الباب الثالث
3

مكونات محرك الاحتراق الداخلي

THE COMPENENTS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

obeikandl.com

تمهيد

يتناول هذا الباب مكونات محركات الاحتراق الداخلي (بنزين وديزل) ، حيث يعرض كل من الأسطوانات ورأس الأسطوانات والإجهادات المؤثرة عليها . أعمدة المرفق والشروط الواجب توافرها في هذه الأعمدة . ذراع التوصيل والإجهادات المؤثرة عليه والخواص الواجب توافرها به . الكباسات وأثر ارتفاع درجة الحرارة عليها وأنواعها المختلفة والمواد المستخدمة في صنعها . الحلقات وأنواعها والشروط الواجب توافرها بها . المغذيات (المكربنات) ونظريتها وأنواعها المختلفة

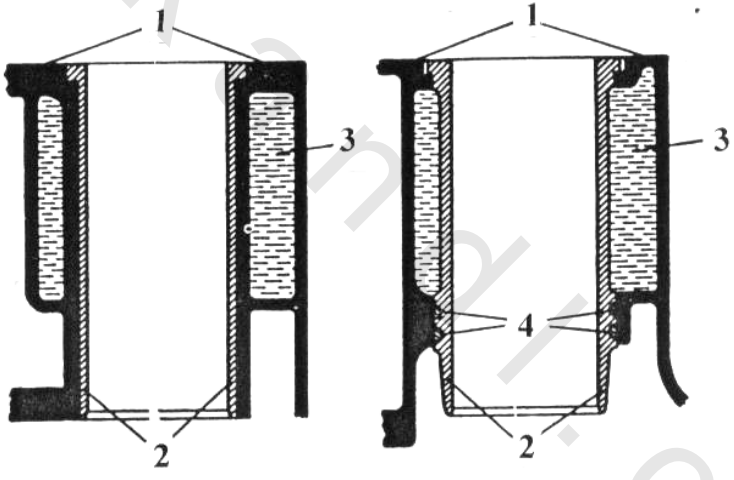
ويتعرض إلى دورة تغذية الوقود وأنظمة التبريد والتزييت ومجموعة التوقيت في المحركات الرباعية.

openkandl.com

الاسطوانات ورأس الاسطوانات

تصنع الاسطوانات ورأس الاسطوانات من حديد الزهر الرمادي أو من مسبوكات المعادن الخفيفة . تثبت الصمامات وآليات تشغيلها ومجارى السحب برأس الاسطوانات (في حالة الصمامات المثبتة بالرأس).

صممت أسطوانات المحركات الحديثة بحيث تثبت بداخلها (شميزات) Cylinders liner كما هو موضح بشكل 3 – 1 ، قد تكون هذه البطائن جافة أي يحيط بها غلاف (قميص) من المعادن السابق ذكرها ، بحيث يلامسها بطول محيطها الكلى ، وقد تكون بطائن مبتلة أي تحيط بها مياه التبريد بمنطقتها الوسطى مباشرة ، بحيث يحكم تثبيتها من أعلى ومن أسفل.



(ب) (أ)

شكل 3 – 1
بطائن الأسطوانات

(أ) بطانة جافة. **(ب) بطانة مبتلة.**

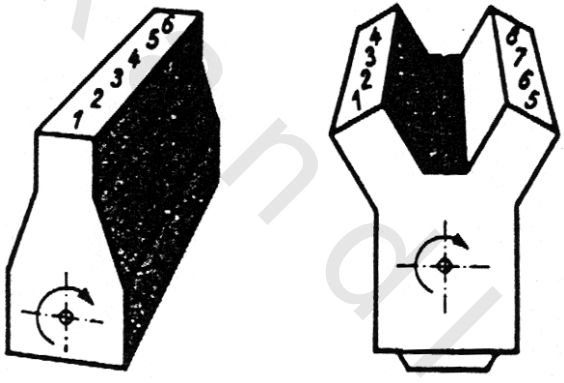
1. مجمع كتلة المحرك. **2. البطانة.**

3. مياه التبريد. **4. حشية .. (جوان)**

تصب مجموعة الاسطوانات ككتلة واحدة في المحركات المبردة بالماء ، وتنشأ، عن ذلك كتلة الأسطوانات ، وتكون هذه الكتلة مع علبة المرفق جزءاً واحد يسمى بكتلة الأسطوانات والمرفق.

أما المحركات المبردة بالهواء فتتكون عادة من أسطوانات منفصلة تثبت على علبة المرفق بمسامير ملوبة.

ترقم الأسطوانات طبقاً للمواصفات القياسية الدولية كما هو موضح بشكل 3 – 2 ، بحيث يبدأ الترقيم بالأسطوانات الواقعة في جهة مأخذ القدرة (جهة بذل القوة)، ويتم ذلك أيضا في المحركات ذات الأسطوانات المتقابلة والمحركات التي على شكل حرف V ، بحيث يبدأ الترقيم بالأسطوانات الواقعة على الجانب الأيسر، ثم الأسطوانات الواقعة على الجانب الأيمن.



شكل 3 – 2
ترقيم الأسطوانات طبقاً للمواصفات القياسية الدولية

obeikandl.com

وظيفة الاسطوانات :

تقوم اسطوانات محركات الاحتراق الداخلي بعدة وظائف أهمها الأتي :-

1. تكوين غرف احتراق.
2. تلقى الضغوط المتولدة.
3. نقل القدرة.
4. توجيه الكباسات.

الإجهادات المؤثرة على الاسطوانات :

تقع إجهادات على كل اسطوانة من اسطوانات محركات الاحتراق الداخلي وهى كالأتي:-

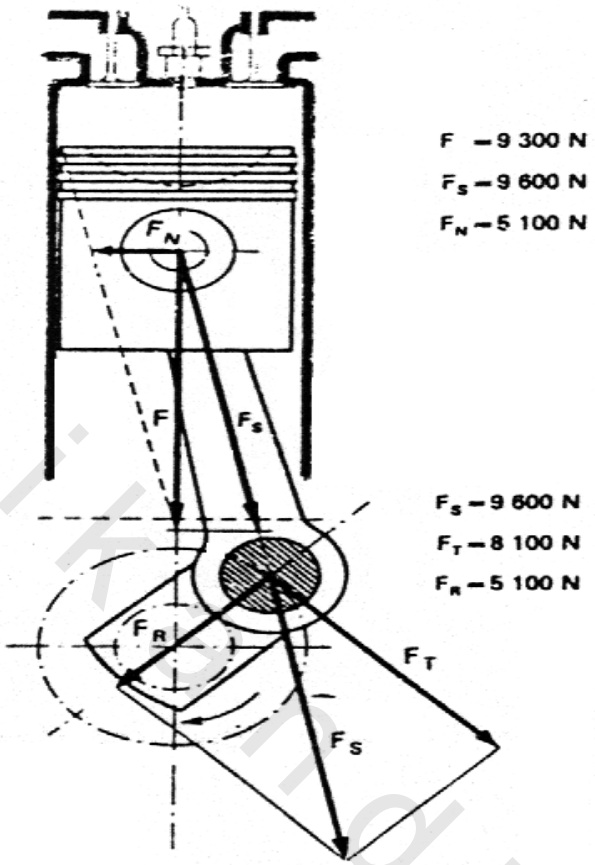
obeikandl.com

1. الضغط العالي الذي يتراوح في محركات أوتو ما بين (60 bar – 40 bar) وفى محركات الديزل ما بين (80 bar – 50 bar).

2. درجات الحرارة العالية والتي تصل بالمناطق القريبة من شمعة الاشتعال إلى حوالي $2000^{\circ}C$ في لحظة الاشتعال، وتبلغ درجة الحرارة عند جدران اسطوانات المحركات المبردة بالماء ما بين ($120^{\circ}C$: $80^{\circ}C$) ، بينما تبلغ درجة الحرارة عند جدران اسطوانات المحركات المبردة بالهواء ما بين ($220^{\circ}C$: $100^{\circ}C$).

3. الاحتكاك يكون قويا وخاصة عندما يكون الكباس في منتصف الشوط ، فحينئذ يدفع ذراع التوصيل الذي يكون في وضع مائل الكباس إلى أعلى ضاغطاً إياه بقوة على جدران الاسطوانة ، وينشأ عن هذا الضغط قوى احتكاك كبيرة ، هذه القوى تؤثر على مجموعة المرفق والكباس والاسطوانة كما هو موضح بالشكل 3 – 3 .

obeikandl.com



شكل 3 – 3
القوى المؤثرة على الكباس والاسطوانة وعمود المرفق

يمكن تحليل القوى المؤثرة على الكباس f إلى مركبتين التاليتين وهما :-

F_N.. قوة جانبية تؤثر عموديا على جدار الأسطوانة.

F_s .. قوة تؤثر في اتجاه ذراع التوصيل، الذي ينقلها إلى إصبع أو مسمار عمود المرفق.

تحلل القوة F_s المؤثرة على مسمار عمود المرفق إلى قوة مماسه لدائرة الدوران (قوة إدارة) F_T وقوة شعاعية (نصف قطرية) F_R ، ويمثل طول كل سهم مقدار القوة .. علما بأن مقياس الرسم لكل 1Cm يعادل 3000N.

صيانة الأسطوانات:

لما كانت الأسطح الفعالة من الأسطوانات معرضة للتآكل في أثناء التشغيل نتيجة لضغط الكباسات الجانبي ، لذلك ينبغي إعادة خراطة كتلة الأسطوانات من الداخل عند إجراء الإصلاح العام للمحرك ، أي أنه يتم توسيعها حسب درجة التآكل الحادث.

ويمكن إعادة خرط الأسطوانات وصقلها من الداخل ثلاثة مرات فقط (لتناقص جدران الاسطوانة بعد كل مرة) ، ولتفادى استبدال كتلة الأسطوانات بعد هذه المرات الثلاث، تكبس بطائن بالأسطوانات ، لكي تعمل بمثابة الاسطوانات الأصلية تماماً.

الشروط الواجب توافرها في مواد صنع الاسطوانات :

عند صنع اسطوانات محركات الاحتراق الداخلي ، يراعى أن تكون بالمواصفات التالية:-

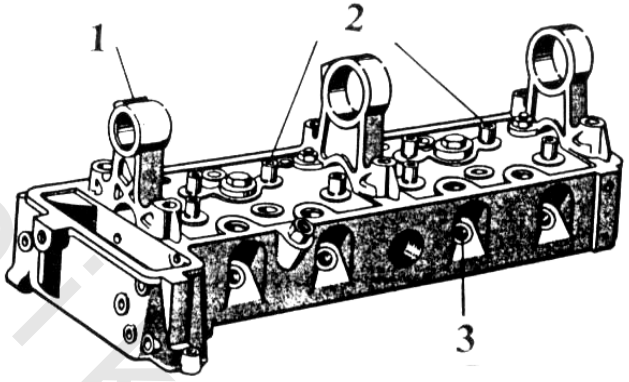
1. مقاومة لاجهادات الضغوط العالية في كل ظروف التشغيل ، بما في ذلك عند درجات الحرارة العالية.
2. خواص انزلاق جيدة.
3. مقاومة عالية للتآكل (البلى أو البرى).
4. جيدة التوصيل للحرارة.
5. خفيفة الوزن.
6. مقاومة عالية للصدأ.
7. قدرة تلاصق جيدة مع وسيط التزليق.
8. إمكانية إنتاج سهلة واقتصادية.

رأس الاسطوانات :

رأس الاسطوانات الموضح بشكل 3 – 4 عبارة عن سطح غلق للأسطوانات من

obeikandi.com

أعلاها ، يحتوى من الجهة السفلي على غرفة الاحتراق ، وعلى فتحات الاتصال بأنابيب السحب وأنابيب العادم ، كما يحتوى من الجهة العليا على محامل عمود الحدبات وأدلة الصمامات والثقوب الملولبة لشموع الاشتعال.



شكل 3 – 4
رأس الأسـطوانات

1. محامل عمود الحد بات.

2. أدلة الصمامات.

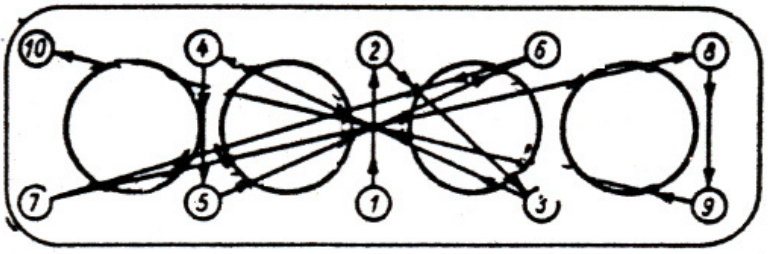
3. لولب شموع الاشتعال.

