، وكذلك سيتم دراسة أشواط المحرك الأربعة ومعرفة أنواع المحركات وأيضًا ترتيب الإشعال الخاص بكل محرك ، ومعرفة طرق نقل الحركة من عمود المرفق إلى عمود الكامات بالطرق المختلفة مثل نقل الحركة بالتروس وبالجنزير وبالسيور . وبعد ذلك سيتم معرفة المحركات البديلة لمحرك الاحتراق الداخلي مثل محرك الغاز والمحرك الكهربائي

الوحدة الثالثة :

في هذه الوحدة سوف تتعرف على نظام التبريد وما له من أهمية في المحافظة على درجة حرارة المحرك أي تسخين المحرك وكذلك تبريده .

يتكون نظام التبريد من أجزاء رئيسية مثل المشع الذي يقوم بتبريد المياه الساخنة والمضخة التي تضخ المياة إلى داخل المحرك ومنظم الحرارة الذي يسمح أو لايسمح برجوع المياة إلى المحرك حسب الحاجة ، وكذلك قمصان التبريد التي من خلالها يتم نقل الحرارة من غرف الإحتراق وأجزاء المحرك إلى المياة ومن ثم التخلص منها .

www.alkottob.com

الوحدة الرابعة :

سوف نتحدث في هذه الوحدة عن نظام التزييت الذي يؤدي الدور الأساسي في سهولة حركة أجزاء المحرك وانزلاقها والمحافظة عليها من التلف والصدأ وكذلك تبريدها . نظام التزييت هنا يتكون من أجزاء هي زيت المحرك ، خزان الزيت ، مصفاة الزيت الحديدية ، سدادة تغيير الزيت ، ممرات الزيت ، فلتر الزيت ، مبرد الزيت ، مؤشر ضغط الزيت . وكذلك سيتم دراسة أنواع الإحتكاك بالمحرك وخواص زيت التزييت وأنواعه ومعرفة الإضافات التي تضاف إلى زيت التزييت لتحسين خواصه ، ومعرفة أنواع مضخات الزيت .

الوحدة الخامسة :

في هذه الوحدة سوف نتحدث عن أهمية نظام الإشعال وأنواعه المختلفة حيث أن هناك نوعين أساسين هما نظام الإشعال التقليدي ونظام الإشعال الإلكتروني ولكن هذين النوعين يتشابهان في بعض أجزائهما مثل البطارية ، ملف الإشعال ، كيابل الإشعال ، شمعات الإشعال ، موزع الإشعال .يوجد بعض الاختلاف ، إذ أن أنظمة الإشعال الإلكترونية تحتوي على وحدة تحكم إلكتروني ومولد حثي للنبظة . تنقسم أنظمة الإشعال الإلكترونية إلى أنواع وهي : نظام الإشعال النصف إلكتروني ، نظام الإشعال الحثي ، نظام إشعال مولد هول ، نظام الإشعال بدون موزع وأخيرًا نظام الإشعال بتفريغ المكثفات .

وفي نهاية كل وحدة تم توضيح المصطلحات الفنية الخاصة بها وكذلك تم تصميم تمارين خاصة بواسطتها يمكن تقييم أداء ومستوى الطالب ومعرفة مدى إلمامه واستيعابه لما تم دراسته بهذه الحقيبة .

والله ولي التوفيق ، ، ، ،

www.alkottob.com

محركات ١

فك جسم المحرك

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الجدارة: التعرف على تصنيف وأنواع المحركات ووظيفتها وطريقة عملها .

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

- التعرف على أجزاء جسم المحرك
- جسم المحرك (كتلة الإسطوانات).
- الإسطوانات.
- المكبس والبنز.
- الشنابر.
- ذراع التوصيل.
- عمود المرفق.
- كراسي عمود المرفق.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٥٪ .

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات .

الوسائل المساعدة: جهاز عرض (بروجكتر) .

متطلبات الجدارة:

- اجتياز ورش تأهيلية .

www.alkottob.com

مقدمة

في هذه الوحدة سوف نتحدث عن جسم المحرك لم له من أهمية كبيرة ومعرفة الوظائف التي يؤديها حيث يعتبر هو الجزء الأساسي للمحرك وكذلك دراسة مواصفات المحرك وأنواعه حسب عدد الإسطوانات جسم المحرك يتكون من أجزاء سوف يتم التحدث عنها بالتفصيل في هذه الوحدة مثل الإسطوانات ، المكابس ، أذرع التوصيل ، الشنابر ، عمود المرفق ، عمود الكامات ، الحذافة ، كراسي عمود المرفق ، مضخة الزيت ، وسوف يتم دراسة ومعرفة الإجهادات التي تؤثر على هذه الأجزاء ووظيفة كل جزء . وسوف تتم دراسة المواد التي تصنع منها هذه الأجزاء آنفة الذكر والشروط الواجب توافرها لهذه الأجزاء كي تؤدي وظائفها بشكل جيد مع عدم التأثير على مواصفات المحرك وفي نهاية هذه الوحدة سوف يكون هناك ملخص لما تحتويه هذه الحقيبة من فصول وكذلك إيجاد تمارين تساعد على إمكانية تقييم الطالب ومعرفة مدى استيعابه وإلمامه وكذلك تحديد وتوضيح المصطلحات الفنية الخاصة بجسم المحرك وأجزاؤه .

والله ولي التوفيق ، ، ، ،

www.alkottob.com

يوجد بمعظم المركبات محركات احتراق داخلي ويكتسب الشغل الميكانيكي في هذه المحركات مباشرة نتيجة احتراق الوقود في ألإسطوانة وتنقسم محركات الاحتراق الداخلي حسب نوع الإشعال بها إلى محركات أوتو بشمعة إشعال ومحركات ديزل بإشعال ذاتي. وتنقسم محركات الاحتراق الداخلي تبعا لطريقة التشغيل إلى محركات رباعية الأشواط وتحتاج إلى دورتين من عمود المرفق لإتمام دورة الشغل (أربعة أشواط للمكبس) ومحركات ثنائية وتحتاج إلى دورة واحدة لعمود المرفق لإتمام دورة الشغل وتعمل معظم محركات البنزين ومحركات الديزل تبعا للدورة رباعية الأشواط التي اخترعها أوتو ويطلق اسم محركات أوتو على محركات البنزين (ثنائية ورباعية الأشواط) فقط يتحرك المكبس حركة ترددية داخل الاسطوانة التي يغلقها من أعلى رأس الإسطوانات كما في شكل ١ – ١ وتتحول هذه الحركة المستقيمة للمكبس ، إلى حركة دورا نية عن طريق بنز المكبس وذراع التوصيل وعمود المرفق ويكون المكبس وذراع التوصيل وعمود المرفق معاً مجموعة إدارة المرفق تكتفي المركبات الآلية صغيرة القدرة (الدرجات النارية الصغيرة) بمحرك ذي إسطوانة واحدة وتعمل هذه المحركات عادة تبعا لدورة ثنائية الشوط وتستعمل المحركات رباعية الأشواط أحادية الإسطوانة حاليا في الجرارات أو ماكينات رفع المياه أما بالنسبة للمحركات ذات القدرة العالية فتستعمل محركات متعددة الإسطوانات. وبرفع عدد الإسطوانات تصغر كتل الموازنة وتتحسن الكفاية الحجمية وسرعة الاحتراق ، كما تصبح إمكانية التبريد أفضل.

أنواع المحركات تبعا لترتيب إسطواناتها كما يلي:

- محركات مستقيمة وترتب في صف واحد
- محركات متقابلة الإسطوانات وترتب فيها الإسطوانات بحيث يكون كل زوج منها في وضع متقابل
- محركات على شكل V وترتب فيها الإسطوانات بحيث تصنع فيما بينها زاوية قدرها 60^{o} أو 90^{o}.

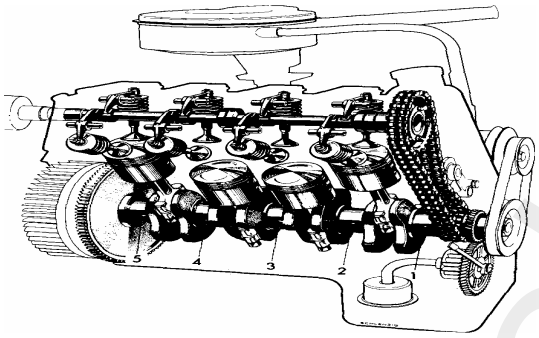
وتنقسم المحركات على حسب عدد الإسطوانات إلى:

١. أحادي الإسطوانة.
٢. ثنائي الاسطوانة.
٣. رباعي الاسطوانات.
٤. سداسي الاسطوانات.
٥. ثماني الإسطوانات .....إلخ.

www.alkottob.com

ويتكون جسم المحرك (البلوك) من الاسطوانات والمكبس والبنز والشنابر و ذراع التوصيل وعمود المرفق

وكراسي عمود المرفق وعمود الكامات السفلي ومضخة الزيت والتوقيتات.



شكل ١ – ١ يوضح أجزاء المحرك

وظيفة جسم المحرك :

- تبريد المحرك.
- الاحتراق والقدرة.
- يحمل الإسطوانة والمكبس.
- بداخله عمود المرفق مع ذراع التوصيل اللذان يحولان الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دورا نية
- يحمل عمود المرفق الحذافة التي تخزن الطاقة من شوط القدرة لتدفع به المحرك أثناء الأشواط الأخرى
- مضخة الزيت ومسارات الزيت بداخلها.

www.alkottob.com

نظرية عمل جسم المحرك

يعمل جسم المحرك على تحويل الطاقة الحرارية والتي تنتج من احتراق الوقود والأكسجين من الهواء آلياً لطاقة حركة للمكبس بحيث يتحرك المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى ويختزن جزء من هذه الطاقة في الحدافة لتعوض الطاقة التي يحتاج إليها المحرك في الأشواط الأخرى. يقوم ذراع التوصيل بنقل القدرة من المكبس إلى عمود المرفق الذي يحول الحركة الترددية إلى حركة دورا نية. يقوم جسم المحرك بالتخلص من الحرارة المتولدة داخله عن طريق دائرة التبريد. والتخلص من العادم عن طريق نظام العادم. يتم نقل الحركة من عمود المرفق إلى الأجزاء الأخرى.

أجزاء جسم المحرك :

- جسم المحرك (البلوك) أو كتلة الاسطوانات.
- الاسطوانات.
- المكبس والبنز.
- الشنابر.
- ذراع التوصيل.
- عمود المرفق.
- كراسي عمود المرفق.
- عمود الكامات السفلي.
- مضخة الزيت .
- التوقيتات.
- مجمع الزيت.

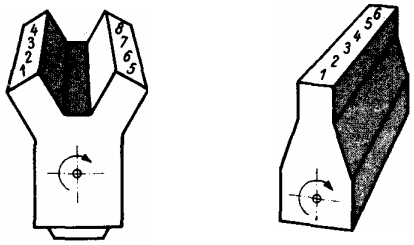
كتلة الاسطوانات

تصب كتلة الإسطوانات ككتلة واحدة في المحركات المبردة الماء . وتنشأ عن ذلك كتلة الاسطوانات. وتكون هذه الكتلة عادة مع علبة المرفق جزءً واحد يسمى بكتلة الإسطوانات والمرفق. أما المحركات التي تبرد الهواء فتتكون عادة من إسطوانات تثبيت على علبة المرفق بمسامير ملولبة. شكل ٥ – ٢ يوضح كتلة إسطوانات على شكل حرف V وكتلة الإسطوانات المستقيمة. شكل ١ –٢يوضح كتلة الإسطوانات والمرفق لمحرك تبريد ماء.

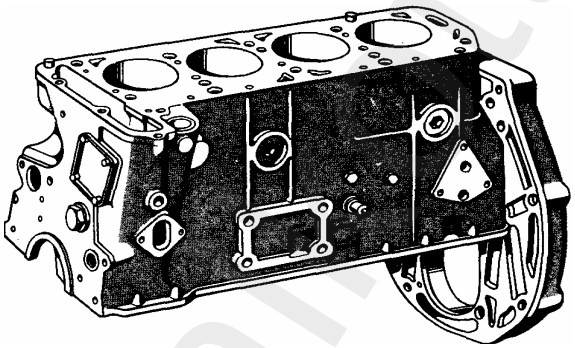
علبة المرفق تقوم علبة المرفق باستيعاب عمود المرفق وعمود الكامات السفلي إلى جانب قيامها بتثبيت الإسطوانات وتصنع عادة من حديد الزهر الرمادي أو معادن خفيفة . ويصب عادة كتلة الإسطوانات

www.alkottob.com

والجزء العلوي من علبة المرفق كجزء واحد في محركات المبردة بالماء كما في شكل ١ – ٣. وتصنع علبة المرفق في محركات تبريد الهواء من معدن خفيف ، كما تثبت الإسطوانات بعلبة المرفق بواسطة شدادات أو مسامير كما في شكل ١ – ٤. ويستعمل الجزء السفلي من علبة المرفق كحوض للزيت كما في شكل ١ – ٥ ويصنع من الفولاذ أو الألمونيوم

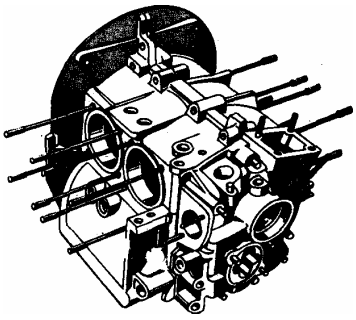


شكل ١ –٢ يوضح الشكل كتلة المحرك على شكل V وعلي شكل خطي.

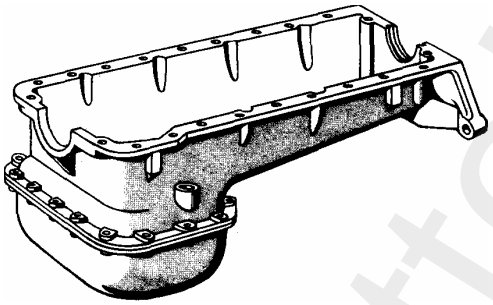


شكل ١ –٣ يوضح كتلة الإسطوانات والمرفق التي تشكل بالصب

www.alkottob.com



شكل ١ – ٤ علبة مرفق لمحرك مبرد بالهواء مصنع من الألومنيوم



شكل ١ – ٥ حوض زيت مصنع من لوح فولاذي

الاسطوانات

تصب مجموعة الإسطوانات مع كتلة المحرك ككتلة واحدة في المحركات المبردة بالماء. أما المحركات المبردة الهواء فتتكون من إسطوانات منفصلة تثبت على علبة المرفق ينتج إجهاد على الإسطوانة نتيجة:

الإجهادات المؤثرة على الأسطوانه:

١. الضغط العالي يصل إلى ٤٠ إلى ٦٠ بار في محركات البنزين و ٥٠ إلى ٨٠ بار في محركات الديزل.

٢. درجة الحرارة العالية تسبب إجهاد على الإسطوانة حيث تصل درجة الحرارة إلى ٢٠٠٠° في لحظة الإشعال وتصل عند سطح الإسطوانة المبردة بالماء من ٨٠ إلى ١٢٠° وتصل عند سطح الإسطوانة المبردة بالهواء من ١٠٠ إلى ٢٢٠°

www.alkottob.com

٣. الإحتكاك يكون الإحتكاك قوياً ، وعلي الأخص عندما يكون المكبس في منتصف الشوط. فحينئذ يدفع ذراع التوصيل الذي يكون في وضع مائل المكبس إلى أعلى ضاغطا إياه بقوة على الجدار الإسطوانة وينشأ عن هذا الضغط القوي احتكاك كبيراً.

الشروط الواجب توافرها في معدن الإسطوانة :

١. مقاومة إجهادات كبيرة بما في ذلك درجات الحرارة العالية
٢. خواص انزلاق جيدة
٣. مقاومة عالية للتآكل
٤. موصلية حرارية عالية
٥. خفة الوزن
٦. مقاومة عالية للصدأ
٧. قدرة تلاصق جيدة مع وسيط التزليق
٨. إمكانية إنتاج رخيصة

يستعمل عادة حديد الزهر الرمادي لصنع الإسطوانات المبردة بالماء ، أما الإسطوانات المبردة بالهواء فتصنع غالبا من سبائك الألمونيوم كما في شكل ١ –٦. وتمتاز بموصلتها الجيدة للحرارة إلى جانب خفة وزنها إذ تبلغ موصلتها ثلاثة أضعاف حديد الزهر الرمادي ويؤدي ارتفاع الموصلية الحرارية إلى زيادة نسبة الانضغاط وارتفاع قدرة المحرك.ويمكن طلاء الأسطح الداخلية للاسطوانة بالكروم للتغلب على سوء خواص الانزلاق. تبلغ أكبر قيمة للقوة على الإسطوانة عند المنتصف تقريبا وبالرغم من هذا فإن أكبر قيمة للبري تكون عند أعلى شنبر قرب النقطة الميتة العليا ويعلل ذلك بالآتي:

أسباب زيادة التأكل قرب النقطة الميته العليا

١. التزييت أقل ما يمكن عند أعلى شنبر.
٢. زوال غشاء الزيت الموجود على جدار الإسطوانة بواسطة الوقود المتكاثف فوق سطح. الإسطوانة ، عند بدء إدارة المحرك البارد في الشتاء لذلك ينشأ إحتكاك جاف.
٣. تسبب أثار الكبريت تأكل في الجزء العلوي لاسطوانة

يؤدي زيادة التآكل إلى زيادة الخلوص بين الإسطوانة والشنابر تقل قدرة المكبس والشنابر على إحكام عدم التسرب وينتج عن ذلك نقص في قدرة المحرك كما يزيد من استهلاك الزيت مع

www.alkottob.com

ظهور دخان أزرق بغازات العادم ولذلك يجب إجراء عملية إصلاح للاسطوانة أو تجديد الإسطوانة عندما يبلغ التآكل في السطح الداخلي من ٠,٢ إلى ٠,٤ مم تبعا إلى حجم المحرك. ويتم توسيع الإسطوانة بمقدار ٠,٥ مم يتبعه صقل السطح الداخلي ويمكن إعادة توسيع الإسطوانة عدة مرات حتى تصل إلى ٢ مم ويستعمل في كل مرة مكبس أكبر في الحجم. يمكن استعمال جلب داخلية داخل الإسطوانة حتى تعوض التوسيع فيها.

يوجد نوعان من جلب الإسطوانة النوع الأول الجلبة الداخلية الجافة أي غير معرضة مباشرة لماء التبريد ويمكن إعادة استعمال كتلة الإسطوانات بعد عملية التوسيع وتنتج بعض المحركات وهي مجهزة بجلب جافة وفي هذه الحالة تصنع كتلة الإسطوانات من الحديد الزهر الرمادي وهو أرخص من ذلك المستخدم في صنع الجلب الجافة. النوع الثاني هو الجلب المبللة تحاط الجلبة بمياه التبريد ويتم منع تسرب المياه بواسطة حلقات مطاطية وتنتج الجلب المبللة من الحديد الزهر

مميزات الجلب المبللة:

- استعمال المكابس بمقاس واحد.
- سرعة عمل إصلاح الاسطوانات.

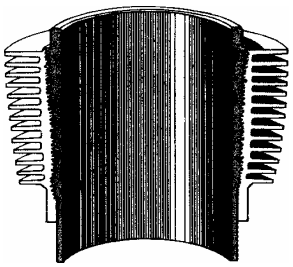
عيوب الجلب المبللة:

- يمكن لمياه التبريد الوصول إلى مجمع الزيت في حالة عدم سلامة إحكام حلقات منع التسرب
- تكون كتلة الإسطوانات أقل جساه.
- الاسطوانة المبردة بالهواء تحتاج إلى سطح خارجي كبير ولزيادة السطح الخارجي لابد من أن تزود بزعانف وتصنع الزعانف من سبائك الألمونيوم كما هو في شكل ١ –٧ .ومن أهم مميزات الإسطوانة المبردة بالهواء
- خفيفة الوزن
- مناسبة لتبريد الهواء فقط
- يمكن استبدالها بسهولة

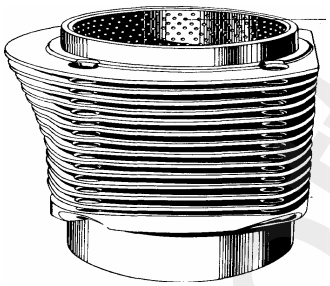
ومن عيوب الإسطوانات المبردة بالهواء

- تودي إلى زيادة طول المحرك في المحركات المستقيمة.
- تسبب المحركات ذات تبريد الهواء إلى ضوضاء عالية جداً

www.alkottob.com



شكل ١ – ٦ يوضح قطاع في إسطوانة تبريد هواء



شكل ١ – ٧ يوضح إسطوانة تبريد هواء مصنوعة من سبيكة الألومنيوم

www.alkottob.com

المكبس

وظائف المكبس:

١. يعمل كمانع تسرب متحرك بين غرفة الاحتراق وعلبة المرفق.
٢. يتلقى قوة ضغط الاحتراق وينقلها إلى ذراع التوصيل.
٣. يوصل الحرارة إلى جدار الإسطوانة وإلى زيت التزليق.
٤. يتحكم في حركة الغازات في إسطوانات المحركات ثنائية الشوط.

الاجهادات المؤثرة على المكبس:

١. الضغط العالي.
٢. درجة الحرارة.
٣. الاحتكاك.

الشروط الواجب توافرها في معدن المكبس

١. مقاومة إجهادات كبيرة بما في ذلك درجات الحرارة العالية.
٢. خواص انزلاق جيدة.
٣. مقاومة عالية للتآكل.
٤. ذو موصلية حرارية عالية.
٥. خفة الوزن تلعب دورا هاما في هذا المقام.
٦. مقاومة عالية للصدأ.
٧. قدرة تلاصق جيدة مع وسيط التزليق.
٨. إمكانية إنتاج رخيصة.

تصنع المكابس عادة من سبائك الألومنيوم ، وقلما يستخدم حديد زهر الرمادي لصنعها. ويصب معظم المكابس المصنوعة من سبائك الألومنيوم في قوالب ثم تبرد فجائيا. أما المحركات المعرضة لإجهادات عالية وخصوصا محركات السيارات الرياضية وسيارات السباق ومحركات الطائرات فتتم صناعة مكابسها بالكبس. ويذلك تكتسب متانة وصلابة عالية ويمتاز حديد الزهر عن سبائك الألومنيوم بكبر قابليتها للتزليق وعلو مقاومته للبري.ولكن نظراً لدوران المحركات الحديثة بسرعات عالية ، مما ينتج عنه قوة تسارع كبيرة لكتل المعدن المتحركة ، فلا يستعمل حديد الزهر الرمادي في

www.alkottob.com

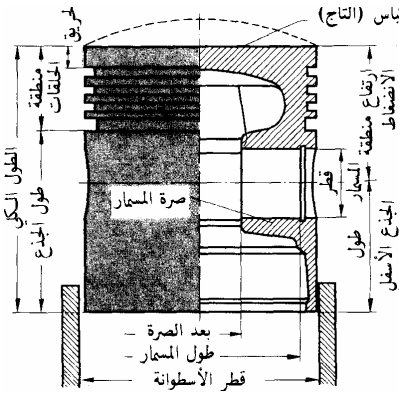
صنع مكابس هذه المحركات ويقتصر استعماله على المكابس الضواغط.ولما كان الألومنيوم النقي لينا وذا مقاومة بري غير كافية ، فإنه لا يصلح بمفرده لصناعة المكابس. ولذلك يجب مزجه في سبيكة.

أنواع سبائك الألومنيوم هي:

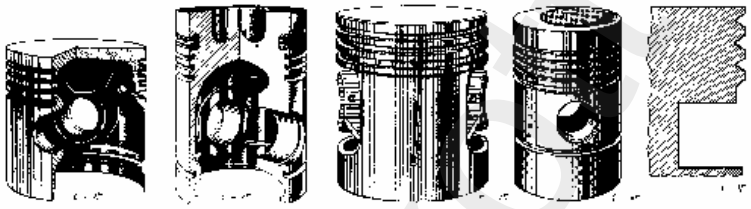
- سبيكة من الألومنيوم مع السليكون بنسبة ١٢ ٪
- سبيكة من الألومنيوم مع السليكون بنسبة ١٨ ٪
- سبيكة من الألومنيوم مع السليكون بنسبة ٢٤ ٪
- سبيكة من الألومنيوم مع النحاس ٤٪ ونيكل ٢٪

يتكون المكبس من الأجزاء الآتية : رأس المكبس وشفة الحريق (تاج المكبس) ومنطقة الشنابر وجزع المكبس وصرة مسمار المكبس (البنز). ويكون رأس المكبس أما مستويا أو محدبا بدرجة خفيفة. وتؤثر طريقة الكسح على شكل رأس المكبس. ويعتمد سمك المكبس على مقدار ضغط الاحتراق أما ارتفاع منطقة الشنابر فيتوقف على عدد وأبعاد الشنابر كما في شكل ١ – ٨ . ويعرف الجزء من رأس المكبس حتى أول حلقة بشفة الحريق. كما أن وظيفة جذع المكبس هي توجيه حركة المكبس داخل الإسطوانة وتقل القوي الجانبية إلى جدار الاسطوانة وتتحكم الفتحات والنهاية السفلي لجذع المكبس في سريان الغازات في المحركات ثنائية الأشواط. أما صرة البنز فتنقل القوة المؤثرة على المكبس إلى ذراع التوصيل عن طريق بنز المكبس تتوقف درجة حرارة المكبس على طريقة تشغيل المحرك ونوع التبريد. وقد تصل درجة حرارة مركز رأس المكبس في محركات الديزل إلى ٤٠٠^{o} بينما تصل إلى ٣٢٠ في محركات البنزين. تتنوع المكابس بتنوع الإجهادات المؤثرة عليها ومن أهم أنواع المكابس في شكل ١ –٩. وشكل ١ – ١٠ يوضح تدعيم المكبس بشريط من الفولاذ.

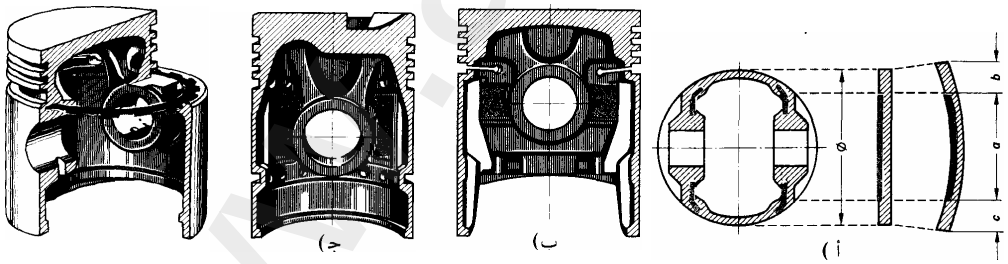
www.alkottob.com



شكل ١ – ٨ يوضح شكل المكبس وأجزائه



شكل ١ – ٩ يوضح أشكال مختلفة من المكابس



شكل ١ – ١٠ يوضح كيفية تدعيم المكبس

www.alkottob.com

الشنابر (حلقات المكبس)

وظائف شنابر المكبس

١. منع تسرب الغازات من غرفة الحريق إلى علبة المرفق.
٢. منع وصول الزيت إلى غرفة الاحتراق.
٣. توصيل الحرارة من رأس المكبس إلى جدار الاسطوانة.

أنواع الشنابر:

شنابر إحكام الانضغاط . وشنابر كشط الزيت. كما تشترك شنابر الانضغاط في عملية تنظيم استهلاك الزيت. وتستعمل عادة شنبرين أو ثلاث شنابر انضغاط و شنبر واحد زيت ويجب أن يكون التلامس بين حلقات المكبس مع جدار الإسطوانة جيداً لضمان منع التسرب بصورة جيدة ولهذا يجب أن تحتفظ بالمرونة مع الاحتفاظ بخواص انزلاق جيدة وقد أثبت حديد الزهر الرمادي الخاص جدارته كمعدن في هذا المجال ويتعرض شنبر الضغط لأصعب ظروف تشغيل الناتج عن سوء التزليق وارتفاع درجة الحرارة ويمكن طلاء شنبر الضغط بطبقة من الكروم لتقليل معدل البري وتبلغ فتحة اتصال شنابر المكبس نحو ٠,٢ مم مما يتيح لهذا الشنابر المرونة الكافية للانفراج ،ويحد من تسرب الغازات خلالها في نفس الوقت وتركب الشنابر بحيث تكون الزاوية بين فتحة اتصال الشنبرين متتالين ١٨٠ وبذلك تحقق إعاقة أكبر لتسرب الغازات. وشكل ١ – ١١ يوضح شكل شنبر الزيت وشكل ١ – ١٢ يوضح شكل شنبر الضغط.

شكل ١ – ١١ يوضح شكل شنبر الزيت مصنعة من رقائق من الفولاذ

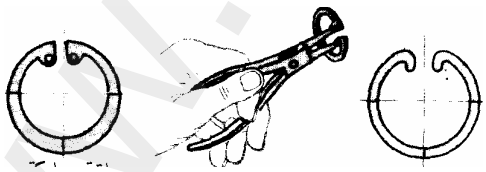
شكل ١ – ١٢ يوضح شنابر الضغط مصنعة من الفولاذ

www.alkottob.com

بنز المكبس

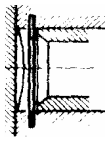
ينقل بنز المكبس القوة المؤثرة على المكبس إلى ذراع التوصيل وهو يتعرض إلى إجهاد حني. لذا يحتاج البنز إلى قلب متين وسطح صلد. ويتحقق ذلك مع الفولاذ على أن يكون خالص بغير سبيكة وفي نفس الوقت تتطلب قوي التسارع خفة وزن البنز كما أن التغير المستمر للإجهادات يتطلب خلوص صغير مع جودة عالية جدا لكل من سطح البنز وسطح صرة المكبس ويتراوح الخلوص بين البنز والصرة من ٠,٠٠٣ إلى ٠,٠٠٧ مم ويقل عن ذلك الخلوص في محركات الديزل . وشكل ١ – ١٣ يوضح شكل البنز. وينتج البنز والصرة معا ثم يزوجا في المصنع المنتج ويطلق على البنز الذي يمكن دورانه في ثقب النهاية الصغرى لذراع التوصيل اسم بنز مكبس عائم التحميل ويمكن تسهيل تركيب بنز المكبس بتسخين المكبس إلى درجة حرارة تتراوح بين ٦٠ إلى ٨٠ ، بوضعه فوق مسطح تسخين أو يغمر في زيت نظيف ساخن. وإذا لم يكن بنز المكبس ثابتا في عروة ذراع التوصيل ، يجب إحكام ضد الإزاحة المحورية. ويتم هذا بتركيب حلقة إحكام أو حلقة حبك تسمى التيلة تصنع من الفولاذ مستديرة المقطع كما في شكل ١ – ١٤ ويتم إدخال هذه الحلقات في حزوز صرة بنز المكبس كما في شكل ١ – ١٥ ولابد من استعمال زر دية خاصة أثناء عملية التركيب.

شكل١– ١٣ يوضح البنز داخل صرة المكبس



شكل ١ – ١٤ يوضح شكل تيل تثبيت بنز المكبس والزردية الخاصة بالتركيب

www.alkottob.com



شكل ١ – ١٥ يوضح حزوز صرة المكبس

ذراع التوصيل

وظائف ذراع التوصيل:

١. وصل المكبس بعمود المرفق.
٢. نقل القوة من المكبس إلى عمود المرفق.
٣. توليد عزم لي على عمود المرفق.
٤. تحويل الحركة الترددية إلى حركة دورا نية.

الإجهادات المؤثرة على ذراع التوصيل:

١. إجهاد ضغط ينشأ عنه خطر انبعاج ذراع التوصيل.
٢. إجهاد شد وهو ينتج عن قوي القصور الذاتي الكبيرة للمكبس.
٣. احتكاك في المحامل.

الخواص الواجب توافرها في ذراع التوصيل:

١. مقاومة عالية لإجهاد الانبعاج.
٢. مقاومة عالية لإجهاد الشد.
٣. خفة الوزن.
٤. خواص انزلاق جيدة للمحامل.

www.alkottob.com

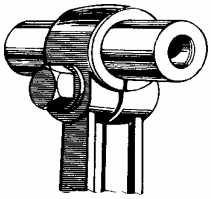
معادن اذرع التوصيل

تتطلب الإجهادات العالية والمتغيرة على ذراع التوصيل صنع هذا الذراع من الفولاذ مصلد ومطبع حراريا ، وغالبا ما يتم صنعة من سبائك الفولاذ المحتوية على الكروم أو المنجنيز والسليكون ويشكل ذراع التوصيل بالحدادة بالمطرقة الساقطة ثم يتبع ذلك تشغيله على الماكينات. يتكون ذراع التوصيل من النهاية الصغرى لذراع التوصيل مع جلبتها والذراع والنهاية الكبرى لذراع التوصيل مع الغطاء من المحمل ومسامير الربط الملولبة كما في شكل ١ – ١٦. يركب بنز المكبس بداخل النهاية الصغرى لذراع التوصيل وتقوم الجلبة المصنوعة من البرونز والمكبوسة في النهاية الصغرى بتحسين خواص الانزلاق ويتم تزييت البنز في محمل عائم ، وفي هذه الحالة يمكن تركيبة يدويا دون استعمال أي عدد. وتستخدم أحيانا نهاية صغرى قامطة كما في شكل ١ – ١٧ وفي هذه الحالة يكون ساعد ذراع التوصيل مشقوقا عند نهايته الصغرى ويستعمل مسمار ملولب لقمط بنز المكبس ويجب أن يكون الخلوص بين النهاية الصغرى لذراع التوصيل وصرة المكبس في حدود ١ إلى ٣ مم ، حتى يتاح للمكبس اتخاذ وضعة الصحيح في وسط الإسطوانة ، وحتى لا يؤدي التمدد الحراري أو تفاوت أبعاد التشغيل إلى ملامسة المكبس لسطح الإسطوانة في الوضع المائل. يكون ساعد ذراع التوصيل على شكل I ويمتاز هذا المقطع بمقاومة الكبيرة للتحديب ، كما يسمح بتدرج انتقال مناسب للساعد إلى كل من النهايتين الصغرى و الكبرى لذراع التوصيل. النهاية الكبرى لذراع التوصيل تحيط هذه النهاية بالمسمار المتحرك لعمود المرفق كما في شكل ١ - ١٨. تصنع النهاية الكبرى بشكل مائل كما في شكل ١ – ١٩. ولتسهيل التركيب تقسم النهاية الكبرى بعمل قطع مائل على ساعد الذراع ويسمي الجزء السفلي للنهاية بالغطاء ، وهو يثبت بمسامير ملولبة تتحمل الإجهادات العالية. جلب أو لقم النهاية الكبرى لذراع التوصيل تصنع من قشرة من الفولاذ مبطنة بالبرونز والرصاص كمادة تحميل كما في شكل ١ - ٢٠ ويتم تزيت المحمل في النهاية الكبرى لذراع التوصيل بواسطة ثقب في عمود المرفق.

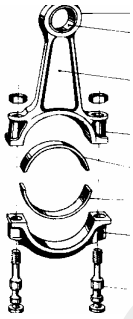
عندما يكبر خلوص النهاية الصغرى أو في حالة تلف الجلبة ذاتها ، يركب ذراع التوصيل على مكبس وتزال جلبة المحمل باستعمال تجهيزه طرد. ثم تكبس الجلبة الجديدة ويجب الانتباه بشكل خاص إلى تركيب ثقوب الزيت في وضعها الصحيح.كما يجب التأكد من عدم انحناء ذراع التوصيل أو التوائه قبل التركيب ، لأن الانحناء أو التواء في ذراع التوصيل يؤديان إلى ميل المكبس تجاه سطح الاسطوانة. ويؤدي هذا بدورة البري مفرط. وتستعمل أجهزة اختبار وضبط خاصة لاختبار أو ضبط ذراع التوصيل. إلا أنه يفضل عدم استعمال ذراع التوصيل معاد ضبطه. لأن الإجهادات الناشئة عن الحني تتحرر عند درجات الحرارة المرتفعة وتحنى ذراع التوصيل في غالب الأحيان مر ة أخرى إلى وضعة السابق أي قبل

www.alkottob.com

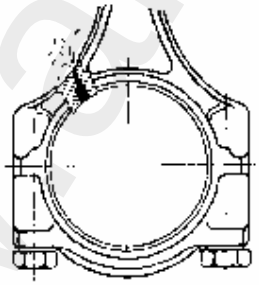
الضبط. ولا يجوز مطلقا استعمال التسخين لإ عادة ضبط ذراع التوصيل وإن لزم استبدال ذراع التوصيل فيجب التأكد من صحة وزنة ويجب ألا يتعدى حدود الوزن عن ٥ إلى ١٠ جرامات.



شكل ١ – ١٦ يوضح النهاية الصغرى لذراع التوصيل

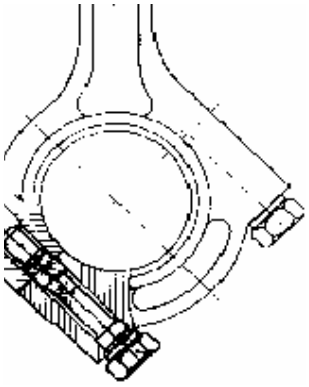


شكل ١ – ١٧ يوضح ذراع التوصيل

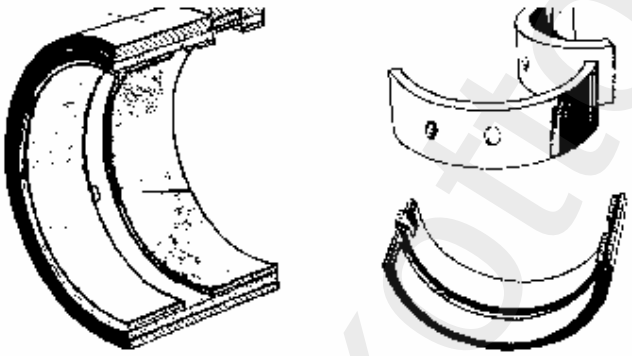


شكل ١ – ١٨ يوضح النهاية الكبرى لذراع التوصيل

www.alkottob.com



شكل ١ – ١٩ يوضح ذراع التوصيل بنهاية كبرى مائلة



شكل ١ – ٢٠ يوضح شكل جلب النهاية الكبرى ذراع التوصيل

عمود المرفق

عمود المرفق عبارة عن عمود مصمم على شكل زوايا قائمة في أكثر من موضع كما في شكل ١ -٢١.

ووظائفه هي:

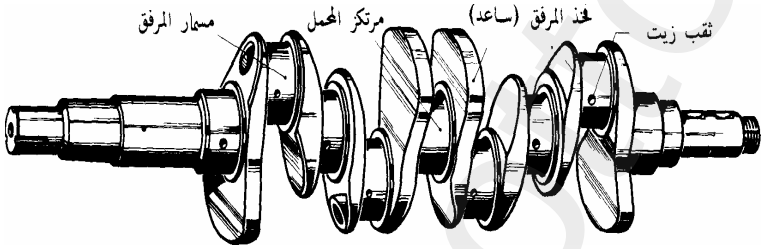
١. توليد الحركة الد ورانية.
٢. توليد عزم الدوران ونقله إلى القابض.
٣. تلقي القوة المؤثرة على المكابس ونقلها إلى المحامل.
٤. تثبيت الحدافة والقابض.
٥. إدارة تروس التحكم ومضخة الماء والمولد والمروحة ومضخة الحقن.....إلخ.

www.alkottob.com

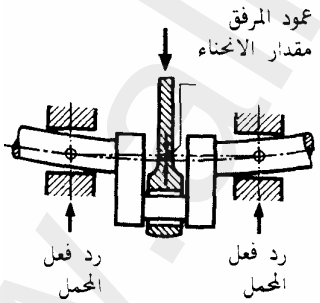
الإجهادات المؤثرة على عمود المرفق:

١. إجهاد الحني كما في شكل ١ – ٢٢
٢. إجهاد الالتواء يعتمد على عزم الدوران كما في شكل ١ – ٢٣ وطول العمود وقطره
٣. الاهتزاز الالتوائي وهو يتوقف على مادة تصنيع عمود المرفق وطوله وقطره
٤. الإحتكاك في مواقع المحامل
٥. الخواص الواجب توافرها في عمود المرفق:

١.مقاومة للحني
٢. مقاومة للالتواء
٣. مقاومة البري
٤. خواص انزلاق جيدة

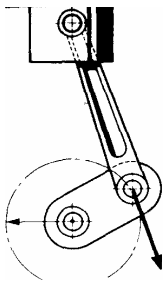


شكل ١ – ٢١ يوضح عمود المرفق لمحرك أربع إسطوانات وخمسة محامل



شكل ١ – ٢٢ يوضح إجهاد الحني على عمود المرفق

www.alkottob.com



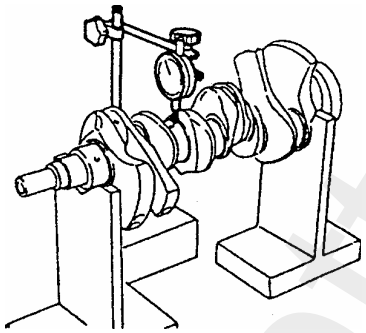
شكل ١ – ٢٣ يوضح إجهاد الألتواء المؤثر على عمود المرفق

يصنع عمود المرفق من الفولاذ أو حديد الزهر ذي الجرافيت الكروي ولتحقيق المتطلبات العالية لمقاومة الأجهادات ، يستعمل غالبا فولاذ سبائكي وتصلد أسطح مرتكزات العمود. تشكل ٥ أعمدة المرفق وتطبع حراريا أو تصلد أسطح مواضع المحامل ثم تجاخ على أبعادها النهائية. وبعد إتمام تشغيلها تجري عملية موازنة لأعمدة المرفق. يدور عمود المرفق بسرعة ١٠٠ دورة في الثانية. لذلك فإن أي اختلاف في توزيع الكتل يؤدي إلى توليد ارتجاجات شديدة عند هذه السرعة العالية. ولتفادي ذلك تتم موازنة أعمدة المرفق قبل تركيبها. وتتم الموازنة لعمود المرفق استاتيكيا ثم حركيا.

يعتمد شكل عمود المرفق على عدد الإسطوانات وترتيبها وعدد محامل (كراسي التحميل) عمود المرفق وعلي تتابع الإشعال. ويتحدد طول عمود المرفق تبعا لترتيب الاسطوانات. وتتميز أعمدة مرفق المحركات ذوات الإسطوانات المتقابلة والمحركات التي على شكل V بقصرها وخفة وزنها عن تلك الخاصة بالمحركات المستقيمة. وتقع مرتكزات المرفق للمحركات رباعية الإسطوانات في مستوى واحد بينما تكون هذه المرتكزات في المحركات سداسية الإسطوانات مزاحة عن بعضها بزاوية قدرها 120^{o} مما يجعل إنتاج هذه الأعمدة أكثر صعوبة وأغلى ثمنا. ويكون عمود المرفق في المحركات ثنائية الشوط مقسوما بحيث يسمح بتركيب أذرع توصيل ذوات نهايات كبرى غير مقسمة وكذلك محامل متدحرجة غير مجزاة وتكبس أجزاء عمود المرفق معا أو تربط بمسامير ملولبة مع استعمال مسننات جانبية وفي هذه الحالة يجب تجميع أذرع التوصيل أثناء تجميع عمود المرفق. يثقب عمود المرفق لتزيت محامله. ويصل الزيت المدفوع بواسطة مضخة الزيت إلى المحامل المختلفة من خلال هذه الثقوب ويصمم أحد المحامل بحيث يتحمل القوة المحورية ، وعلى الأخص تلك الناشئة عن القابض. ويقع محمل الأزواج هذا إما عند جانب أخذ (نقل) القدرة أو في وسط عمود المرفق. أما المحامل الأخرى فيوجد بها خلوص محوري ليعادل التغير في طول العمود ، الناشئ عن التمدد بالتسخين وتفاوت الأبعاد أثناء الإنتاج. وتناظر المحامل في تصميمها محامل أذرع التوصيل.

www.alkottob.com

بعد فك عمود المرفق من المحرك يركب على مخرطة ويختبر عدم انتظام محوريته بواسطة ساعة قياس خاصة شكل ١ – ٢٤. وإذا وجد فيه عدم انتظام ضئيل فإنة يمكن إعادة ضبط عمود المرفق بمكبس على البارد. ولا يجوز استعمال الحرارة إثناء إعادة الضبط لأن هذا يؤثر على درجة صلادة عمود المرفق. وتفحص مواضع تركيب المحامل بالنسبة لوجود خدوش سطحية كما تدفق مقاساتها واستدارتها بواسطة ميكرومتر وإذا ظهرت عيوب ما فيجب إعادة تجليخ المحامل على ماكينة تجليخ أعمدة المرفق. ويجب الانتباه إلى عدم نزع الطبقة الصلدة بكاملها أثناء التجليخ. ثم نستبدل جلب المحامل بأخرى ذات أقطار أصغر. وتنظف ثقوب الزيت بالكيروسين وتنفخ بعد ذلك بالهواء المضغوط.



شكل ١ – ٢٤ يوضح اختبار انتظام محورية عمود المرفق

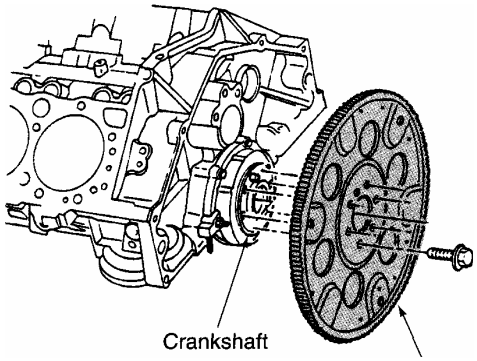
الحذافة

تتصل الحذافة بعمود المرفق وتصنع من الحديد الصلب المخلوط بالزهر الرمادي الخاص كما في شكل ١ –٢٥ **وتؤدي الوظائف التالية:**

١. تخزين الطاقة من الشوط الفعال إلى الأشواط الغير فعالة
٢. يثبت بها الترس الحلقي الخاص ببادئ تشغيل المحرك
٣. يحدد عليها علامات ضبط الصمامات وضبط الأشغال
٤. يركب داخلها القابض

ويجب وضع علامات لتحديد موضع ارتكاز الحذافة قبل فكها من المحرك. فإذا وجد بعض الرائش بأسنان الترس الحلقي فيجب أزالتها. كما يجب استبدال الترس الحلقي بآخر جديد إذا ظهر في أسنانه بري شديد. وإن وجدت خدوش على سطح الضغط لقرصي القابض وجبت إعادة تجليخ هذا السطح.

www.alkottob.com



الحدافة عمود المرفق

شكل ١ – ٢٥ الحذافة على عمود المرفق

www.alkottob.com

الملخص

يمثل جسم المحرك الجزء السفلي من المحرك ويحتوي على غرفة الاحتراق وداخل الإسطوانة يوجد المكبس ومثبت عليها شنابر الاحتكاك تمنع مرور غازات الاحتراق إلى مجمع الزيت وتحافظ على ضغط الغازات وشنابر الزيت ومن خلالها يتم تزييت منطقة التلامس بين الشنابر وسطح الإسطوانة التي تعمل على عدم تأكل الشنابر والاسطوانة. ويتصل المكبس بعمود المرفق عن طريق ذراع التوصيل ويتحرك المكبس حركة ترددية من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى والعكس بينما يدور عمود المرفق حركة دورا نية. ويعمل ذراع التوصيل مع عمود المرفق على تحويل الحركة الترددية إلى حركة دورا نية. يثبت المكبس مع ذراع التوصيل من ناحية النهاية الصغرى له عن طريق بنز المكبس باستخدام تيل تثبيت تمنع حركة البنز خارج المكبس ، بينما يتصل النهاية الكبرى لذراع التوصيل بعمود المرفق ، ويوجد جلب في النهاية الصغرى لذراع التوصيل وأخري في النهاية الكبرى لذراع التوصيل. يوجد مجمع الزيت أسفل جسم المحرك وبه مضخة الزيت التي تأخذ حركتها من عمود المرفق أو عن طريق عمود الكامات.

وأجزاء جسم المحرك هي جسم المحرك (كتلة الأسطوانات) والاسطوانات وكراس التحميل لعمود المرفق والجلب وعمود المرفق والمكبس وبنز المكبس والشنابر وذراع التوصيل مضخة ضغط الزيت والحذافة وعمود الكامات خاص بالمحركات التي بها عمود كامات سفلي.

www.alkottob.com

المصطلحات

جسم المحرك	Engine block	عمود المرفق	Crank shaft
المكبس	Piston	عمود الكامات	Cam shaft
الاسطوانة	Cylinder	الحدافة	Fly wheel
ذراع التوصيل	Connecting rod	الشنابر	Piston ring
بنز المكبس	Piston pin	الفلر	feeler
كراسي التحميل	Crank shaft journal bearing	ميكرومتر	micrometer
مضخة الزيت	Oil pump	مكير ومتر ذو وجه الساعة	Bore gauge
مجمع الزيت	Sump	الجوان	Gasket

www.alkottob.com

تمرينات للمراجعة

١. ما هي وظائف الاسطوانة؟

٢. ما هي أنواع ترتيب الاسطوانات؟

٣. ما هي مصادر إجهاد الاسطوانة؟

٤. لماذا يبلغ بري الإسطوانة أكبر قيمة له عند أعلى الاسطوانة؟

٥. اشرح الفرق بين الجلبة الجافة والمبللة؟

٦. مم تتركب حشيات رأس الاسطوانات؟

٧. ما هي وظائف المكبس؟

٨. ما هي وظائف شنابر المكبس؟

٩. ما هي أنواع الشنابر؟

١٠. كيف يكون ترتيب فتحات وصلة الشنبر بالنسبة لبعضها عقب التركيب؟

١١. ما هي وظائف ذراع التوصيل؟

١٢. ما هي الإجهادات التي يتعرض لها ذراع التوصيل؟

١٣. ما الذي يجب مراعاته عند تركيب جلب محامل ذراع التوصيل

١٤. ما هي وظائف عمود المرفق؟

١٥. ما هي الإجهادات الواقعة على عمود المرفق؟

١٦. ما معني التوازن الأستاتيكي والديناميكي؟

١٧. اذكر الأسباب التي تؤدي إلى عمل عمرة كاملة للمحرك؟

١٨. مما يتكون أجزاء جسم المحرك؟

١٩. ما فائدة الحذافة وذراع التوصيل و بنز المكبس؟

٢٠. كيف يمكن الحكم على مد صلاحيته جسم المحرك؟

٢١. ما الأسباب التي تؤدي إلى تغير المكبس؟

www.alkottob.com

محركات ١

مواصفات المحرك

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الجدارة: فهم نظرية عمل المحرك وترتيب الإسطوانات .

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

- توضيح اختلاف المحركات من ناحية ترتيب الأسطوانات.
- مقارنة المحركات ثنائية ورباعية الأشواط.
- تصنيف المحركات من ناحية وضع الصمامات.
- مقارنة تصميم الصمامات العلوية وعمود الكامات.
- شرح أنواع المحركات البديلة.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٥٪ .

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات .

الوسائل المساعدة: جهاز عرض (بروجكتر) .

متطلبات الجدارة:

- اجتياز ورش تأهيلية.

www.alkottob.com

مقدمة

في هذه الوحدة سوف نتحدث عن مواصفات المحرك لما لها من أهمية بالغة التأثير على عوامل عديدة خاصة بالمحرك مثل عزم المحرك ، قدرة المحرك ، انتظام دوران المحرك ..... إلخ . تصنف محركات الاحتراق الداخلي تبعًا لعوامل عديدة سيتم شرحها في هذه الوحدة سواء كانت محركات رباعية الدورة أو محركات ثنائية الدورة وسوف يتم توضيح طريقة عمل المحركات المتمثله في الأشواط الأربعة : شوط السحب ، شوط الضغط ، شوط القدرة ، والشوط الرابع والأخير شوط طرد العادم . تنقسم محركات الاحتراق الداخلي إلى أنواع مختلفه من حيث الشكل هي المحرك المستقيم والمحرك على شكل V ، والمحرك المائل والمحرك الأفقي ولكل من هذه المحركات المختلفة عدد من الإسطوانات لها ترقيمها الخاص الذي تكون أهميته عند بناء (توضيب) المحرك ، حيث بواسطة هذا الترقيم يمكن اعادة كل مكبس وذراع توصيل إلى أسطوانته الخاصة . وسوف يتم التحدث عن ترتيب الإشعال والذي تكمن أهميته في توزيع الطاقة على إسطوانات المحرك بشكل متوازن . من المواضيع المهمة أيضًا والتي سوف يتم شرحها في هذه الوحدة نظام الإشعال وأهميته ونقل الحركة بالطرق المختلفة مثل التروس ، السيور ، الجنزير وكذلك معرفة وضع المحرك إذ كان أمامي أو وسطي أو خلفي ، ودراسة ومعرفة المحركات البديلة مثل محرك الغاز والمحرك الكهربائي . وفي نهاية هذه الوحدة سوف يكون هناك ملخص شامل لما تحتويه من فصول ووضع تمارين لتقييم الطالب وكذلك المصطلحات الفنية الخاصة بهذه الوحدة .

والله ولي التوفيق ، ، ، ،

www.alkottob.com

يجب أن يكون فني السيارات قادراً على التمييز بين الأنواع المختلفة للمحركات (تصنيف المحركات). فمعرفة تصميم وتركيب المحرك يساعد الفني في عمل التشخيص الصحيح لأعطال المحرك، كما يساعده في إجراء عمليات الصيانة.

ويمكن تصنيف المحركات بطرق عدة، وإن كانت الأجزاء الأساسية بالمحرك (جسم المحرك، المكابس، عمود المرفق، عمود الكامة) هي في الأساس واحدة. فإن الاختلاف في التصميم يؤثر على كيفية عمل المحرك وطرق الصيانة له.

تصنيف محركات الاحتراق الداخلي

يتم تصنيف محركات الاحتراق الداخلي تبعًا للآتي :

- نوع دورة التشغيل.
- ترتيب الأسطوانات.
- عدد الأسطوانات.
- تصميم عمود المرفق.
- ترتيب الحريق.
- نظام التبريد.
- نوع الوقود.
- طريقة إدخال الوقود للمحرك.
- أشكال غرف الاحتراق.
- وضع الصمامات وعمود الكامة بالمحرك.
- عدد الصمامات بالأسطوانة.
- طرق إدارة عمود الكامة.
- طريقة حركة المحرك (محرك ترددي أو دائري).
- طريقة عمل الحريق (المحركات البديلة).

دورات تشغيل المحرك (Engine Cycle)

تتبع محركات الاحتراق الداخلي في عملها إما دورة رباعية (رباعي الأشواط) أو دورة ثنائية (ثنائي الأشواط).

www.alkottob.com

المحركات رباعية الأشواط:

تحتاج الدورة الرباعية إلى أربعة أشواط (حركة المكبس لأعلى وأسفل) لإتمام الدورة. وهناك شوط قدرة واحد خلال الدورة الواحدة. كما يلزم لإتمام دورة المحرك لفتين كاملتين من عمود المرفق ومعظم المحركات المستخدمة في السيارات الخاصة (بنزين أو ديزل) تكون رباعية الدورة.وهذه الأشواط هي شوط السحب وشوط الانضغاط وشوط القدرة (الاحتـــراق) وشوط العادم، انظر شكل ٢ - ١.

أ - شوط السحب:

خلال شوط السحب لمحركات البنزين ذات المغذي يتم سحب خليط من الهواء والبنزين. حيث تؤدي حركة المكبس لأسفل على تكوين تخلخل داخل الأسطوانة، ويكون صمام العادم مغلق وصمام السحب مفتوح حيث يتم سحب الهواء والوقود من خلاله داخل الأسطوانة.

ب - شوط الانضغاط:

خلال شوط الانضغاط يتحرك المكبس إلى أعلى ويكون كلاً من صمام السحب والعادم مغلقين فتنضغط شحنة الوقود والهواء وترتفع درجة حرارة الشحنة ويصبح الخليط أكثر قابلية للاشتعال. وفي هذا الأثناء يتم إشعال شحنة الهواء والوقود في نهاية هذا الشوط عن طريق شمعة الإشعال.

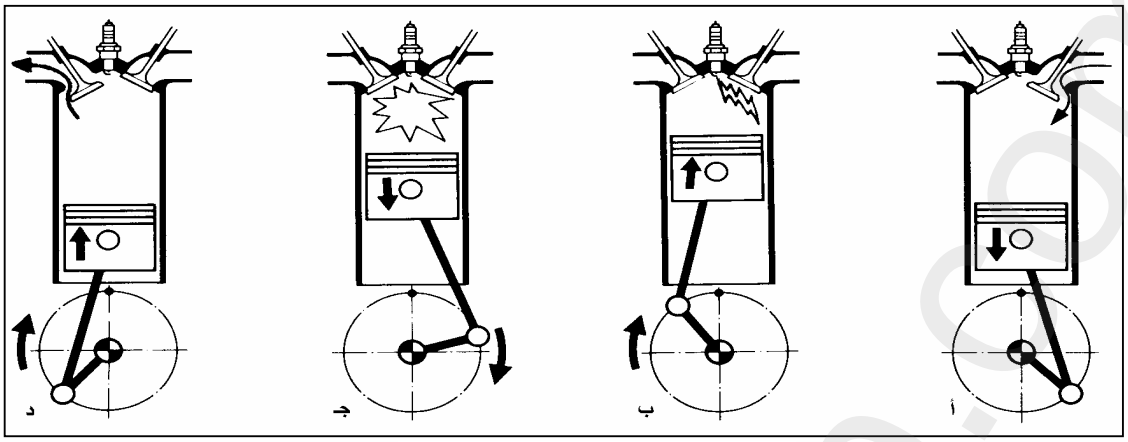
جـ - شوط القدرة:

خلال هذا الشوط يكون كلاً من الصمامين مازالا مغلقين ويؤدي إشتعال الشحنة إلى تمدد الخليط مولداً ضغط عالي حيث يدفع المكبس إلى أسفل، وتؤدي تلك الحركة تحت تأثير القوة المؤثرة على سطح المكبس إلى دفع ذراع التوصيل المتصل بعمود المرفق إلى دوران العمود وتولد عزم إدارة.وتعمل الحذافة المثبتة على عمود المرفق على اختزال الحركة ممثلاً ذلك في زيادة دوران عمود المرفق لكي يستمر حدوث تلك الأشواط الأربعة : -

د - شوط العادم:

خلال شوط العادم يعمل المكبس المتحرك إلى أعلى على دفع نواتج الاحتراق خارج الإسطوانة من خلال صمام العادم الذي يكون مفتوح خلال هذا الشوط، ويكون صمام السحب مغلق.

www.alkottob.com



شكل ٢ -١ الدورة الرباعية

المحركات ثنائية الأشواط:

تقوم تلك المحركات بإتمام الدورة (عملية السحب والضغط والإشعال والعادم) خلال لفة واحدة من عمود المرفق وبذلك تعطي شوط قدرة لكل لفة من عمود المرفق، ويتم ذلك عن طريق إلغاء استخدام الصمامات الموجودة بالأسطوانة والاستعاضة عنهم بثغور (فتحات) موجودة بجدار الإسطوانة لدخول وخروج الشحنة ويتحكم المكبس في فتح وغلق تلك الثغور أثناء حركته لأعلى ولأسفل، انظر شكل ٢ -٢.

عند حركة المكبس لأعلى تنضغط شحنة الوقود والهواء داخل الأسطوانة، وفي نفس الوقت يتسبب التخلخل بعلبة عمود المرفق الناتج عن حركة المكبس لأعلى إلى سحب الشحنة داخل العلبة حيث يتحكم صمام "ريد" في دخول تلك الشحنة.

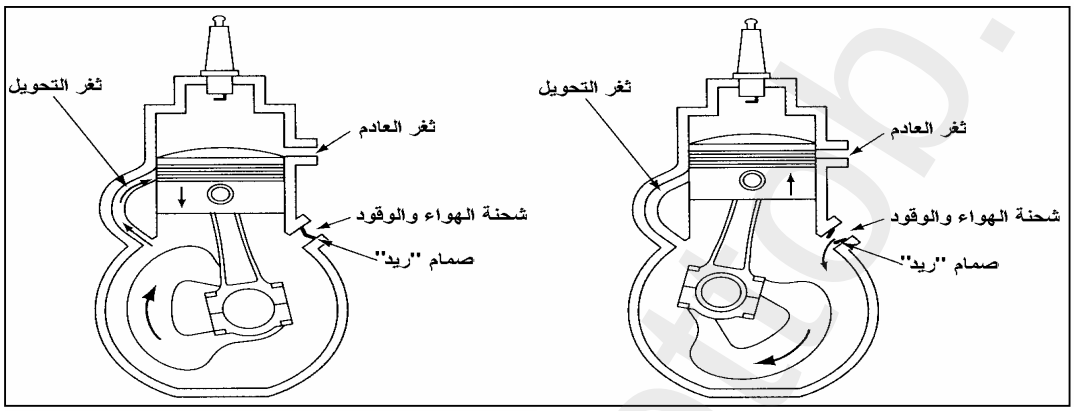
عندما يصل المكبس إلى نهاية المشوار لأعلى يتم إشعال الشحنة وتعمل الغازات المحترقة على تولد ضغط يدفع المكبس إلى أسفل. أثناء حركة المكبس لأسفل يغلق صمام ريد وتنضغط الشحنة بعلبة عمود المرفق.

عند استمرار حركة المكبس لأسفل يكشف المكبس ثغر العادم حيث تندفع غازات العادم للخارج عن طريق ثغر العادم. ومع استمرار حركة المكبس لأسفل يكشف المكبس ثغر التحويل حيث يؤدي الضغط المتولد على الشحنة الموجودة بعلبة المرفق إلى الدخول إلى الإسطوانة عن طريق ثغر التحويل. وعند حركة المكبس لأعلى يغلق المكبس ثغر التحويل وثغر العادم وتبدأ زيادة الضغط داخل الإسطوانة وهكذا تبدأ الدورة من جديد.

www.alkottob.com

ويشيع استخدم المحركات الثنائية في الدراجات البخارية والمحركات الصغيرة ولا تستخدم في السيارات للأسباب التالية:

- تنتج ملوثات عادم عالية.
- لها قدرة منخفضة عند السرعات البطيئة.
- تحتاج صيانة أكثر من المحركات رباعية الأشواط.
- لها استهلاك عالي للوقود.



شكل ٢ -٢ الدورة الثنائية

www.alkottob.com

ترتيب الأسطوانات Cylinder Arrangement

المقصود بترتيب الإسطوانات هو وضعية الإسطوانات بالنسبة إلى عمود المرفق. ويؤدي اختلاف ترتيب الإسطوانات إلى تغير شكل المحرك. وهناك أربعة أنواع مختلفة في الشكل (ترتيب الأسطوانات) شائعة الاستخدام بالسيارات: محرك مستقيم، محرك على شكل حرف V ، محرك مائل، محرك أفقي.

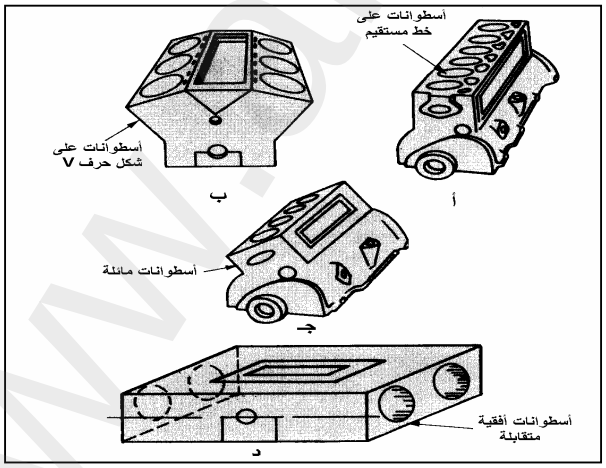
أنواع المحركات : -

أ - المحرك المستقيم: وفيه تكون الأسطوانات موضوعة في خط مستقيم موازي لمحور عمود المرفق. ويناسب هذا الترتيب المحركات ذات السعة الصغيرة (الأربع أو الستة أسطوانات).

ب - المحرك على شكل حرف V : وهو يشبه حرف V عند النظر إليه من الأمام، ويتكون من مجموعتين من الأسطوانات كلا منها مرتبة في خط مستقيم حيث تقع كل مجموعة من الإسطوانات على زاوية من الرأسي على جانبي عمود المرفق. وتتميز تلك المحركات بقصر طول وارتفاع المحرك بالنسبة للمحرك المستقيم الذي يكون له نفس عدد الأسطوانات.

جـ - المحرك المائل: وهو كالمحرك المستقيم، تكون جميع الإسطوانات على خط مستقيم ولكن مائل بزاوية على إحدى الجوانب. ويساعد ذلك التصميم على جعل ارتفاع المحرك أقل حيث يمكن الاستفادة من ذلك في جعل شكل غطاء المحرك أكثر انسيابية.

د - المحرك الأفقي (الأسطوانات المتقابلة): حيث تقع الإسطوانات أفقياً على جانبي عمود المرفق. ويساعد ذلك التصميم على تقليل مركز ثقل السيارة.



شكل ٢ - ٣ الأشكال المختلفة لترتيب الإسطوانات بالمحرك

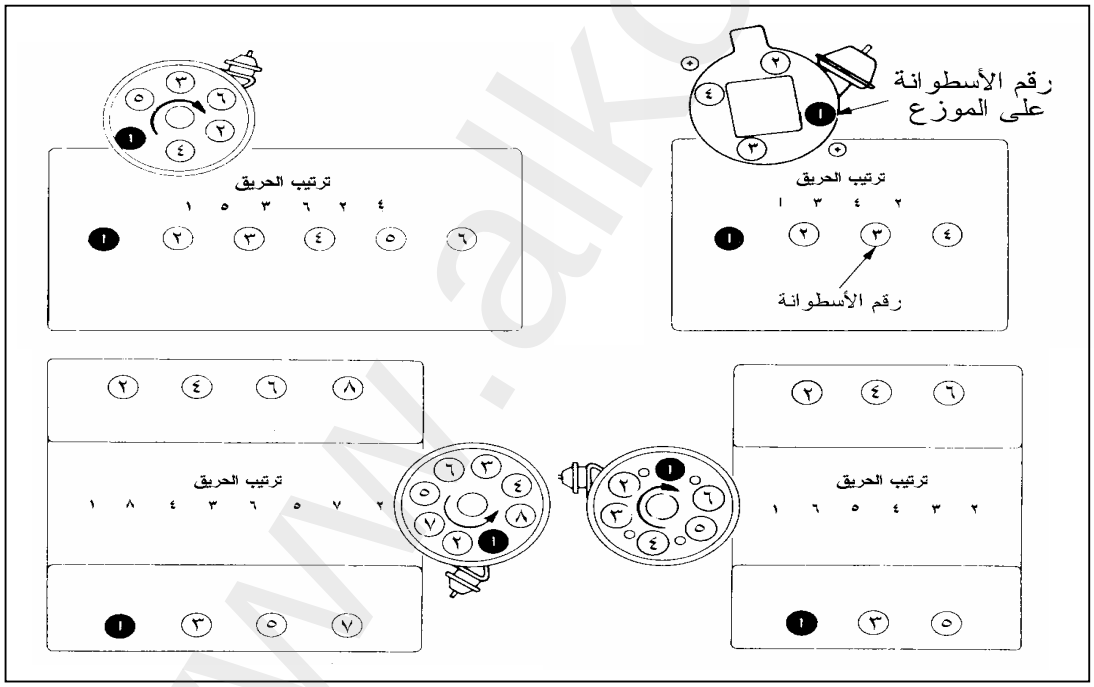
www.alkottob.com

عدد الأسطوانات(Number of Cylinders)

المحركات الشائعة الاستخدام بالسيارات تتكون في الغالب من ٤ أو ٦ أو ٨ أسطوانات. بعض المحركات النادر استخدامها تتكون من ٣ أو ٥ أو ١٢ أو ١٦ أسطوانة. يؤدي زيادة عدد الإسطوانات إلى زيادة في اتزان وقدرة المحرك.

ترقيم الأسطوانات (Cylinder Numbers)

ترقيم الإسطوانات يخص كذلك المكابس وأذرع التوصيل. ويكتب الترقيم أحياناً على مجمع السحب وعلى جانب أذرع التوصيل. وهي مهمة جداً عند عمل عمرة (توضيب) المحرك حيث يجب إعادة كل مكبس وذراع توصيل لنفس الاسطوانة. ويختلف ترقيم المحرك بالنسبة لترتيب الإسطوانات بالمحرك كما يظهر في شكل ٢ - ٤. بالنسبة للمحرك المستقيم يكون الترقيم بالترتيب ومن الأمام للخلف. أما بالنسبة للمحرك حرف V دائماً تكون إسطوانة رقم ١ متقدمة قليلا للأمام عن الإسطوانة المقابلة لها بالجانب الأخر. وفي بعض الأحيان تكون الأرقام أحادية بجانب للمحرك والأرقام الزوجية بالجانب الآخر. أو أرقام تسلسلية بكل جانب. يجب الرجوع إلى كتالوج الشركة الصانعة لمعرفة الإسطوانة رقم ١ حيث تختلف من سيارة لأخرى.



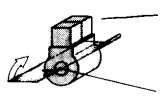
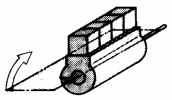
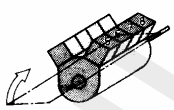
شكل ٢ - ٤ الأشكال الشائعة لترقيم الإسطوانات وترتيب الحريق (الإشعال)

www.alkottob.com

ترتيب الإشعال (Firing Order)

ترتيب الإشعال هو ترتيب الإشعال في إسطوانات المحرك. ويقرر ترتيب الإشعال بالمحرك وضع كراسي التحميل لعمود المرفق. ويجب على الفني معرفة ترتيب الإشعال عند العمل بنظام الإشعال، عند توصيل أسلاك شمعات الإشعال أو أسلاك الموزع.

ويمكن معرفة ترتيب الإشعال من كتالوج الشركة المصنعة وأحيانا يكون مدون على مجمع السحب. ويختلف ترتيب الإشعال من محرك لآخر كما هو موضح بالشكل ٢ - ٥.