تثبت رأس الأسطوانات:

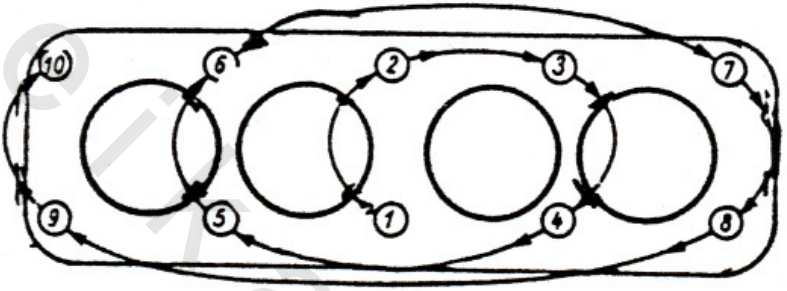
تثبيت رأس الأسطوانات بكتلة الأسطوانات بواسطة مسامير ملولبة ، يستعمل مفتاح عزم مقنن لربطها ، ويتم الربط طبقا لتعليمات الشركة المنتجة ، على أن يبدأ بربط المسامير الواقعة في الوسط ، ثم تلك الموجودة في الأطراف ، أما في خطوط مستقيمة متقاطعة شكل 3 – 5 (أ) أو في مسار حلزوني شكل 3 – 5 (ب).

تربط المسامير أولا بربط خفيف ، ثم بدرجة أشد ، وأخيراً تربط بعزم إلى المحدد. كما يجب إعادة ربطها بعد سير المركبة مسافة حوالي 500km.

obeikandi.com



(أ)



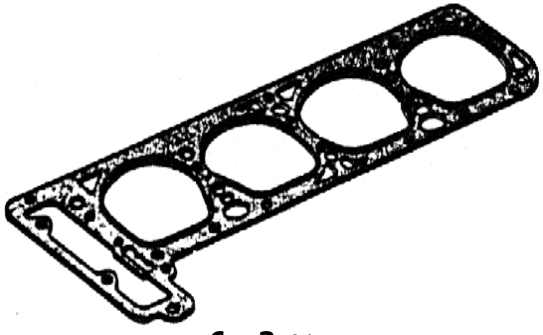
(ب)

شكل 3 – 5
ربط مسامير رأس الأسطوانات
(أ) ربط مسامير رأس الأسطوانات في خطوط مستقيمة متقاطعة.
(ب) ربط مسامير رأس الأسطوانات في مسار حلزوني.

حشية (جوان) رأس الأسطوانات :Cylinder head gasket

تستعمل حشية (جوان) رأس الأسطوانات الموضحة بشكل 3 – 6 لمنع تسرب الغازات من غرفة الاحتراق لكي لا تنفذ مياه التبريد إلى داخل الأسطوانات ، ولا يؤدي مانع التسرب وظيفته على أكمل وجه ، إلا إذا كان كل من سطح رأس الاسطوانات وكتلة الاسطوانات تامتا الاستواء . وينشأ عدم استواء سطح رأس الاسطوانات بسبب فكه بينما يكون المحرك لا يزال ساخناً.

تصنع حشية (جوان) رأس الاسطوانات بمواصفات قياسية دولية ، بحيث لا يتأثر بدرجات الحرارة العالية ، ويتمتع بمقاومة كبيرة للاجهادات الدائمة والناتجة عن الضغوط العالية الموجودة في داخل الأسطوانات.



شكل 3 – 6
حشية (جوان) رأس الأسطوانات

الكباسات والحلقات

pistons & Rings

الكباسات :

تصنع الكباسات Pistons بحيث تقاوم الضغوط المرتفعة ودرجات الحرارة العالية جداً. ونظراً لقوى التسارع الكبيرة والمؤثرة على الكباسات ، فإن خفة وزنها تلعب دوراً هاماً في هذا المقام.

تستخدم الكباسات المصنوعة من المعادن الخفيفة على نطاق واسع في آلات الاحتراق الداخلي ، وفى مجال هندسة السيارات بصفة خاصة، وذلك لتميزها بحسن أدائها في درجات الحرارة المرتفعة.

تصنع الكباسات من معادن خفيفة مثل سبائك الألومنيوم ، وأحياناً يستخدم حديد الزهر الرمادي لصنعها ، وتصب معظم الكباسات المصنوعة لتحمل الإجهادات العالية ، وخصوصا المستخدمة في محركات سيارات السباق ومحركات الطائرات ، حيث تصنع كباساتها بالكبس ، وبذلك تكتسب صفة المتانة والصلادة العالية.

أجزاء الكباس :

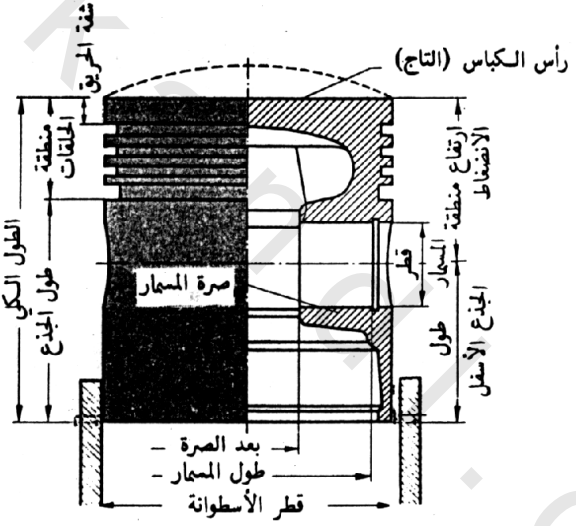
شكل رأس الكباس في محركات أوتو الرباعية الأشواط يكون أما مستويا أو محدبا بدرجة خفيفة كما هو موضح بشكل 3 – 7 .

obeikandl.com

تؤثر درجة الكسح بدرجة كبيرة على شكل رأس الكباس في المحركات ثنائية الأشواط ، بينما تحدد طريقة الاحتراق هذا الشكل في محركات الديزل.

يعتمد سمك رأس الكباس على مقدار ضغط الاحتراق ، أما ارتفاع منطقة الحلقات Rings فيتوقف على عدد أبعادها ويعرف الجزء العلوي من رأس الكباس إلى أول حلقة بشفة الحريق.

وظيفة جزع الكباس هي توجيه حركة الكباس داخل الاسطوانة ، ونقل القوى الجاذبية إلى جدران الأسطوانة . وتتحكم الفتحات والنهاية السفلي لجزع الكباس في سريان الغازات في المحركات الثنائية الأشواط . أما حدة مسمار الكباس فتنقل القوى المؤثرة على الكباس إلى ذراع التوصيل عن طريق مسمار الكباس.



شكل 3 – 7
الأبعاد والأجزاء الرئيسية للكباس

أثر ارتفاع درجة حرارة الكباس:

تتوقف درجة حرارة الكباس على طريقة تشغيل المحرك ونوع التبريد . وقد تصل درجة حرارة مركز رأس الكباس في محركات ديزل إلى درجة أعلى من 400° C بينما لا تتعدى 320° C في محركات أوتو المبرد بالهواء . ويتراوح درجة حرارة نهاية جذع الكباس بين 100° C – 150° C. وينتج عن الاختلاف الكبير في درجات الحرارة

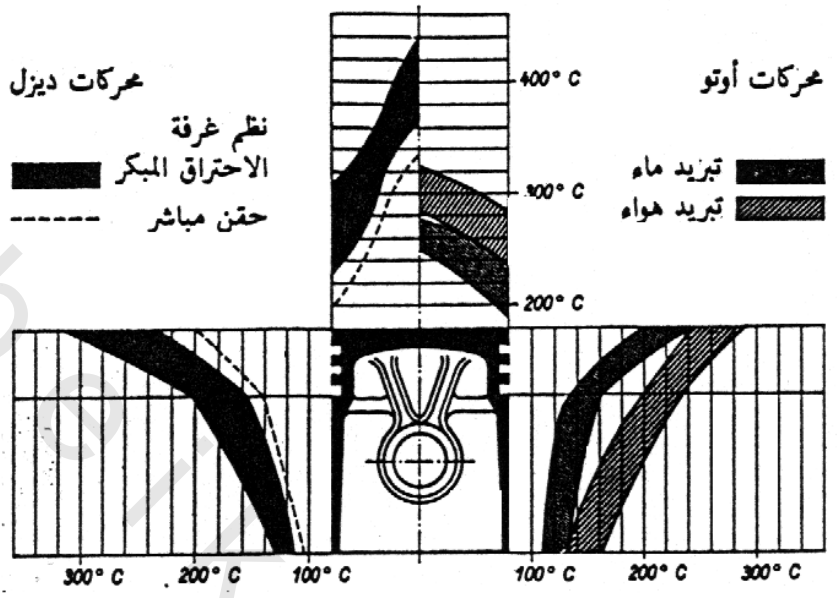
اختلاف كبير في مقدار التمدد الحراري لرأس الكباس وعند جذعه . كما يؤدى تجمع المعدن بقدر أكبر عند رأس الكباس إلى تمدد حراري أكثر شدة في اتجاه صرة مسمار الكباس.

ونظرا لتمدد الاسطوانة بدرجة أقل من تمدد الكباس، بسبب انخفاض درجة حرارتها عن درجة حرارة الكباس ، وكذلك لاختلاف مادتها عن مادة الكباس . لذلك يراعى تركيب الكباس بخلوص مناظر لفرق التمدد حتى يمكن تجنب إتلاف غشاء زيت التزليق . ولكي يحتفظ بالخلوص اللازم للتركيب في أضيق الحدود ، وأن يكون للكباس خلوص واحد في كل الأوضاع وعند كل ظروف التشغيل، تتخذ الإجراءات التالية:-

1. تستعمل غالبا سبيكة من الألمونيوم والسليكون كمادة لتصنيع الكباسات.
2. يجلخ الكباس في اتجاه رأسه بتحدب أو بشكل مخروطى (مسلوب) إلى قطر أصغر.
3. يخرط الكباس بشكل بيضاوي المقطع بحيث يكون قطره في اتجاه صره الكباس أقل من قطره في الاتجاه المتعامد مع محور الصرة.
4. توضع شرائح من الصلب أو الحديد الزهر الرمادي في داخل القوالب أثناء صب الكباس ، لتعمل على إعاقة التمدد الحراري، وللمحافظة على الشكل الصحيح للكباس بتأثير الازدواج المعدني عند ارتفاع درجة الحرارة.

شكل 3 – 8 يوضح رسم تخطيطي للكباس وتوزيع درجات الحرارة على منطقة الرأس ، أما الأشكال الجانبية فهي توضح درجات الحرارة عند الجزع.

obeikandi.com



شكل 3 – 8

توزيع درجات حرارة أثناء تشغيل كباس مصنوع من سبيكة ألمونيوم عند منطقة الرأس والجذع في محرك رباعي الأشواط

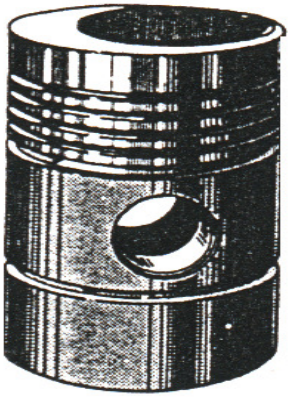
أنواع الكباسات :

تختلف أنواع وأشكال الكباسات باختلاف تنوع الإجهادات المؤثرة عليها ، وكذلك نتيجة اختلاف الإجراءات المتخذة للتغلب على المعدل الكبير للتمدد الحراري للمعادن الخفيفة . وفيما يلي عرض لأكثر أنواع الكباسات إنتشاراً.

1- كباس بجذع كامل :

الكباس ذو الجذع الكامل الموضح بشكل 3 – 9 يناسب المحركات ذات الإجهادات الميكانيكية والحرارية العالية ، مثل محركات الديزل والمحركات ثنائية الأشواط.

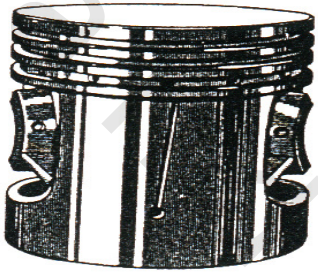
obeikandl.com



شكل 3 – 9
كباس بجـذع كامل

2- **كباس بجذع ذو شق :**

يتميز الكباس ذو الشق الموضح بشكل 3 – 10 بوجود شق في مجرى حلقة الزيت ، يتفرع من شق آخر يمتد إلى قبل نهاية الجذع بقليل.



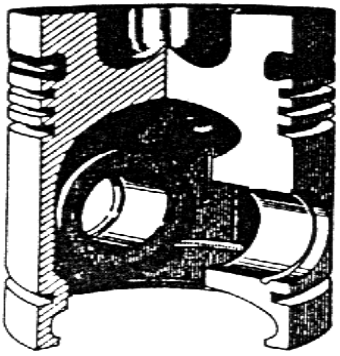
شكل 3 – 10
كباس بجـذع ذو شق

3- **كباس بحامل حلقات :**

يستخدم الكباس ذو الحامل للحلقات شكل 3 – 11 في حالة تعرض الحلقة العليا للكباس للتحميل الحراري المرتفع ، حيث تدعم هذه المجرى بصب حلقة تقوية للحلقة العليا من حديد الزهر الرمادي الخاص ، الأمر الذي يؤدى إلى طول عمر الكباس (زيادة مدة التشغيل).

تستعمل هذه الكباسات في محركات الجرارات ومحركات الديزل المستخدمة في تشغيل المركبات والمجهدة حراريا بدرجة كبيرة.

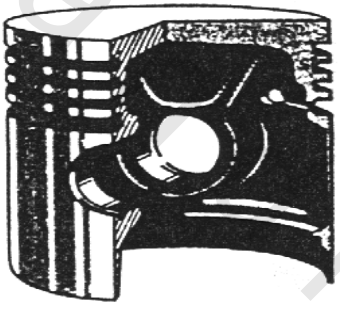
obeikandl.com



شكل 3 – 11
كباس بحـامل حلقات

4- كباس مرن :

يعرف الكباس المرن شكل 3 – 12 بالكباس ذو جذع رقيق الجدار . يستخدم هذا النوع من الكباسات في المحركات ذات درجات الحرارة المرتفعة ، لذلك فأنه يركب بخلوص صغير.



شكل 3 – 12
كـباس مـرن

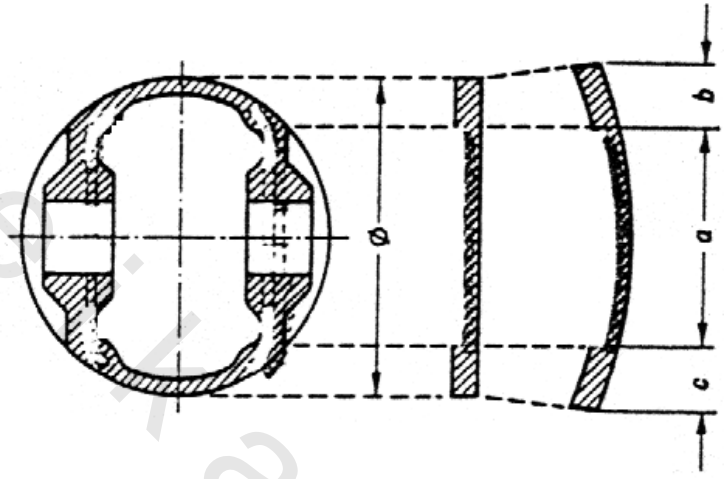
5- كباس ذو شريط صلب :

يعرف الكباس ذو شريط الصلب بكباس أوتوثرماتيك أو بكباس أوتوثرماتيك بأنواعه التالية :-

(أ) كباس ذو شريط صلب طولي:

يصب شريط من حديد الصلب في جزء صرة مسمار الكباس من الداخل ، ويكون هذا مع طبقة سبيكة الألومنيوم الملاصقة له ازدواجا معدنياً ، وعند ارتفاع

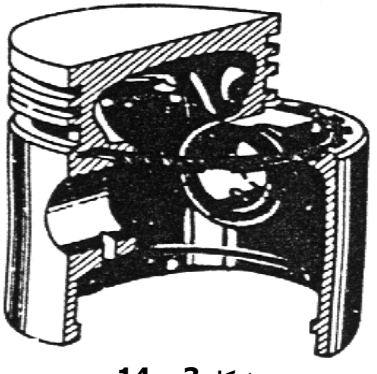
درجة الحرارة يتقوس الازدواج المعدني كما هو موضح بشكل 3 – 1، حيث يتغير البعد a تغيراً طفيفاً ، بينما يتغير كل من البعدين c ، b بما يناظر التمدد الحراري لمادة المكبس.



شكل 3 – 13
كباس ذو شريط صلب طولي

(ب) كباس ذو شريط حلقي:

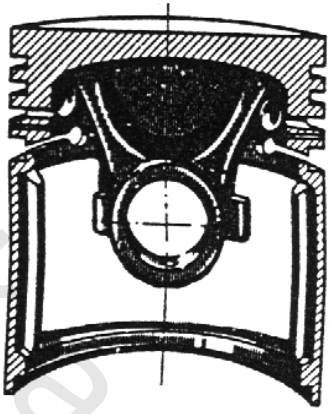
تصب حلقة مغلقة ومسننة من حديد الصلب في داخل الكباس كما هو موضح بشكل 3 – 14 أسفل مجرى حلقة كشط الزيت وتعمل هذه الحلقة على إعاقة تمدد الكباس.



شكل 3 – 14

(ج) كباس ذو شريط عريض مثقب :

يصب شريط عريض مثقب في جذع الكباس كما هو موضح بشكل 3–15 ، ويمكن مواءمة تمدد الكباس مع توزيع درجة الحرارة في جذعه عن طريق عمل الثقوب . يتميز هذا الكباس بانخفاض الضوضاء أثناء تشغيله.



شكل 3 – 15
كباس ذو شـريط عريض مثقب

المواد المستخدمة في صنع الكباسات :

تتميز الكباسات المصنوعة من حديد الزهر الرمادي عن الكباسات المصنوعة من سبائك الألومنيوم بارتفاع قابليتها للتزليق ، وارتفاع مقاومتها للبلى ، ونظراً لدوران المحركات الحديثة بسر عات عالية ، مما ينتج عنه قوى تسارع كبيرة لكتل المعدن المتحركة ، فلا يستعمل حديد الزهر الرادى في صنع كباسات المحركات ، ويقتصر استخدامه في كباسات الضواغط.

ولما كان الألمونيوم النقي من المعادن اللينة وذات مقاومة بلى غير كافية ، فأنه لا يصلح بمفرده لصناعة الكباسات ، ويجب مزجه في سبيكة .. وفيما يلي عرض لأكثر أنواع السبائك المستخدمة في صناعة الكباسات في بعض الدول المتقدمة.

1. سبيكة الألومنيوم والسليكون (12٪ سليكون):

obeikandl.com

تستخدم سبيكة الألومنيوم والسليكون بنسبة سليكون حوالي 12٪ (سبيكة بوتكتيك) . وهذه السبيكة هي المستعملة عادة في كباسات محركات أوتو رباعية الأشواط، وهى سبيكة جيدة التشغيل ، وينخفض السليكون من مقدار التمدد الحراري كما يزيد من مقاومة البلى.

2. سبيكة الألومنيوم والسليكون (18 ٪ سليكون) :

تتميز سبيكة الألومنيوم والسليكون بنسبة 18% سليكون ، وإرتفاع نسبة السليكون يؤدى إلى انخفاض مقدار التمدد الحراري بمقدار أكبر ، كما يزداد كل من صلادة ومقاومة البلى.

تؤدى بلورات السليكون المنتشرة في المادة إلى صعوبة تشغيلها وتستعمل هذه السبيكة بصورة خاصة في الكباسات المجهدة حراريا بدرجة عالية ، مثل كباسات محركات الديزل وكباسات المحركات ثنائية الأشواط.

3. سبيكة الألومنيوم والسليكون (24٪ سليكون) :

تتميز سبيكة الألومنيوم بنسبة حوالي % 24 سليكون ، بزيادة نسبة السليكون ، الأمر الذي يؤدى إلى تمتع هذه السبيكة بأقل مقدار تمدد حراري ، ومقاومة بلى عالية ، وتعتبر هذه السبيكة من أصعب أنواع السبائك في تشغليها ، واستعمال هذه السبيكة يمكن عمل تصميمات التركيبات بأقل خلوص ممكن.

الحلقات :

تقوم حلقات Rings بعدة وظائف أهمها الأتي :-

obeikandi.com

1. الحصول على أحكام تام بين الكباس والأسطوانة ، وعدم تسرب الغازات من غرفة الاحتراق إلى علبة المرفق.

2. منع وصول زيت التزليق إلى غرفة الاحتراق.

3. توصيل الحرارة من رأس الكباس إلى جدار الأسطوانة.

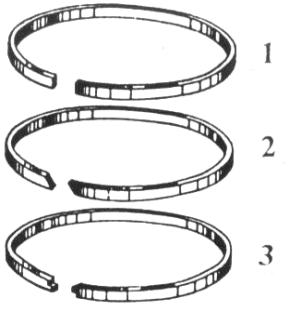
أنواع الحلقات :

تنقسم حلقات الكباس الموضحة بشكل 3 – 16 إلى نوعين أساسين هما:-

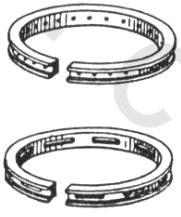
1. حلقات إحكام الانضغاط Compression Rings
2. حلقات ذات شق للزيت Oil Slotted rings

تستعمل الحلقات عادة في كباسات محركات أوتو من خلال تركيب حلقتين أو ثلاثة حلقات إنضغاط ، وحلقة كشط زيت واحدة ، أما محركات ديزل فتستعمل عدد أكبر من الحلقات ، وذلك للارتفاع الكبير في الإنضغاط داخل الاسطوانة.

تبلغ فتحة اتصال حلقات الكباس O.2mm ، مما يتيح لها المرونة الكافية للانفراج.



(ب)



(أ)

شكل 3 – 16
حلقات الكباس

(أ) حلقات الانضغاط.

obeikandl.com

(ب) حلقات قشط الزيت.

1. وصلة مستقيمة.

2. وصلة مائلة بزاوية حادة.

3. وصلة تركيبية.

تركيب الحلقات بالكباس:

تركب الحلقات بالكباسات في المحركات رباعية الأشواط في ترتيب خلافي (أي ليس على استقامة واحدة في الاتجاه المحوري) ، بل تركب الحلقات بحيث تكون الزاوية بين فتحة اتصال كل حلقتين متتاليتين 120° ، وبذلك يتحقق إعاقة أكبر لتسرب الغازات.

أما في المحركات ثنائية الأشواط ، فتثبت حلقات الكباس بمسامير في مجاريها ، وذلك لمنع دوران الحلقة ، وخشية أن تمدد وتنفرج عند مرورها بفتحات الاسطوانة ، مسببة أضرار كبيرة.

تستخدم حلقات الزيت في المحركات رباعية الأشواط ، لتنظيم عملية التزليق داخل الاسطوانات وقشطها ، وتعرف الحلقة السفلي في الكباس بحلقة الزيت ، وأحياناً توجد منها حلقتان ، والغرض منها هو دفع الزيت إلى السطح الداخلي للأسطوانة أثناء حركة الكباس إلى أعلى ، وقشطه أثناء حركة الكباس إلى أسفل، وهى تشبه حلقات الإنضغاط ، غير أنها أعرض منها قليلاً ، علاوة على وجود ثقوب أو مشقبيات (فتحات) للمساح بمرور طبقة رقيقة من الزيت لتزليق السطح الداخلي للأسطوانة.

الشروط الواجب توافرها في حلقات الكباس :

obeikandl.com

1. يجب أن يكون تلامس حلقات الكباس مع السطح الداخلي للأسطوانة جيداً لضمان الحصول على أحكام ومنع التسرب بصورة جيدة.
2. يجب أن تتصف بالمرونة مع الاحتفاظ بخواص انزلاق جيدة.

مواد صنع حلقات الكباسات :

أثبت حديد الزهر الرمادي الخاص جدارته في هذا المجال ، حيث تتعرض حلقة الإنضغاط لأصعب ظروف التحمل الناتجة عن سوء التزليق بالإضافة إلى الارتفاع الكبير في درجة الحرارة ، وكذلك تعرضها للصدأ.

لذلك تطلى حلقات الإنضغاط بطبقة رقيقة من الكروم ، لتخفيض معدل البلى (التآكل) بها وبالحلقات الواقعة أسفلها مباشرة ، هذا بالإضافة إلى تخفيض معدل البلى بالأسطوانة.