ترتيب الاسطوانات	الاســـم	الشكل الانشائي	عدد الاسطوانات	النظام العادي للاشعال (أمثلة)
	محرك مستقيم		2	
	محرك مستقيم رباعي الأشواط		4	1342 1243
			5	12453
			6	153624 124653 142635 145632
			8	16258374 13684275 14738526 13258674
	محرك على شكل حرف V رباعي الأشواط		4	1342
			6	142536
			8	18274536 16354728 15486372 18364527
	محرك ثنائي الأشواط		4	1234
	محرك ذو اسطوانات متقابلة ، رباعي الأشواط		4	1432
			6	162435
	محرك نجمي (نصف قطري) رباعي الاشواط ، (عدد الاسطوانات فردي)		5	13524
			7	1357246
			9	135792468
	ثنائي الأشواط ، (عدد الاسطوانات زوجي)		6	123456

شكل ٢ - ٥ ترتيب الإشعال المحتمل بالنسبة للأنواع المختلفة للمحركات

www.alkottob.com

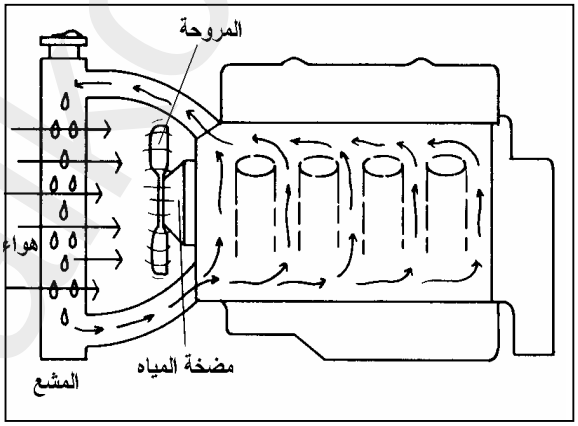
تبريد المحرك (Cooling System)

هناك نوعان من نظم التبريد ، نظام تبريد السائل (المياه) ونظام تبريد الهواء. وتستخدم معظم السيارات الخاصة نظام تبريد المياه.

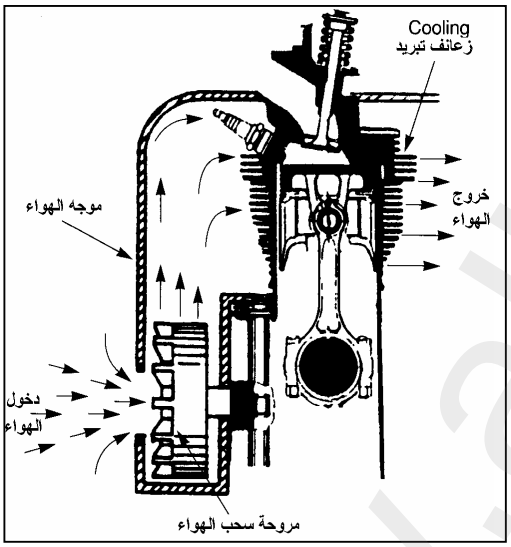
نظام تبريد المياه: في نظام تبريد المياه تحيط المياه (سائل التبريد) بالأسطوانات.ويعمل سائل التبريد على حمل الحرارة الزائدة الناتجة عن الاحتراق من رأس الإسطوانات وجسم المحرك إلى المشع للتخلص منها لمنع تلف المحرك، انظر شكل ٢ - ٦.

ويعتبر نظام التبريد بالسائل نظام كفء حيث يصل بالمحرك بسرعة لدرجة حرارة التشغيل، كما يمكن التحكم في درجة حرارة التشغيل حيث يؤدي ذلك إلى زيادة كفاءة الأداء وتقليل الملوثات.

نظام تبريد الهواء: يعمل نظام تبريد الهواء على إمرار الهواء على زعانف برأس وجسم المحرك لحمل الحرارة الزائدة الناتجة عن الاحتراق. وهو غير شائع الاستخدام في محركات السيارات الخاصة لقلة كفاءة الأداء، انظر شكل ٢ - ٧.



شكل ٢ - ٦ نظام تبريد المياه



شكل ٢ - ٧ نظام تبريد الهواء

www.alkottob.com

نظام الإشعال (Ignition System)

هناك وسيلتان مستخدمتان لإشعال الوقود في محركات الإشعال الداخلي. الطريقة الأولى إشعال الشحنة باستخدام شمعة إشعال (قوس كهربائي) والطريقة الأخرى عن طريق ضغط الهواء حيث ترتفع درجة حرارته، وعند حقن الوقود بالاسطوانة يشتعل الوقود ذاتياً نتيجة للحرارة العالية،.

محركات إشعال بالشرارة (SI): في هذه المحركات (محركات البنزين) تستخدم شمعة الإشعال لبدء عملية الاحتراق.

محركات إشعال بالضغط (CI): في هذه المحركات (محركات الديزل) يضغط الهواء لدرجة عالية تؤدي إلى ارتفع درجة حرارته، وعند حقن الوقود بالاسطوانة يشتعل ذاتياً.

نقل الحركة لعمود الكامات (Camshaft Drive)

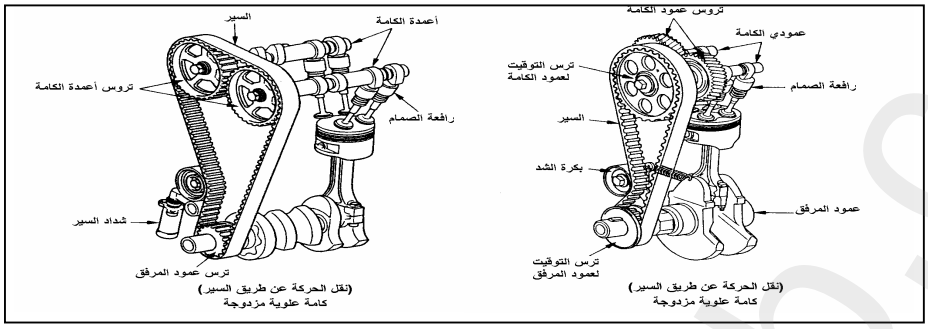
يمكن تصنيف المحرك حسب طريقة نقل الحركة إلى عمود الكامة. وهناك ثلاث طرق متبعة لنقل الحركة لعمود الكامة، حيث يتم نقل الحركة عن طريق السير أو الجنزير أو التروس كما في شكلي ٢ - ٨ و ٢ -٩.

نقل الحركة عن طريق السير: يستخدم سير من المطاط مسنن لإدارة عمود الكامة بنصف سرعة دوران عمود المرفق. وغالباً ما يستخدم هذا النوع عندما تكون الكامة واقعة برأس الأسطوانات.

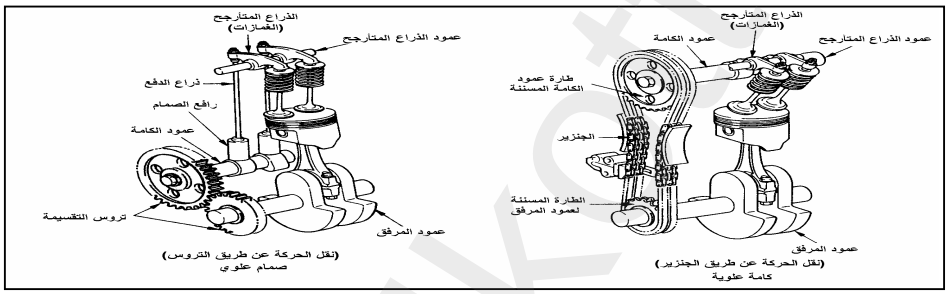
نقل الحركة عن طريق الجنزير: ويستخدم الجنزير لنقل الحركة إلى عمود الكامة الموجودة بجسم المحرك أو برأس الاسطوانة.

www.alkottob.com

نقل الحركة عن طريق التروس: يستخدم هذا النوع لمحركات الخدمة الشاقة ويستخدم مع المحركات التي بها عمود الكامة بجسم المحرك، والتي تنقل فيها الحركة إلى الصمامات عن طريق أذرع الدفع.



شكل ٢ - ٨ نقل الحركة لعمود الكامة عن طريق



شكل ٢ - ٩ نقل الحركة عن طريق الجنزير للكامة العلوية ونقل الحركة عن طريق التروس

وضع عمود الكامات (Camshaft Location)

هناك وضعان أساسيين لعمود الكامة بالمحرك أما أن تكون الكامة بجسم المحرك أو تكون برأس الإسطوانة كما في شكل ٢ - ١٠

عمود الكامة بجسم المحرك: وتنقل الحركة عن طريق أذرع الدفع للأذرع المتأرجحة والصمامات وتستخدم التسمية البديلة صمام رأس الإسطوانة (OHV).

عمود الكامة برأس المحرك: ويقع عمود الكامة برأس الإسطوانة (OHC). وقد أدى وضع الكامة برأس الإسطوانة بدلاً من جسم المحرك إلى خفض عدد من أجزاء مجموعة الصمامات وتقليل وزنها،

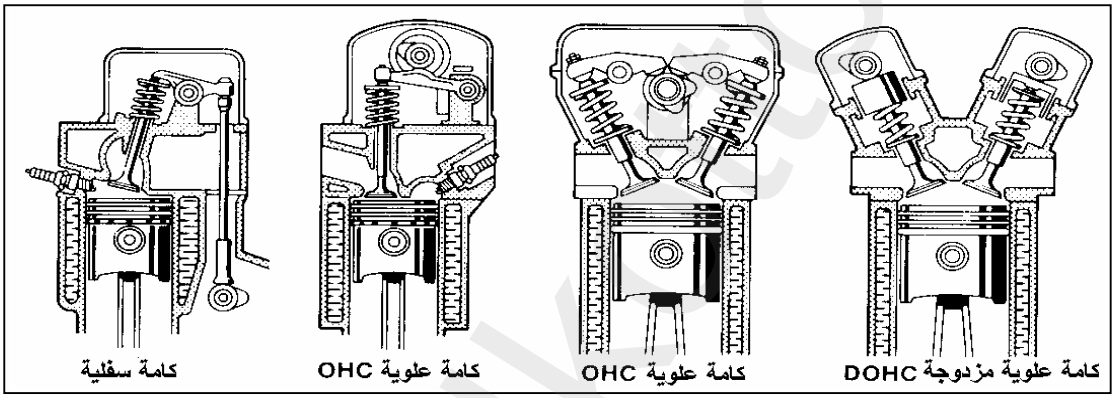
www.alkottob.com

ويساعد هذا الوضع في إمكانية وضع الصمامات مائلة على سطح الإسطوانة للاستفادة من تكبير صمام السحب.

ويمكن استخدام عمود كامة واحد (عمود كامة فردي) أو عمودين كامة (عمود كامة مزدوج).

عمود كامة فردي: تؤثر الكامة مباشرة على الصمام أو عن طريق الغمازات (عمود الكامة برأس الاسطوانة) أو عن طريق أذرع الدفع والغمازات (عمود الكامة بجسم المحرك) كما في شكل ٢ - ١٢.

عمود كامة مزدوج: ويعمل عمود كامة لإدارة صمامات السحب ويعمل عمود الكامة الآخر لإدارة صمامات العادم كما في شكل ٢ - ١٣. ويشاع استخدام هذا النوع في الإسطوانات التي بها أربعة صمامات أو أكثر.



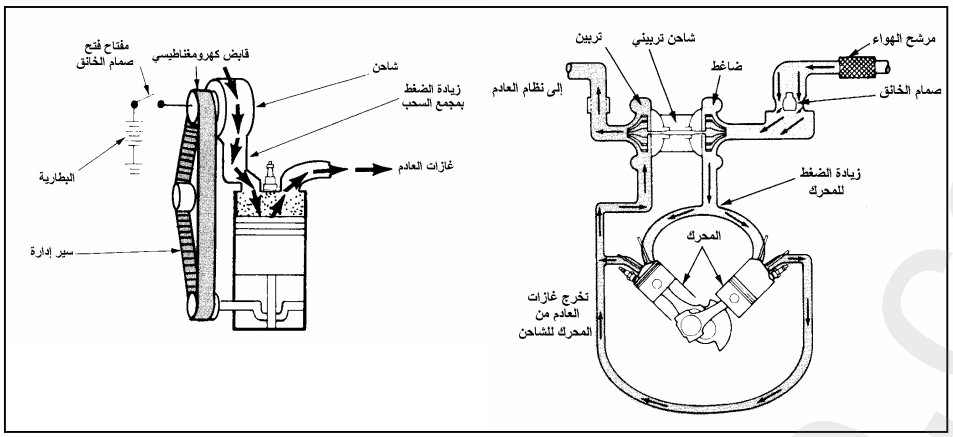
شكل ٢ - ١٠ وضع وتركيبة عمود الكامة بالمحرك

دخول الشحنة للمحرك (Normal Aspiration vs Turbocharging)

سحب عادي للشحنة: تدخل الشحنة إلى المحرك تحت تأثير الضغط الجوي ونظراً لقيمة الضغط الجوي المحدودة (١٠١ كيلو بسكال) فإن ذلك لا يساعد على ملء الإسطوانة من الشحنة بالكامل.

شحن المحرك (تربو) شكل ٢ -١١: ويتم تشحين المحرك (الشحن الجبري) عن طريق شاحن هواء يعمل تحت تأثير اندفاع غازات العادم أو يعمل عن طريق إدارته ميكانيكياً من المحرك. ويتم في هذا النوع من المحركات إدخال الهواء أو الشحنة تحت تأثير ضغط الشاحن الذي يؤدي إلى زيادة نسبة الانضغاط وزيادة قدرة المحرك. وتصل زيادة القدرة عند استخدام الشاحن إلى نسبة تصل إلى ٥٠٪.

www.alkottob.com



شكل ٢ - ١١ الأنواع المختلفة لتشحين المحرك: عن طريق شاحن توربين يعمل بغازات العادم، أو عن طريق شاحن يأخذ حركته من المحرك.

وضع المحرك بالسيارة (Engine Location)

في الغالب يوضع المحرك بالسيارة في وضع من الأوضاع الثلاثة التالية:

محرك أمامي: يوضع في مقدمة السيارة أما طولي (موازي لمحور السيارة) أو مستعرض (عمودي على محور السيارة) شكل ٢ -١٢.

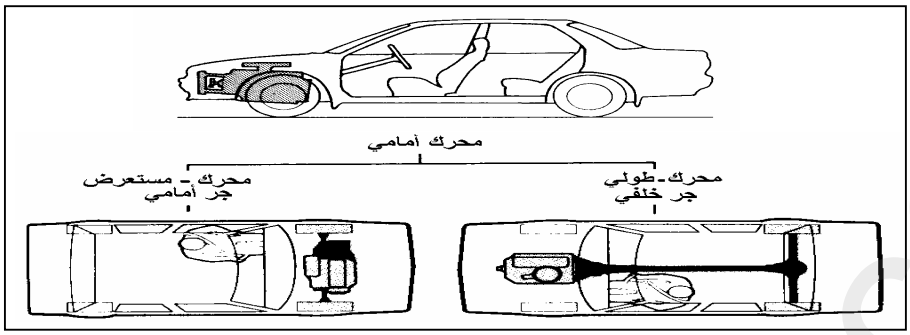
محرك طولي: معظم السيارات ذات المحرك الأمامي الموازي لمحور السيارة تكون جر خلفي أو جر رباعي.

محرك مستعرض: المحرك الأمامي المستعرض يتميز بشغل حيز أقل في مقدمة السيارة مما يتيح حيز أكبر للركاب بالسيارة كما يؤدي إلى تقليل وزن السيارة ككل. و تكون السيارات ذات المحرك المستعرض جر أمامي.

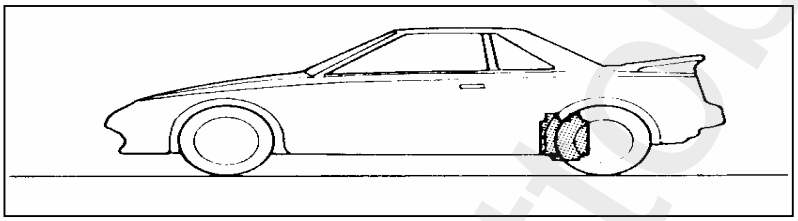
محرك وسطي: يوضع بين كابينة الركاب والتعليق الخلفي ويكون من النوع المستعرض غالباً. يستخدم في السيارات الصغيرة ذات الجر الخلفي ويستخدم بالسيارات الرياضية حيث يكون مركز ثقل المحرك في منتصف السيارة مما يسهل عملية المناورة، انظر شكل ١ -١٣.

محرك خلفي: يوضع في الجزء الخلفي من السيارة ويكون في غالب من النوع الأفقي المتقابل. وهذا النوع منتشر في السيارات الصغيرة كما يظهر بشكل ١ -١٤.

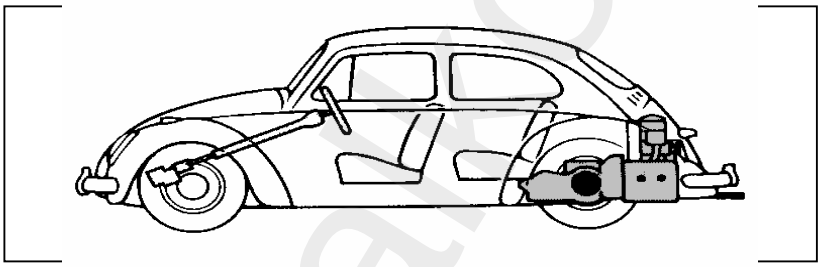
www.alkottob.com



شكل ٢ - ١٢ وضع المحرك بالسيارة (محرك أمامي)، طولي و مستعرض



شكل ٢ - ١٣ وضع المحرك بالسيارة (محرك وسطي)



شكل ٢ - ١٤ وضع المحرك بالسيارة (محرك خلفي)

نوعية حركة المحرك (Engine motion)

المحرك الترددي: وهو المحرك التقليدي الذي تنتقل الحركة والقدرة فيه عن طريق المكبس الذي يتحرك حركة ترددية والتي تتحول إلى حركة دورانية عن طريق عمود المرفق.

المحرك الدوار (فنكل): يستخدم عضو دوار مثلث الشكل بدلاً من المكبس. ويدور العضو الدوار داخل غرفة ذات شكل خاص كما في الشكل ٢ - ١٥. ودورة محرك كاملة (الأربعة أشواط) تتم خلال لفة واحدة للعضو الدوار كما يظهر في

الشكل ٢ -١٦:

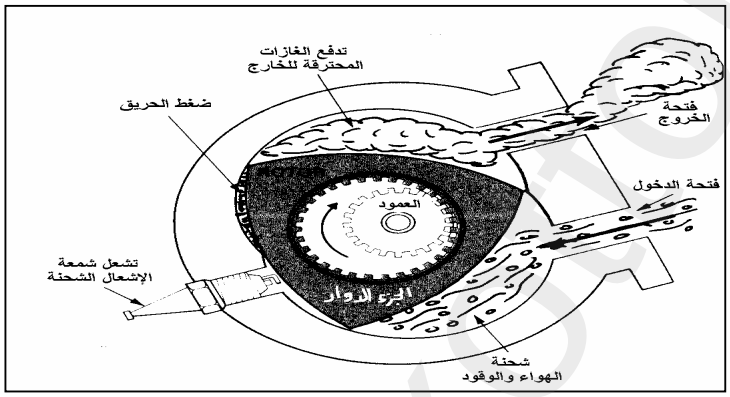
www.alkottob.com

أ - يبدأ السحب بين نقطة ١ -٣، يحدث الضغط بين نقطة ١ - ٢، القدرة تتولد بين نقطة ٢ - ٣، ينتهي العادم بين نقطة ٣ - ١

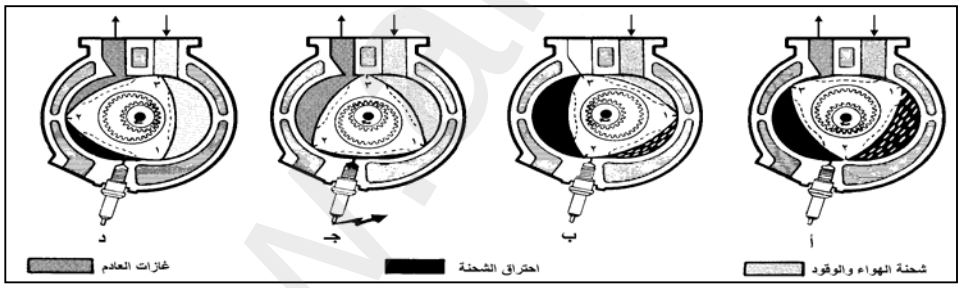
ب - يستمر السحب بين نقطة١ - ٣، يستمر الضغط بين نقطة ١ - ٢، تنتهي القدرة بين نقطة ٢ - ٣

جـ - يستمر السحب بين نقطة١ - ٣، تحدث الشرارة بين نقطة ١ - ٢، يستمر العادم بين نقطة٢ - ٣

د - ينتهي السحب بين نقطة١ - ٣، تبدأ القدرة في التولد بين نقطة ١ - ٢، يستمرالعادم بين نقطة ٢ - ٣



شكل ٢ - ١٥ شكل وأجزاء المحرك الدوار



شكل ٢ - ١٦ العمليات الأساسية للمحرك الدوار

www.alkottob.com

المحركات البديلة (Alternate Engines)

وهي المحركات البديلة التي تستخدم في السيارات مثل محرك الغاز ومحرك الكهرباء.

محرك الغاز: وهو محرك احتراق داخلي مشابه لمحرك البنزين مع بعض التعديل في نظام الوقود. يعدل نظام الوقود بالمحرك ليسمح للغاز المضغوط على شكل سائل أن يتبخر ويختلط مع الهواء الداخل خلال صمام خلط بدلاً من المغذي. ويتميز محرك الغاز بأنه أقل تأثير على تلوث الجو. ومن عيوب هذا المحرك أن خزان الوقود المضغوط يزيد من وزن السيارة وكذلك سعرها. وحيث أن محرك الغاز مازال في مرحلة الانتشار فيعاني أصحاب تلك السيارات التي بها محرك غاز من قلة محطات التزويد بالغاز.

المحرك الكهربائي: يعمل بهدوء، ولا يبعث غازات ملوثة، وله أجزاء قليلة متحركة، كما أنه سهل الصيانة. ولكن المحرك الكهربائي يعاني من عدة عيوب كالسرعة والقدرة المحدودة مقارنة بمحرك الاحتراق الداخلي. كما يحتاج إلى بطاريات ثقيلة وغالية الثمن.

www.alkottob.com

ملخص

يصنف محرك السيارة بطرق متعددة تبعاً لاختلاف طريقة عمل وتصميم المحرك. ويمكن تصنيف المحرك حسب دورة التشغيل، عدد الأسطوانات، ترتيب الأسطوانات، نوع مجموعة الصمامات، وضع الصمامات بالمحرك، نظام الإشعال ونظام التبريد ونظام الوقود.

ويستخدم وقود البنزين في محركات إشعال الشرارة (محركات البنزين) ويستخدم وقود السولار في محركات الإشعال بالضغط (محركات الديزل). وتعمل محركات البنزين والديزل تبعاً للدورة الرباعية أو الدورة الثنائية.

وتعمل معظم محركات البنزين بالسيارات تبعاً للدورة الرباعية التي تتكون من أربعة أشواط (السحب، الضغط، القدرة، العادم) والتي تحتاج إلى لفتين من عمود المرفق لإتمام الدورة.

والأنواع الأكثر شيوعاً محرك البنزين المستقيم والمحرك على شكل حرف V.

ويكون وضع الصمامات وعمود الكامة بالمحركات إما صمامات علوية أو كامة علوية. ويختلف تصميم مجموعة الصمامات حسب كيفية نقل الحركة من عمود المرفق لعمود الكامة.

كما يصنف المحرك حسب نظام التبريد الخاص بالمحرك كتبريد السائل (المياه) أو تبريد الهواء. ويعتبر المحرك ذو تبريد المياه الأكثر انتشاراً.

وفي الآونة الأخيرة ظهرت محركات الغاز والمحركات التي تعمل بالكهرباء للتغلب على مشكلة التلوث الناتج من محركات الاحتراق الداخلي.

ويوضع المحرك بشكل طولي أو عرضي أما في الجزء الأمامي أو الوسط أو بالجزء الخلفي بالسيارة.

www.alkottob.com

المصطلحات بهذا الباب

محرك مستقيم	In-line Engine	ترتيب الإشعال	Firing order
إشعال شرارة	Spark Ignition	إشعال بالضغط	Compression Ignition
محرك بنزين	Gasoline Engine	محرك ديزل	Diesel Engine
شوط السحب	Intake Stroke	شوط الانضغاط	Compression Stroke
شوط القدرة	Power Stroke	شوط العادم	Exhaust Stroke
حقن الوقود	Fuel Injection	محرك دوار	Rotary Engine

www.alkottob.com

تمرينات للمراجعة

اأذكر اربعة أنواع المختلفة لترتيب الإسطوانات بالمحرك.

١ - ما هي الاختلافات بين محرك البنزين والديزل؟

٢ - أي شوط من الأشواط الأربعة الذي يبدأ بإشعال شحنة الهواء والوقود المضغوطة ؟

أ - شوط القدرة ب - شوط العادم

جـ - شوط السحب د - شوط الضغط

٣ - يحتاج شوط المحرك في الدورة الرباعية إلي..... من عمود المرفق.

أ - نصف لفة ب - ربع لفة

جـ - لفتين د - أربعة لفات

٤ - الفني الأول يقول: لا يستخدم المحرك الثنائي بالسيارات لأنه له قدرة منخفضة عند السرعات المنخفضة.

الفني الثاني يقول: لا يستخدم المحرك الثنائي بالسيارات لأنه أكثر استهلاكاً للوقود من المحرك الرباعي.

أيهما صح؟ أ - الفني الأول فقط ب - الفني الثاني فقط

جـ - الفني الأول والثاني د - لا الفني الأول ولا الفني الثاني

٥ - الفني الأول يقول: ليس هناك حاجة إلى أذرع الدفع لتشغيل الغمازات والصمامات في المحركات التي به كامة علوية.

الفني الثاني يقول: يقول أن أذرع الدفع تستخدم لتشغيل الغمازات والصمامات في المحركات التي بها كامة علوية

أيهما صح؟ أ - الفني الأول فقط ب - الفني الثاني فقط

جـ - الفني الأول والثاني د - لا الفني الأول ولا الفني الثاني

www.alkottob.com

محركات ١

نظام تبريد المحرك

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الجدارة:

التعرف على نظام ووظيفة نظام التبريد وأنواع نظام التبريد وفهم طريقة عمل دوائر نظام التبريد وأجزائها ووظائفها وطريقة عملها وطريقة فحص النظام .

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

- توضيح الغرض من نظام التبريد.
- توضيح وظيفة المشع.
- شرح طريقة عمل الثرموستات.
- توضيح عمل مضخة المياه.
- توضيح عمل مروحة الهواء وأجزائها
- توضيح نظام التدفئة

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٥٪ .

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات .

الوسائل المساعدة: جهاز عرض (بروجكتر) .

متطلبات الجدارة:

- اجتياز ورش تأهيلية.

www.alkottob.com

مقدمة

في هذه الوحدة سوف يتم شرح وتوضيح نظام التبريد وذلك لأهميته في المحافظة على درجة حرارة المحرك بأن تكون مناسبة ، حيث يؤدي نظام التبريد العديد من الوظائف ، منها تسخين المحرك والمحافظة على درجة حرارة تشغيله والتخلص من الحرارة الزائدة وكذلك المساهمة في عملية التدفئة . هناك نوعان مختلفان من أنظمة التبريد هما : نظام التبريد بالماء ونظام التبريد بالهواء . نظام التبريد بالماء يتكون من عدة أجزاء مثل سائل التبريد ، المشع ، غطاء المشع ، خزان المياة الزائدة ، قمصان التبريد ، الليات أو الخراطيش ، مضخة المياة ، المنظم الحراري ، مروحة التبريد ، نظام التدفئة ، مبرد نظام ناقل القدرة ، مبين درجة الحرارة . أما نظام التبريد بالهواء فيتكون محرك تبريد الهواء به من إسطوانات منفصله ويصنع السطح الخارجي لكل أسطوانه على شكل زعانف لزيادة مساحة سطح التبريد للتخلص من الحرارة الزائدة للمحرك ويكون هناك موجة أو حاجز للهواء يصنع من الصاج لتوجيه الهواء على الإسطوانات ، ولكن هذا النظام يعتبر نادر الاستخدام ، إذ أن غالبية السيارات تستخدم نظام التبريد بالماء . وسوف تحتوي هذه الوحدة في نهايتها على ملخص شامل لفصول هذه الوحدة وتمارين تحدد مستوى الطالب ومعرفة مدى إلمامه بأنظمة التبريد وكذلك توضيح المصطلحات الفنية الخاصة بهذه الوحدة .

والله ولي التوفيق ، ، ، ،

www.alkottob.com

عندما يحرق المحرك الوقود تتولد حرارة عالية (درجة الحرارة القصوى ٢٢٠٠ درجة مئوية). ويستفيد المحرك من حوالي ٣٥٪ من هذه الحرارة لتحريك السيارة، أما باقي الحرارة فيجب التخلص منها كحرارة زائدة. وإذا لم يتم التخلص من هذه الحرارة فإن ذلك سوف يؤدي إلى تلفيات جسيمة للمحرك. وعلى النقيض الأخر في حالة التخلص من كمية أكبر من الحرارة المطلوبة يحدث للمحرك تبريد زائد ويؤدي ذلك إلى زيادة في استهلاك الوقود وانخفاض قدرة المحرك وتآكل عالي بأجزاء المحرك. ولهذا فإنه يجب صيانة أجزاء نظام التبريد بصفة دورية وسليمة لمنع حدوث أي من تلك المشاكل.

وظيفة نظام التبريد:

نظام التبريد للمحرك له الوظائف التالية:

١- الوصول السريع لدرجة حرارة التشغيل للمحرك.
٢- المحافظة على درجة حرارة التشغيل للمحرك.
٣- التخلص من الحرارة الزائدة بالمحرك.
٤- المساهمة في عملية التدفئة بالسيارة.

أنواع نظم التبريد:

هناك نوعان أساسيان من نظم التبريد بالسيارة هما نظام تبريد الهواء ونظام تبريد الماء (شكل ٣ -١).

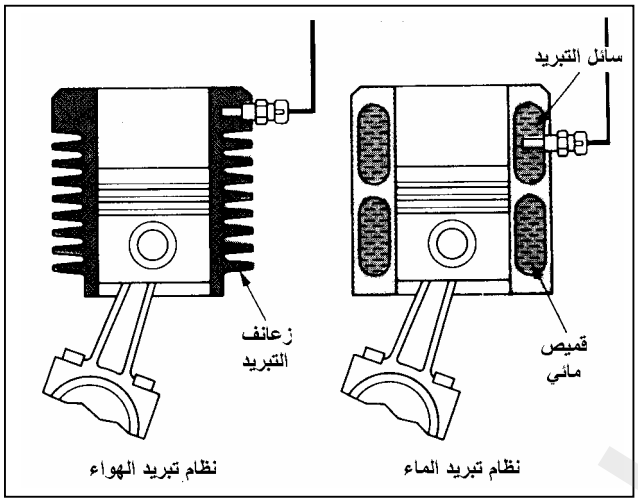
نظام تبريد الهواء:

يتكون محرك تبريد الهواء من إسطوانات منفصلة ويصنع السطح الخارجي لكل إسطوانة على شكل زعانف الغرض منها زيادة مساحة سطح التبريد للتخلص من الحرارة الزائدة للمحرك.
ويركب على الإسطوانات موجّه من الصاج لتوجيه الهواء للمرور على الأسطوانات.
ويعتبر استخدام تبريد الهواء بالسيارات الخاصة محدود حيث أن غالبية السيارات الصغيرة تستخدم المياه في التبريد.

نظام تبريد الماء:

يتم بهذا النظام تمرير سائل التبريد المكون من المياه بالإضافة إلى سائل مانع التجمد خلال قميص مائي (مسارات داخلية تحيط بأسطوانات المحرك). ويعمل سائل التبريد على تجميع الحرارة والتخلص منها. ويتميز نظام تبريد الماء بعدة مميزات عن نظام تبريد الهواء تجعله الأكثر انتشاراً بسيارات الركوب.

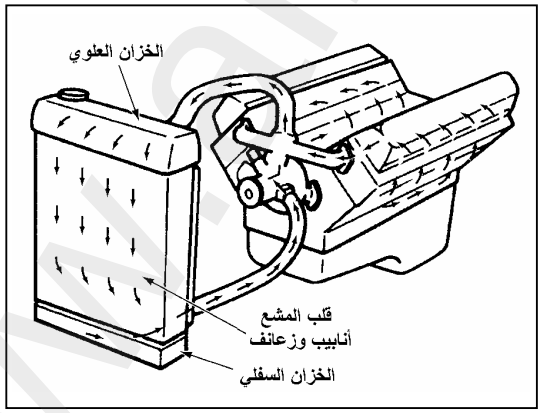
www.alkottob.com



شكل ٣ -١ نظام تبريد الماء ونظام تبريد الهواء

نظرية العمل لنظام تبريد الماء:

نظام التبريد هذا يعمل عن طريق سريان سائل التبريد حول الإسطوانات ومناطق الإحتكاك. وتنتقل الحرارة من الأجزاء الساخنة إلى سائل التبريد الذي ينساب إلى المشع حيث يعمل الهواء الذي يمر من خلال المشع على حمل حرارة السائل والتخلص منها. ثم يعود السائل مرة أخرى إلى الانسياب حول الأسطوانات. وهكذا تستمر دورة السائل بنظام التبريد(شكل ٣ -٢).

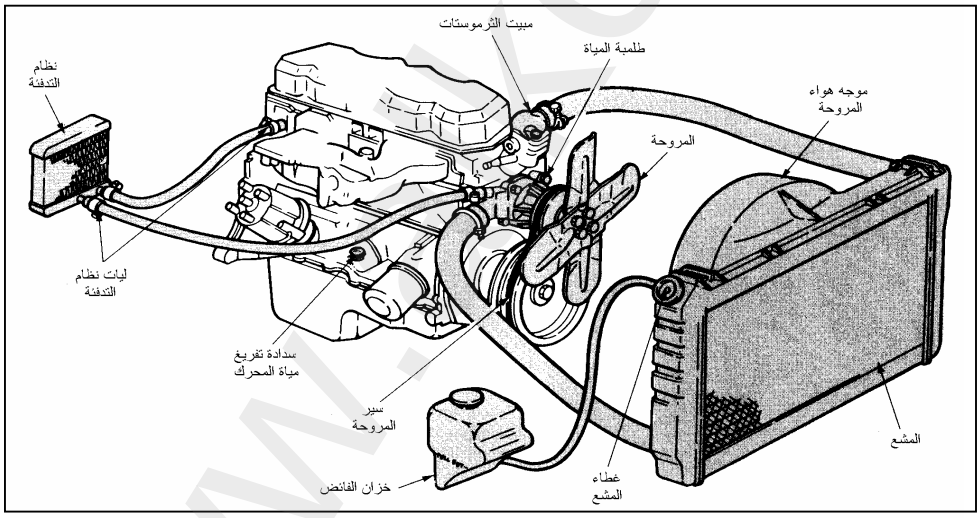


شكل ٣ -٢ نظام التبريد بالماء

www.alkottob.com

أجزاء نظام تبريد الماء (شكل ٣ -٣):

- سائل التبريد.
- المشع.
- غطاء المشع.
- خزان الفائض (القربة).
- مسارات المياه بالمحرك (قمصان التبريد).
- ليًات المشع.
- الثرموستات.
- مضخة المياه.
- مروحة التبريد.
- نظام التدفئة.
- مبرد نظام نقل القدرة.
- مبينات الحرارة ولمبات التحذير.