ذراع التوصيل

CONNECTION ROD

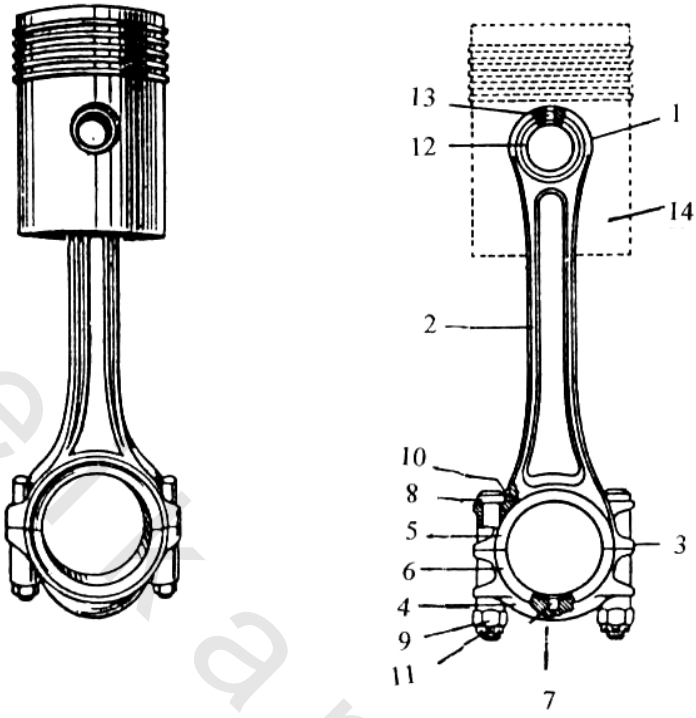
تصنع أذرع التوصيل من الصلب المصلد والمطبع حراريا وغالبا يتم صنعه من سبائك الصلب المحتوية على الكروم والموليبدنوم ، أو المنجنيز والسليكون.

يشكل ذراع التوصيل بواسطة الحدادة بالمطارق الساقطة ، ثم يتبع ذلك تشغليه على الماكينات.

عادة يكون مقطع ذراع التوصيل على شكل حرف H ، مما يعطيه مقاومة كبيرة للانحناء.

تركب النهاية الكبرى لذراع التوصيل الموضح بشكل 3 – 17 على إحدى مسامير عمود المرفق اللامركزي ، بينما يتصل نهايته الصغرى بمسمار يركب ما بينه وبين الكباس.

obeikandl.com



شكل 3 – 17

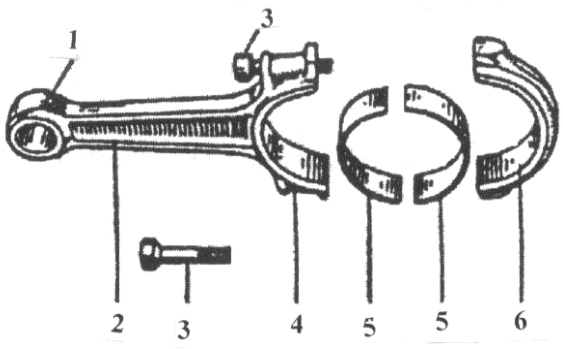
المكبس وذراع التوصيل

1. **النهاية الصغرى**
2. **ساعد ذراع التوصيل**
3. **النهاية الكبرى**
4. **غطاء رأسي ذراع التوصيل**
5. **النصف العلوي من سبيكة المحمل**
6. **النصف السفلي من سبيكة المحمل**
7. **مسمار تثبيت**
8. **مسمار بصامولة**
9. **صامولة**
10. **مسمار أسطواني**
11. **تيلة**
12. **جلبة مسمار الكباس**
13. **ثقب الزيت**
14. **الكباس**

مكونات ذراع التوصيل:

ذراع التوصيل الموضح بشكل 3 – 18 نهايته الكبرى مقسمة إلى قسمين ، وذلك لإمكانية تثبيت سبيكة كرسي المحمل المقسمة إلى قسمين بينهما ، وربطهما مع بعضهما

البعض من خلال مسمارين وصامولتين.



شكل 3 – 18
المكونات الأساسية لذراع التوصيل

1. ثقب النهاية الصغرى. **2. ساعد.**
3. مسمار بصامولة. **4. النهاية الكبرى.**
5. نصفا سبيكة المحمل. **6. غطاء النهاية الكبرى.**

وظيفة ذراع التوصيل:

1. وصل الكباس بعمود المرفق.
2. نقل القدرة من الكباس إلى عمود المرفق.
3. توليد عزم لي على عمود المرفق.
4. تحويل الحركة المستقيمة المترددة من الكباس إلى حركة دائرية.

الإجهادات المؤثرة على ذراع التوصيل :

obeikandl.com

1. إجهاد ضغط بسبب القوة الكبيرة المؤثرة على الكباس والتي تتراوح ما بين -30KN 20 KN لسيارات الركوب.
2. وبسب طول ذراع التوصي .. قد ينشأ عنه خطر الانبعاج.
3. إجهاد شد ، وهو ينتج عن قوى القصور الذاتي الكبيرة للكباس .
4. احتكاك في المحامل.

الخواص الواجب توافرها في ذراع التوصيل:

1. مقاومة عالية لإجهادات الانبعاج.
2. مقاومة عالية لإجهادات الشد.
3. خفيف الوزن ، وتساوى أوزان جميع اذرع التوصيل في المحرك الواحد.
4. خواص انزلاق جيدة للمحامل.

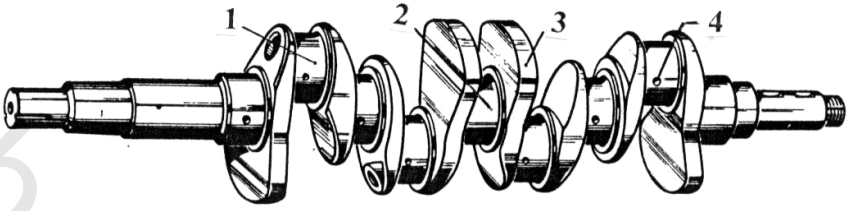
أعمـدة المــرافق .. Crankshafts

تصنع أعمدة المرافق من الصلب السبائكى أو من حديد الزهر أو من الصلب المصبوب . ولتحقيق المتطلبات العالية لمقاومة الإجهادات ، تصلد مرتكزاتها (الأطراف المحملية ومسامير العمود) وخاصة بمحركات الديزل.

تختلف أعمدة مرافق محركات الاحتراق الداخلي عن بعضها البعض ، باختلاف عدد الأسطوانات ، ونظام توزيع شرارة الاشتعال عليها .

تصنع أعمدة المرافق بحيث يأخذ بعض أجزائها أوضاع مركزية علي المحور الأساسي لعمود المرفق ، بينما يأخذ البعض الآخر أوضاع لامركزية ، أي علي محاور

بزوايا مختلفة ، بعيدا عن المحور اللامركزي ، بحيث توازى هذه المحاور المحور اللامركزي الأساسي شكل 3 – 19 .



شكل 3 – 19
عمـود المرفـق

1. **مسمار المرفق.**
2. **مرتكز المحمل.**
3. **فخذ المرفق (ساعد).**
4. **ثقب للتزييت.**

توجد المحامل على نفس المحور الأساسي لعمود المرفق شكل 3 – 20 ، أما المسامير فهي على المحاور اللامركزية ، حيث تنحرف عن بعضها البعض بمقدار زاويا تتابع أشواط القدرة ، أو حسب توقيت شرارة الاشتعال.

تقوم أعمدة المرافق بعده وظائف وهى كالأتي :-

1. تحويل الحركة المستقيمة المترددة إلى حركة دائرية.
2. توليد عزم دوران ونقله إلى القابض.
3. تلقى القوى المؤثرة على الكباسات ونقلها إلى المحامل.
4. إدارة المجموعات التالية:-

- إدارة تروس التحكم.
- إدارة مضخة ماء التبريد.
- إدارة مولد التيار الكهربائي.
- إدارة المروحة.

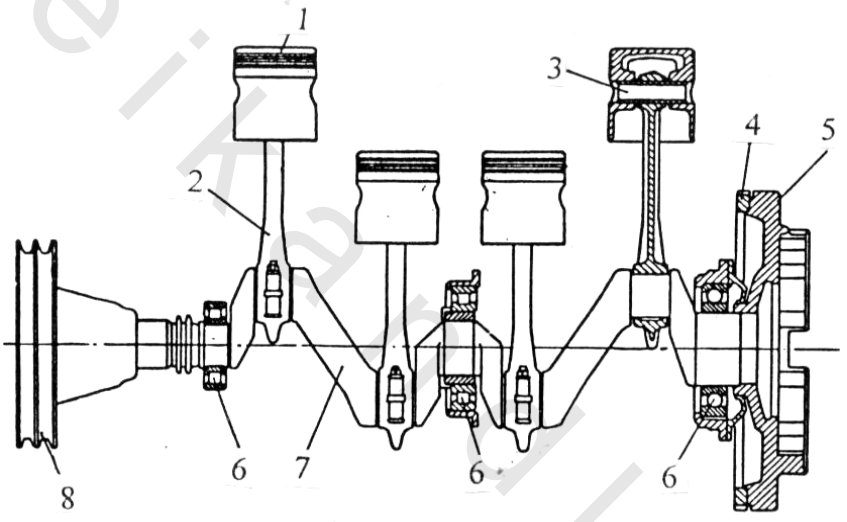
obeikandl.com

- إدارة مضخة الحقن ... (إن وجدت).

5. ترتيب نظام الاشتعال بالمحرك (خلال لغتين للمحرك رباعي الأشواط) ولغة واحدة للمحرك ثنائي الأشواط.

6. توازن عزم الازدواج للقوى الطاردة المركزية التي يتعرض لها العمود ، وعدم اهتزازه أثناء دورانة.

7. توازن عزم الازدواج للقوى المترددة.



شكل 3 – 20 مجموعة عمود المرفق

1. الكباس. **2. ذراع التوصيل.**

3. مسمار الكباس. **4. ترس الحدافة.**

5. الحدافة. **6. محمل عمود المرفق.**

7. عمود المرفق. **8. بكرة ... لنقل الحركة بالسيور.**

obeikandl.com

الخواص والشروط الواجب توافرها في أعمدة المرافق :

تصنع أعمدة المرافق بحيث تتوفر بها الخواص والشروط التالية:-

1. مقاومة وتوازن للقوى المؤثرة المختلفة.
2. خواص انزلاق جيدة.
3. أوضاع مسامير أعمدة المرافق بحيث تناسب توزيع للأشواط المختلفة مثل الآتي

- ترتيب الاشتعال المتعاقب داخل الاسطوانات ، وعلى فترات متساوية تبعا للدورة الحرارية التي يعمل عليها المحرك (دورة رباعية أو ثنائية الأشواط) .
- توزيع أشواط القدرة بالاسطوانات ، بحيث يتلقى العمود دفعات متقاربة تمكنه من توازن القوى التي يتعرض لها .

مجموعة التوقيت في المحركات رباعية الأشواط

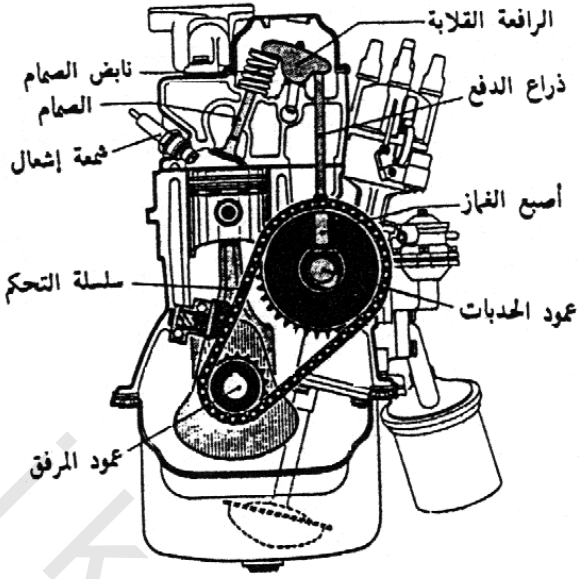
Timing case in four – strike engines

المقصود بمجموعة التوقيت في المحركات رباعية الأشواط ، أي التحكم في فتح وغلق الصمامات والسماح بدخول كمية الخليط المكونة من الوقود والهواء إلى اسطوانات المحرك ، وكذلك السماح للغازات المحترقة بالخروج منها في التوقيت الصحيح .

ويتم التحكم في تنظيم مجموعة التوقيت من خلال الصمامات التي تحدد حركتها عن طريق عمود الحدبات (camshaft) ، وأجزاء أخرى مساعدة مثل الإصبع الغمازة – اذرع الدفع –الروافع القلابة– وبعض النوابض كما هو موضح بشكل3– 21

أما بالنسبة للتحكم في مجموعة التوقيت بالمحركات ثنائية الأشواط، فإن ذلك يتم عادة عن طريق الكباسات pistons التي تسمح بفتح وغلق الفتحات المخصصة لدخول الهواء وخروج العادم في الوقت الصحيح.

obeikandl.com



شكل 3 – 21
مجموعة التوقيت بالمحركات رباعية الأشواط

الصمامات: Valves

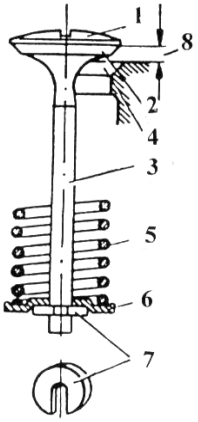
تزود معظم محركات الاحتراق الداخلي بصمامات مخروطية الشكل ، وبصفة عامة فإن كل محرك عادي يحتوى علي صمام سحب وصمام عادم ، وشكل 3 – 22 يوضح إحدى الصمامات.

في بعض المحركات يكون صمام السحب أصغر من صمام العادم ، وفى هذه الحالة يكون تصميم هذا النوع من المحركات مبنى على أساس أن حجم غاز العادم أكبر من حجم الخليط الجديد.

وفى محركات أخرى يكون صمام السحب أكبر من صمام العادم ، ويكون تصميم هذا النوع من المحركات مبنى على أساس تحسين ملئ الأسطوانات بالخليط الجديد ، وتكون غازات العادم تحت ضغط كاف للتغلب على مقاومة ممر ضيق.

كما تزود بعض المحركات بصمامين للسحب وصمامين آخرين للعادم في كل اسطوانة.

oberkandi.com



شكل 3 – 22
الصـــمام

1. القرص. **2. وجه الصمام.**
3. ساق الصمام. **4. سطح مقعد الصمام.**
5. نابض (ياي) الصمام. **6. طبق النابض.**
7. قرص مشقوق. **8. مسافة تحرك الصمام**

توقيت الصمامات : Valves timing

المحركات القديمة ذات السرعات المنخفضة ، كان توقيت فتح وغلق كل من صمام السحب وصمام العادم كالأتي :-

صمام السحب : يفتح عند T.D.C ، ويغلق عند B.D.C

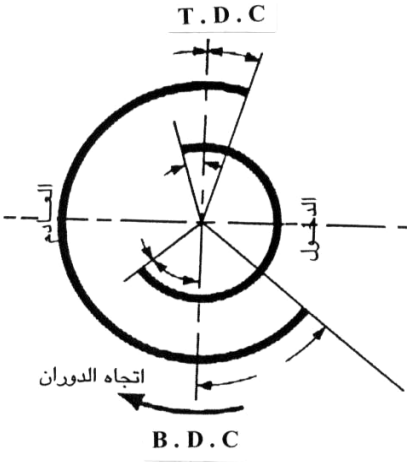
صمام العادم : يفتح عند B.D.C ، ويغلق عند T.D.C

أما المحرك الحديثة التي يصل سرعتها إلى 7000 r.p.m ، أدخلت عليها تعديلات ليكون توقيت فتح وغلق كل من صمامي السحب والعادم كما هو موضح بالمخطط البياني بشكل 3 – 23 الذي يمثل فتح وغلق الصمامات وهى كالأتي:-

صمام السحب : يفتح قبل T.D.C مباشرة ، ويغلق عند B.D.C بوقت قصير

صمام العادم : يفتح قبل B.D.C بوقت قصير ، ويغلق عند T.D.C مباشرة.

obeikandl.com



شكل 3 – 23
توقيت الصمامات لمحرك حديث

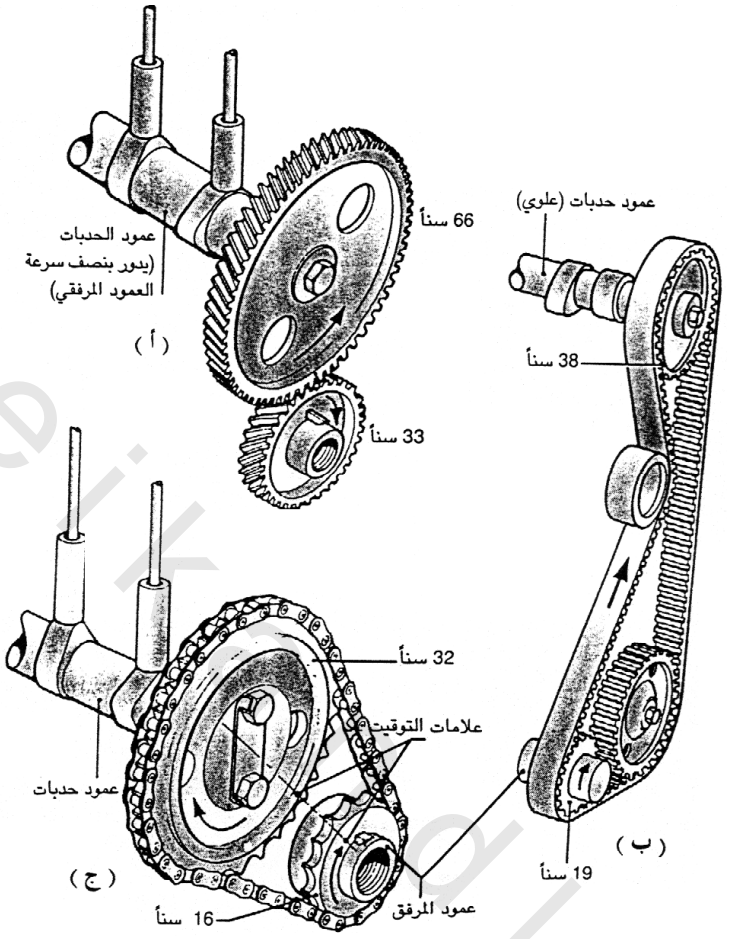
عمود الحدبات : Camshaft

يتحكم عمود الحدبات في فتح وغلق صمامات السحب والعادم باسطوانات المحرك.

يستمد عمود الحدبات حركته من عمود الإدارة عن طريق تعشيقة تروس ، أو إدارة بالجنازير أو إدارة بالسيور المسننة شكل 3 – 24 ، بحيث يكون سرعته نصف سرعة عمود الإدارة ، حتى يمكن فتح وغلق كل من صمامي السحب والعادم في كل أسطوانة مرة واحدة لكل لفتين من لفات عمود الإدارة.

يحتوى عمود الحدبات على عدد من الحدبات موزعة على طول العمود ، والتي تعمل على فتح وغلق الصمامات وبقائها مفتوحة أو مغلقة ، وذلك بتوقيت دقيق لعملتي السحب وتصريف العادم.

obeikandl.com



شكل 3 – 24
طرق انتقال الحركة إلى عمود الحدبات

(أ) انتقال الحركة بالتروس.

(ب) انتقال الحركة بالسيور المسننة.

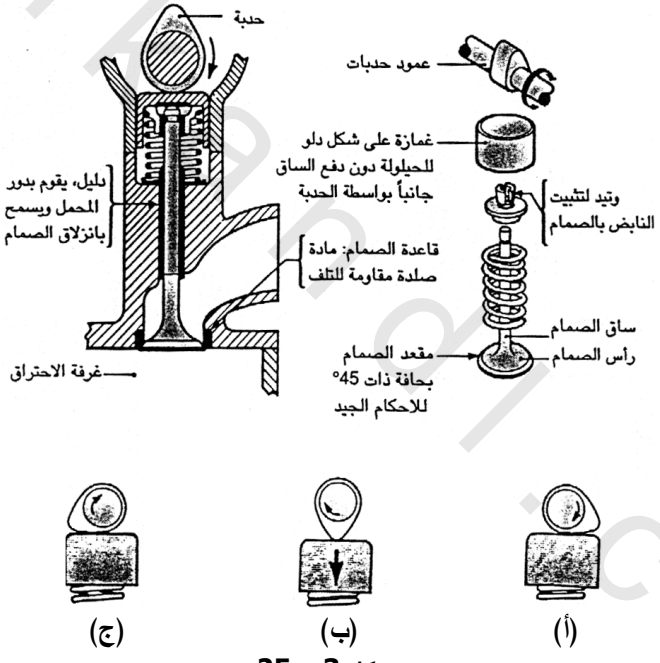
(ج) انتقال الحركة بالجنازير (السلاسل).

يصنع عمود الحدبات من قطعة واحدة بطريقة الأسطمبات أو بطريقة الصب السبائكى ، أو من حديد الزهر ، ويقسي سطحه ليقاوم التآكل خصوصا فى مواضع كراسي التحميل وأسطح الحدبات ، كما تشكل الحدبات بدقة تامة حتى يكون فتح وغلق الصمامات بالسرعة وبالمدة المطلوبة ، بحيث لا يشكل ارتفاعها أى إجهاد على الأجزاء

المتحركة.

يخصص بعمود الحدبات حدبة لصمام السحب وأخرى لصمام العادم ، وذلك لكل أسطوانة من أسطوانات المحرك ، كما ترتب الحدبات على العمود بحيث تتم الأشواط الأربعة بجميع الأسطوانات في كل لفتين من لفات عمود الإدارة.

والحدبات عبارة عن أقراص مشكلة في عمود الحدبات لتحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة مترددة، وذلك من خلال أسطحها الجانبية المنحنية ، وشكل3 – 25 يوضح حدبة أثناء دورانها والحركة المستقيمة المترددة الناتجة ، ونقلها إلى إحدى الصمامات.



شكل 3 – 25

تشغيل الصمامات بواسطة عمود حادبات

(أ) البدء في عملية فتح الصمام. (ب) فتح الصمام بالكامل.

(ج) البدء في عملية غلق الصمام.

دورة تغذية الوقود

في محركات الاحـــتراق بالشـــرارة

Fuel Supplement Cycle in Spark Ignition engines

تعتمد دورة تغذية الوقود في محركات الاحتراق بالشرارة على خلط الوقود السائل (البنزين) مع شحنات الهواء في منظومة قد تكون ميكانيكية أو كهربائية تسمى بالمغذى Carburetor حيث يصل المخلوط المكون من البنزين والهواء إلى اسطوانات المحرك على هيئة غازات ، ويتم اشتعال المخلوط بعد ضغطة عن طريق شرارة كهربائية من الشمعات ، الذي يؤثر على المكبس للحصول على أشواط فعالة.

منظومة الوقود

Fuel System

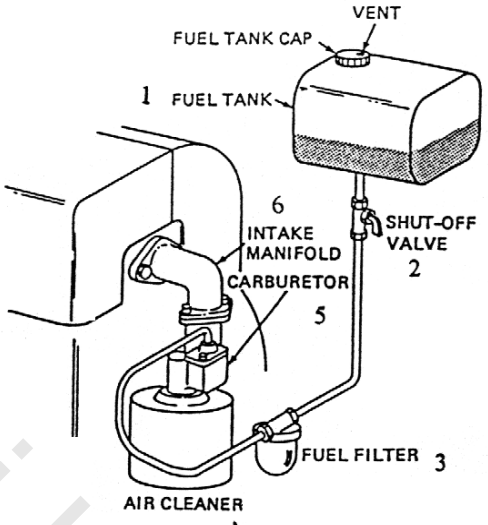
هي مجموعة متكاملة الغرض منها هو تخزين الوقود وسحبة من الخزان ودفعة إلي المغذي ، حيث يقوم الأخير بدورة في مزج الوقود مع شحنات الهواء ودفع هذا المخلوط إلي اسطوانة المحرك.

خزان الوقود :Fuel Tank

توجد عدة طرق لتوصيل الوقود (البنزين) إلى المغذى في محركات الاحتراق الداخلي ذات الاحتراق بالشرارة ، من خلال منظومة تعمل بنظرية الجاذبية الأرضية أو بواسطة التغذية بالدفع.

شكل 3 – 26 يوضح منظومة الوقود التي تعمل بنظرية الجاذبية الأرضية ، حيث يوضح خزان الوقود في مستوى أعلى من مستوى المغذى ، وعلية فان الوقود يهبط تلقائياً.