شكل ٣ -٣ أجزاء نظام التبريد

www.alkottob.com

سائل التبريد (Coolant)

مميزات وعيوب سائل التبريد

يستخدم الماء للتبريد للأسباب التالية	عيوب استخدام الماء للتبريد
توفرها ورخصها	أنه يتجمد عند درجة حرارة صفر مئوية
إمتصاص جيد للحرارة	يؤدي إلى صدأ الأجزاء المعدنية
انسياب سلس	يترك رواسب بالمحرك
ليس هناك خطورة في التعامل معها	يتبخر

ولتقليل عيوب استخدام المياه بالنظام يضاف إلى الماء سائل منع التجمد (Ethylene glycol) بنسبة ٥٠٪ لتكوين سائل التبريد. وينصح باستخدام سائل منع التجمد بالصيف أيضاً حيث أنه يعمل على رفع درجة حرارة غليان الماء. كما أن به إضافات لمنع الصدأ والتآكل.

القميص المائي (Water Jacket)

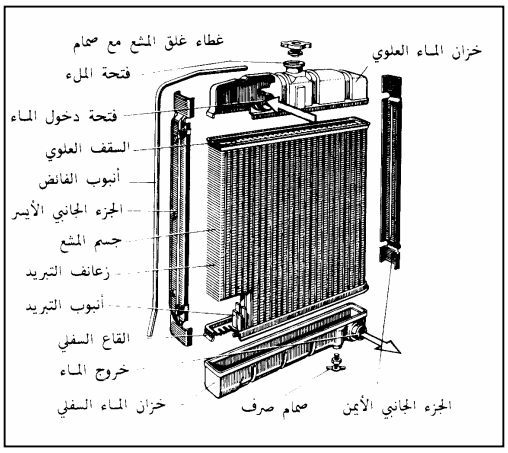
هي عبارة عن ممرات داخل تجويف كتلة ورأس الإسطوانات تحيط بالأماكن القريبة من الإسطوانات وغرف الاحتراق، تمر بها المياه لامتصاص الحرارة من الأجزاء الساخنة.

المشع (الرديـاتير) (Radiator)

وهو الجزء الرئيسي لنظام التبريد بالماء. وهو المكان الذي يتم فيه التخلص من حرارة سائل التبريد إلى الهواء الجوي. كما يعمل المشع كخزان للسائل المستخدم بالنظام.

وغالباً ما يثبت المشع في مقدمة السيارة أمام المحرك في مواجهة الهواء الخارجي لكي تساعد في عملية التبريد .

www.alkottob.com



شكل ٣ -٤ أجزاء المشع (بدون خزان للفائض)

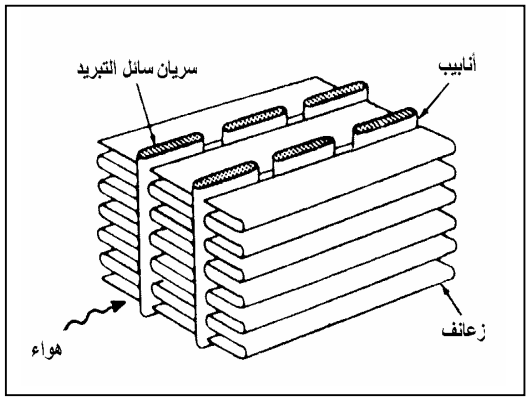
أجزاء المشع (شكل ٣ -٤):

١. أنابيب مجاري التبريد (الجزء الأوسط) مصنوع من أنابيب وزعانف تبريد.
٢. الخزانات(العلوي/ السفلي) (نهايات مصنوعة من الصاج أو البلاستيك والمثبتة بنهايات القلب تستخدم لتخزين السائل وبها وصلات تثبيت الليًات).
٣. عنق الملء (موجود بالخزان العلوي ويستخدم لملئ المشع ويغلق بغطاء المشع وبه مكان تثبيت أنبوب الفائض).
٤. صمام صرف (موجودة بالخزان السفلي للمشع لتفريغ المشع من السائل).
٥. مبرد الزيت (مبادل حراري متواجد بإحدى خزانات المشع وذلك بالسيارات التي بها صندوق تروس أتوماتيكي).

نظرية عمل المشع:

يعمل المشع كمبادل حراري حيث تنتقل الحرارة من الجزء الساخن وهو سائل التبريد إلى الجزء البارد وهو الهواء. فأثناء تشغيل المحرك يسري سائل التبريد الساخن من المحرك إلى خزانات وأنابيب المشع المصنوعة من النحاس أو الألمونيوم وهي معادن سريعة التوصيل للحرارة وتنتقل الحرارة من السائل إلى الأنابيب وزعانف التبريد و منها تنتقل تلك الحرارة إلى الهواء المندفع عند مروره خلال تلك الأنابيب والزعانف، حيث تنخفض درجة حرارة السائل قبل رجوعه مرة أخرى إلى المحرك للتخلص من كمية أخرى من الحرارة، انظر (شكل ٣ -٥).

www.alkottob.com



شكل ٣ -٥ مقطع بالمشع

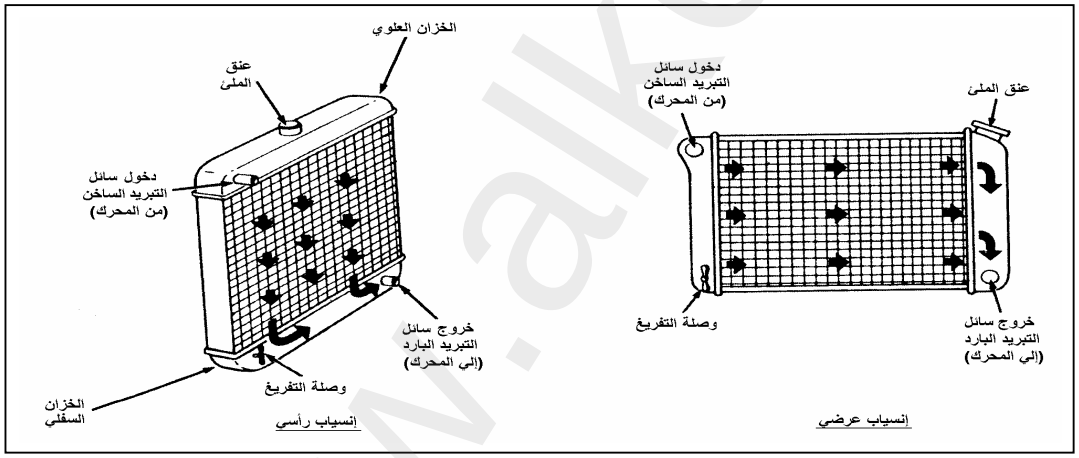
الأنواع المختلفة للمشع:

وهناك تصميمان شائعان للمشع كما في (الشكل ٣ -٦) حسب طريقة سريان السائل داخلهما.

أ - الانسياب الرأسي.

ب - الانسياب الأفقي.

ب أ



شكل ٣ -٦ التصميمات المختلفة للمشع (أ - انسياب عرضي، ب - انسياب رأسي)

www.alkottob.com

غطاء المشع (Radiator cap)

وظائف غطاء المشع:

١- تغطية فتحة عنق ملئ المشع لمنع تسرب سائل التبريد.

٢- يعمل على رفع ضغط النظام لزيادة درجة حرارة غليان السائل.

٣- السماح بتصريف الضغط الزائد والتخلخل بالنظام.

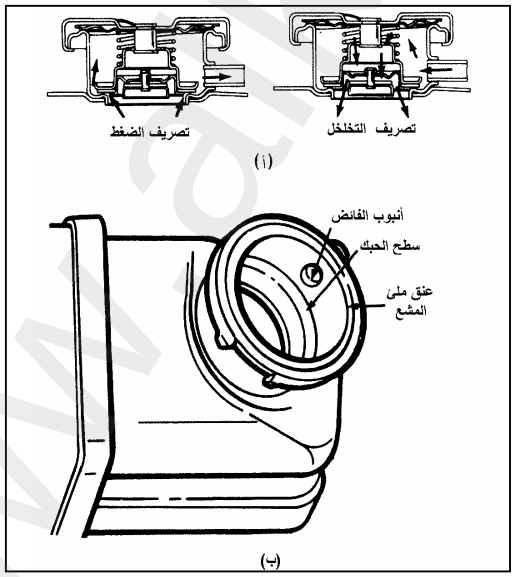
٤- بالنظام المغلق يسمح للسائل في المشع بالانتقال من وإلى خزان الفائض (القربة).

مكونات غطاء المشع (شكل ٣ -٧):

١- حابك مطاطي أو معدني مثبت بالغطاء (لحبك السائل وضغط الهواء).

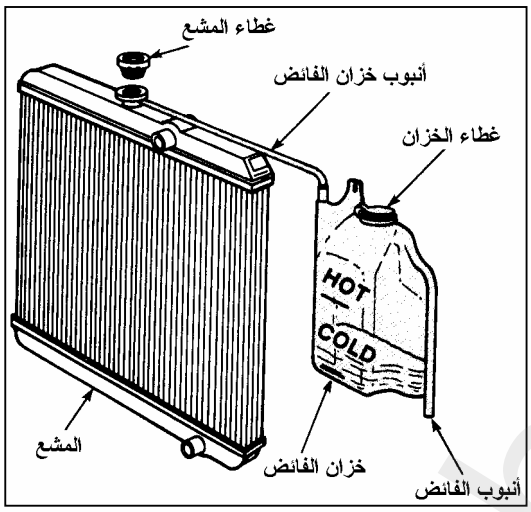
٢- صمام الضغط به قرص محمل بياي لغلق عنق الملء (لزيادة الضغط بالنظام بغرض رفع درجة حرارة غليان السائل).

٣- صمام التخلخل وهو صمام صغير متواجد بمنتصف أسفل الغطاء (يسمح للسائل بالعودة من الخزان الإضافي إلى المشع عند برودة درجة حرارة سائل التبريد).



شكل٣ -٧ غطاء وعنق ملئ المشع

www.alkottob.com



شكل ٣ -٨ النظام المغلق مع خزان الفائض

نظرية عمل غطاء المشع:

يركب غطاء المشع على فتحة عنق الملء حيث يعمل الحابك المثبت به إلى حبك الضغط والسائل داخل النظام. يعمل صمام الضغط الموجود بالغطاء على رفع الضغط في حدود (٨٣ -١١٠ كيلو بسكال) حيث يؤدي ذلك إلى رفع درجة حرارة سائل التبريد إلى (١٢١ -١٢٧ درجة مئوية). عند الاستمرار في زيادة درجة الحرارة يرتفع ضغط السائل عن قيمة ضغط الصمام مؤدياً إلى فتح الصمام حيث يؤدي الضغط الزائد إلى دفع السائل عن طريق أنبوب الفائض إلى خزان الفائض، ويكون ذلك حماية للمشع والحشوات والليًات بالنظام من التلف.

عند انخفاض درجة حرارة السائل يقل حجم السائل والهواء بالنظام مما يكون تخلخل داخل النظام وهنا يفتح صمام التخلخل للسماح للسائل بالرجوع من خزان الفائض إلى المشع مسبباً التخلص من التخلخل. ويكون في ذلك حماية للنظام من الانهيار تحت تأثير الضغط الجوي.

www.alkottob.com

خزان الفائض (القربة) (Overflow tank)

هذا الخزان يتصل بالمشع عن طريق أنبوب الفائض ويصنع الخزان من البلاستيك الشفاف وبه علامات خارجية لتحديد مستوى السائل كما في (الشكل ٣ -٨) وحيث أن نظام التبريد ذو نظام مغلق فإن عدم دخول الهواء للنظام يزيد من كفاءة التبريد. هذا بالإضافة إلى أنه يساعد على عدم تكون صدأ ويقلل من عملية التآكل داخل النظام وكذلك من عملية زيادة تركيز الأملاح بسائل التبريد.

عند سخونة المحرك يندفع سائل التبريد من المشع عبر أنبوب الفائض إلى خزان الفائض وعندما يبرد السائل يعود مرة أخرى إلى المشع. ويمكن الكشف على مستوى سائل التبريد بملاحظة مستوى السائل بالقربة، كما يعوض النقص في مستوى السائل بإضافة السائل إلى القربة مباشرة.

مضخة المياه (Water pump)

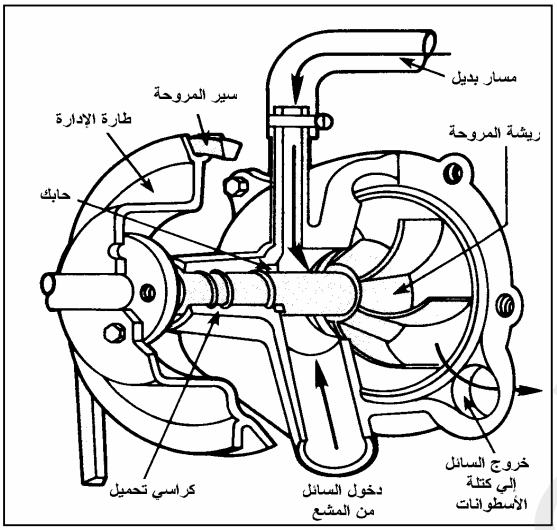
تعمل مضخة المياه على ضخ سائل التبريد بالنظام عن طريق استخدام قوة الطرد المركزية. وتركب بمقدمة المحرك وتعمل غالباً عن طريق سير يأخذ حركته عن طريق البكرة المثبتة على عمود المرفق.

أجزاء مضخة المياه (شكل ٣ -٩):

١. ريش المضخة (عبارة عن قرص من المعدن به ريش أو زعانف لدفع السائل)
٢. عمود المضخة (عمود من الحديد يصل الحركة من صرة المضخة إلى ريش المضخة).
٣. حابك المضخة (يمنع تسرب سائل التبريد بين عمود المضخة ومبيت المضخة).
٤. كراسي التحميل (جلبة أو رمان بلي تساعد على دوران عمود المضخة بالمبيت).
٥. صرة المضخة (توفر مكان لتثبيت طارة المضخة والمروحة).
٦. مبيت المضخة (مصنوع من الحديد أو الألمنيوم المسبوك ويمثل جسم المضخة).

ويركب حشو بين المحرك ومبيت المضخة لمنع تسرب سائل التبريد.

www.alkottob.com



شكل ٣ -٩ أجزاء مضخة المياه

الليات (Hoses)

ليات المشع تنقل سائل التبريد من المحرك إلى المشع وكونها وصلة مرنة فإن ذلك يجعلها قادرة على تحمل الإهتزازات دون أي مشاكل. تثبت الليات بالوصلات الخاصة بها عن طريق القفيز.

اللي العلوي يصل بين المشع ومبيت الثرموستات الموجود بمجمع السحب أو رأس الأسطوانات.

اللي السفلي يصل بين مدخل مضخة المياه والمشع. ويوجد بداخل اللي السفلي ياي يمنع التصاق اللي حيث يتعرض هذا اللي إلى تخلخل نتيجة سحب المضخة.

ليًات نظام التدفئة

لها قطر أصغر من الليًات الأخرى وتصل سائل التبريد إلى المدفئ (مبادل حراري أصغر حجماً من المشع موجود بأسفل التابلوة).

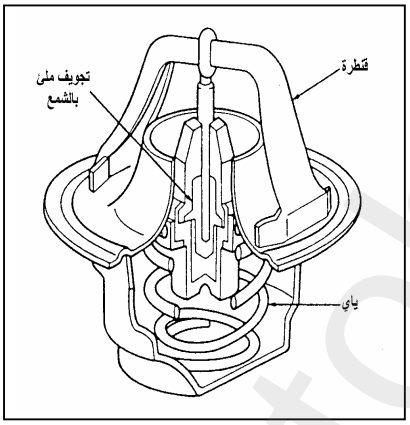
الثرموستات (الصمام الحراري) (Thermostat)

هو صمام يعمل بالحرارة ويتحكم في سريان سائل التبريد إلى المشع للمحافظة على حرارة تشغيل مثلى للمحرك. وغالباً ما يتواجد الثرموستات بمبيت الثرموستات الذي يقع بين المحرك واللي العلوي للمشع.

www.alkottob.com

تركيب الثرموستات:

يتكون الصمام من إسطوانة مليئة بمادة شمعية ذات مكبس وفي الوضع الاعتيادي يكون الصمام مغلق تحت تأثير ياي يضغط على المكبس (شكل ٣ -١٠).



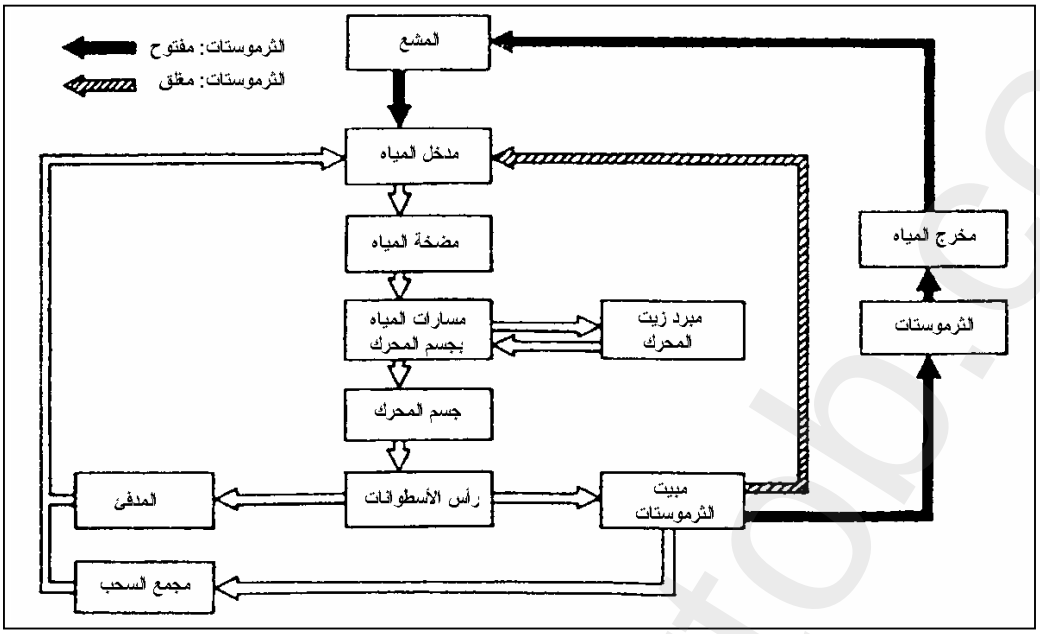
شكل ٣ -١٠ قطاع

نظرية عمل الثرموستات:

عند سخونة سائل التبريد تتمدد المادة الشمعية داخل الإسطوانة مما يدفع المكبس ضد قوة الياي فاتحاً الصمام. وعند انخفاض درجة الحرارة تنكمش المادة الشمعية داخل الإسطوانة مؤدية إلى تمدد الياي لغلق الصمام. وعند غلق الصمام يسري سائل التبريد

خلال وصلة فرعية (مسار بديل) كما في شكل ٣ -١١. وبدون هذه الوصلة لن يكون هناك تجانس في حرارة سائل التبريد ولن يكون الثرموستات قادر على الإحساس بمقدار الارتفاع في درجة حرارة السائل. وهذه الوصلة إما أن تكون داخلية (داخل القميص المائي للمحرك) أو خارجية عن طريق لي بمواصفات خاصة لتحمل الحرارة والضغط العالي.

www.alkottob.com

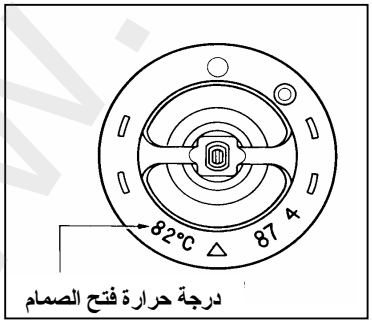


شكل ٣ -١١ مسار سائل التبريد عند غلق وفتح الثرموستات من وإلى المحرك من المشع

قيم تشغيل الثرموستات (شكل ٣ -١٢):

قيمة درجة الحرارة التي يعمل (يفتح) عندها الثرموستات مدونة عليه و هذه الدرجة تقع في حدود ٨٢ - ٩١ درجة مئوية.

مروحة التبريد (Cooling fan)



شكل ٣ -١٢ قيمة التشغيل

www.alkottob.com

تعمل المروحة على سحب الهواء خلال زعانف وأنابيب المشع وتمرير الهواء على المحرك للتخلص من الحرارة الزائدة. ويؤدي عمل المروحة إلى زيادة حجم الهواء المار خلال المشع للمساعدة في سرعة وكفاءة عملية التبادل الحراري. ويظهر أهمية عمل المروحة عند دوران المحرك أثناء توقف السيارة، وكذلك عند ارتفاع درجة حرارة المحرك.

ولدراسة عمل المروحة يأخذ التالي في الاعتبار:

لا يحتاج المحرك إلى تبريد بمعدل عالي في البداية حيث درجة حرارة المحرك مازالت منخفضة. كما أنه في السرعات العالية يمكن الاكتفاء بسرعة اندفاع الهواء نتيجة لسرعة السيارة هذا بالإضافة إلى احتياج المروحة إلى طاقة أكبر لتشغيلها عند السرعات العالية نتيجة لمقاومة الهواء لحركة ريش المروحة.

الأنواع المختلفة للمروحة:

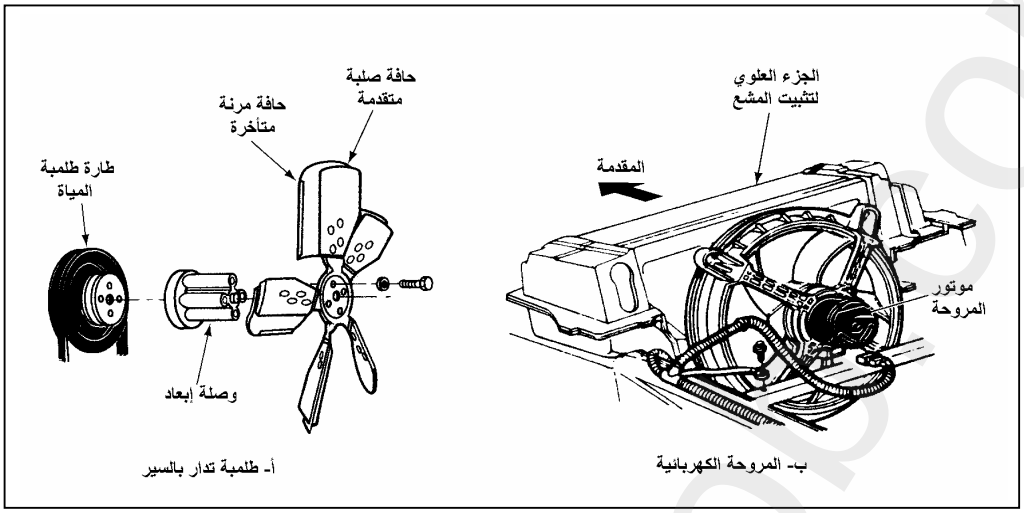
يمكن تقسيم أنواع المروحة حسب وسيلة إدارتها(شكل ٣ -١٣):

أ - مروحة تعمل ميكانيكياً بحيث تأخذ حركتها من عمود المرفق عن طريق سير المروحة. وتثبت المروحة على صرة مضخة المياه والبكرة . وفي بعض الأحيان يوضع بين المضخة والمروحة وصلة إبعاد لتقريب المروحة من المشع.

ب - مروحة تعمل بالكهرباء بحيث تأخذ حركتها عن طريق محرك كهربائي يأخذ الطاقة اللازمة له عن طريق أسلاك كهربائية متصلة بالبطارية.

(هذا النوع مستخدم بجميع المحركات المستخدمة في الدفع الأمامي ذات المحرك المستعرض، حيث اتجاه عمود المرفق يكون عمودي على اتجاه المشع).

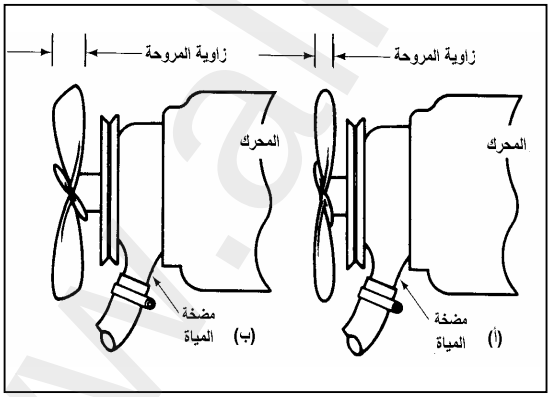
www.alkottob.com



شكل ٣ -١٣ الأنواع المختلفة لمروحة التبريد أ - مروحة تدار بالسير، ب - مروحة كهربائية

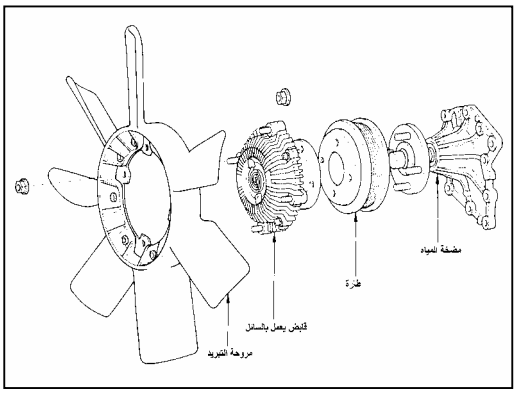
أجزاء المروحة:

١- ريش المروحة (هناك ريش صلبة ثابتة الزاوية وهناك ريش لينة تقل زاويتها مع السرعة) كما في (شكل ٣ -١٤).



شكل ٣ -١٤ سرعة دوران المروحة
(أ) سريعة، (ب) بطيئة

www.alkottob.com



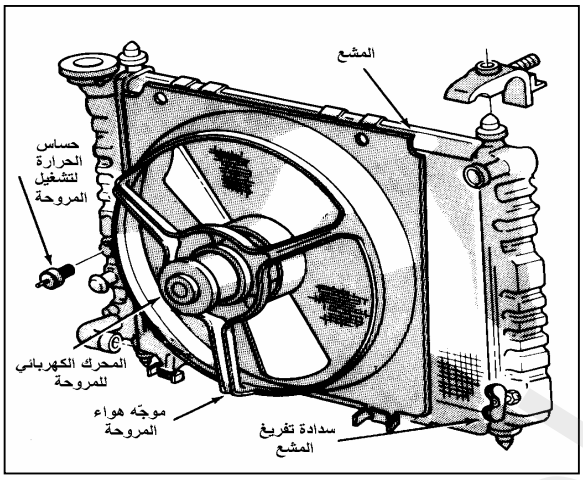
شكل ٣ -١٥ أجزاء المروحة التي بها قابض يتأثر بالحرارة

٢- قابض للمروحة (حساس للسرعة) يعمل بالسائل يركب غالباً على المروحة الميكانيكية حيث يقوم بمهمة ريش المروحة ذات الريش اللينة. القابض به زيت فعند السرعات العالية ينزلق القابض تحت تأثير زيادة الحمل ولا تدور المروحة.

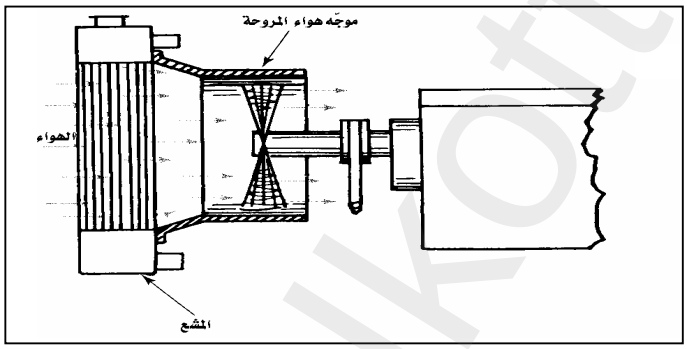
٣- القابض الحراري للمروحة (حساس للحرارة) انظر شكل ٣ -١٥، يركب غالباً على المروحة الميكانيكية به ياي مزدوج المعدن حساس للحرارة، ويتحكم هذا الياي في سريان الزيت داخل القابض. فعند السرعة البطيئة ينزلق القابض ولا تدور المروحة وعند سخونة المحرك يعشق القابض فتدور المروحة.

٤- محرك كهربائي يعمل ببطارية السيارة مثبت بالقفص المركب على المشع يستخدم مع المروحة الكهربائية كما في الشكل ٣ -١٦. ويتحكم في عمل المحرك الكهربائي مفتاح حراري فعندما يكون المحرك بارد يكون المفتاح غير موصل فلا تعمل المروحة وعند ارتفاع درجة الحرارة يصبح المفتاح في وضع تشغيل وتعمل المروحة.

www.alkottob.com



شكل٣ -١٦ إدارة المروحة عن طريق المحرك الكهربائي



شكل ٣ -١٧ موجّه هواء المروحة

موجّه هواء المروحة(Radiator shroud)

هو مصنوع من البلاستيك أو الصاج ويساعد المروحة على سحب الهواء من خلال المشع. وهو مثبت بمؤخرة المشع بحيث يحيط بالمساحة المحيطة بالمروحة. كما في شكل٣ - ١٧.

www.alkottob.com

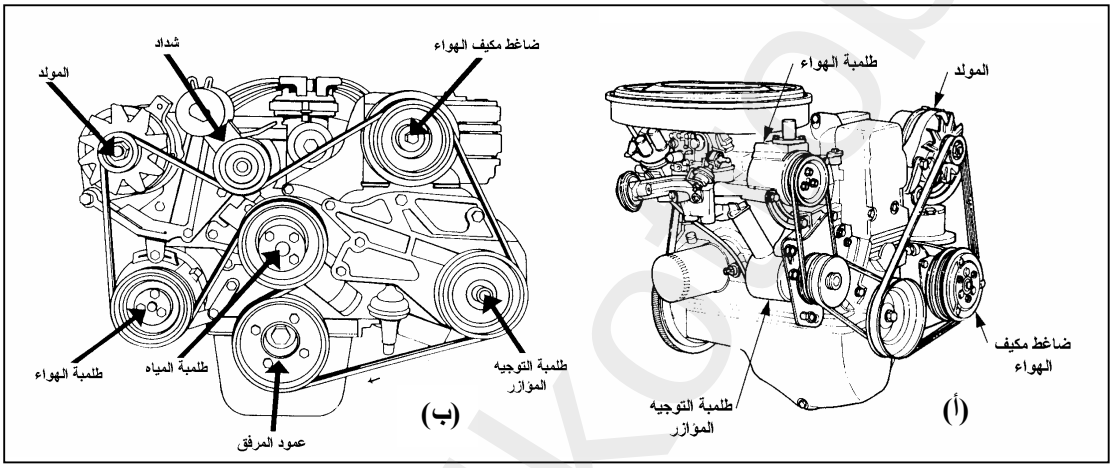
سير المضخة (BELT)

مضخة المياه تدور عن طريق سير مرن والذي يقوم في نفس الوقت بنقل الحركة إلى العديد من الملحقات الخاصة بالمحرك. عند استبدال السير يجب استخدام المقاس المنصوص عليه بالمواصفات.

أنواع السيور (شكل ٣ - ١٨):

أ - سير على شكل حرف "V". يخصص سير واحد لنقل الحركة إلى ملحق واحد من ملحقات المحرك.

ب - سير به أضلاع مشكلة على شكل حرف "V". غالباً ما يستخدم سير واحد لنقل الحركة إلى جميع الملحقات الخاصة بالمحرك. هذا مستخدم بمعظم السيارات الحديثة حيث يحتاج إلى مكان أقل وينقل الحركة بكفاءة أعلى.

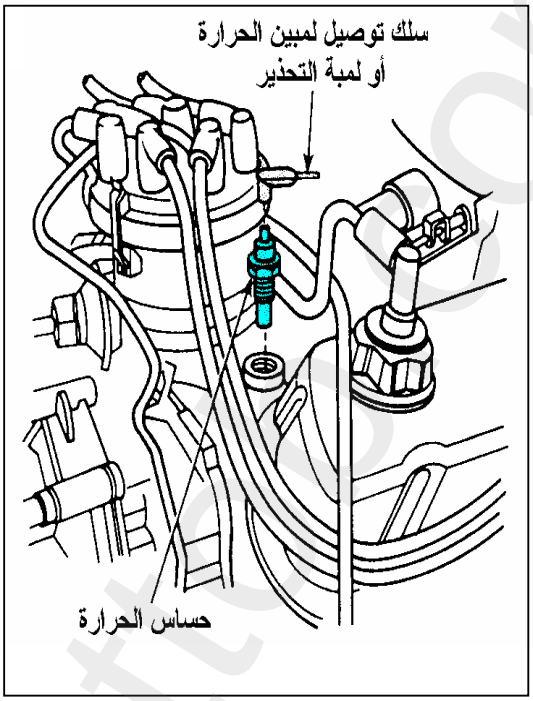


شكل ٣ -١٨ (أ) عدة سيور على شكل "V" (ب) سير واحد به أضلاع على شكل "V"

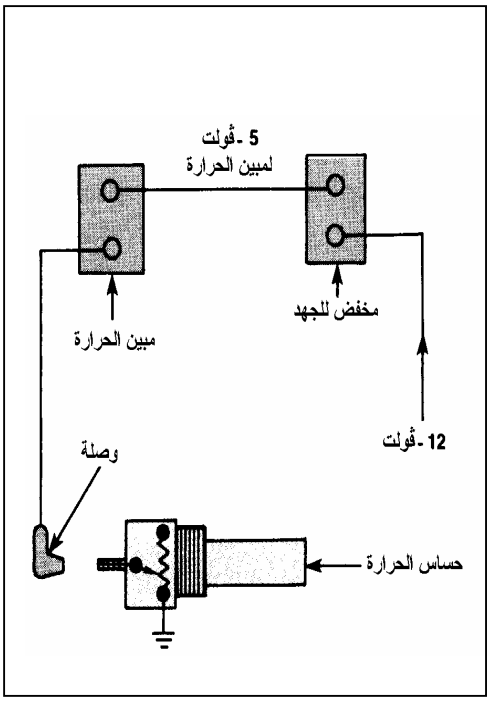
مبين الحرارة (Temperature Indicator)

مبين الحرارة موجود بتبلوة السيارة لتحذير السائق في حالة سخونة المحرك. وهو يتكون من عداد حرارة أو لمبة تحذير أو عداد حرارة ولمبة تحذير. حساس (مجس) حراري يثبت بقلاووظ بالقميص المائي للمحرك (شكل ٣ -١٩). كما يبين شكل ٣ -٢٠ رسم تخطيطي للدائرة الكهربائية لحساس الحرارة. بالإضافة إلى بيان درجة حرارة سائل التبريد للسائق، يمد الحساس الحاسب الآلي للتحكم بالمحرك بالسيارات الحديثة ببيان درجة حرارة المحرك.

www.alkottob.com



شكل ٣ -١٩ مكان توصيل حساس الحرارة



شكل ٣ -٢٠ الدائرة الكهربائية لمبين الحرارة

نظام التدفئة (Heater System)

يعتبر المدفئ جزء من نظام التبريد بالسيارة. يمر سائل التبريد الساخن عن طريق ليّات وصمام تحكم إلى مشع التدفئة الصغير الموجود بداخل فتحة باللوح الذي يفصل بين داخل السيارة والمحرك. يندفع الهواء خلال مشع التدفئة إلى داخل السيارة حيث يكتسب حرارة تعمل على تدفئة الركاب، وهناك بوابات متحركة يمكن التحكم فيها لخلط هواء بارد بالهواء الساخن للتحكم في درجة الحرارة داخل السيارة.

www.alkottob.com

ملخص

يجب التخلص من حوالي ثلث الحرارة المتولدة عن حرق الوقود بواسطة التبريد.

هناك طريقتان مستخدمتان لتبريد المحركات تبريد الهواء و تبريد الماء.

يعتبر التبريد بالماء الطريقة الشائعة لتبريد المحركات بالسيارات الخاصة حيث تنتقل الحرارة من المحرك إلى مياه التبريد أولاً ثم إلى الهواء عن طريق المشع بعد ذلك. يعمل المشع كمبادل حراري بين مياه التبريد والهواء حيث تمر المياه داخل أنابيب ملحوم بها زعانف رقيقة يمر من خلالها الهواء.

يزود غطاء المشع بصمام ضغط زائد وصمام ضغط منخفض، وتؤدي زيادة الضغط داخل المشع إلى رفع درجة حرارة غليان الماء.

يعمل الثرموستات (صمام حراري) نتيجة تغير حجم مادة شمعية قابله للتمدد عند انصهارها داخل حيز موجودة فيه، ويؤدي التمدد إلى ضغط الإصبع إلى الخارج فيفتح الصمام.

تدور المروحة أو يتم تشغيلها في معظم السيارات عند درجات حرارة معينة مما يؤدي إلى الوصول إلى درجة حرارة التشغيل في وقت أقل.

تتأثر درجة حرارة نظام التبريد بعدة عوامل مثل:

- حجم المشع.
- قدرة مضخة المياه.
- درجة حرارة الهواء الخارجي.
- مقدار الهواء المار بالمشع.
- المدى الحراري لفتح وغلق الثرموستات.
- حمل المحرك.

www.alkottob.com

المصطلحات بهذا الباب

تبريد هواء	Air Cooled	سائل التبريد	Coolant
تبريد ماء	Water Cooled	مضخة المياه	Water Pump
خزان الفائض	Recovery Tank	غطاء المشع	Radiator Cap
السير	Belt	الليات	Hoses
مروحة التبريد	Cooling Fan	مشع	Radiator
موجة هواء المروحة	Fan shroud	نظام التبريد	Cooling System

www.alkottob.com

تمارين للمراجعة

١ - ما هي مشاكل تشغيل المحرك وهو بارد؟

٢ - ما هي وظائف نظام التبريد؟

٣ - ما هي أنواع نظم التبريد المستخدمة بالسيارات؟

٤ - لماذا يعمل نظام التبريد تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي؟

٥ - اذكر مميزات استخدام الماء للتبريد.

٦ - ما هي عيوب استخدام الماء للتبريد؟

٧ - ما هي وظيفة الثرموستات؟

٨ - كيف يعمل الثرموستات؟

٩ - ما المقصود بالمدى الحراري للثرموستات؟

١٠ - ما هو عمل المسار البديل بالقميص المائي بالمحرك؟

١١ - كيف يعمل غطاء المشع؟

١٢ - ما الوظيفة التي ليست لغطاء المشع:

أ - يغطي فتحة الملء.

ب - يسمح بتصرف الضغط الزائد.

جـ - يخفض من درجة حرارة الغليان لسائل التبريد.

د - يتخلص من التخلل بالنظام.

١٣ - نوع الثرموستات الأكثر شيوعاً بالنظام المغلق للتبريد هو

أ - نوع الوسائد.

ب - نوع الإسطوانة المليئة بالشمع.

جـ - نوع الغشاء.

د - النوع الحساس للضغط.

www.alkottob.com

محركات ١

نظام تزييت المحرك

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الجدارة:

التعرف على نظام التزييت في المحرك وأنواع دوائر التزييت المختلفة وأجزاء نظام التزييت ووظائفها وطريقة عملها.

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

- التعرف على أهمية التزييت في المحرك.
- التعرف على أجزاء دورة الزيت.
- التعرف على طرق التزييت داخل المحرك.
- التعرف على أنواع الزيوت.
- توضيح لخواص زيت التزييت.
- معرفة الإضافات المساعدة لزيوت التزييت.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٥٪ .

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات .

الوسائل المساعدة: جهاز عرض (بروجكتر) .

متطلبات الجدارة:

- اجتياز ورش تأهيلية .

www.alkottob.com

مقدمة

في هذه الوحدة سوف يتم شرح نظام التزييت بالمحرك وتوضيح أهميته ووظائفه حيث أن من أهم الوظائف التي يؤديها هي تسهيل الحركة بين الأجزاء المحتكه بالمحرك ومنع تأكلها وتقليل ومنع الصدأ وكذلك يقوم بتبريد أجزاء المحرك وبالتالي إطالة عمره . يتكون نظام التزييت من زيت المحرك ، خزان الزيت ، مصفاة الزيت الحديدية ،سدادة تغيير الزيت ، ممرات الزيت ، فلتر الزيت ، مبرد الزيت ، مؤشر ضغط الزيت . هناك ثلاثة أنواع من الإحتكاك تحدث داخل المحرك هي الإحتكاك الجاف والإحتكاك اللزج والإحتكاك ذو الغشاء الجزئي وتؤدي هذه الأنواع الثلاثة من الإحتكاك في حالة عدم كفاءة نظام التزييت إلى تلف المحرك . وهناك خواص للزيت لابد من توافرها لكي يؤدي وظيفته المطلوبه بدون أي قصور وكذلك يمكن للزيت أن يتلف بفضل بعض العوامل مثل الأكسده أو تلوث الزيت لذلك يضاف إضافات معينة للزيت تمكنه من الاحتفاظ بخواصه وعدم تلفه . تنقسم الزيوت إلى أنواع مختلفه مثل الزيوت المعدنية والزيوت الحيوانية والزيوت النباتية . يتم تزييت المحرك إما بواسطة الطرطشة وهذا يتم عن طريق عمود المرفق إذ يقوم بدفع الزيت إلى أجزاء المحرك المحيطه به ، أما التزييت بالضغط فهو يتم بواسطة مضخة الزيت التي تقوم بدفع الزيت خلال مجاري التزييت إلى الكراسي والمحاور ونهايات أذرع التوصيل ....إلخ . وهناك نوعان من مضخات التزييت هي المضخة ذات التروس والمضخة الدوارة . وفي النهاية سوف يكون هناك ملخص لهذه الوحدة وتمارين لتقييم مستوى الطالب وكذلك توضيح المصطلحات الفنية الخاصة .

والله ولي التوفيق ، ، ، ،

www.alkottob.com

الاحتكاك Friction

يعرف الاحتكاك بأنه مقاومة الحركة بين سطحين متلامسين وفي معظم الحالات يصاحب الأحتكاك تأكل الأجزاء المتحركة وبالتالي يزداد الخلوص (فضاوه) بين الأسطح المتلامسة والذي يؤدى إلى:

١. فقد جزء كبير من القدرة عن طريق الأحتكاك.
٢. زيادة في درجة الحرارة للأجزاء المتحركة والمحتكة.

وفي محركات السيارات يحدث الأحتكاك بين الأجزاء المتحركة كحلقات المكبس وجدران الإسطوانة واحتكاك البنوز ومحاور عمود المرفق بالكراسي.

من هنا نشأت فكرة تزييت السطوح وهى تقوم على الاحتفاظ بطبقة رقيقة من الزيت بين السطوح ويتراوح سمكها بين ٠٠١و٠ إلى ٠٠٢و٠ من البوصة.

وينبغي ضمان وجود طبقة بصفة دائمة في مختلف درجات الحرارة وتحت تأثير جميع الضغوط وكلما تآكلت أجزاء المحرك كلما وجب استعمال زيت ذو لزوجة أكبر.

أنواع الأحتكاك :

أ - الأحتكاك الجاف:

هو الأحتكاك الناتج عن انزلاق جسمين جافيين لبعضهما وكلما زادت خشونة الجسمين كلما كان الاحتكاك أكبر كلما ارتفعت درجة الحرارة.

ويجب أن تعرف أنه لا يوجد سطح أملس بمعنى الكلمة فلو اختبرنا سطح ما تحت ميكروسكوب أو عدسة مكبرة حتى لو كان السطح مصقولاً بماكينات التشغيل لوجدنا به تعاريج وعلى ذلك ينزلق جسم فوق جسم آخر فإن هذه التعاريج تشتبك مع بعضها البعض وتحدث قوة تعمل على مقاومة الجسمين وتسمى (بقوة الاحتكاك).

ب - الأحتكاك اللزج:

إذا فصل غشاء متكامل من الزيت له سمك معين بين سطحين متحركين فإن قوة الأحتكاك تقل في هذه الحالة.

ويلاحظ أن قوة الأحتكاك في هذه الحالة تتوقف على السرعة النسبية بين السطوح المنزلقة وعلى مساحة سطح الأحتكاك وعلى لزوجة الزيت المستخدم ويحدث الأحتكاك اللزج في أجزاء متعددة في

www.alkottob.com

المحرك. كراسي عمود المرفق الرئيسية وكراسي أذرع التوصيل (الركب) وكراسي عمود الكامات حيث تكون طبقة من الزيت بين الكراسي في السرعات المختلفة للمحرك.

ج - الأحتكاك ذو الغشاء الجزئي:

نعنى بالغشاء الجزئي أي غشاء غير متكامل من الزيت يحدث بين السطوح المنزلقة حيث تعمل إحتكاك معدني بينهما ذو غشاء جزئي أي "لا هو إحتكاك جاف ولا إحتكاك لزج".

والغشاء الجزئي يميل دائماً إلى ملئ المنخفضات الموجودة في السطوح فإن النتوءات العالية تلتصق مع بعضها وتتآكل عند حركة الجسمين بالنسبة لبعضهما.

يحدث هذا النوع من الأحتكاك في المحرك عند بدء إدارته بين شنابر المكبس وجدران الاسطوانة. لذا نجد أن فترة بدء الإدارة للمحرك وتدفئته هي أقسى الظروف التي تؤدي إلى تأكل أجزاء المحرك.

خواص زيوت التزييت Properties of oil

يوجد بعض الخصائص التي يجب توافرها في زيوت التزييت حتى تؤدي مهمتها على الوجه الأكمل وهي:

١. أن يكون ذو سيولة كافية لكي ينتشر بين الأجزاء المتحركة.
٢. أن يكون للزيت المقدرة على الاحتفاظ بدرجة لزوجته عند ضروف التشغيل المختلفة والمقصود باللزوجة هو مقاومة الزيت للتدفق.
٣. يجب أن يكون لزيت التزييت مقاومة كبيرة للاحتراق مع ارتفاع درجات حرارة المحرك وبالتالي تقل نسبة تكون الكربون المترسب.
٤. يجب أن يقاوم الزيت عملية التأكسد التي تحدث له عندما ترتفع درجة حرارته وهذا التأكسد يكون مادة غروية تعمل على انسداد ممرات الزيت كما ينتج مواد كيماوية تؤدي إلى تأكل المحرك من الداخل
٥. يجب أن يكون للزيت مقاومة ضد عمل الرغاوى "الفقاقيع التي تؤدي إلى انسكاب الزيت من فتحة التهوية العلبة المرفق.
٦. يجب أن يكون الزيت مقاوم للصدأ.

www.alkottob.com

تلف زيت التزييت :

يتلف الزيت أثناء الاستخدام نتيجة لبعض التغيرات التي تحدث في الزيت وهي :

١- **الأكسدة؛** حيث يتحول الزيت في الأماكن التي درجة حرارتها عالية مثل شنابر المكبس إلى مركبات صمغية أسفلتيه تعمل على التصاق حلقات المكابس (الشنابر) بمجاريها ويؤدي إلى صعوبة في التشغيل وقد يتأكسد الزيت مكوناً أحماض عضوية قد تكون سهلة التطاير وإذا تركز أكثر من اللازم تعمل على تأكل الكراسي بالمحرك وانسداد مواسير الزيت أو تترسب على الصمامات كما تؤدي أكسدة الزيت إلى تلف الأجزاء الداخلية للمحرك .

٢- **تلوث الزيت :** وله أسباب عدة مثل تلوث الزيت بنواتج الاحتراق كلجزيئات أو بمركبات الرصاص ، وقد يتسرب أحياناً بعض الوقود غير المحترق عبر الشنابر ويتصل بالزيت الموجود في علبة المرفق (الكرتير) ويختلط به فيقلل من لزوجته.

لذا يجب تغيير الزيت بانتظام للمحافظة على المحرك .

www.alkottob.com

الإضافات المساعدة لزيوت التزييت:

بالرغم من وجود مصافي ومرشحات عند مدخل الهواء بالمغذى "الكربريتر" وكذلك عند فتحة التهوية لعلبة المرفق فإنه في استطاعة المواد الغريبة التسرب إلى داخل المحرك بالإضافة إلى ذلك فإنه كلما دار المحرك تتخلف عن عملية الاحتراق رواسب كربونية على حلقات المكابس والصمامات وكذلك قد يحدث بعض الأكسدة لزيوت التزييت وتتكون رواسب أخرى.

ونتيجة لهذه العوامل تتراكم الرواسب على أجزاء المحرك المختلفة وتقلل تدريجياً من قدرة المحرك كما تزيد من معدل تآكل أجزائه المتحركة ولمنع أو تقليل تكون هذه الرواسب تضاف إلى بعض أنواع الزيوت إضافات خاصة تقوم هذه الإضافات بفصل الكربون والمواد الغريبة التي تتكون داخل علبة المرفق وهى عبارة عن مادة دهنية ثقيلة القوام سوداء اللون تعمل على انسداد مرشحات الزيت والمواسير وتعوق حركة الزيت وهذه الإضافات هي:

١- **إضافات منع الأكسدة:**

وهى تعوق أكسدة الزيت وتحول دون تكوين المواد الضارة بالزيت مثل الأحماض.

٢- **إضافات التنظيف:**

وهى تعمل على تنظيف أجزاء المحرك من نواتج الأكسدة وتجعلها عالقة بالزيت غير أنه لا يتيسر لهذه الإضافات تفتيت الأتربة.

٣- **إضافات منع الرغاوى:**

وهى تعمل على إزالة فقاقيع الهواء الناتجة عن تقليب الزيت ولها أهمية خاصة في حالة زيوت تزييت التروس السريعة.

٤- **إضافات إعاقة التجمد:**

وهى تعوق تجمد المكونات الشمعية في الزيت في درجة الحرارة المنخفضة مما يسهل انسياب الزيت في دائرة التزييت.

٥- **إضافات منع التآكل:**

وهى قلوية التأثير فهي تتعادل مع الأحماض الناتجة عن أكسدة الزيت والوقود فتقلل من التآكل الذي يمكن أن يحدث في الأجزاء المعدنية وخاصة الكراسي المصنوعة من سبائك النحاس.

www.alkottob.com

٦- **إضافات تحسين معامل اللزوجة :**

وهى تساعد الزيت على الاحتفاظ بلزوجته مع تغيير درجة حرارة المحرك بقدر الإمكان ويكون تغير اللزوجة بأقل درجة ممكنة بحيث يتمكن الزيت من تأدية وظيفته على أحسن وجه.

أنواع زيوت التزييت Kinds of Oils

١- **زيوت معدنية :**

مستخرجة من البترول الخام وهو أنسب الأنواع للاستخدام في تزييت المحركات حيث أنها لا تتفحم إلا نادراً كما أن الإدارة بها أسهل.

٢- **زيوت حيوانية :**

وهى تستخلص من شحوم الحيوانات.

٣- **زيوت نباتية :**

هي تستخدم كزيوت تشحيم بل إنها هي والزيوت الحيوانية تتصمغ في درجات الحرارة العالية عدا زيت الخروع "نباتي" فهو ينفرد بخلوه من التصمغ عند درجات الحرارة العالية وكذلك يستخدم هذا الزيت في سيارات السباق والطائرات.

مقياس لزوجة الزيت Measurement of oil Viscosity

يمكن قياس درجة لزوجة الزيت بدرجة أنجلر "Engler" وهي عبارة عن النسبة بين الزمن اللازم لمرور كمية من الزيت قدرها ٢٠٠ سم^{٣} من ثقب معين والزمن اللازم لمرور نفس الكمية من نفس الثقب عند درجة حرارة ٥٢ $^{\circ}$ م.

وقد أتفقت الشركات الأوربية على أن تكون درجة لزوجة الزيت المستخدمة في السيارات للصيف ٩ -١٢ درجة إنجل عند درجة حرارة ٥٠ $^{\circ}$ م وزيت الشتاء من ٥ر٤ – ٨ درجة أنجلر عند درجة حرارة ٥٠ $^{\circ}$ م.

كما يجب ألا تقل درجة اللزوجة عن ٢ درجة أنجلر عند درجة حرارة ١٠٠ $^{\circ}$م وقد وضعت جمعية مهندسي السيارات في أمريكا وتختصر إلى "S.A.E." تصنيف بسيط لزيوت المحركات وأعطت

www.alkottob.com

أرقاماً تحدد لزوجة الزيت هذه الجمعية وضعت مواصفات قياسية تعبر عن اللزوجة للزيت وهى ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠، ٥٠، ٦٠، ٧٠ ويسبق كل من هذه الأرقام الرموز .S.A.E (ج. م. س).

مواصفات زيت التزييت Specifications of Oil

وكلما كان الرقم بجوار هذه الرموز صغير دل على أن الزيت ذو سيولة منخفضة.

وكلما كان الرقم بجوار هذه الرموز كبير دل على أن الزيت ذو سيولة مرتفعة ("أي غليظ) والجدول الآتي يبين ذلك:

S.A.E 10 S.A.E 20	زيت شديد السيولة "خفيف"
S.A.E 30 S.A.E 40 S.A.E 50	زيت متوسط السيولة
S.A.E 60 S.A.E 70	زيت غليظ غليظ جداً "ثقيل"

الجدول يدل على درجات اللزوجة للمحركات فقط دوناً على زيوت التروس الزيت الثقيل هو زيت كثيف أما الزيت ذو السيولة الشديدة والخفيفة فهو قليل الكثافة.

أما إذا كانت علبة الزيت تحمل العلامة ١٠ – ٣٠ "10w – 30"

فذلك يدل على أن لزوجة الزيت ١٠ وهو بارداً.

أما عندما يكون الزيت ساخنة فإن لزوجة تصل إلى ٣٠ .

أما حرف W دائماً يوضع بجوار الدرجة الباردة.

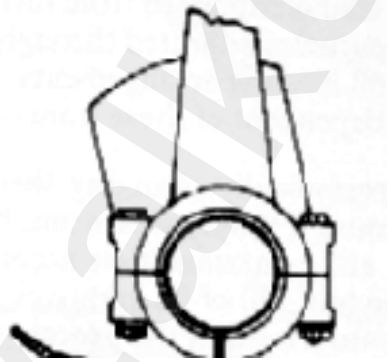
www.alkottob.com

طرق تزييت المحـرك Lubrication systems

١. التزييت بالطرطشة أو الرش.
٢. التزييت الجبري والرش معاً.
٣. التزييت الجبري بالضغـط.

١) التزييت بالطرطشة أو الـرش:

تجرى هذه العملية طالما أن حوض الزيت "الكرتير" يحتوى على كمية زيت كافية ولكن قليلاً ما يعتمد على هذه الطريقة للتزييت لجميع أجزاء المحرك المهمة ففي هذه الطريقة توجد أحواض صغيرة "ملاعق" مثبتة تحت أذرع التوصيل فعند دوران عمود المرفق "الكرنك" تنغمس هذه الملاعق في الزيت فيتم نثر الزيت على جدران الإسطوانة ويتم التزييت بالرش فينتشر الزيت بالرش إلى كراسي المحرك الرئيسية والطرف الكبير لأذرع التوصيل "النهاية الكبرى" وأجسام المكابس حيث أنه عندما ينزل المكبس إلى أسفل تعمل حلقة المكبس على كشط الزيت من جدارالأسطوانة الداخلي ونزوله إلى حوض الزيت كما في الشكل :



التزييت بالطرطشة

وقد أنتهي العمل بهذه الطريقة الآن نظراً لأنه من الضروري ضغط الزيت لأجزاء المحركات الحديثة المعرضة لإجهادات عالية بل يمكن أن تتواجد هذه الطريقة في المحركات الصغيرة ذات القدرة البسيطة.

www.alkottob.com

التزييت بالرش

التزييت بالرش للأجزاء التالية :

١. الأسطوانة.
٢. ذراع التوصيل.
٣. عمود الكرنك.
٤. ملاعق التزييت بالرش.
٥. حوض الزيت.

٢) التزييت الجبري والرش معاً :

هذه الطريقة تشبه الطريقة السابقة علاوة على أنه يوجد مضخة تقوم بضغط الزيت خلال الكراسي المعرضة لإجهادات عالية أي أن الكراسي لعمود الكرنك يتم تزييتها بالمضخة أما باقي أجزاء المحرك بالرش.

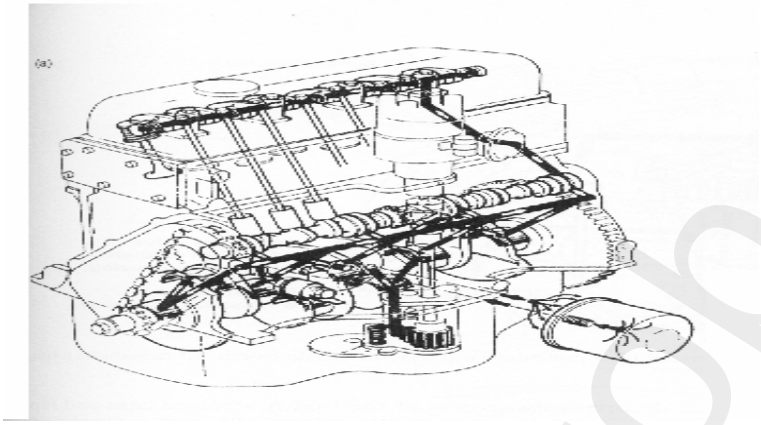
٣) التزييت الجبري بالضغط :

وهو شائع الاستخدام عملياً وفيه تدفع مضخة الزيت، الزيت أولاً إلى كراسي عمود المرفق "عمود الكرنك" ثم ينساب الزيت خلال المجاري في عمود الكرنك إلى النهاية الكبرى لذراع التوصيل ثم يمر الزيت عبر ثقب في النهاية الكبرى لذراع التوصيل ويخرج تحت ضغط المضخة إلى جدران الإسطوانة من الداخل ومن ثم يندفع الزيت ليغذي مجموعة تشغيل البلوف والصمامات خلال أعمدة روافع الصمامات ويركب في عصب الزيت صمام خاص لتحديد أقصى ضغط ويسمح لجزء من الزيت بالعودة إلى حوض الزيت ويكون ضغط الزيت عادة من ٢ – ٤ كجم/ سم^{٢}.

www.alkottob.com

أجزاء دائرة التزييت Parts of lubrication system

دورة الزيت في محركات البنزين تتكون من كما في شكل رقم (٤ -١) :



شكل (٤ -١) دورة الزيت في المحرك

١. زيت المحرك (وهو الذي يزيت الأجزاء المتحركة في المحرك).
٢. خزان الزيت أو وعاء الزيت (وهو الذي يجمع الزيت أسفل المحرك).
٣. مصفاة الزيت الحديدية (وهي عبارة عن مصفاة معدنية في أسفل أنبوب السحب).
٤. سدادة تغيير الزيت (وهو من أجل تغيير الزيت وكذلك لالتقاط القطع المعدنية لكونه مغناطيس دائم).
٥. مضخة الزيت (وهى التي تضخ الزيت إلى أجزاء المحرك).
٦. ممرات الزيت (وهى التي تنقل الزيت لأجزاء المحرك).
٧. فلتر الزيت (وهو الذي يصفي الزيت من الشوائب).
٨. مبرد الزيت (وهو عبارة عن مبادل حراري لتبريد الزيت ويتواجد في بعض السيارات)
٩. مؤشر ضغط الزيت (وهو عبارة مؤشر أو ضوء تحذير)

عمل نظام التزييت Lubrication Process

عند عمل المحرك تقوم المضخة بسحب الزيت من خزان الزيت كما هو مبين في شكل(٤ -١) ويمر الزيت من خلال المصفاة المعدنية لإزالة الشوائب الكبيرة ويدخل الزيت المضخة ويضخ الزيت من خلال الفلتر ثم إلى ممرات الزيت في جسم المحرك ويقوم الفلتر بإزالة الشوائب الصغيرة ومنظم الضغط بالسيطرة على ضغط الزيت ، ويمر الزيت إلى عمود الكرنك وعمود الكامات والرافعات والأذرع

www.alkottob.com

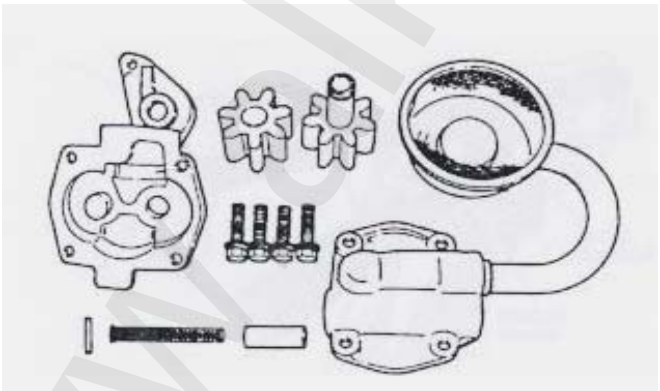
المتحركة وكل الأجزاء المتحركة. وعندما يتسرب الزيت خلال حوامل المحرك فإنه يقوم بتزييت الأجزاء الداخلية للمحرك مثل شنابرالمكابس والأجزاء الأخرى.

مضخات الزيت

تعمل مضخة الزيت على سحب الزيت من خزان الزيت ودفعه تحت ضغط إلى الأجزاء المختلفة في المحرك ويركب مصفاة للزيت في مدخل الزيت قبل المضخة لتنظيف الزيت من المواد العالقة أو الغريبة. وتستمد المضخة حركتها عن طريق ترس موجود على عمود الكامات وهناك نوعان رئيسيان من المضخات ، مضخة التروس والمضخة الدوارة .

أ - مضخة التروس:

تستخدم حالياً المضخة ذات الترسين وتتألف من زوج من التروس المتداخلة (المعشقة) وعندما تدور التروس يملأ الزيت الداخل إلى المضخة الحيز الموجود بين أسنانها وعندما تتداخل الأسنان يدفع الزيت إلى خارج المضخة من فوهة الخروج وللحصول على تدفق كاف تستخدم تروس ذات أسنان كبيرة يجب أن تضبط بدقة تامة داخل غرفة الزيت بالمضخة سواء على المحيط أو من ناحية المحاذاة. ويبين الشكل رقم(٤ - ٢) مضخة ذات ترسين.

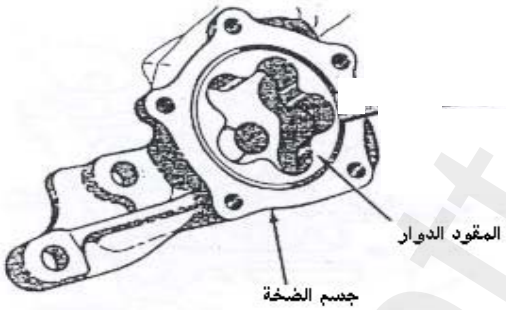


شكل (٤ -٢) مضخة زيت ذات التروس

www.alkottob.com

ب - المضخة الدوارة:

يتكون هذا النوع من المضخات من جزء مدير وجزء آخر مدار معشقات مع بعض داخل جسم مضخة. وحركة الجزء المدير ليست مركزية بالنسبة للجسم فعندما يدور هذا الجزء يدير الجزء الأخير، وبما أن دوران الأول لا مركزي فالمسافة بينهما تكون غير ثابتة. لذلك يدخل الزيت من فتحة الدخول عندما تكون المسافة كبيرة ويرسل بواسطة هذه الحركة إلى الجانب الآخر من جسم المضخة وعندما تصبح المسافة أصغر ما يمكن يخرج الزيت من فتحة الخروج تحت ضغط إلى خارج جسم المضخة وذلك نتيجة لتصغير الحيز أثناء الدوران. والشكل رقم (٤ -٣) يبين هذا النوع من المضخات.

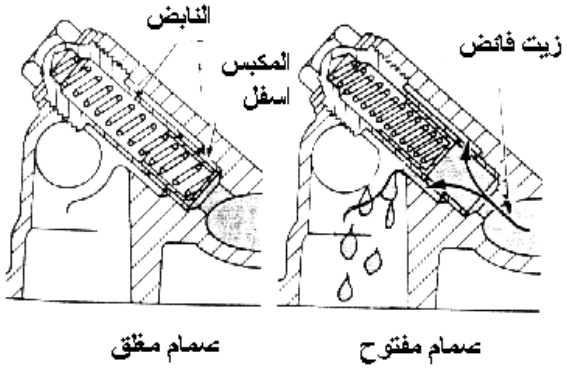


شكل (٤ -٣) مضخة الزيت الدوارة

منظم ضغط الزيت

عند دوران المحرك بسرعات عالية ترسل المضخة إلى الأجزاء المختلفة كمية أكبر من الزيت فيعمل المنظم إلى حجب الكميات الزائدة وإعادتها إلى خزان الزيت ويعتبر جزء من مضخة الزيت ويكون صمام التحكم أما على شكل كرة أو زنبرك أو مكبس يضغط عليهم نابض للتحكم في ضغط الزيت، حيث عندما يصل ضغط الزيت إلى الحد المطلوب ينفتح الصمام ويسمح بالزيت الزائد بالرجوع إلى الخزان كما مبين في شكل (٤ -٤).

www.alkottob.com



شكل (٤ -٤) صمام ضغط الزيت مفتوح ومغلق

ممرات الزيت

وهي عبارة عن مسارات ضيقة في جسم ورأس المحرك بغية إيصال الزيت الذي ضخ بمضخة الزيت للوصول إلى الحوامل والأجزاء المتحركة مثل حوامل عمود المرفق والكامات وروافع الصمامات والكراسي والمحاور .

مرشح الزيت(OIL FILTER)

ويستخدم نوعان من دوائر مرشحات الزيت وهي:

١. المرشح ذو الانسياب التام.

٢. المرشح ذو مجرى التحويل.

www.alkottob.com

(١) المرشح ذو الانسياب التام :

وفيه يوضع المرشح على العصب الرئيسي "على التوالي" ولذلك يتم ترشيح كل الزيت بعد تسليمه من المضخة.

وباستخدام المرشح ذو الانسياب التام يرشح على الزيت الذي تورده المضخة قبل أن يذهب إلى أجزاء المحرك ويمر الزيت في جسم المرشح ثم إلى الداخل في مركز حشو المرشح وتحجز الشوائب والمواد الغريبة خارج الحشو.

ويمر الزيت النظيف من داخل المرشح إلى مجاري الزيت الخارجية العصب الرئيسي في المحرك ويزود دائماً بصمام تحويل "غير قابل للضبط هذا الصمام غير قابل للضغط في رأس المرشح ذو الانسياب التام حتى إذا ما أصبح الحشو مسدود أو الزيت بارد يدفع ضغط الزيت الصمام ليتفتح ويستمر الزيت في دورته ويصمم صمام التحويل في العادة بحيث يفتح ما بين ١٥ – ٢٠ رطل/بوصة مربعة. انظر الشكل رقم (٤ -٥).

شكل ٦_٥ مقطع مرشح الزيت

الشكل رقم (٤ -٥) فلتر

www.alkottob.com

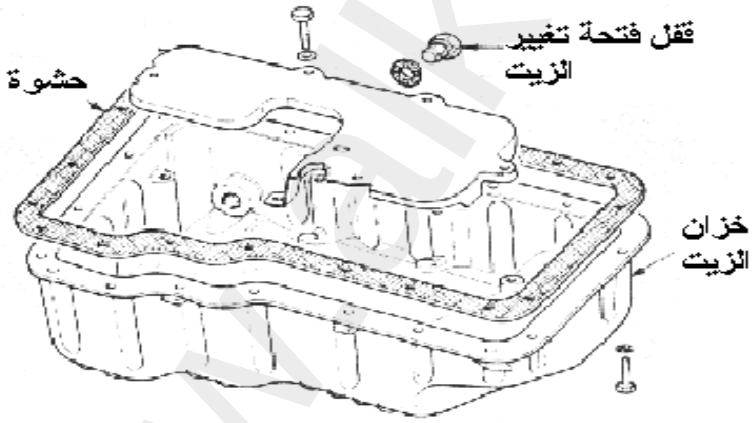
مرشح الزيت ينقي الزيت كلياً ثم يدفعه إلى المحاور الرئيسية وعند انسداد ممرات الزيت يتم فتح بلف الإرجاع ليدفع الزيت دون تنقية إلى كراسي المحرك أما الزيت ذا الضغط الزائد عن الحاجة يفتح ملف الأمان ليعود الزيت مرة أخرى إلى حوض الزيت.

(٢) المرشح ذو مجرى التحويل:

وفيه يوضع المرشح على التوازى في عصب فرعي وفي هذه الحالة يتم ترشيح جزء من الزيت الخارج من المضخة فقط ويلاحظ أن مرشح الزيت يستقبل نسبة بسيطة فقط من ناتج مضخة الزيت ويمر الزيت من المرشح ذو مجرى التحويل خلال فوهة صغيرة معايرة. بعد المرور خلال المرشح يصفي هذا الزيت ليعود ببساطة إلى حوض الزيت (أي أن جميع الزيت داخل حوض الزيت نقي).

خزان الزيت

وهو عبارة عن وعاء يقع في أسفل المحرك لتجميع الزيت وإعادة ضخه للمحرك للتزييت بالطرق المختلفة ويصنع من الحديد أو الألمنيوم وتوجد فيه حواجز لمنع الحركة المستمرة للزيت مع حركة السيارة .