Obeikandl.com



شكل 3 – 26

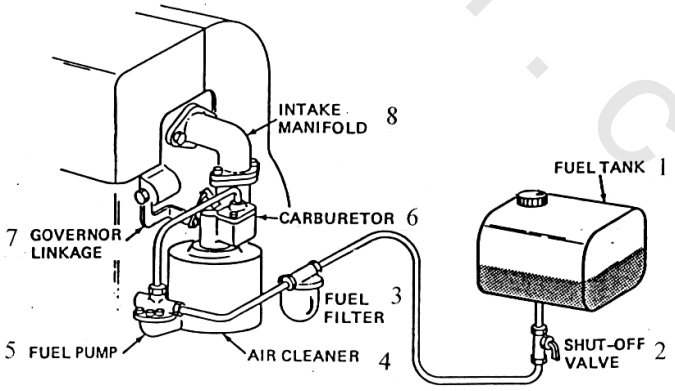
منظومة وقود تعمل بنظرية الجاذبية الأرضية

1. خزان الوقود .. Fuel Tank **2. صمام تحكم (فتح وغلق .. Shut – Off Valve**

3. مرشح الوقود .. Fuel Filter **4. مرشح الهواء .. Air Filter**

5. مغذى .. Carburetor **6. مجرى دخول الوقود مع الهواء . Intake Manifold**

كما يوضح شكل 3 – 27 منظومة وقود أخرى تعمل بنظام التغذية بالدفع ، ويمكن وضع الوقود أسفل مستوى المغذى أو في أى مستوى آخر ، حيث يتم ضخ الوقود المستخدم إلى المغذى عن طريق مضخة.



شكل 3 – 27

1- خزان الوقود .. Fuel Tank 2- صمام تحكم (فتح وغلق). hut – Off Valve

3- مرشح الوقود .. Fuel Filter 4- مرشح الهواء .. Air Filter

5- مضخة الوقود .. Fuel Pump 6- المغذى .. Carburetor

7- ذراع تحكم الوقود . Governor inkage 8- مجرى دخول الوقود مع الهواء Intake Manifold

الشروط الواجب توافرها في خزان الوقود :

يختلف حجم خزان الوقود في آلات الاحتراق الداخلي باختلاف قوة المحرك ، وفى جميع الأحوال يجب أن يتوفر به الشروط التالية:-

1. يصنع من ألواح معدنية ، مثل حديد الصلب المغلف والمعالج والمقاوم للصدأ أو التآكل.
2. ذو سعة مناسبة لا تقل عن 30 لتر.
3. يزود بمصفاة عند فتحة الملء.
4. يزود بثقب عند أعلى مستوى ، وذلك لتساوى الضغط الجوى داخل الخزان وخارجه ، وحتى لا ينخفض الضغط داخله عند انخفاض مستوى الوقود ويؤدى إلى تهشمه.
5. يزود بعدة حواجز داخلية لتخفيف اهتزازات الوقود وخاصة في المنعطفات.
6. يوضح في مكان سهل الوصول إلية عند ملئه بالوقود ، بحيث يكون بوضع آمن بعيداً عن خطر الحريق، نظراً لقابلية البنزين للاشتعال بسهولة.

obeikandl.com

مضخات الوقود
Fuel Pumps

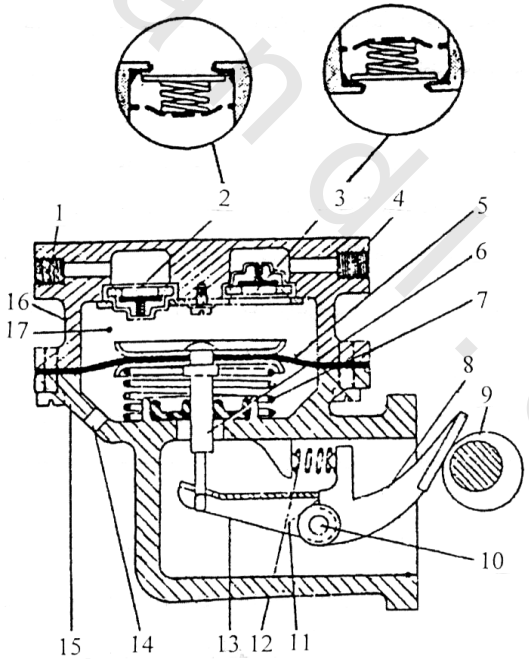
الغرض من مضخات الوقود هو سحب الوقود من الخزان ودفعة إلى المغذى، لإمداد اسطوانات المحرك ما تحتاج إليها من وقود (بنزين) بعد مزجه بشحنات الهواء.

يوجد نوعان من مضخات الوقود ، فيما يلي عرض لكل نوع على حدة.

المضخة الميكانيكية : Mechanical Pump

تعمل هذه المضخة بنظام التغذية بقوة الدفع ، وتثبت في مستوى منخفض عن المغذى ، على أحد جانبي المحرك، بحيث يستمد قوة الدفع عن طريق حدبة Cam مثبتة على عمود حدبات (Camshaft).

ويوضح شكل 3 – 28 قطاع في مضخة وقود تعمل بالنظام الميكانيكي.

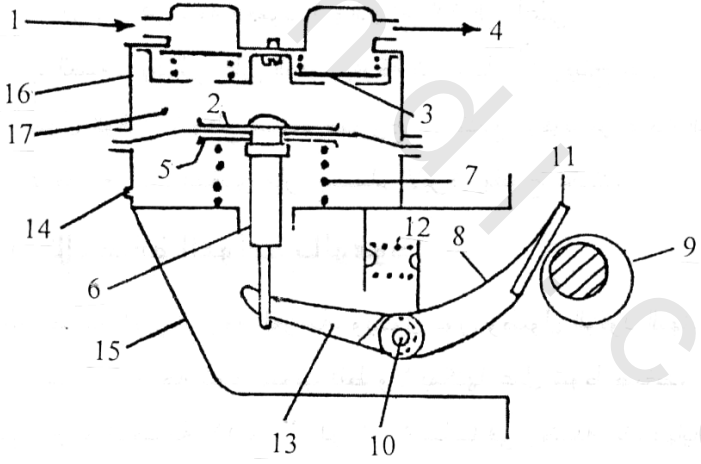


شكل 3 – 28
قطاع فى مضخة وقود تعمل بالنظام الميكانيكي

1- فتحة الدخول.
2- صمام الدخول.
3- صمام الخروج .
4- فتحة الخروج .
5- الرداخ (قرص أو حجاب مرن).
6- عمود المضخة.
7- نابض (ياي) ضغط.
8- رافعة ذات ذراعين متأرجحين.
9- حدبة.
10- محور الرافعة.
11- ذراع التأرجح الخارجي.
12- نابض ضغط لحفظ تماس الذراع بالحدبه.
13- ذراع التأرجح الداخلي.
14- ثقب تهوية.
15- النصف الأسفل للجسم.
16- النصف الأعلى للجسم.
17- غرفة المضخة.

نظرية التشغيل:

يوضح شكل 3 – 29 رسم تخطيطي لمضخة ميكانيكية، حيث تسحب هذه المضخة كمية قليلة من الوقود (البنزين) في كل مشوار من مشاوير رداخها ، نظراً لضآلتها المتناهية ، ثم يقوم بدفع الوقُود إلى المغذى تبعا لحاجته إليه ، ويتم ذلك كما يلي



شكل 3 – 29
رسم تخطيطي لمضخة تعمل بالنظام الميكانيكي

1- شروط السحب:

(أ) تعمل الحدبة 9 أثناء دوران عمود الحدبات على دفع ذراع التأرجح 11 للرافعة 8 الى أعلى حول المحور 10 وضد ضغط النابض اللولبي (Spring) 12.

obeikandl.com

(ب) يؤثر الذراع 11 على ذراع التأرجح الداخلي 13 إلى أسفل ليسحب معه عمود المضخة 6 ومعه الرداخ 5 ضد ضغط النابض (الياي) 7.

(ج) هكذا تتخلخل غرفة المضخة 17 وينخفض الضغط بها عن الضغط الجوى المعرض له الوقود الموجود بالخزان.

(د) عندئذ يفتح صمام الدخول 2 بفرق الضغطين ويصل الوقود من فتحة الدخول 1 الى الغرفة 17 حتى تمتلئ ، بينما يظل صمام الخروج 3 مغلقا.

2- **شروط الضغط أو التغذية:**

(أ) عندما تأثير الحدبة (Cam) عن الذراع 11 أثناء الدوران ، يدفع النابض (الياي) 7 الرداخ 5 ومعه العمود 6 والذراع 13 إلى أعلى.

(ب) يزداد الضغط بالتالي على الوقود بفرقة المضخة 17 وينتج عن ذلك غلق صمام دخول الوقود 2 وفتح صمام الخروج 3 فيندفع الوقود من فتحة الخروج 4 إلى غرفة العوامة بالمغذى ماراً بصمام الإبرة المفتوح عندئذ.

3- **حالة امتلاء غرفة العوامة بالوقود:**

(أ) يغلق صمام الإبرة غرفة العوامة ، ويحول دون وصول الوقود إليها.

(ب) تعمل عندئذ المضخة شوط سحب فقط ولا يمكنها عمل شوط ضغط ، حيث تمتلئ غرفة المضخة 17 ويظل الرداخ 5 ساكنا في وضعه عند نهاية حركته إلى أسفل ، والنابض (الياي) 7 منضغطاً (منكمشاً) لا يقوى على ضغط الرداخ إلى أعلى.

(ج)يظل الذراع المتأرجح الداخلي 11 متأرجحاً بتأثير الحدبة لاستمرار دورانها دون أن يؤثر على الذراع المتأرجح الداخلي 13 والذي يظل ساكنا بدورة.

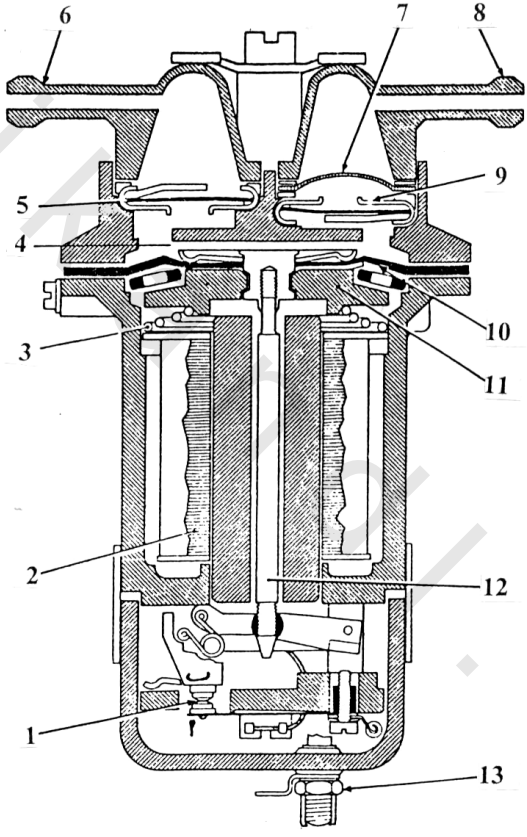
(د) هكذا يبطل عمل المضخة إلى أن يستنفذ جزء من الوقود بغرفة العوامة فيفتح صمام الإبرة مرة أخرى ليسمح باستقبال دفعة أخرى من الوقود ، حيث تبدأ المضخة بالتالي عملها مرة أخرى.

opelkanal.com

المضخة الكهربائية Electrical Pump

تعمل هذه المضخة بنظام التغذية بقوة الدفع ، وتثبيت في مستوى منخفض عن المغذى ، ويوصى بعدم تثبيتها علي المحرك مباشرة ، حتى لا تتعرض ملفاتها للحرارة المرتفعة ، الذي قد يؤدى إلى ارتفاع مقاومتها واختلال عملها.

يوضح شكل 3 – 30 قطاع في مضخة وقود تعمل بالنظام الكهربائي والمستخدمة في بعض السيارات.



شكل 3 – 30
قطاع في مضخة وقود تعمل بالنظام الكهربائي

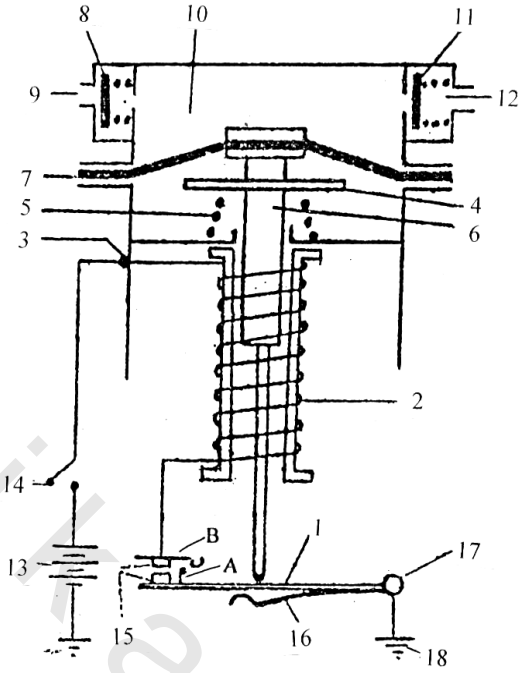
OpenAutoTool.com

1- قاطع اتصال ذو نقطتين تماس.
2- ملفات المجال المغناطيسي.
3- نابض إرجاع.
4- غرفة المضخة.
5- صمام الخروج.
6- فتحة الخروج.
7- مصفاة.
8- فتحة الدخول.
9- صمام الدخول.
10- الرداخ (القرص أو الحجاب المرن).
11- قرص المنتج.
12- عمود المضخة (قلب المنتج الحديدي).
13- وصلة (مسمار) اتصال بمصدر الطاقة (النضيدة) البطارية.