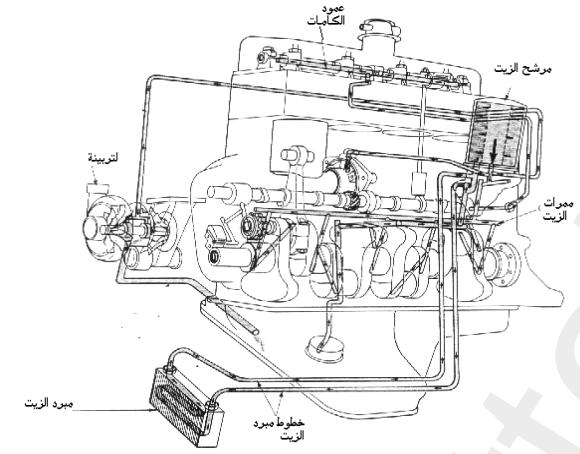


خزان الزيت

www.alkottob.com

مبرد الزيت

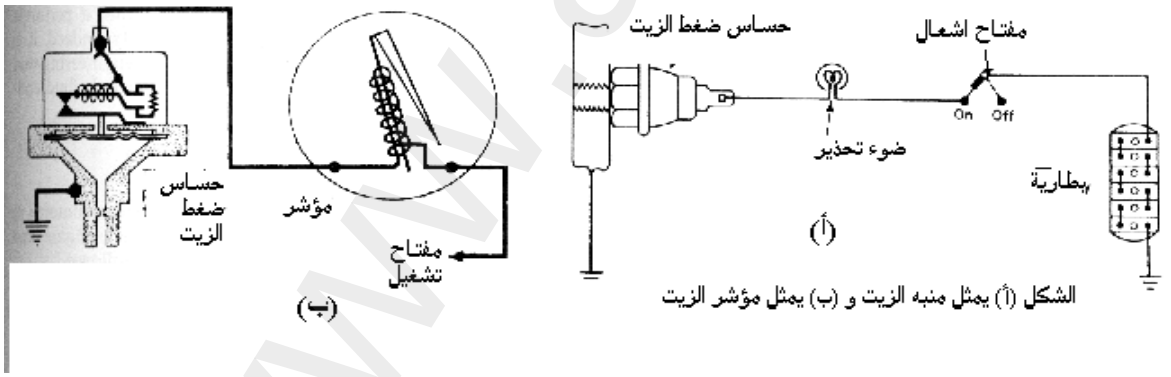
ويوجد في بعض السيارات مبادل حراري (مشع)، كالذي يكون للماء ، من اجل تبريد الزيت عند ارتفاع درجة حرارته عن الحد المطلوب ويكون التبريد بالهواء كما في شكل رقم (٤ -٦).



شكل (٤ -٦) دورة زيت لمحرك شاحنة مع مبرد الزيت

مبين ضغط الزيت

وهو عبارة عن مؤشر أو ضوء تحذير للسائق أو معا ويحذر من أن ضغط الزيت في المحرك ضعيف ويتطلب إيقاف المحرك وإجراء الفحص السريع وألا أدى ذلك إلى تلف المحرك وبين شكل رقم (٤ -٧) بين تركيب مؤشر وضوء النذير لضغط الزيت .



الشكل (أ) يمثل منبه الزيت و (ب) يمثل مؤشر الزيت

شكل (٤ -٧) مؤشر ومنبه الزيت

www.alkottob.com

الملخص

نظام التزييت يستخدم مضخة الزيت لضخ الزيت إلى باقي أجزاء المحرك لتقليل الإحتكاك بين الأجزاء المتحركة والدوارة لتقليل التآكل وكذلك له دور ثانوي في التبريد أيضا . وتمثل لزوجة الزيت قدرة الزيت على الانسياب ويوجد زيوت متعددة اللزوجة .

ويضخ الزيت بواسطة نوعين رئيسين من مضخات الزيت وهما المضخة الدوارة والمضخة ذات المسننات وهما يضخان الزيت عبر الممرات إلى باقي أجزاء المحرك .

ويتم تغيير زيت المحرك والمرشح بحدود (٦٠٠٠) كيلومتر وقد تقل المسافة حسب الظروف الجوية .

www.alkottob.com

المصطلحات بهذا الباب

Oil pump	مضخة الزيت
Oil relief valve	صمام الأمان
Oil filter	مرشح الزيت
Oil cooler	مبرد الزيت
Oil pressure gauge	مؤشر ضغط الزيت
Pick up Screen	مرشح الزيت المعدني
Oil plug	فقل تغيير الزيت

www.alkottob.com

تمرينات للمراجعة

١ - اذكر أنواع التزييت ؟
٢ - اذكر أجزاء دورة الزيت ووظيفة كل جزء ؟
٣ - اذكر أنواع الإضافات التي تضاف إلى الزيت ؟
٤ - اذكر أنواع التزييت داخل المحرك ؟
٥ - اذكر أنواع زيوت المحرك المستخدمة ؟
٦ - اشرح أنواع مضخات التزييت ؟
٧ - اشرح طريقة عمل مؤشر الزيت ؟

www.alkottob.com

محركات ١

نظام الإشعال

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الجدارة: التعرف على أنظمة وأساسيات الإشعال المختلفة .

الأهداف:

عند إكمال هذه الوحدة يكون المتدرب قادراً على :

- أجزاء نظام الإشعال التقليدي.
- توقيت الإشعال.
- أجزاء أنظمة الإشعال الإلكترونية .
- أنظمة الإشعال الإلكترونية.
- طرق تشغيل أنظمة الإشعال المختلفة المستخدمة في السيارات.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٥٪ .

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات .

الوسائل المساعدة: جهاز عرض (بروجكتر) .

متطلبات الجدارة:

- اجتياز ورش تأهيلية .

www.alkottob.com

مقدمة

في هذه الوحدة سوف يتم شرح أنظمة الإشعال المختلفة ودراستها ، حيث أن نظام الإشعال يعتبر من أهم الأنظمة بالمحرك إذيقوم بتوليد الشرارة اللازمة لحرق الشحنة بداخل غرفة الاحتراق لإعطاء الطاقة الكافية لإدارة المحرك . تنقسم أنظمة الإشعال إلى نوعين هما الإشعال التقليدي و الإشعال الإلكتروني الذي بدورة ينقسم إلى عدة أنواع سوف نذكرها . يتكون نظام الإشعال التقليدي من عدة أجزاء هي : البطارية ، مفتاح الإشعال ، ملف الإشعال ، موزع الإشعال ، قاطع التلامس ، أثقال الطرد المركزي للتحكم في تقديم وتأخير الشرارة ، مكثف الإشعال ، كيابل شمعات الإشعال ، شمعات الإشعال . أما أنظمة الإشعال الإلكترونية فتتكون من الأجزاء التالية : البطارية ، مفتاح الإشعال ، ملف الإشعال ، موزع الإشعال ، مولد النبضة الحثي ، صندوق أو وحدة التحكم الإلكتروني ، كيابل شمعات الإشعال ، شمعات الإشعال . تنقسم أنظمة الإشعال الإلكترونية إلى أنواع عديدة هي : نظام الإشعال النصف إلكتروني ، نظام إشعال مولد النبضة الحثي ، نظام إشعال مولد هول للنبضة ، نظام الإشعال بدون موزع ، وأخيرًا نظام الإشعال بتفريغ المكثف والذي يستخدم فقط في سيارات السباق والسيارات الرياضية . بعد الانتهاء من دراسة أنظمة الإشعال بهذه الوحدة سوف يكون هناك ملخص شامل لما تحتوي عليه هذه الوحدة وتمارين تحدد مستوى الطالب وتقييمه ومعرفة مدى إلمامه بهذه الأنظمة وكذلك تحديد وتوضيح للمصطلحات اللازمة لأنظمة الإشعال .

والله ولي التوفيق ، ، ، ،

www.alkottob.com

تبدأ عملية الاحتراق في إسطوانة محرك السيارة عن طريق شرارة ،فينفجر خليط الهواء /الوقود المضغوط داخل الأسطوانة. نظام الإشعال هو مصدر هذه الشرارة التي تبدأ انفجارات خليط الهواء و الوقود.

الغرض من نظام الإشعال في السيارة هو :

١. إعداد التيار الكهربائي ذات الجهد العالي لحدوث شرارة قوية بين قطبي شمعة الاحتراق.
٢. تنظيم توقيت حدوث الشرارة.
٣. توزيع الشرارة على إسطوانات المحرك حسب ترتيب الإشعال.

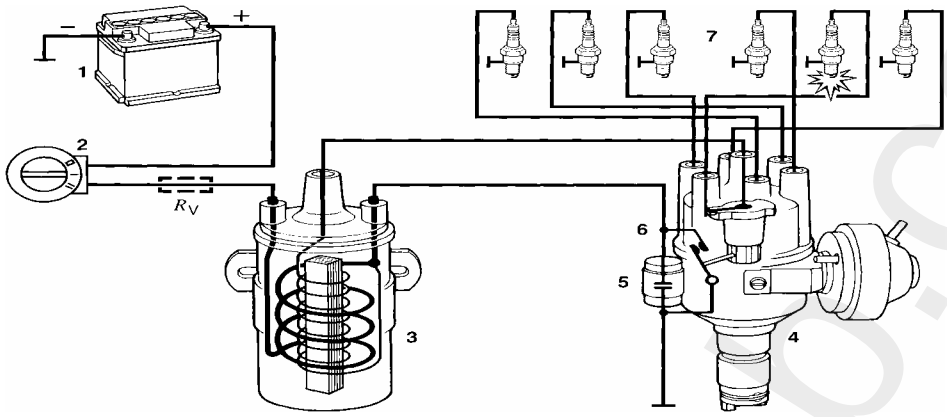
نظام الإشعال التقليدي

أجزاء نظام الإشعال التقليدي

يتكون نظام الإشعال التقليدي من الأجزاء التالية : (شكل ٥ -١)

١. البطارية.
٢. مفتاح الإشعال.
٣. ملف الإشعال.
٤. الموزع.
٥. المكثف.
٦. قاطع التلامس.
٧. شمعات الإشعال.

www.alkottob.com



شكل ٥ -١ يوضح دائرة الإشعل التقليدي و أجزائها.

كما يوضح الشكل أيضاً أن نظام الإشعال التقليدي يحتوي على دائرتين و هما :

١. الدائرة الابتدائية أو دائرة الضغط الكهربائي المنخفض.

٢. الدائرة الثانوية أو دائرة الضغط العالي.

١ – الدائرة الابتدائية

تتكون الدائرة الابتدائية أو دائرة الضغط الكهربائي المنخفض من الأجزاء التالية و هذا حسب اتصالها ببعض بالتوالي :

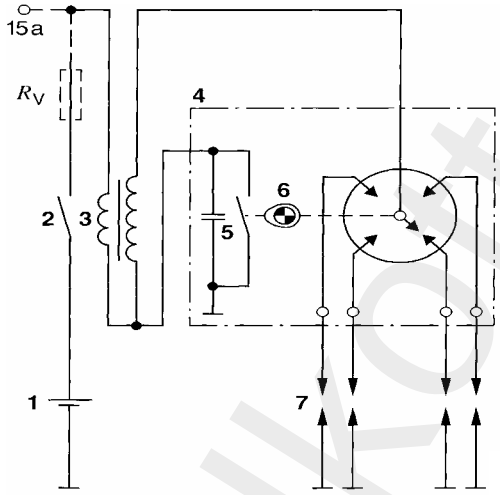
- البطارية.
- الملف الابتدائي.
- قاطع التلامس (قاطع التيار).
- المكثف.

www.alkottob.com

ب – الدائرة الثانوية

و تتكون الدائرة الثانوية أو دائرة الضغط العالي كما هو موضح في الشكل ٥ -٢ من الأجزائ التالية (حسب اتصالها ببعض بالتوالي):

- الملف الثانوي.
- موزع الشرر.
- الأسلاك (الموصلة للضغط العلي لشمعات الإشعال).
- شمعات الإشعال.



شكل ٥ -٢ يوضح الدائرة الثانوية بدائرة الإشعال

١. البطارية.

٢. مفتاح الإشعال.

٣. ملف االإبتدائي.

٤. الموزع.

٥. المكثف.

٦. الكامة.

٧. الشمعات.

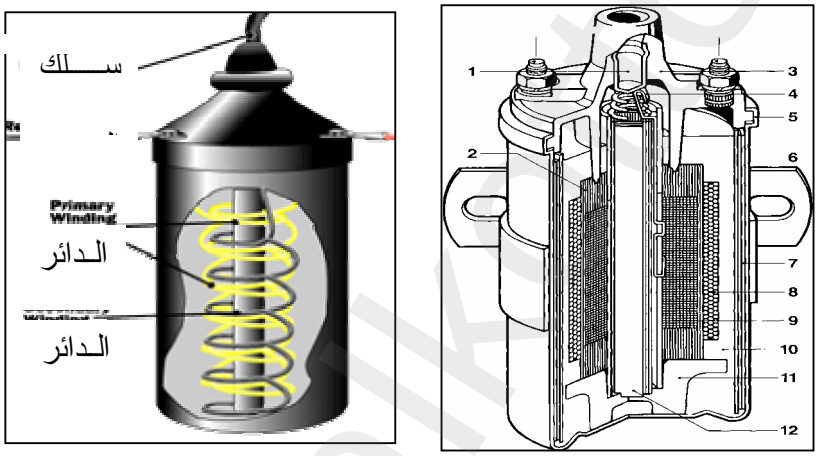
www.alkottob.com

ملف الإشعال (IgnitionCoil)

ملف الإشعال هو عبارة عن محول كهربائي. يحول ملف الإشعال جهد البطارية المنخفض (١٢ فولت) إلى جهد الإشعال العالي ويتراوح بين ٢٠٠٠٠ إلى ٥٠٠٠٠ (فولت).

يتكون ملف الإشعال (شكل ٥ -٣) من قلب من رقائق الحديد المطاوع يحمل اللفيفة الثانوية ذات العدد الكبير من اللفات المصنوعة من سلك النحاس المعزول الرفيع. وتقع فوقها اللفيفة الإبتدائية ذات العدد القليل من الفات المصنوعة من سلك النحاس أكبر قطراً من سلك الملف الثانوي. ويلف هذان الملفان أحدهما داخل الآخر كما بالشكل حيث يلف الملف الثانوي أولاً حول

القلب الحديدي ثم يلف حوله الملف الابتدائي. ويوجد بداخل بعض أنواع الملفات الإشعال زيت لتبريد الحرارة الناتجة عن مرور التيار الكهربائي ذات الجهد العالي

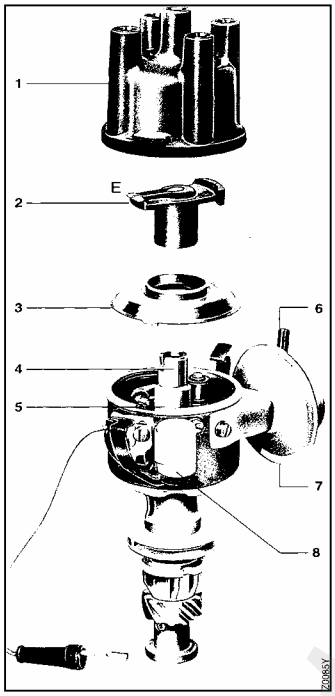


شكل ٥ -٣ مكونات ملف

موزع الشرر (Distributor)

يقوم موزع الشرر بفتح و قفل الدائرة بين البطارية و ملف الإشعال. كذلك يقوم موزع الشرر بتوزيع تيار الجهد العالي على شمعات الإشعال و تنظيم توقيت إشعال الشرارة حسب ترتيب الحريق في المحرك و يتم ذلك بواسطة العمود الدائر للموزع و العضو الدوار(الشاكوش) و غطاء الموزع. ويتكون موزع الشرر من الأجزاء الآتية كما هو مبين في الشكل ٥ -٤ :

www.alkottob.com



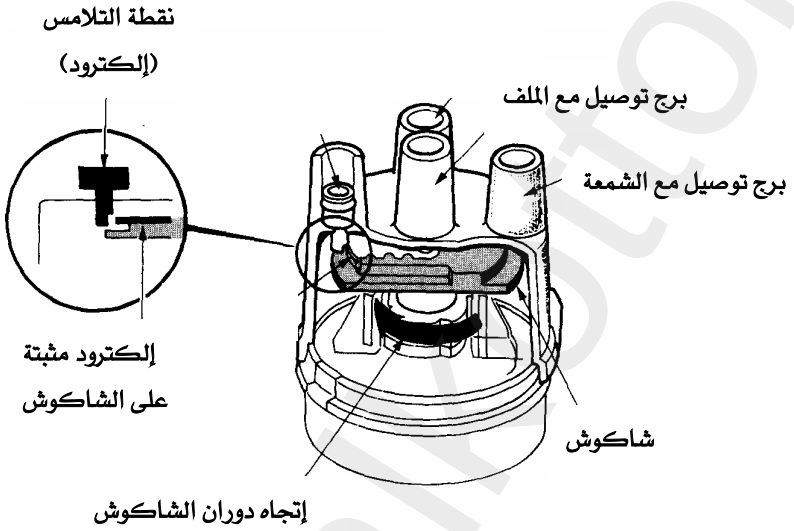
شكل ٥ -٤ أجزاء موزع الشرر

١. غطاء الموزع.
٢. العضو الدوار (الشاكوش).
٣. غطاء حافظ.
٤. العمود الدائر.
٥. حدبات القطع (كامة).
٦. أنبوب الضغط المنخفض.
٧. منظم التوقيت بالضغط المنخفض.
٨. المكثف.
٩. قاطع التلامس. (البلاتين)

www.alkottob.com

١. غطاء موزع الشرر و عمود الدائر

يقوم غطاء موزع الشرر بتوجيه تيار الملف الثانوي (الجهد العالي) من الملف إلى شمعات الإشعال حسب ترتيب الحريق داخل كل إسطوانة و يكون لمرة واحدة كلما دار العمود الدائر دورة كاملة. يوجد في داخل لغطاء عدد من نقاط تلامس نحاسية بقدر عدد إسطوانات المحرك . توزع هذه النقاط على محيط الغطاء حيث تستقبل تيار الجهد العالي من العضو الدوار (الشاكوش). تيار الجهد العالي يسري من الملف الثانوي لملف الإشعال ثم إلى غطاء الموزع فشريحة النحاس المثبتة على الشاكوش فإلى نقاط التلامس النحاسية بالغطاء و أخيراً إلى الشمعات شكل ٥ -٥.



شكل ٥ -٥ غطاء الموزع والشاكوش

ويلاحظ بأن تيار الجهد العالي ينتقل من شريحة الشاكوش إلى نقاط التلامس عبر ثغرة (شرارة) و هذا سبب وجود خلوص بمقدار ٠,٠٢٥مم بين شريحة الشاكوش و نقطة التلامس عندما يكون الغطاء فوق الموزع.

www.alkottob.com

قاطع التلامس (الأبلاتين) (Contact Breaker)

يقوم قاطع التلامس بدور أساسي في دورة الإشعال فهو يقوم بتقطيع التيار الكهربائي المنخفض بالدائرة الابتدائية، يسري تيار الدائرة الابتدائية المنخفض الجهد من البطارية إلى مفتاح الإشعال فالملف الإبتدائي بملف الإشعال فالقطب الموجب لقاطع التلامس، فالقطب السالب فالأرض حيث تكمل الدائرة الابتدائية، و عن طريق حدبات القطع (كاماة الموزع) يتم إبعاد القطب المتحرك لقاطع التلامس مما يأدي إلى تلاشي المجال المغنطيسي وإحداث تيار تأثيري عالي الجهد في الدائرة الثانوية مما يأدي بدوره الى انطلاق شرارة الإشعال عند قطبي شمعة الإشعال.

ويتطلب الأمر في المحركات متعددة الإسطوانات توزيع جهد الإشعال النبضي، الناشئ عند قطع التيار الابتدائي في ملف الإشعال، على شموع الإشعال في مختلف الإسطوانات طبقاً لتسلسل معيين. و تصمم حدبات القطع - التي يتحكم فيها عمود حدبات المحرك - بحيث يكون عدد رئوسها مناظراً لعدد الأسطوانات. الشكل ٥ -٦ يوضح أجزاء قاطع اللامس.

شكل ٥ -٦ أجزاء قاطع التلامس (بلاتين)

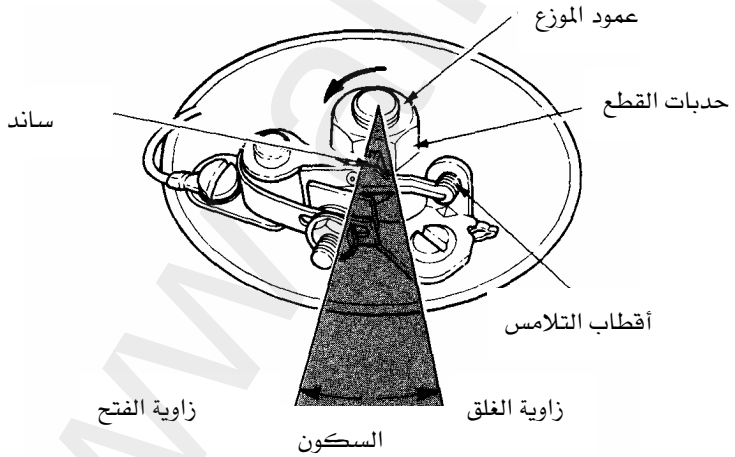
www.alkottob.com

زاوية السكون (Dwell Angle)

وهي الزاوية التي يدورها عمود الموزع أو الكامة منذ لحظة غلق قاطع التلامس و حتى إعادة فتحه مرة أخرى، فهي قياس لزمن تلامس أقطاب قاطع التلامس و مقدار الزاوية يقدر بعدد إسطوانات المحرك. فتقل زاوية السكون كلما إزداد عدد مرات الفتح و الغلق في الدورة الواحدة لعمود الموزع. الشكل ٥ -٧ يبيين نظام قاطع التلامس و زاوية السكون.

ويلاحظ أن هناك علاقة بين مقدار زاوية السكون و بين خلوص نقاط التلامس، فكلما كبرة زاوية السكون، كلما صغر خلوص نقاط التلامس. وكلما قلت زاوية السكون زادخلوص نقاط التلامس. بزيادة قيمة الخلوص عن القيمة المقررة فإن فترة تلامس النقاط تقل مما يؤدي إلى نقص قيمة التيار في الدائرة الابتدائية و بالتالي ضعف الجهد التأثيري فيصبح غير كافٍ لإحداث شرارات قوية بالشمعات و من ثم ينشأ إخفاق في دوران المحرك عند السرعات العالية، و تنشأ ظاهرة الحريق الخلفي (Back Fire)نتيجة خروج شحنات الوقود دون حريق من الإسطوانة و احتراقها بمجموعة العادم.

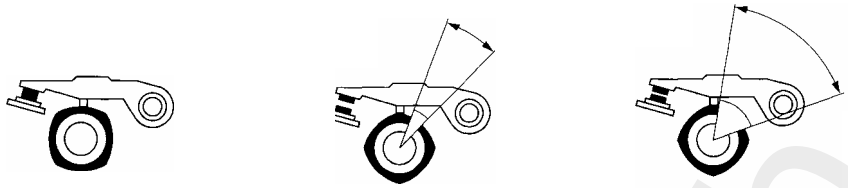
وفي حالة نقص قيمة الخلوص عن القيمة المقررة فإن فترة تلامس نقاط قاطع التلامس تزداد كما تزداد فترة مرور التيار الابتدائي عبر نقاط التلامس حيث تحترق و تتآكل نقاط التلامس بسرعة و قد ينعدم أو يقل توصيلها الكهربي مما يسبب للمحرك إخفاق في الدوران



شكل ٥ -٧ نظام قاطع التلامس و زاوية السكون.

www.alkottob.com

عند جميع السرعات و يحدث أيضاً حريق خلفي. الشكل ٥ -٨ يوضح العلاقة بين خلوص نقاط التلامس و زاوية السكون.



شكل ٥ -٨ العلاقة بين خلوص نقاط التلامس و زاوية السكون.

المكثف (Condenser)

يتكون المكثف من مجموعة من رقائق (ألواح) معدنية و بينها شرائح عازلة، و تلف كل من الرقائق و العوازل على شكل أسطوان و تحفظ هذه المجموعة داخل علبة أسطوانية الشكل من الألمنيوم (أو أي معدن آخر) و يتصل أحد طرفي الرقائق من الداخل بالعلبة و يصبح سالباً بينما الطرف الآخر يتصل بسلك متصل بالملف الإبتدائي. الشكل ٥ -٩ يبين أجزاء المكثف.

تستعمل المكثفات لتخزين الطاقة الكهربائية وبعد ذلك مباشرة تعود هذه الطاقة في عكس الإتجاه الأول.

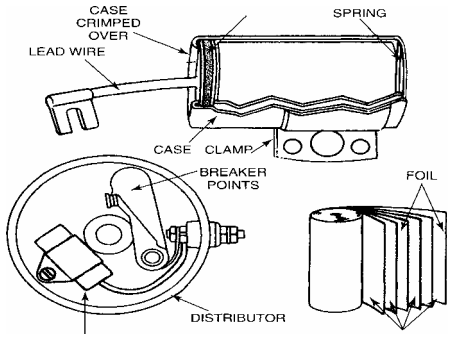
للمكثف فائدتين مهمتين و هما :

- يعمل على زيادة القوة الكهربائية الدافعة المستنتجة في الملف الثانوي. فعند قطع دائرة الملف الابتدائي بواسطة قاطع التلامس يحدث تفريغ للطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف في عكس اتجاه التيار الأصلي و هذا يأدي إلى سرعة تلاشي المجال المغناطيسي الناشئ عند مرور تيار البطارية بالملف الابتدائي.

- يحمي نقاط التلامس من الحريق و التلف من الشرارة التي تحدث على قاطع التلامس عند توصيل و قطع التيار فيمتص و يخزن الطاقة الكهربية.

www.alkottob.com

و أي عيب في المكثف يؤدي لتلف قاطع التلامس سريعاً و ضعف الشرارة بحيث لا تكفي لإشعال خليط الوقود بالأسطوانة أو لعدم حدوث الشرارة بالمرة.



شكل ٥ -٩ أجزاء المكثف.

شمعة الإشعال

تقوم الشمعة بإشعال خليط الوقود و الهواء بأسطوانات محرك البنزين و ذلك عن طريق تفريغ كهربائي عالي الجهد على هيئة شرارة تمر عبر قطبي الشمعة في غرفة الحريق داخل المحرك.

و تخضع شمعة الإشعال في عملها لشروط تشغيل قاسية و متغييرة ، حيث يتغير الضغط و درجة الحرارة في غرفة الحريق، إذ يقتضي تمدد أجزاء شموع الإشعال الناتج عن التسخين متطلبات عالية في خواص مواد العزل الخزفية و إحكام منع تسرب الغازات من شمعة الإشعال.كما يجب أن تكون الأجسام العازلة ذات مقاومة عالية للإجهادات الميكانيكية ضد الضغط، و الصدمات و الطرق، وذات موصولية حرارية جيدة و قدرة عزل كهربائية عالية.

وتثبت شمعات الإشعال في المحرك برأس الإسطوانات بحيث يتم احراق خليط الوقود و الهواء بسرعة و كفاءة.

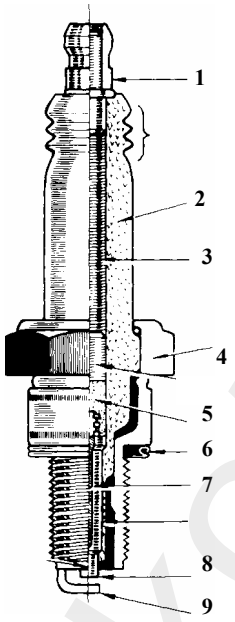
www.alkottob.com

تتكون شمعة الإشعال من الأجزاء الأساسية التالية:

١. جسم من الصلب (Steel Shell) بقطب جانبي (Side Electrode) توصيله الكهربي سالب أي متصل بجسم المحرك.

٢. العازل (Insulator) و يصنع من الخزف

٣. قطب مركزي (Central Electrode)



١. صامولةربط السلك.

٢. العازل

٣. القطب المركزي

٤. الصامولة سداسيه.

٥. كتلة مصهر.

٦. حلقة إحكام.

٧. لولب الربط.

٨. القطب المركزي (الموجب)

٩. القطب الجانبي (الأرضي)

www.alkottob.com

تصنيف شمعات الإشعال

يتم تصنيف شموع الإشعال حسب المقاسات والتصميم والخواص الحرارية. أما الخواص التصميمية ومقاسات شمعة الإشعال فهذا يعتمد على الشركة المصنعة و نوع المحرك. و أما الخاصية الحرارية فتعتمد على مسار نقل الحرارة من القطب المركزي إلى جدار الأسطوانةحيث مياه التبريد أو التبريد الهوائي.

فكلما زاد طول مقدمة الشمعة كلما كانت الشمعة ساخنة و ذلك لأن مسار الحرارة من مقدمة الشمعة لجسم الملامس لجدار الإسطوانة وماء التبريد يصبح طويلاً و بالتالي يبطئ تسرب الحرارة و تظل الشمعة ساخنة نسبياً و تسمى شمعة ساخنة (Hot Plug). (شكل ٥ -١٠)

و يكون الشكل الداخلي للشمعة الساخنة مخروطي و ذلك لأن الشكل المخروطي بطيء نسبياً في تهريب الحرارة.

و كلما نقص طول مقدمة الشمعة كلما قصر مسار الحرارة من القطب المركزي لجدار رأس الإسطوانة يتحسن نقل الحرارة و تبقى باردة و تسمى شمعة باردة (Cold Plug).

- إستعمالات الشمعات الباردة

تستعمل الشمعات البارداة في المحركات الآتي:

١. المحركات ذات نسبة الإنضغاط العالية.
٢. المحركات ذات السرعة العالية.
٣. المحركات التي تعمل لفترات طويلة و بأحمال عالية.
٤. محركات الخدمة الشاقة.
٥. محركات التبريد الهوائي و محركات الموتورسيكلات.

استعمالات الشمعات الساخنة

تستعمل هذه الشمعات في المحركات التالية:

١. محركات السيارات التي تعمل في جو بارد أو في الشتاء أو بداخل المدن، لأن درجة حرارتها لا تصل إلى درجة التشغيل المعتادة.
٢. المحركات التي تعمل عند أحمال عالية و لكن لفترات قصيرة.

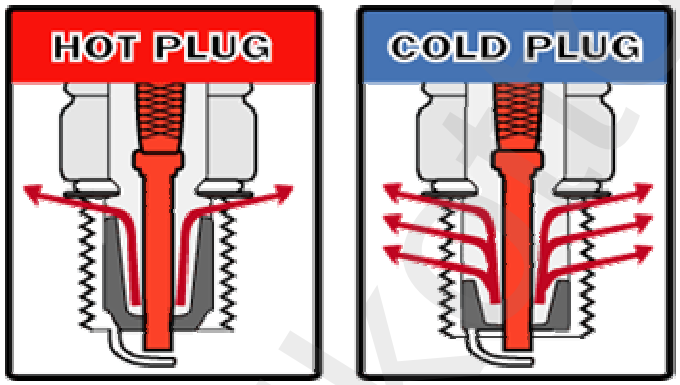
www.alkottob.com

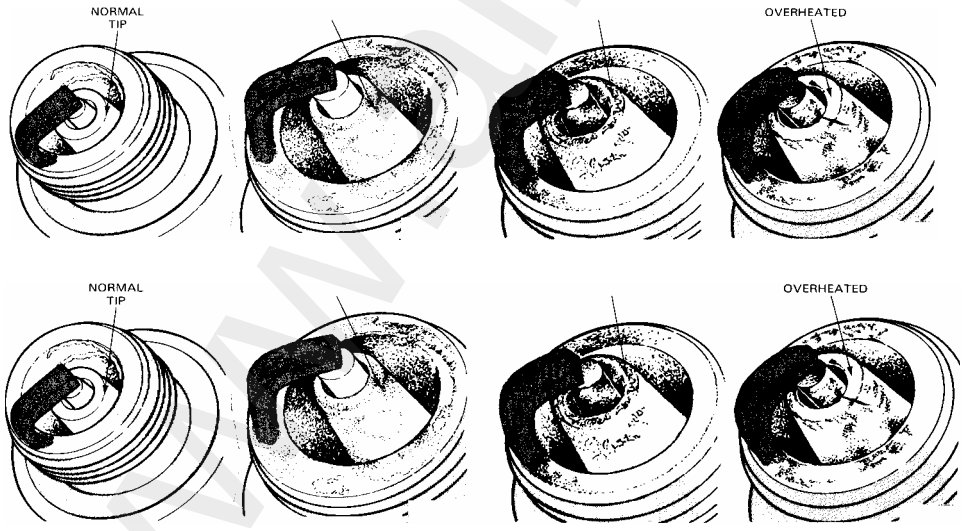
٣. المحركات المستهلكة ذات الخلوصات الزائدة و ذلك كعلاج مؤقت لحين عمل عمرة شاملة للمحرك ففي هذه المحركات يتسرب زيت المحرك لغرفة الحريق عبر حلاقات المكبس المتآكل مما يؤدي لتكوين كربون على مقدمة الشمعة، و لذلك يجب أن تكون الشمعة ساخنة حتى تقوم بحرق هذا الكربون، و إلا أدى إلى إعاقة الإشعال وقفز الشرارة.

٤. المحركات التي تعمل معظم فترة تشغيلها عند أحمال متوسطة.

٥. المحركات ذات النسب الإنضغاط المنخفضة و السرعات القليلة.

شكل ٥ -١٠ شمعات الساخنة و الباردة





www.alkottob.com

توقيت الشرارة و تنظيمها

يجب أن تحدث شرارة الإشعال تأثيرها عند وضع معيين من الكباس، لكي تشعل خليط الوقود والهواء. و يعطى توقيت الإشعال من قبل الشركة المنتجة للمحرك، أما بالمليمتر من طول شوط الكباس أو بالدرجة من زاوية المرفق، مقاسة من النقطة الميتة العليا. يضبط توقيت الإشعال حسب سرعة المحرك و كذلك حسب الحمل على المحرك.

- **ضبط توقيت الإشعال حسب السرعة**

كلما زادت السرعة قل زمن المشوار للمكبس و لإعطاء الشحنة زمناً كافياً للإحتراف قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العالية (ن.م.ع) يجب تقديم ميعاد الشرارة كلما زادت السرعة. و يقوم بهذا العمل منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي.

- **طريقة عمل منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي :**

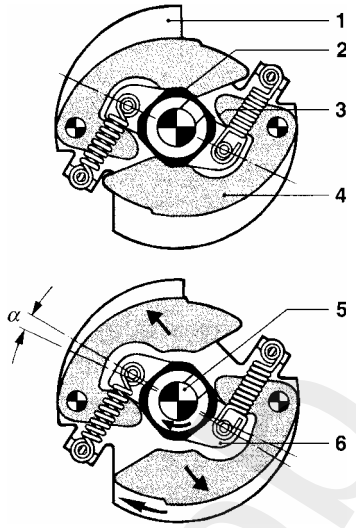
عندما يتجاوز عمود المرفق و كذلك عمود الموزع عدداً معيناً من الدورات في الدقيقة فإن أوزان الطرد المركزي يندفعان نحو الخارج بتأثير القوة الطاردة المركزية ضد شد النابض وتنتقل حركة الأوزان إلى التابع أو لوحة الكامة التي تحرك معها الكامة حركة زاوية في اتجاه الدوران. و بذلك تسبق الكامة وضعها الأصلي فيتقدم موعد الشرارة تدريجياً حسب ازدياد السرعة. أما عندما تقل السرعة تعود أوزان الطرد المركزي للانضمام إلى بعضها بتأثير شد النابض فتتأخر الشرارة نسبياً كلما نقصت السرعة.

يوجد منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي داخل موزع الإشعال بأسفل لوحة قاطع التلامس، و يكون مثبتاً على عمود الموزع ذاته. الشكل ٥ -١١ يبين الأجزاء المكونة لمنظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي.

ضبط توقيت الإشعال حسب الحمل على المحرك

عندما يكون الحمل خفيفاً تكون فتحة الخانق ضيقة. لذلك لا تمتلىء الإسطوانة بالشحنة تماماً و ينخفض الضغط داخلها نسبياً. و لذلك تكثر نسبة العادم المتخلفة في الشحنة الجديدة نسبياً. و يؤدي كل من إنخفاض الضغط داخل الإسطوانة و كثرة العادم المتخلف في الشحنة الجديدة إلى الحاجة لزمن أطول لحرق الشحنة. فلذلك يجب تقديم الشرارة كلما خف الحمل و التأخيرها كلما ازداد الحمل.

www.alkottob.com



لوحة حاملة

حدبات القطع

نابض شد

أوزان الطرد المركزي

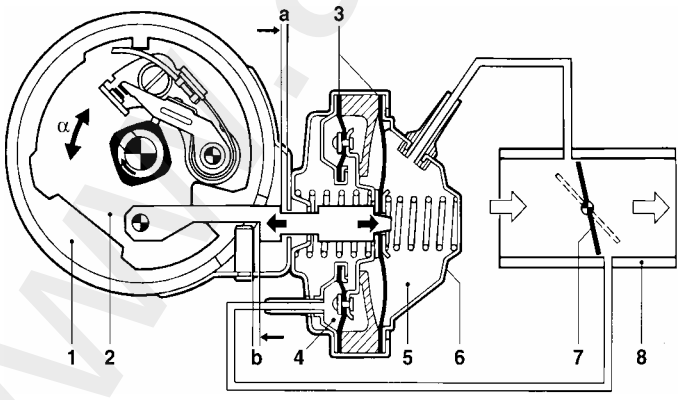
عمود الموزع

التابع

شكل ٥ -١١ أجزاء منظم توقيت الإشعال بالطرد المركزي

- **طريقة عمل منظم توقيت الإشعال بالضغط المنخفض (بالخلخلة) :**

عندما يكون الحمل كبيراً تكون فتحة الخانق كبيرة و لا يكون خلخلة كبيرة على الغشاء المرن فلا يتحرك. و عندما يكون الحمل خفيفاً تكون فتحة الخانق صغيرة و تحدث خلخلة كبيرة بغرفة الضغط و بمساعدة الضغط الجوي الموجود داخل الغرفة يتحرك الغشاء المرن جهة اليمين ضد ضغط النابض (الياي) و يقوم الذراع بتحريك لوحة (صفيحة) القاطع بحركة زاوية ضد ضغط النابض مسببة بذلك تقديم موعد الشرارة. (شكل ٥ -١٢)



www.alkottob.com

موزع الشرارة

١. لوحة قاطع التمس .
٢. غشاء الضغط.
٣. غرفة الضغط لتأخير الشرارة.
٤. غرفة الضغط لتقديم الشرارة.
٥. جسم منظم توقيت الإشعال بالضغط المنخفض.
٦. صمام الخانق.
٧. مدخل الهواء الرئيسي Intake manifold .

نظام الإشعال الإلكتروني

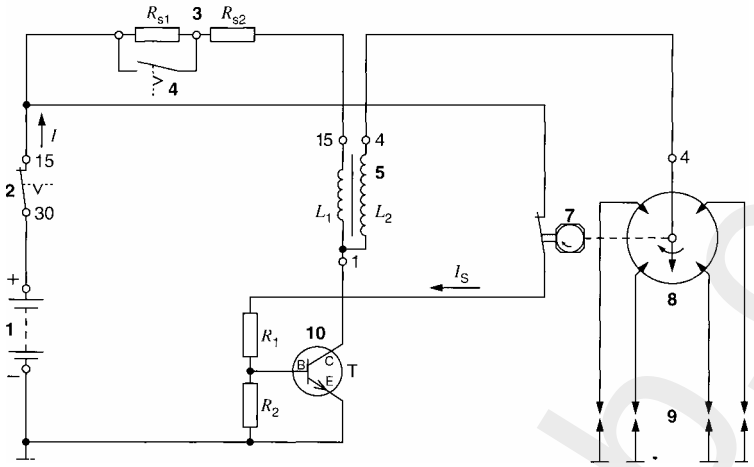
تستلزم المحركات الحديثة سريعة الدوران متطلبات معينة في الإشعال بالبطارية لا يمكن أن يحققها قاطع التلامس. لذا فقد حلت عناصر تركيب أشباه الموصلات الإلكترونية محل قاطع التلامس الميكانيكي في نظام الإشعال الحديث. و لعناصر تركيب أشباه الموصلات الإلكترونية عدة ميزات نذكر منها:

- الحصول على جهد إشعال عالي و شرارة قوية حتى عند أقصى سرعة دوران المحرك.
- عمر أطول، حيث لا يوجد أي احتراق لنقاط التلامس.
- لا يحتاج إلى صيانة لأنه يستعمل مفتاح إلكتروني خالي من التعويق.
- أعطال إشعال أقل في ظروف السير الصعبة (التشغيل في الطقس البارد، و التشغيل عند ازدحام الطريق السريع .....إلخ).

تنقسم أنظمة الإشعال الإلكترونية إلى قسمين رئيسين :

- الإشعال التارنزستوري بالملف (شكل ٥ -١٣) المتحكم فيه بنقاط التلامس (ميكانيكياً) أو بدون نقاط تلامس (تحكم إلكتروني كامل).
- الإشعال بالمكثف عالي الجهد أو بالثايرستور، الذي يكون التحكم فيه بنقاط تلامس أو بدون.

www.alkottob.com



شكل ٥ - ١٣ دائرة التوصيل لمجموعة الإشعال الترنزستوري.البطارية.

أجزاء ذاكرة الأشعال النصف الألكتروني كما بالشكل

١. البطارية
٢. مفتاح الإشعال.
٣. مقاومة الموازنة.
٤. مفتاح (تشغيل ببادئ الحركة)
٥. ملف الإشعال.
٦. قاطع التلامس.
٧. كامة الموزع.
٨. موزع الإشعال.
٩. شمعات الإشعال.
١٠. وحدةالتحكم

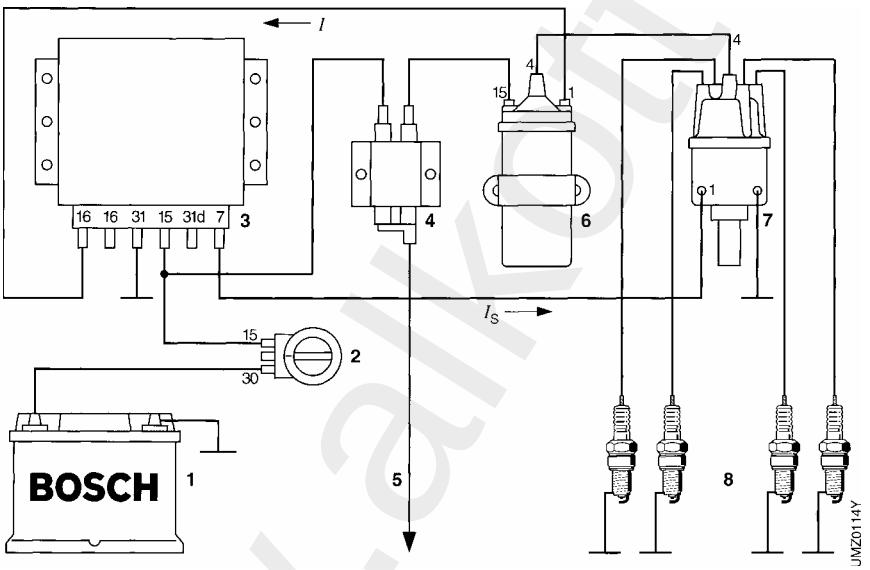
www.alkottob.com

نظام الإشعال الإلكتروني بقاطع التلامس (الإشعال الترانزستوري بقاطع التلامس)

Breaker-Triggered Transistorized Coil Ignition System (TCI)

في هذا النوع من الإشعال (شكل ٥ -١٤) يتم استخدام الترانزيستور كقاطع للتيار. استعمال الترانزيستور يسمح برفع التيار المار بالدائرة الابتدائية للإشعال ضعف ما يمكن الحصول عليه في حالة استخدام قاطع التلامس.

وفي هذا النوع من الإشعال لم يعد التيار الكهربائي الرئيسي يمر عبر نقطتي قاطع التلامس بل صار يمر عبر الترانزيستور، فأصبح هناك تيار ذو قيمة منخفضة جداً يسمى تيار التحكم في تشغيل الترانزيستور يمر عبر نقطتي قاطع التلامس و تبلغ قيمته ٠،٢ أمبير و بذلك أمكن التغلب على المشاكل الناتجة عن مرور التيار المرتفع بين نقطتي قاطع التلامس مما يؤدي إلى ضمان تشغيل أحسن و أطول عمراً لنقطتي قاطع التلامس.



شكل ٥ - ١٤ الإشعال الترنزستوري بالملف.

www.alkottob.com

نقطة الإشعال (Ignition Point)

تعتمد نقطة الإشعال على : -

١- سرعة المحرك (يجب أن يكون الإشعال مبكرًا كلما زادت سرعة المحرك)

٢- حمل المحرك .

أما توقيف الإشعال فيعتمد على : -

١ - إثقال الطرد المركزي.

٢ - جهاز نظام الخلخلة عند الحمل .

الدوافع خلف تطوير نظام الإشعال الألكتروني : -

هناك العديد من الأسباب التي أدت إلى تطوير نظام الإشعال الألكتروني نذكر بعض منها : -

١- حرق الخليط بشكل جيد داخل غرفة الأحتراق.

٢- تقليل إستهلاك الوقود.

٣- تقليل التلوث.

٤- تحسين قدرة المحرك ، عزم المحرك ، كفاءة المحرك.

٥- إطالة عمر المحرك.

٦- تقليل الصيانة.

تقديم الشرارة(Spark Advance)

يتم تقديم الشرارة بواسطة

١- نظام الخلخلة وذلك عند حمل المحرك.

٢- جهاز الطرد المركزي وذلك عند سرعة المحرك.

٣- في أنظمة الإشعال الألكتروني يتم تقديم الإشعال بواسطة درجة حرارة الخليط أو التغير في خليط النسخة .

www.alkottob.com

أهمية توقيت الإشعال في جميع أنظمة الإشعال سواءً ميكانيكياً أو إلكترونيًا هو تحديد نقطة الإشعال.

المكثف يجب أن يكون مشحون في الوقت المناسب قبل الوصول إلى نقطة الإشعال الحقيقية .

جهد الاحتراق (Firing Voltage)

العوامل المؤثرة على جهد الإحتراق : -

كيبل شمعة الإشعال ، شمعة الإشعال ، خلوص الشمعة ، الشحنة المضغوطة .

طاقة الإشعال (Ignition Energy)

تحتاج إلى 0.2mj ميجا جول من الطاقة لإشعال الخليط .

إذا كان الخليط غني أو فقير فإننا نحتاج إلى 0.3mj إذا كانت طاقة الإشعال غير كافية فإنه لن يحدث إشعال ويكون هناك فقد في الإشعال (الإحتراق)

Infulences on Ignition Carac-Teristics

العوامل التي تؤثر على خصائص الإشعال

١. الحث الجيد.
٢. سهولة تدفق الوقود إلى غرفة الاحتراق (Turbulence).
٣. فترة زمن الشرارة.
٤. طول شمعة الإشعال.
٥. كثافة تدفق الوقود (Turbulence) هو أهم المؤثرات في إحراق الشحنة..
٦. طول شمعة الإشعال.
٧. موقع شمعة الإشعال (يتم تحديدها عند تصميم نظام الإشعال) .

موقع شمعة الإشعال له تأثير على غازات العادم وخاصةً عند السرعة البطيئة .

طاقة الإشعال العالية وطول فترة زمن الإشعال لها أهمية في حالة الخليط الفقير .

عند مقارنة الإشعال التقليدي بالترانزستوري نلاحظ في الترانزستوري أن شرارته تقلل غاز HC وتحافظ على ثباته وبالتالي نعومة وانتظام دوران المحرك .

إذا كان هناك رطوبة في شمعات الإشعال أو كيابل الضغط العالي ينتج عن ذلك تقليل فترة زمن الإشعال وزيادة العادم وربما فقد إشعال كامل . هذا لايتم ملاحظته من قبل السائق ولكن بواسطة استهلاك وقود زائد وبالتالي تلف المحول الحفاز .

www.alkottob.com

Pollutant Emission

زاوية الإشعال A2 أو نقطة الإشعال لها تأثير مهم على كمية غازات العادم ، العزم ، استهلاك الوقود ، دوران المحرك ، أهم غازات العادم Hc الهيدروكربونات الغير محترقة ، Nox أكاسيد النيتروجين ، أول أكسيد الكربون Co .

الدق (Knocking tendency)

يكون هذا الدق بسبب نقطة الإشعال عند تقديمها أو تأخيرها .

إذا كان هناك تقديم في الإشعال فإنه يحترق الخليط عند نقاط مختلفة في غرفة الاحتراق وهذا يعني عدم انتظام احتراق الخليط وبالتالي يحدث الدق ويمكن سماعها عند السرعات المنخفضة للمحرك .

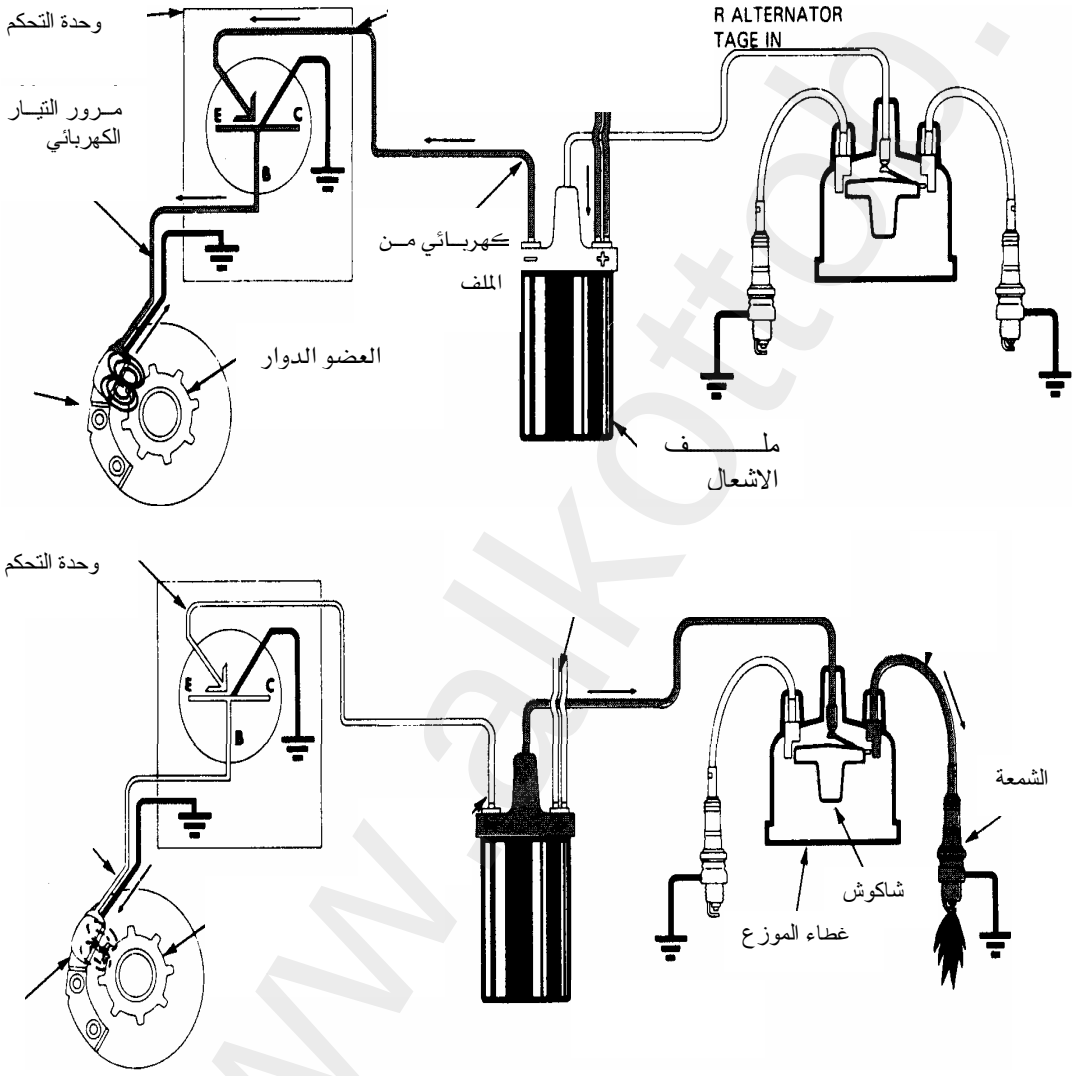
الدق يمكن أن يؤدي إلى تلف المحرك لذلك يجب إصلاحه بواسطة تحديد النقطة الأمثل للإشعال والوقود .

www.alkottob.com

الإشعال الإلكتروني الكامل – نظام مولد النبضة الحثي

Transistorised Coil Ignition with Inductive Pulse Generator.

يتمييز نظام مولد النبضة على نظام الإشعال التقليدي بحيث التحكم الإلكتروني. فيعطي مولد النبضة نبضات كهربائية ذات تيار متردد التي تتناسب في جهدها مع سرعة المحرك و عدد أسطواناته و بدون تلامس بين أجزاء هذه المولدات (شكل ٥ -١٥).



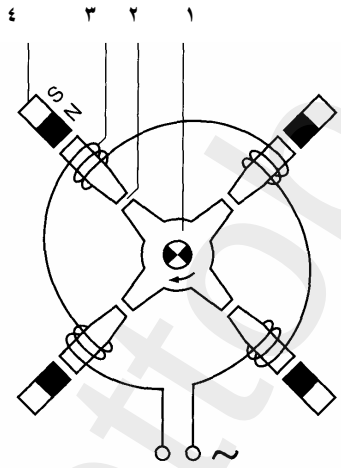
شكل ٥ - ١٥ نظام الإشعال الإلكتروني بمولد النبضة الحثي.

يتكون مولد النبضة الحثي من جزء ثابت و جزء متحرك. الجزء المتحرك هو عبارة عن عضو دوار للإشارة مسنن بمقدارعدد إسطوانات المحرك و هي من الحديد المطوع. (شكل ٥ -١٦)

www.alkottob.com

أما الجز ءالمتحرك يتكون من :

- مغناطيس دائم بعدد إسطوانات المحرك.
- الملف الحثي كذلك بعدد إسطوانات المحرك.
- القلب الحديدي للملف الحثي.



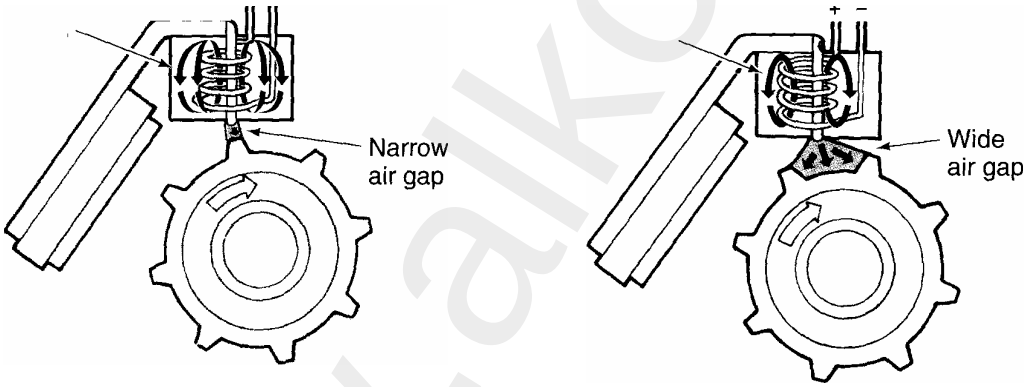
يتكون مولد النبضة الحثي من :

١. العضو الدوار للإشارة.

٢. ثغرة هوائية متغيرة.

٣. الملف الحثي.

٤. المغناطيس الدائم.



ثغرة صغيرة ثغرة كبيرة

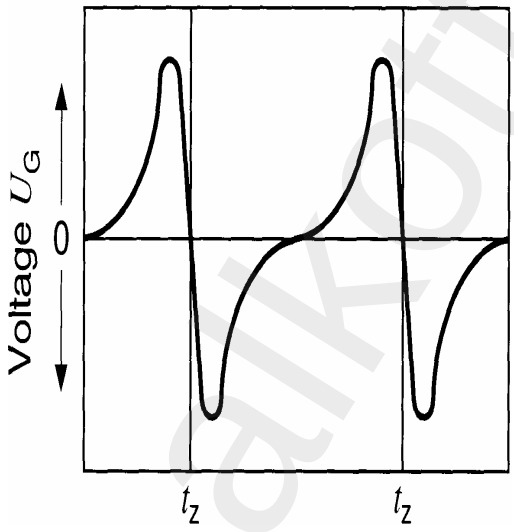
شكل ٥ -١٦ مولد النبضة الحثي

www.alkottob.com

طريقة عمل مولد النبضة الحثي

يدور العضو الدوار مع عمود الموزع و بدورانه تتغير الثغرة الهوائية الموجودة بين أسنان العضو الدوار و المغناطيس الدائم بشكل دوري من أقل قيمة إلى أعلى قيمة ثم تعود إلى أقل قيمة و تعد أسنان العضو الدوار ممر للدائرة المغناطيسية حيث أن اقتراب أسنان العضو من المغناطيس الدائم و ابتعادها تأثر على التوصيل المغنطيسي.

بما أن الثغرة الهوائية تتغير مع وضع أسنان العضو الدوار بالنسبة للملف الحثي، نجد أن كثافة المجال المغنطيسي عبر الملف الحثي تتغير. تغير كثافة المجال المغنطيسي تولد قوة كهربائية دافعة (EMF) في الملف الحثي. (شكل ٥ -١٧)



شكل ٥ -١٧ توليد القوة الدافعة الكهربائية.

www.alkottob.com

مولد النبظة الحثي / طريقة عمله : -

الشكل 116 يوضح عمل مولد النبظة الحثي . يشكل كل من المغناطيس الدائم وملفات الحث والقضيب المعدني العضو الثابت والوحدة المعلقة والعضو الدوار.

عندما يدور عمود الموزع (العضو الدوار) وعندما تتقابل أسنان العضو الدوار وأسنان العضو الثابت تتغير من حيث الزمن .

الحث المغناطيسي يتغير مع تغير زمن تقابل الأسنان . التغير في الحث المغناطيسي تنتج جهد متغير في ملفات الحث حول أسنان العضو الدوار .

الشكل 12 يوضح الأختلاف في وقت الجهد حيث إن الجهد يعتمد على سرعة عمود الموزع . يتراوح بين 0.5V عند السرعات المنخفضة – 100V عند السرعات العالية . كما بالشكل

يتم إنتاج جهد مولد النبظة الحثي بالطرق التالية : -

عندما تتقابل أسنان العضو الثابت والعضو الدوار يتم بناء المجال المغناطيسي وبالتالي يزداد الجهد عند أطراف الملف ببطء من صفر إلى أعلى ثم يزداد بسرعة بعد زوال الأسنان عن بعضها البعض ويصل إلى منتهاه قبل أن تتقابل الأسنان مرة أخرى .

ومرة أخرى عندما تبدأ الأسنان تبتعد عن بعضها يبدأ جهد مولد النبظة بالتغير لأن المجال المغناطيسي يتناقص . ويحدث الأشعال عند هذه النقطة في الوقت المحدد Tz . هذه العملية بديل عن قاطع الاتصال

$F = Z \cdot n/z \text{ min-1}$

F = التردد

Z = عدد الأسطوانات

N = دوران المحرك min-1

صندوق التحكم Trigger Box

طريقة عمله /

www.alkottob.com

له ثلاث مراحل عمل : -

١ - دائرة تشكيل النبضة

٢ - التحكم في زاوية القفل

٣ - مرحلة ثبات الجهد

مرحلة تشكيل النبضة هي دائرة اطلاق النبضات وتعمل على تحويل ثبات التحكم في مولد النبضة إلى نبضات ثبات مستمر . ارتفاع النبضة شكل (166) هو استجابة لثبات التحكم الخارج من صندوق التحكم .

بالمقارنة بجهد مولد النبضة الحثي هذا الثبات لايعتمد على سرعة المحرك .

عمق النبضة لهذا الثبات هو استجابة للفترة الزمنية للنبضة .

التحكم في زاوية القفل في صندوق التحكم يغير الفترة الزمنية للنبضة بواسطة دوران المحرك.

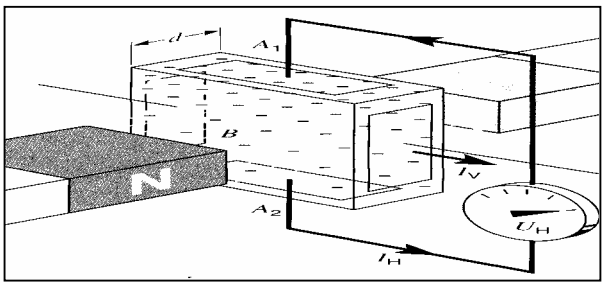
دقة التحكم في زاوية القفل تعتمد بدرجة كبيرة على كيفية الاحتفاظ بتيار التغذية . مرحلة الثبات تعمل على الاحتفاظ بهذا الجهد ثابتًا قدر الأمكان .

الإشعال الإلكتروني الكامل – نظام مولد هول Transistorised Coil Ignition with Hall Effect

عند تعرض شريحة شبه موصلة (ترانزستور) لتيار كهربائي (I_v) و يسلط مجال مغناطيسي(B) بشكل متعامد على خط مرور التيار (Iv) فإنه سيولد فرق جهد كهربائي (U_H) على المستوى المتعامد لمستوى التيار و المجال المغنطيسي (شكل ٥ -١٨)، و هذا ما يسمى بتأثير هول (Hall Effect) نسبة للعالم الأمريكي الذي اكتشف هذه الظاهرة عام ١٨٧٩م.

واستعملت هذه الفكرة كبديل لقاطع التلامس إذ أنه ينتج فرق جهد كهربائي (U_H) فلا بد من وجود تيار(Iv) و مجال مغنطيسي (B) فلو حجبنا المجال المغنطيسي ثم أعدناه مرة أخرى بشكل دوري لحصلنا على نبضات تتزامن مع الإشعال و هذا ما يصغره جهاز مولد هول المتكامل.

www.alkottob.com

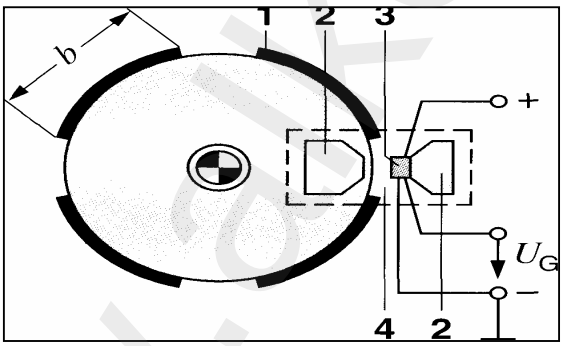


شكل ٥ -١٨ مبدأ مولد هول.

يتكون مولد هول من جزء ثابت و جزء متحرك مع عمود الموزع.

الجزء المتحرك هو عبارة عن عجلة قاطعة للمجال المغنطيسي (Trigger Wheel) ذات الحواجب (Vanes) و عددهم حسب عدد إسطوانات المحرك و يحدد عرض كل حاجب (b) مقدار زاوية السكون. (شكل ٥ -١٩)

أما الجز ءالثابت يتكون من مغنطيس دائم و تجهيزة هول المتكاملة. (شكل ٥ -٢٠)



شكل ٥ -١٩ أجزاء نظام مولد هول.

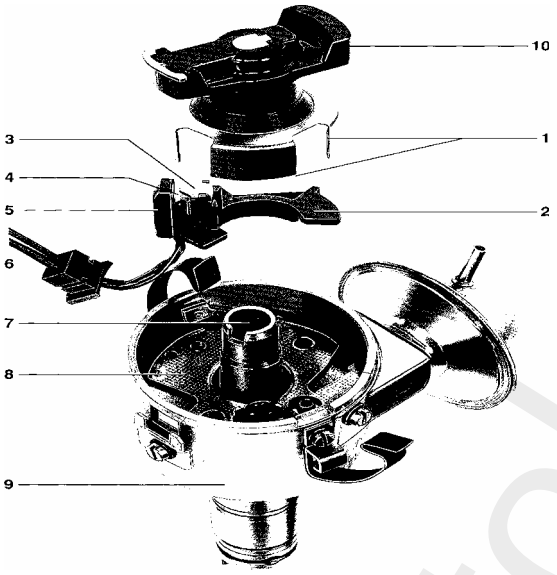
١. حاجب بعرض(b) .

٢. مغنطيس دائم.

٣. شريحة شبه موصلة (مولد هول).

٤. ثغرة هوائية.

www.alkottob.com



شكل ٥ -٢٠ تركيب مولد هول في الموزع.

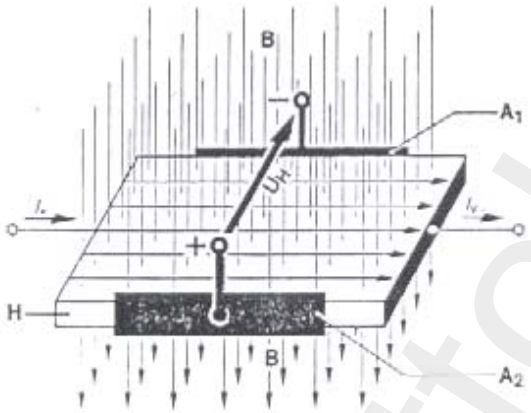
١. حواجب.
٢. التجهيز المتكامل لمولد هول.
٣. مغنطيس دائم.
٤. شريحة شبه موصلة (هول).
٥. مغنطيس دائم.
٦. أسلاك التوصيل لوحدة التحكم.
٧. عمود الموزع.
٨. لوحة حاملة لتجهيز هول

www.alkottob.com

مولد النبظة Hall Generator

طريقة عمله /

تعتمد طريقة عمل هذا المولد على تأثير هول : يتدفق التيار من Iv خلال طبقة شبة الموصل H كما في الشكل (٥ -٢١)



الشكل – ٥ -٢١

إذا كانت الطبقة بداخل المجال المغناطيسي B في الزاوية اليمنى بالشكل ، يكون هناك جهد في حدود الملي فولت ، يسمى جهد هول (UH) تم توليده بين سطحي الإشعال A2,A1 إذا أستمر ثبات التيار فإن UH يعتمد فقط على قوة المجال المغناطيسي كلما كان المجال المغناطيسي قوي كلما كان UH أكبر بحيث أن يكون التيار غير ثابت لكي يحصل تغير زمني في المجال المغناطيسي عنده بذبذبات الإشعال .

بهذا يكون UH غير ثابت عند ذبذبات الإشعال ويتم إطلاق الشرر إلكترونيًا .

يتكون مولد هول من : - الجزء الثابت ، ريش التحكم في الإشعال ، العضو الدوار وعجلة الإطلاق.

تتكون ريشة التحكم في الإشعال من مغناطيس دائم وعناصر الحث مثل دائرة هول المتكاملة Hall Ic .عندما تدخل ريشة عجلة الإطلاق في الثغرة الهوائية لريشة الإشعال فهي تحجب المجال المغناطيسي عن مجموعة هول المتكاملة .

تكون طبقات هول خالية من المغناطيس ولهذا السبب يكون UH~O إشارة خرج مجموعة هول المتكاملة تمنع إشارات التيار ، بمعنى آخر يكون مجموعة هول المتكامله Hall Ic في حالة غلق Off .

www.alkottob.com

عندما تغادر الريشة الثغرة الهوائية يتقدم المجال المغناطيسي وبالتالي يتولد جهد UH وتكون مجموعة هول المتكاملة في حالة فتح On في هذه اللحظة يحدث الإشعال .

خواص هذا التصميم Design Features

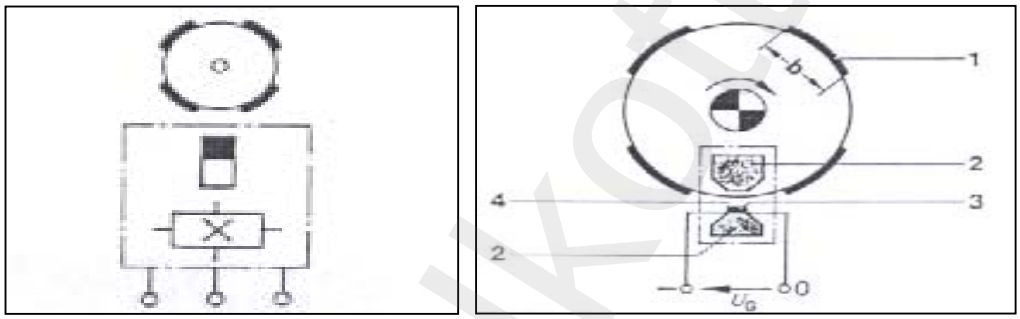
١ - مولد هول يكون بداخل قطعة من السيراميك من أجل حمايته من الأوساخ والرطوبة والأضرار الميكانيكية .

٢ - عناصر الحث وعجلة الإطلاق مصنوعة من مواد مغناطيسية وناعمة

٣ - عملية الإطلاق والموزع (الشاكوش) تكون قطعة واحدة

٤ - عدد ريش عجلة الإطلاق يحدد عدد إسطوانات المحرك

٥ - طول الريشة / كما بالشكل (٥ -٢٢) يحدد زاوية القفل لنظام الإشعال



شكل –٥ -٢٢

٦ - تكون زاوية القفل ثابتة طيلة عمر مولد النبظة لذلك لايلزم أي عملية ضبط لزاوية القفل .

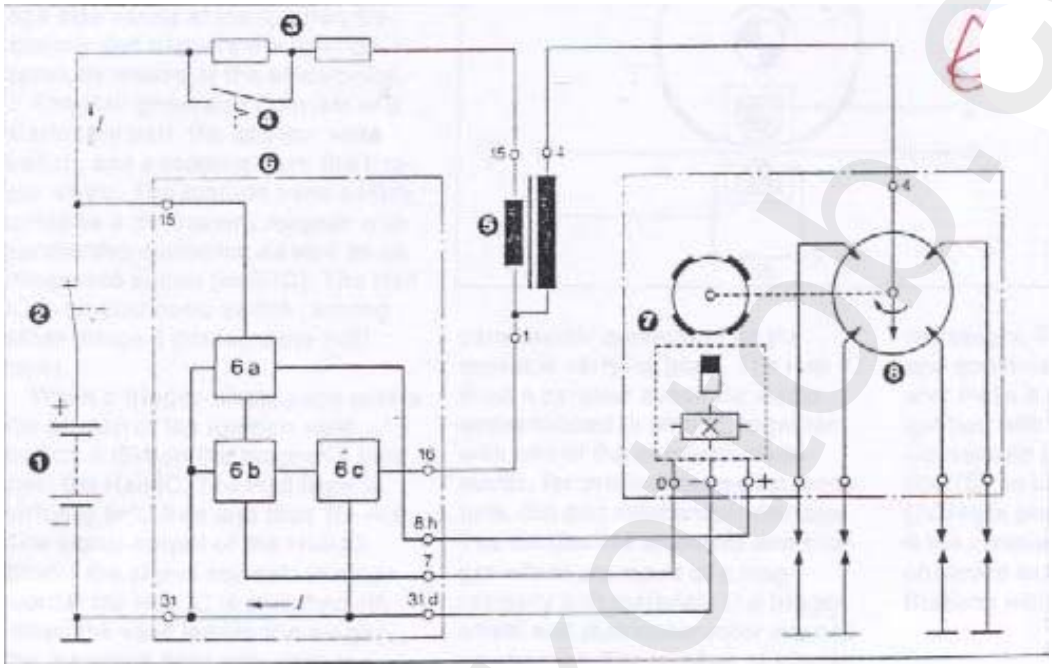
٧ - مبادئ تشغيل وتركيب مولد هول تجعل من السهل ضبط الإشعال أثناء توقف المحرك عن الدوران .