نظرية التشغيل:

تعمل المضخة الكهربائية الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 31 بمجرد غلق لدائرتها الكهربائية عن طريق مفتاح التشغيل (مفتاح الإشعال) ، حيث يفتح صمام الإبرة بغرفة العوامة ، ليسمح باستقبال الوقود ، حتى لو توقف المحرك عن الدوران ، وتتم دورة تشغيلها كما يلي:-

obeikandl.com



شكل 3 – 31 رسم تخطيطي لمضخة وقود تعمل بالنظام الكهربائي

1- **شروط السحب:**

(أ) عندما تغلق الدائرة الكهربائية عن طريق مفتاح التشغيل ، يسرى التيار من النضيدة Battery إلى مسمار التوصيل 6 بالمضخة إلى ملفات المجال المغناطيسي 2 إلى نقطتي تماس قاطع الاتصال (A , B) المتماستين في ذلك الحين إلى رافعة قاطع الاتصال 1 فالأرضي 18.

(ب) يتولد حول الملف مجال مغناطيسي ، فيعمل على جذب القرص 4 ومعه عمود المضخة 6 والرداخ 7 إلى أسفل ضد ضغط النابض (الياي) 5.

(ج) تتخلخل غرفة المضخة 10 نتيجة لذلك، حيث تزداد سعتها وينخفض الضغط بها عن الضغط الواقع على الوقود في الخزان.

(د) يفتح صمام الدخول 8 نتيجة لفرق الضغطين ويتوارد الوقود من فتحة الدخول 9 إلى غرفة المضخة 10 حتى تمتلئ ، بينما يظل صمام الخروج 11 مغلقاً.

2- **شوط الضغط (التغذية):**

oberlandi.com

(أ) بمجرد وصول عمود المضخة 6 إلى نهاية حركته إلى أسفل ، يضغط بنهايته السفلي على رافعة قاطع الاتصال 1 ضد الرقيقة الزنبركية 16 ليباعد بين نقطتي الاتصال A,B فتفتح الدائرة ، وينقطع مرور التيار الكهربائي.

(ب) عدم وجود مجال مغناطيسي حول الملفات ، نتيجة لفصل التيار الكهربائي ، لذلك يقوى النابض (الياي)5 على دفع القرص 4 والرادخ 7 وعمود المضخة 6 إلى أعلى وإرجاعها إلى موضعها الأصلي

(ج) انخفاض سعة غرفة المضخة 10 ويرتفع ضغط الوقود بها مما يؤدى إلى غلق صمام الدخول 8 وفتح صمام الخروج 11 فيندفع الوقود من فتحة الخروج 12 إلى غرفة العوامة بالمغذى ماراً بصمام الإبرة المفتوح حينذاك.

3- تكرار دورة التشغيل:

عندما يصل القرص 4 وعمود المضخة 6 إلى النهاية العليا لحركتها ، تعمل الرقيقة الزنبركية 16 على دفع رافعة القاطع 1 لإعادة تلامس النقطتين A ، B ، فتغلق الدائرة الكهربائية لتتولد طاقة مغناطيسية لتعمل على جذب القرص 4 إلى أسفل مرة أخرى ، حيث تتكرر عملية فتح وغلق الدائرة الكهربائية ، وبالتالي تتكرر دورة التشغيل بشوطيها (السحب والضغط) لتتم عملية توصيل المغذى بالوقود

حالة امتلاء غرفة العوامة بالوقود :

(أ) يغلق صمام الإبرة غرفة العوامة ويحول دون توارد الوقود إليها.

(ب) تؤدى المضخة عملها حتى تمتلئ الغرفة 10 بالوقود فيظل الرداخ 7 ساكنا في موضعه عند نهاية حركته إلى أسفل في نهاية شوط السحب ، كما يظل النابض 5 منضغطاً (منكمشاً) دون أن يقوى على ضغط الرداخ 7 إلى أعلى لعمل شوط ضغط.

(ج) يظل عمود المضخة 6 في نهاية مشواره إلى أسفل ضاغطاً على رافعة قاطع الاتصال 1 مباعداً بين نقطتي التماس A ، B أى فتح دائرة ملفات المجال

المغناطيسي.

(د) يبطل عمل المضخة إلى أن يستنفذ جزء من الوقود بغرفة العوامة ويهبط منسوبه بها ، فيفتح صمام الإبره مرة أخرى ليسمح باستقبال مزيد من الوقود ، وتبدأ المضخة عملها مرة أخرى.

obeikandl.com

منقيـات الهواء

Air Filters

أثناء عملية غسيل وتشحيم أى سيارة ، يلاحظ تراكم كمية كبيرة من الأتربة بأعلى المحرك ، والتي يأتي بها الهواء مباشرة أو عن طريق المروحة ، والذي يستهلك المحرك كمية هائلة منه في عملية احتراق البنزين ، فإذا تخلل هذا الكم من الأتربة إلى اسطوانات المحرك واختلط مع الزيت العالق بالأسطوانات ، حيث أنه يعتبر مادة حاكة تشبه مواد التجليخ تعمل كصنفرة، تؤدى إلى سرعة تآكل الأسطح الداخلية للأسطوانات ، مما أوجب ضرورة استخدام منقيات (مرشحات) للهواء تكون ذات سعة كبيرة وغير مقاومة لتدفق الهواء ، هذا بالإضافة إلى وظائف أخرى نذكرها فيما بعد.

وظائف منقى الهواء :

1. يعمل كحاجز للمواد الغريبة (أتربة – غبار – حبيبات رملية) العالقة بالهواء ، حيث يعمل على عرقلة حركتها ، فتترسب عليه وهكذا يحول دون دخولها إلى المغذى بكفاءة عالية والى أدنى حد ممكن ، حتى لا تؤثر على أداء المحرك، وبحيث لا تعمل على سرعة استهلاكه.

2. يعمل ككاتم صوت ، حيث يخمد الصوت الناتج عن سرعة دخول الهواء إلى المغذى ، وممرات مساره وفتحات صمامات السحب ، والذي يكون شديداً إذا أهمل استعمال المنقى خاصة في المحركات الحديثة السريعة الدوران.

3. يعمل كمانع للهب ، إذا أنه يخمد لهب الاشتعال، ويحول دون حدوث الإنفجارات داخل المغذى (ظاهرة ارتداد اللهب) ويمنع امتداده إلى الخارج.

مواد منقيات الهواء:

تصنع منقيات الهواء من مواد مختلفة كالأتي :-

obeikandl.com

1. اللباد والنسيج والتي يمكن تنظيفها بالطرق عليها، أو بالهواء المضغوط من الداخلي إلى الخارج ، ثم غسلها بالبنزين وإعادة استخدامها، ولكنها لا تعمر طويلا حيث تستبدل كل 10.000 كيلو متر.
2. الورق المسامي وهو يمتاز بكفاءته العالية لحجز الأتربة ، وسهولة تنظيف بالهواء المضغوط ، وطول مدة خدمته ، حيث يستبدل عادة كل 25.000 كيلو متر.
3. مصفاة (حشو شبكي من عناصر معدنية) من السلك الرفيع أو من شرائط رقيقة مشبعة بالزيت.

أماكن تثبيت منقيات الهواء :

تثبت علبة المنقى أو مرشح الهواء في جميع أنواع السيارات وبصفة عامة بأعلى المغذى مباشرة ، أو تتصل به عن طريق وصلة مرنة (خرطوم مطاطي) أسفل غطاء المحرك، بينما يثبت في بعض سيارات النقل الكبيرة والشاحنات خارج كابينة السائق وعلى أحد جانبيها.

أنواع منقيات الهواء :

تستخدم في جميع أنواع السيارات ، نوع واحد من هذه الأنواع الأتي بيانها ، إلا أنه قد يستعمل نوعان منها في آن واحد كما هو الحال في بعض السيارات التي تعمل في ظروف قاسية متربة جدا.

فيما يلي عرض لأكثر أنواع منقيات الهواء انتشارا.

1- **المنقى الجاف :**

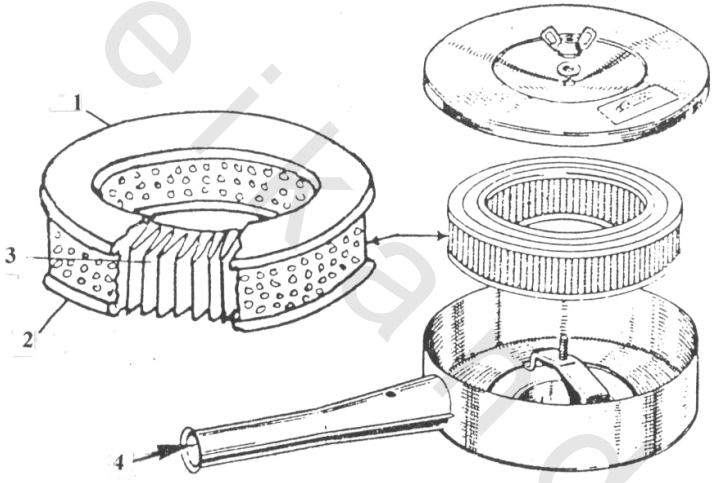
يتكون المنقى الجاف الموضح بشكل 3 – 32 من مادة ورقية مقواه مسامية ، والتي تشكل على هيئة اسطوانة جدارها ذو طبات عديدة ، موضوعة داخل اسطوانة معدنية رقيقة متعددة الثقوب.

توضح الأسطوانة الورقية داخل جسم المنقى المعدني ذو بوق هوائي جانبي (طويل نسبياً) يسحب منه الهواء أثناء تشغيل المحرك ، ليمر خلال ثقوب الغلاف

obeikandi.com

المعدني الخارجي ، ثم بين طيات مادة التنقية الورقية والتي تعمل على تغيير مساره واتجاهه صاعداً وهابطاً مما يخفض من سرعة الهواء المسحوب ، كما يعمل على عرقلة وإعاقة ذرات الأتربة العالقة به والتي ترسب علية ليدخل الهواء نقياً من ثقوب الاسطوانة المعدنية الداخلية ليتجه إلى المغذى.

يعتبر هذا النوع من أنواع منقيات الهواء ذو الكفاءة العالية في جميع ظروف التشغيل ، كما لا يتأثر كفاءته بانخفاض سرعة الهواء الناتج عن انخفاض سرعة دوران المحرك.



شكل 3 – 32
المنقي الجـاف

1. **قاعدة عليا**
2. **قاعدة سفلي**
3. **طيات الشريط الورقي المقوى.**
4. **مدخل تيار الهواء.**

2- المنقى الرطب ذو حمام الزيت :

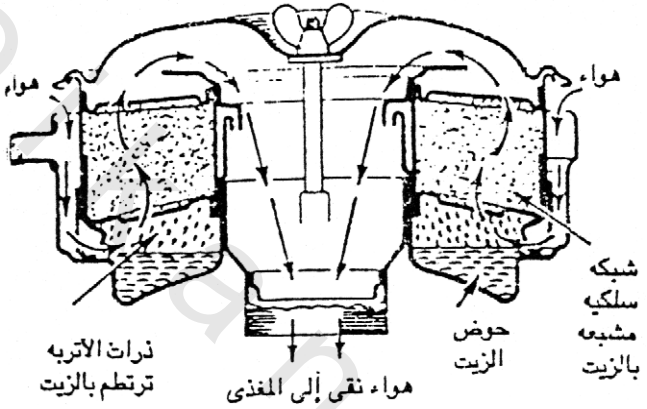
يتكون المنقى الرطب ذو حمام الزيت الموضح بشكل 3 – 33 من مصفاة شبكية مملوءة بالسلك المشبع بالزيت ، مضاف إليه كمية زيت بحد معين ، بحيث لا يزيد مستوى الزيت بالمنقى عن الحد المسموح به ، حتى لا يجذب إلى المغذى وهو محمل بالأتربة.