٨ - يمكن تحويل نظام الإشعال التقليدي إلى إشعال حثي نظام مولد هول بدون أي مشاكل .

www.alkottob.com

صندوق التحكم الألكتروني Trisser Box

صندوق التحكم الألكتروني Trisser Box الذي يتم التحكم به بواسطة مولد هول ، شبيه بصندوق التحكم في الإشعال النصف الألكتروني كما في الشكل (٥ -٢٣)



شكل –٥ -٢٣

صندوق التحكم الألكتروني له ثلاث وظائف : -

١- مرحلة خرج دارلينجتون للتحكم

٢- مرحلة بداية تكبير التيار (مرحلة القيادة)

٣- مرحلة الحماية من الجهد العالي

دائرة هول المتكاملة Hall Ic تقوم بعمل الأتي : -

١- تشكيل النبظة

٢- تكبير النبظة

٣- تثبيت الجهد

www.alkottob.com

يتم تغذية مولد هول بالتيار عن طريق صندوق التحكم الألكتروني وذلك من أجل أرسال إشارات إلى صندوق التحكم .

نظرية التشغيل (دائرة هول المدمجة)

عند توصيل Hall Ic On مجموعة هول المتكاملة (الريشة خارج الثغرة الهوائية) في هذه الحالة تكون مرحلتي القيادة وداريختون Out Pob مغلقتان ، لهذا السبب يكون بناء الملف الابتدائي بملف الإشعال مغلق . عندما يكون Hall Ic في وضع On يكون جهد مولد هول UG بين الطرفين 7,31 أقل من 0.5V .

عندما تمر الريشة على الثغرة الهوائية تقطع Off دائرة هول المتكاملة إشاراتها وتعمل مرحلة دارلينجتون على توصيل التيار الابتدائي (On)

تخزين الطاقة :

عندما يكون IC Out Put (خرج الدائرة المدمجة) في حالة قفل Off ، يكون جهد مولد هول UG قليل . يحدث الإشعال حالاً عندما تفتح دائرة هول المتكاملة إشارات التيار . عندما تغادر الريشة الثغرة الهوائية فهي تقطع التيار الابتدائي في ملف الإشعال .

www.alkottob.com

نظام الإشعال بدون موزع DSI Distributerless Semiconduebor Ignibion System

يتميز هذا النوع من الإشعال بميزتين : -

١- يؤدي وظائف الإشعال الألكتروني

٢- يعمل بدون موزع أو أي أجزاء أخرى متحركة .

مميزات هذا النظام Advantages

١- مستوى الموجات الكهرومغناطيسية قليل جدًا بسبب عدم وجود ثغرات إشعال كما هو الحال في الأنواع الأخرى للإشعال

٢- لايوجد به أجزاء متحركة أو مترددة

٣- تقليل الضوضاء الناتجة من الإحتكاك والحركة

٤- أقل توصيلات للضغط العالي

٥- مميزات تصميم أفضل خاصة بمصنع السيارات

توزيع الضغط العالي بملف إشعال مزدوج (ملفي إشعال) :

في الحالات البسيطة مثل محرك ٤ إسطوانات ، يستخدم ملفي إشعال بدلاً من موزع الإشعال . تكون هذان الملفان تعطيان طاقة الإشعال . يتم تحديد الأسطوانه التي سوف يحدث بها الإشعال بواسطة خارطة الإشعال التي يكون التحكم بها بواسطة الميكروكمبيوتر بنفس الطريقة عند أنواع الإشعال الأخرى .

استجابة لذلك ، يعطي ملف الإشعال شرارتين متتاليتين بشمعتي إشعال تكون كلً منهما موصلةً على التوالي مع ملف الإشعال وتكون شمعات الإشعال موصلة بكيابل الضغط العالي . كل من هاتين الشمعتين يجب أن تكون مؤقته توقيتًا صحيحًا لكي تعطي إحداهما شرارة شوط الإحتراق (نهاية شوط الضغط) أما الآخر فيكون في شوط العادم الذي يدور دورةً كامله 360° .

عند الدورة الثانية لعمود المرفق تكون هاتين الاسطوانتين في حالة شوط الإحتراق ومن ثم تشعل شمعات الإشعال مرةً أخرى .

بعد ذلك يبدأ عمل ملف الإشعال الأخر بنفس الطريقة يحدث الاحتراق في الأسطوانتين ٢،٣ ولكن يكون عند 180° مقارنة بالدورة الأولى .

ملف الإشعال المزدوج الذي سيعطي الشرارة القادمة يحتاج إلى إشارة لتحديد بداية دورة المحرك .

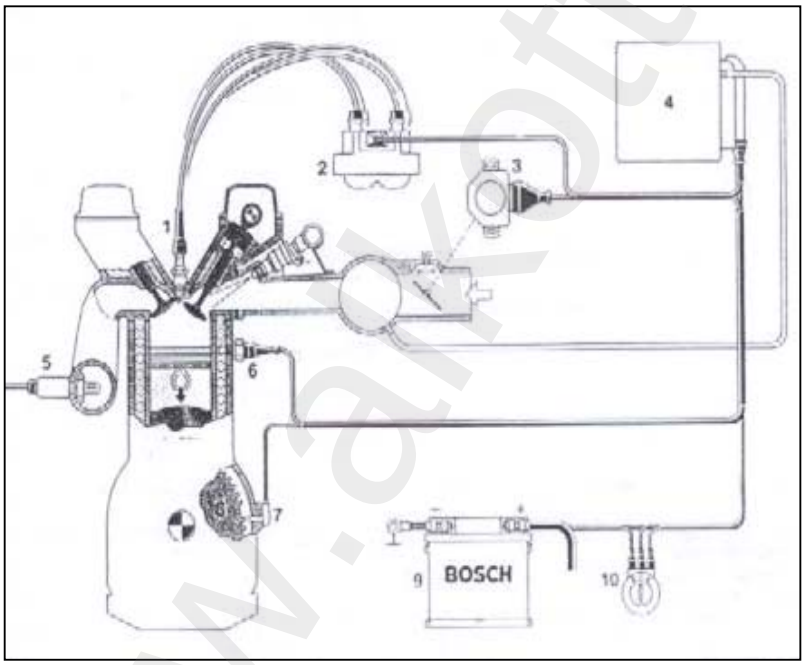
www.alkottob.com

في المثال السابق ، إشارة النقطة الميتة العليا تحدث من أجل أن يحدث الإشعال في الأسطوانتين ١، ٤ عندما يدور عمود المرفق 180° مرةً أخرى يعطي الكمبيوتر إشارة لكي يحدث الإشعال في الإسطوانتين ٢، ٣ بواسطة ملف الإشعال الثاني المزدوج عند بداية الدورة الثانية تحدث إشارة النقطة الميته العليا مرةً أخرى محدثةً إشعال في الأسطوانتين ١، ٤ .

هذه القوة التزامنية المعطاة بواسطة الاحتراق في الأسطوانتين ١، ٤ تؤمن / تعطي إشعال مناسب وعلى التوالي حتى في حالات حدوث فشل من أي نوع في الإشعال .

فقط في المحركات ذات الإسطوانات المزدوجة ٢، ٤، ٦ ..... إلخ تكون مناسبة لهذا النوع من أنظمة الإشعال ذات الضغط العالي .

في هذا النظام نحتاج إلى ملفات إشعال عددها يكون نصف عدد إسطوانات المحرك .الشكل 40 يوضح هذا النظام بملفي إشعال (مزدوج الملف) .



شكل - ٤٠

حساس توقيت الإشعال والسرعة (Reference-mark and speed sensor)

يتحكم في إطلاق الشرارة من ملف الإشعال في الوقت المناسب بالإضافة إلى أنه يقوم باحتساب زاوية الإشعال .

www.alkottob.com

نظام الإشعال الفردي (ملف إشعال لكل إسطوانة) :

نظام الإشعال بدون موزع للمحركات ذات الإسطوانات الفردية (٣، ٥، ٧ إسطوانات) تتطلب وجود ملف إشعال لكل إسطوانة (إشعال فردي) هذا النوع مناسب أيضًا لكل المحركات حتى لو كانت ذات عدد زوجي من الإسطوانات التي تعمل بنظام إشعال بدون موزع .

التوزيع الحقيقي للضغط العالي يتم تشكيله / توليد في دائرة الجهد المنخفض .

في حالة المحركات ذات الإسطوانات الفردية كل دورة من دورات المحرك يحدث بها شوطي إحتراق . لهذا السبب تكون إشارة المنبه العليا من عمود المرفق غير كافية وفي هذه الحالة يجب أن تحصل على إشارة واحدة لكل دورة من دورات عمود الكامات وذلك من أجل تزامن الشرارة (حدوثها في الوقت المناسب) .

توزيع الإشعال بواسطة ملفات الإشعال الرباعية :

هذا النوع من ملفات الإشعال يكون به ملفان إبتدائيين وملف ثانوي واحد . تحصل الملفين الإبتدئيين على الطاقة بواسطة مرحلتي خرج للإشعال . كل كيبل من كيابل الضغط العالي يكون به موحدين أثنين عند طرفية وتوصل هذه الكيابل بشمعات الأشعال وبالتالي تحصل على شرارتين متتاليتين بسبب إستخدام الموحدات .

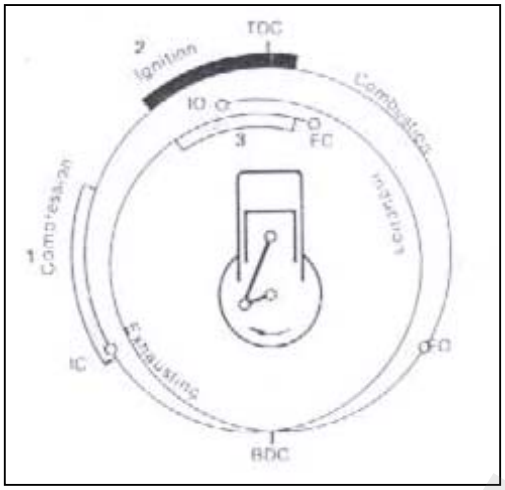
الجهد المطلوب Reguired Voltage

بما أن كل شمعتين للإشعال موصلتان بالتوالي مع بعضهما في ملفات الإشعال المزدوجة والرباعية مما أدى إلى زيادة جهد الضغط العالي عدد قليل من الكيلو فولت KV .

هذه الزيادة في الجهد العالي تستخدم في حرق الشحنة ذات الضغط المنخفض في شوط العادم وتكون هذه الزيادة بديل عما يفقد في ثغرات الإشعال بالموزع كما هو الحال في أنظمة الإشعال بالموزع هذا بالإضافة إلى أن إحدى شمعات الإشعال في كل مجموعة (١، ٣) أو (٢، ٤) يكون به القطب المركزي موجب وليس سالب كما بالحالات العادية وهذا يؤدي إلى زيادة في جهد الضغط العالي .

طريقة العمل (شكل – 42)

www.alkottob.com



شكل –٤٢

عندما نأخذ في الإعتبار دورة محرك زجاجي رباعي الدورة ذو إسطوانة واحدة (عمليتي إحتراق) يمكننا رؤية حدوث الشرارة الصادرة من ملف الإشعال المزدوج خلال أشواط المحرك .

عملية الاحتراق الأولى تبدأ بعد فتح صمام الدخول بقليل وتستمر حتى النقطة الميته العليا . عملية الإحتراق الثانية تبدأ عند النقطة الميتة العليا وتنتهي قبل أن يقفل صمام العادم بقليل . أثناء شوط العمل (الإحتراق) يحدث الإشعال في المنطقة الموضحة باللون الأحمر قبل وبعد النقطة الميتة العليا بقليل معتمدةً على وضع تقديم الإشعال .

زاوية القفل تبدأ في المنطقة الموضحة باللون الرصاصي وفي هذه الحالة يتدفق التيار الابتدائي في ملف الإشعال معتمدًا على دوران المحرك وجهد البطارية وتكون نقطة التوصيل في هذه المنطقة مرتبطة بنقطة الإشعال .

بما أن شرارتي الإشعال لملف الإشعال المزدوج تنتج في نفس الوقت (عند زاوية محددة لعمود المرفق) تحدث شرارة الإشعال الثانية عند نهاية شوط العادم بالأسطوانة الأخرى (٣٦٠° لعمود مرفق) هذا يعني أن الشرارة في هذه الإسطوانة تحدث عندما يبدأ صمام السحب في الفتح مرةً أخرى .

هذا تغير مناسب وخاصةً في حالة إذا كان هناك تداخل كبير في الصمام(Large Valve Verlap) في أوقات فتح صمامي السحب والعادم .

أنظمة الإشعال بدون موزع ذات ملفات الإشعال الفردية تحتاج إلى عمليات إشتعال وملفات إشعال بعدد الإسطوانات في بعض الحالات ،يفضل أن تكون قدرة الإشعال مباشرة من ملف الإشعال إلى شمعة الإشعال وذلك لتقليل عدد كيابل الإشعال وكذلك الكيابل بين ملف الإشعال والمتوسطة الضغط وصندوق التحكم .

www.alkottob.com

وحدة التحكم :

وحدة التحكم الألكترونية في الإشعال بدون موزع تكون مشابهه على حد كبير بنظيراتها في أنواع الإشعال الألكترونية المختلفة . مرحلة الإشعال يمكن أن تكون مدمجة في وحدة التحكم (مثل ماهو الحال في ملفات الإشعال الثنائية أو الرباعية) أو ربما تكون مستقله لوحدها .

نظام الإشعال بتفريغ المكثف CDI

هذا النظام يعمل بطريقة مختلفة عن طرق أنواع الإشعال الأخرى .

تم تطوير هذا النظام بواسطة شركة بوش في المحركات الترددية متعددة الإسطوانات ذات الأداء العالي للاستخدام في سيارات السباق والسيارات الرياضية .

www.alkottob.com

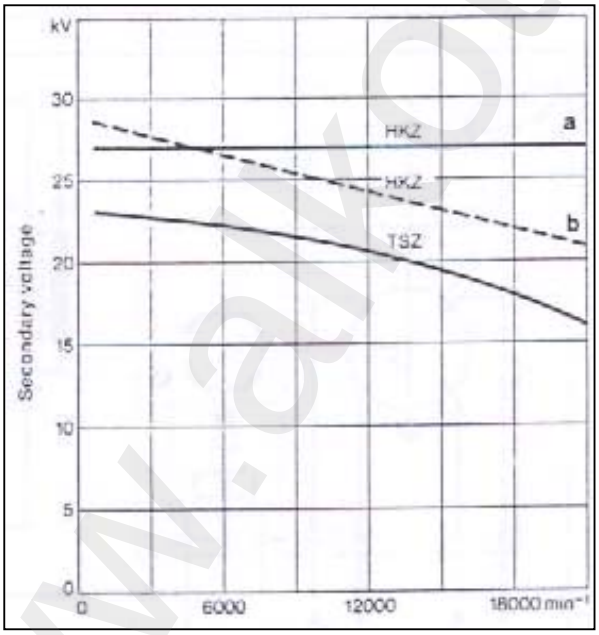
مميزات هذا النظام : -

١- تخزين الجهد العالي

٢- يعطي طاقة مثلى عند جميع سرعات المحرك

٣- لايتأثر بدوائر القصر (Shunts) في شمعات الإشعال وما يحدث من تسرب للتيار في توصيلات الإشعال الأخرى .

الفترة الزمنية للإشعال (ثغرة الإشعال) 0.1-0.2 milli seconds أي أنها قصيرة جدًا من أجل ضمان حرق جيد للخليط . لهذا السبب ، نظام الإشعال بتفريغ المكثف صمم فقط لأنواع محددة من المحركات . تيار الدائرة الثانوية الموضح بالشكل – 31 يجعل من السهل استخدام شمعات إشعال ذات ثغرات قطبية كبيرة وبالتالي التخلص من عيوب فترة الإشعال الزمنية القصيرة Spark Duration وذلك بواسطة شرارته الكبيرة .



شكل – ٤٣

www.alkottob.com

تركيب وطريقة عمل الإشعال بتفريغ المكثف :

في هذا النظام يعتبر كل من صندوق التحكم وملف الإشعال هما الميزتان التي يتميز بهما هذا النظام . صندوق التحكم يحتوي على مكثف يستخدم لتخزين الطاقة وثايرستور كمفتاح للطاقة وعلى الأقل جزئين ألكترونين آخرين .

CDI صمم للاستخدام في الإشعال النصف الألكتروني ذو مفتاح التحكم وكذلك نظام الإشعال بدون موزع ذو مولد النبظة الحثي . كما هو في نظام TCI عناصر التحكم في التشغيل تكون موجودة بداخل الموزع .

الميزه الأساسية لهذا النظام CDI هي أن طاقة الإشعال مخزنة في المجال الكهربائي بالمكثف .

جهد الشحن والتفريغ للمكثف يحدد القوة المغناطيسية للطاقة المخزنة .

ملف الإشعال بهذا النظام يحول الجهد الابتدائي الذي حصل بواسطة تفريغ المكثف إلى الجهد الثانوي المطلوب . وفي نفس الوقت يحول الطاقة المخزنة إلى دائرة الضغط العالي .

كيف يحدث الإشعال :

يحدث الإشعال كالأتي /

يخزن المكثف جهد يصل تقريبًا إلى 400V وعند نقطة الإشعال يقوم بتفريغه خلال ملفات الملف الابتدائي بملف الإشعال بواسطة قفل مفتاح الطاقة الألكتروني . بما أن المكثف والملف تشكلان دائرة كهربائية متكاملة ، جهد الإشعال وذبذبة الإشعال تنتج جهدً أكبر لشحنات الإشعال يكون ١٠ مرات ضعف الجهد العالي بإنظمة الإشعال الحثية (CI-TCI) هذا مايجعل جهد هذا النظام لايتأثر بما حواليه من عدم كفاءة بعض الأجزاء مثل كيابل الإشعال .

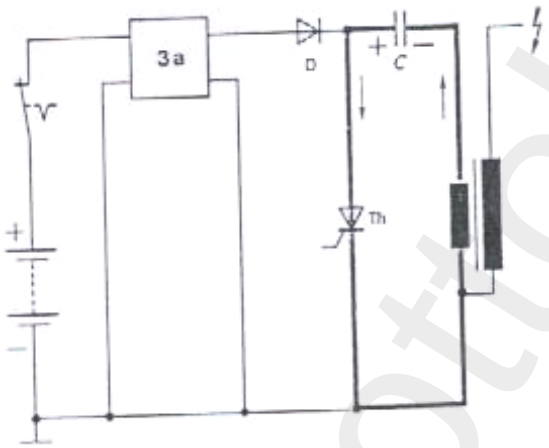
صندوق التحكم

تكون أجزاء صندوق التحكم مركبة بداخل صندوق معدني خفيف ومزودة بزعانف تبريد هوائي. بما أن عناصر (أشباه الموصلات) بهذا الصندوق حساسة جدًا للحرارة ، لذا يكون صندوق التحكم الألكتروني مثبت بمكان بارز لاصطدام الهواء به لكي تتم عملية تبريده .

www.alkottob.com

مرحلة الشحن /

مرحلة الشحن هي مرحلة تحويل جهد البطارية لجهد شحن مستمر أعلى ويستخدم هذا الجهد لشحن المكثف . الموحد D كما بالشكل – ٣٥ يمنع تدفق التيار عكسيًا لمرحلة الشحن . الشحن يكون على شكل ذبذبات أو إشارات . ويكون هناك اختلاف في إشارات الشحن بين إشارات الشحن الفردية وإشارات الشحن المتعددة .



شكل - ٤٤

www.alkottob.com

الملخص

- يعمل نظام الإشعال على إمداد شمعات الاحتراق بجهد عالي لاحراق خليط الهواء/الوقود في غرفة الاحتراق.
- يؤقت وصول شرارة الإشعال حتى تعطي تأثيرها عند وضع معيين من الكباس، لكي تشعل خليط الوقود والهواء. هذا التوقيت أساسي ويمكن أن يتقدم أو يتأخر حسب سرعة دوران المحرك و التحميل على المحرك.
- كلما زادت السرعة قل زمن المشوار للمكبس و لإعطاء الشحنة زمناً كافياً للاحتراق قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا (ن.م.ع) يجب تقديم ميعاد الشرارة.
- يحتوي نظام الإشعال على دائرتين مترابطة بينهما و هما: الدائرة الابتدائية و الدائرة الثانوية.
- قاطع التلامس يعمل على قطع سريان التيار الابتدائي الذي يسبب انهيار المجال المغنطيسي وتوليد جهد عالي في الملف الثانوي.
- الدائرة الثانوية تحمل الجهد العالي لشمعات الإحتراق. يكون سريان الجهد العالي في بعض أنظمة الإشعال من الملف و خلال الموزع ثم شمعات الإشعال.
- .يعطي مولد النبضة نبضات كهربائية ذات تيار متردد تتناسب في جهدها مع سرعة المحرك في نظام الإشعال بمولد النبضة الحثي.
- نظام الإشعال التقليدي يستعمل قاطع التلامس بينما تستعمل أنظمة الإشعال الإلكتروني ترانزيستور من نوع (NPN) .
- توقيت الإشعال مرتبط مباشرة بوضع عمود المرفق (عمود الموزع).
- نظام مولد النبضة و نظام مولد هول هما أكثر استخداما حساسات تحديد وضع المحرك. تولد الحساسات إشارة كهربائية تحدد التوقيت خلال دوران المحرك.
- كل شمعة أو شمعتين لهما ملف الإشعال خاص بهما في أنظمة الإشعال المباشرة بدون موزع .
- نظام الإشعال بتفريغ المكثف يستخدم في المحركات ذات الأداء العالي مثل سيارات السباق والسيارات الرياضية لما يتمتع به من طاقة إشعال عالية .
- يتميز نظام الإشعال بالمكثف CDI بأن طاقة الإشعال تكون مخزنة بالمجال الكهربائي بالمكثف .

www.alkottob.com

المصطلحات بهذا الباب

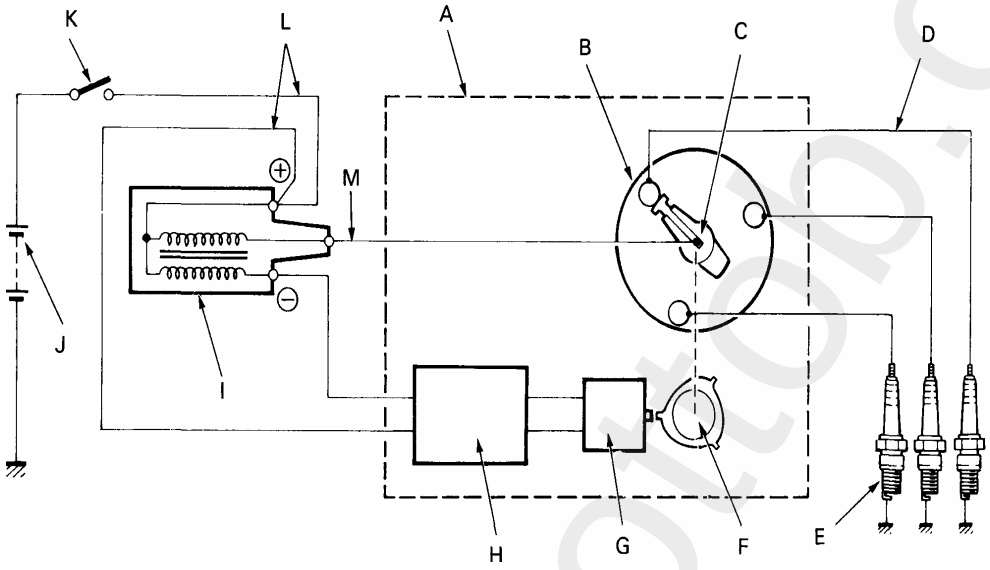
البطارية	Battery	العمود الدائرللموزع	Distributor Shaft
مفتاح الإشعال	Ignition Switch	حدبات القطع (كامة)	Breaker Cam
ملف الإشعال	Ignition Coil	أنبوب الضغط المنخفض	Vacuum hose.
الموزع	Distributor	منظم التوقيت بالضغط المنخفض	Vacuum Advance Mechanism
المكثف	Condenser or Capacitor	جسم من الصلب	Steel Shell
قاطع التلامس	Contact Breaker	قطب جانبي	Side Electrode
شمعات الإشعال	Spark Plugs	قطب مركزي	Central Electrode
الملف الابتدائي	Primary Circuit	العازل	Insulator
غطاء الموزع	Distributor Cap	حلقة إحكام	Gasket
العضو الدوار (الشاكوش)	Rotor	وحدة التحكم	Control Unit
مقاومة الموازنة	Resistor	حواجب	Vanes
الملف الحثي	Inductive Winding	شريحة شبه موصلة (هول)	IC Hall
المغناطيس الدائم	Permanent Magnet		

www.alkottob.com

تمرينات للمراجعة

▪ أساسيات أنظمةِ إشعالِ

١. اكتبْ الأجزاءَ الأساسيةَ لنظامِ الإشعالِ حسب الحروف المحددة في الرسم

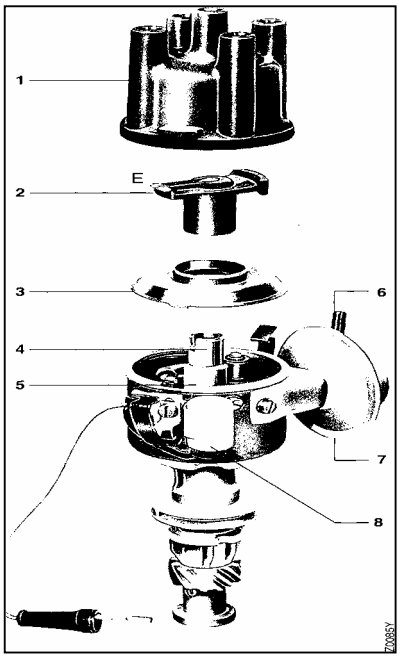


A. .....
B. .....
C. .....
D. .....
E. .....
F. .....
G. .....
H. .....
I. .....
J. .....
K. .....
L. .....
M. .....

www.alkottob.com

٢. صح أو خطأ ؟ محرّكات الديزل هي محرّكاتُ إشعالِ ضغطِ ولَيستْ بحاجةٍ إلى أنظمةِ إشعالِ إلكترونيةِ.

٣. عرّف أجزاء موزع الإشعال الموضحة في الرسم أدناه.



١. .....

٢. .....

٣. .....

٤. .....

٥. .....

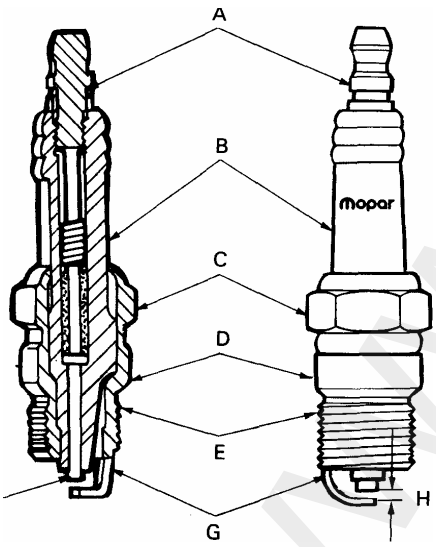
٦. .....

٧. .....

٨. .....

شمعات القدح

٤. عرّف أجزاء شمعة القدح الموضحة في الرسم أدناه.



A. .....

B. .....

C. .....

D. .....

E. .....

F. .....

G. .....

H. .....

www.alkottob.com

١. تكنولوجيا المركبات الآلية . فريدريك نيس ، رودي كيرجر ، رولف بيكر ، برنهارد فيللينبوخر ، فيلهيلم ولف . 1979 م.

٢. المحركات – الوحدة الثانية . المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ، فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية ، طبعة 2000 م.

٣. ميكانيكا السيارات – ويليام كراوس .

4. Bosch.Batterry ignition , Technical Instruction.
5. Bosch.Electronic Batterry- ignition systems. Technical Instruction.1967.
6. Ken Layne.Engien performance Diagnosis and tune-up.San Franeisco ,1978.
7. William H. Crouse.Automotive Engien Design,1970

www.alkottob.com

الموضوع	الصفحة
الوحدة الأولى	
مقدمة	٢
الفصل الأول	
جسم المحرك	٣
أنواع المحركات تبعًا للتزييت	٣
تقسيم المحركات حسب عدد الإسطوانات	٣
وظيفة جسم المحرك	٤
نظرية عمل جسم المحرك	٥
أجزاء جسم المحرك	٥
كتلة الإسطوانات	٥
الأسطوانات	٧
الشروط الواجب توافرها في معدن الإسطوانة	٨
أسباب زيادة التأكل قرب ن . م . ع	٨
مميزات الجلب المبلله	٩
عيوب الجلب المبلله	٩
الفصل الثاني	
المكبس	١١
وظائف المكبس	١١
الإجهادات المؤثره على المكبس	١١
الشروط الواجب توافرها في معدن المكبس	١١
الشنابر (حلقات المكبس)	١٤
وظائف شنابر المكبس	١٤
أنواع الشنابر	١٤
بنز المكبس	١٥

www.alkottob.com

ذراع التوصيل ١٦
وظائف ذراع التوصيل ١٦
الإجهادات المؤثره على ذراع التوصيل ١٦
الخواص الواجب توافرها في ذراع التوصيل ١٦
معادن أذرع التوصيل ١٦
عمود المرفق ١٩
وظائف عمود المرفق ١٩
الإجهادات المؤثره على عمود المرفق ٢٠
الحذافة ٢٢
وظائف الحذافة ٢٢
الملخص ٢٤
المصطلحات ٢٥
تمارين المراجعه ٢٦

الوحده الثانية

مقدمة ٢٨

الفصل الأول

تصنيف محركات الاحتراق الداخلي ٢٩
دوران تشغيل المحرك ٢٩
المحركات رباعية الأشواط ٢٩
المحركات ثنائية الأشواط ٣٠
ترتيب الإسطوانات ٣٣
المحرك المستقيم ٣٣
المحرك المائل ٣٣
المحرك الأفقي ٣٣
عدد الإسطوانات ٣٤
ترقيم الإسطوانات ٣٤
ترتيب الإشعال ٣٥

www.alkottob.com

نظام الإشعال ٣٧
الفصل الثاني
نقل الحركة لعمود الكامات ٣٧
نقل الحركة عن طريق السير ٣٧
نقل الحركة عن طريق الجنزير ٣٧
نقل الحركة عن طريق التروس ٣٨
وضع عمود الكامات ٣٨
عمود الكامة بجسم المحرك ٣٨
عمود الكامة برأس المحرك ٣٨
عمود كامة فردي ٣٩
عمود كامة مزدوج ٣٩
شحن المحرك ٣٩
وضع المحرك بالسيارة ٤٠
محرك أمامي ٤٠
محرك وسطي ٤٠
محرك خلفي ٤٠
نوعية حركة المحرك ٤١
المحرك الترددي ٤١
المحرك الدوار (فانكل) ٤١
المحركات البديلة ٤٣
محرك الغاز ٤٣
المحرك الكهربائي ٤٣
ملخص ٤٤
المصطلحات ٤٥
تمارين المراجعة ٤٦

www.alkottob.com

الوحدة الثالثة

مقدمة ٤٨

الفصل الأول

نظام التبريد ٤٩
وظيفة نظام التبريد ٤٩
أنواع نظام التبريد ٤٩
نظرية العمل لنظام تبريد الماء ٥٠
أجزاء نظام تبريد الماء ٥١
سائل التبريد ٥٢
القميص المائي ٥٢
المشع (الرديتر) ٥٢
أجزاء المشع ٥٢
نظرية عمل المشع ٥٢
الأنواع المختلفة للمشع ٥٤
غطاء المشع ٥٥
وظائف غطاء المشع ٥٥
مكونات غطاء المشع ٥٥
نظرية عمل غطاء المشع ٥٦
خزان الفائض ٥٧
مضخة المياة ٥٧
أجزاء مضخة المياة ٥٧
الليات ٥٨
الثرموستات (الصمام الحراري) ٥٨
تركيب الثرموستات ٥٩
نظرية عمل الثرموستات ٥٩
مروحة التبريد ٦٠
الأنواع المختلفة للمروحة ٦١

www.alkottob.com

أجزاء المروحة ٦٢
موجة هواء المروحة ٦٤
سير المضخة ٦٥
أنواع السيور ٦٥
مبين الحرارة ٦٥
نظام التدفئة ٦٦
ملخص ٦٧
المصطلحات ٦٨
تمارين المراجعة ٦٩

الوحدة الرابعة

مقدمة ٧١

الفصل الأول

نظام تزييت المحرك ٧٢
الأحتكاك ٧٢
أنواع الأحتكاك ٧٢
خواص زيوت التزييت ٧٣
تلف زيت المحرك ٧٤
الإضافات المساعدة لزيوت التزييت ٧٥
أنواع زيوت التزييت ٧٦
مقياس لزوجة الزيت ٧٦
مواصفات زيت التزييت ٧٧
طرق تزييت المحرك ٧٨
أجزاء دائرة التزييت ٨٠
عمل نظام التزييت ٨٠
مضخات الزيت ٨١
منظم ضغط الزيت ٨٢
ممرات الزيت ٨٣

www.alkottob.com

مرشح الزيت ٨٣
خزان الزيت ٨٥
مبرد الزيت ٨٦
مبين ضغط الزيت ٨٦
ملخص ٨٧
المصطلحات ٨٨
تمارين المراجعة ٨٩

الوحدة الخامسة

مقدمة ٩١

الفصل الأول

أجزاء نظام الإشعال التقليدي ٩٢
ملف الإشعال ٩٥
موزع الشرر ٩٥
قاطع التلامس ٩٨
المكثف ١٠٠
شمعة الإشعال ١٠١
توقيت الشرارة وتنظيمها ١٠٥

الفصل الثاني

نظام الإشعال الألكتروني ١٠٧
الدق ١١٢
الإشعال الألكتروني الكامل – مولد النبضة الحثي ١١٣
صندوق التحكم الألكتروني ١٢٢
دائرة هول المدمجة ١٢٢
ملخص ١٣٢
المصطلحات ١٣٤
تمارين المراجعة ١٣٥

www.alkottob.com

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

www.alkottob.com