يمر الهواء المسحوب والمحمل بالأتربة من فتحات جانبية متجهاً إلى أسفل ، حتى يصل إلى سطح الزيت في حوض ، فيتخلص الهواء من نسبة كبيرة من الغبار وحبات

الرمل. ينحرف الهواء عندئذ إلى أعلى ليمر خلال المصفاة حاملا معه قطرات من الزيت فيبلل المصفاة ، ويلتصق بها معظم الغبار ليخرج الهواء نقياً إلى أعلى حد ممكن ليتجه إلى مدخل الأنبوب المركزي ومن ثم إلى المغذى.

هذا النوع ذو كفاءة عالية للتنقية ، إلا أنه ينخفض كفاءته عند انخفاض سرعة الهواء المار به.

يوصى بتنظيف المنقى وغسله ، وتغيير الزيت كل 40000 كيلو متر.



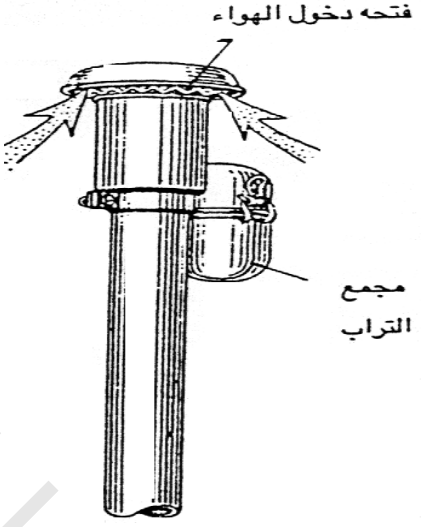
شكل 3 – 33
المنقى الرطب ذو حمام الزيت

3- المنقى الطارد المركزي :

يستعمل هذا النوع من المنقيات بكثرة في مركبات الخدمة الشاقة والتي تعمل في ظروف قاسية كثيفة الغبار ، كثيرة العواطف الرملية ، كما هو الحال في المناطق الصحراوية الحارة والجافة.

يتحتم الأمر في مثل هذه الظروف استخدام مرشحات هواء ذات فاعلية شديدة في مدخل الهواء المسحوب ، لغرض تخفيض الغبار إلى أدنى حد ممكن.

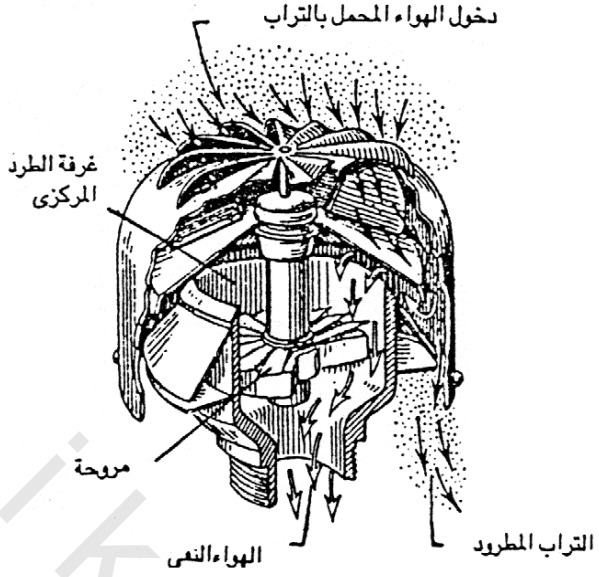
والجدير بالذكر أن نسبة التراب في الهواء ، تكون كبيرة بالقرب من الأرض ، وتنخفض كلما أرتفع البعد عنها ، لذلك تركب ماسورة سحب الهواء في أعلى موضع ممكن على كابينة السائق ، كما هو موضح بشكل 3 – 34 .



بشكل 3 – 34
المنقي الطارد المركزي

تتم التنقية في هذه المرشحات على مرحلتين ، المرحلة الأولى وهى التنقية الابتدائية أو المسبقة ، حيث يتم فيها التخلص من جزء كبير من الأتربة وخاصة الحبيبات الثقيلة قبل مرور الهواء في المرحلة الثانية ، وهى مرحلة التنقية الرئيسية ذات صمام الزيت والمصفاة الشبكية السلكية والتي يتم فيها التخلص من الأتربة الناعمة الدقيقة المتبقية العالقة بالهواء .

يوضح شكل 3 – 35 الجزء الأول من منقى الهواء الذي يتمثل في المرحلة الأولى ، وفيه يثبت عند مدخل الهواء من أعلى مجموعة ريش توجيه أو حزوزات ، تعمل كممرات حلزونية تكسب الهواء المار بها حركة دائرة دوامة ، وبالتالي يدور خليط الهواء والغبار بسرعة عالية، ويجبر الهواء على الاستدارة والانحراف بزاوية حادة، بينما تعمل قوة القصور الذاتي للحبيبات العالقة على استمرار حركتها في خط مستقيم ، وهكذا تعمل قوة الطرد المركزي على قذف المواد الثقيلة لتخرج من فتحات تصريف جانبية إلى الحيز بين الجدار الخارجي والداخلي (مجمع التراب).

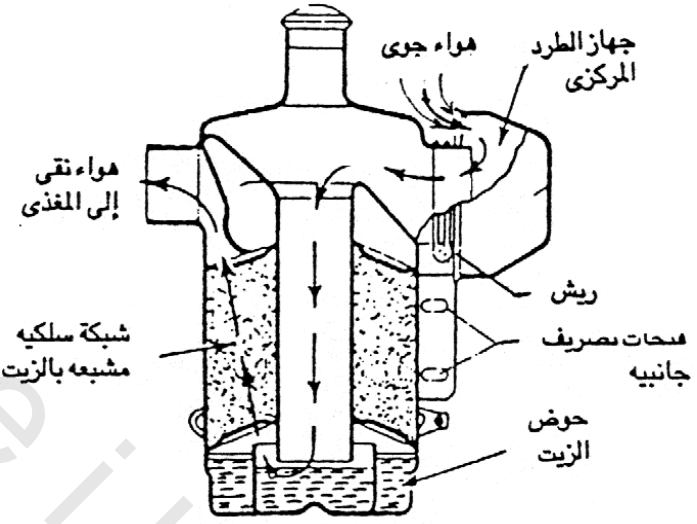


شكل 3 – 35

الجزء الأول من منقى الهواء الطارد المركزي

ويوضح شكل 3 – 36 الجزء الثاني من منقى الهواء المتمثل في المرحلة الثانية ، حيث يدخل الهواء المسحوب بالمحرك في إتجاه مماس لفوهته اليسرى من خلال عجلة ذات ريش (مروحة) في غرفة الطرد المركزي ، ويعمل على دورانها (تشبه حالة دوران ريش المروحة الكهربائية المنزلية عندما تدور بدون تيار كهربائي عدة لغات إذا تعرضت لتيار هوائي) ، ونظراً لترتيب الريش في وضع مائل فأنها تعمل على انحراف الهواء بزاوية حادة ، بينما تكتسب جسيمات الأتربة قوة طاردة مركزية فتستمر في حركتها المستقيمة لتصل إلى مجمع التراب وتعمل مجموعة الريش على توجيه الهواء إلى حمام الزيت لتخفيض العالق بالهواء من حبيبات الأتربة الدقيقة ، ثم يتوجه إلى الشبكة السلكية المشبعة بالزيت ، ليصل إلى المغذى هواء نقى.

obeikandl.com



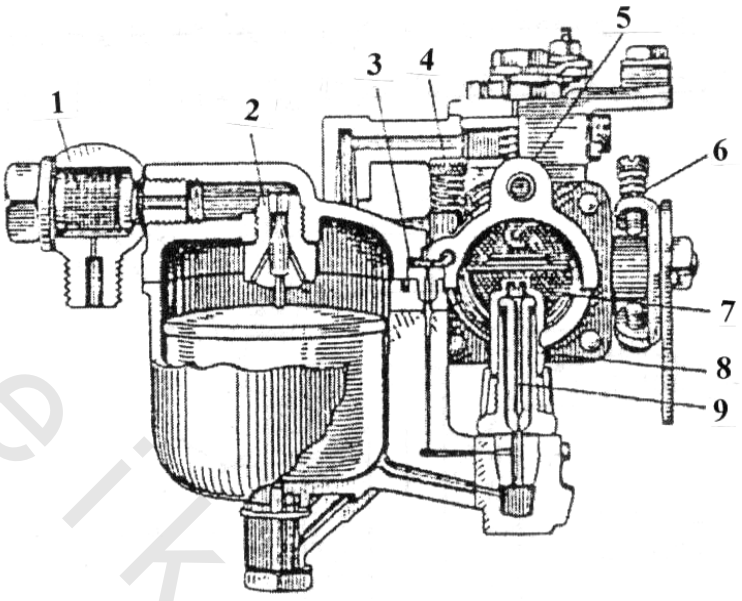
شكل 3 – 36
الجزء الثاني من منقى الهواء الطارد المركزي

المغــذى .. (المكربن)

Carburetor

يعتمد مبدأ عمل المغذى الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 37 على تحضير خليط مكون من وقود وهواء نسبة 1 : 15 أو 1 : 16 وإمداده للأسطوانات ، علما بأن هذه النسبة ثابتة في جميع سرعات المحرك ، أى عند دوران المحرك بسرعة التباطؤ ، وعند تغير السرعات ، وفى حالة الحمل الجزئي أو الحمل الكلى .. ويعمل المغذى على النحو التالي :-

obeikandl.com



شكل 3 – 37
مقطــع في معــذى

1. مصفاة
2. صمام (إبرة) العوامة.
3. منفث موجة.
4. منفث هواء السرعة البطيئة.
5. مسمار وصل.
6. مسمار ضبط سرعة التباطؤ.
7. أنبوب (ماسورة).
8. غطاء المنفث.
9. المنفث الرئيسى

شروط السحب :

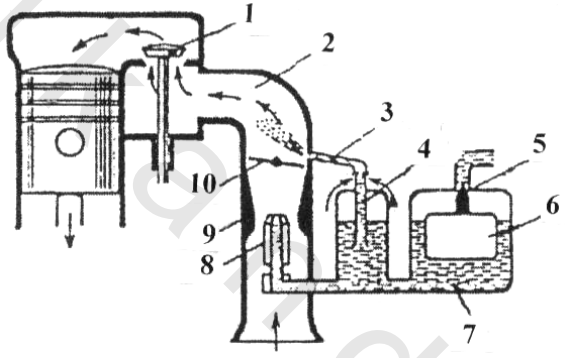
يسحب المحرك الهواء الخارجي في شوط السحب ليمر في مدخل المغذى فيزداد سرعته عند موضع الاختناق الموجود به ، وإذا ثقبت فتحة صغيرة في منطقة هذا الاختناق لتتصل بالوقود ، فأنه يمكن سحب الوقود عن طريقها في الوقت الذي يمر فيه الهواء ليختلط به مكونا قطرات دقيقة الحجم ، أى مكوناً خليط الوقود والهواء المطلوب . ويمكن التحكم في هذا المخلوط الوارد للمحرك وبالتالي كمية الوقود ، عن طريق صمام اختناق مركب في مدخل السحب بالمغذى في موضع بينه وبين المحرك.

نظرية المغذى :

obeikandi.com

شكل 3 – 38 يوضح رسم تخطيطي للفكرة الأساسية التي بنيت عليها نظرية عمل المغذى.

الجزء الضيق الأنبوبي الموجود في مدخل المغذى 9 والذي يعرف بأنبوب فنتورى ، كما تعرف فتحة مرور الوقود 8 بالمنفس ، ويتصل هذا المنفث بوعاء تخزين (غرفة العوامة) 7 ، وهى تحتوى على العوامة 6 ، وهى تعمل على الاحتفاظ بالوقود في مستوى ثابت ، وعندما يصل مستوى الوقود إلى أقصى حد له ، تقوم العوامة بإغلاق فتحة الدخول المتصلة بخزان الوقود أو بمضخة الوقود ، وذلك عن طريق الصمام الإبرى 5 .



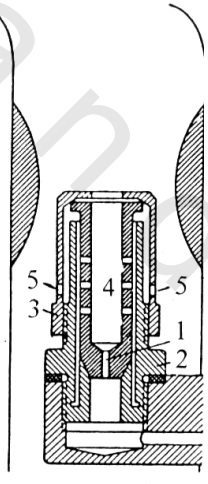
شكل 3 – 38
الفكرة الأساسية في عمل المغذى

1. صمام سحب.
2. ماسورة السحب.
3. ماسورة الإمداد بالوقود.
4. فوهة السرعة البطيئة
5. إبرة العوامة.
6. عوامة.
7. غرفة العوامة.
8. المنفث الرئيسي.
9. أنبوب فنتوري.
10. صمام خانق.

تحتوي الفوهة الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 39 علي جميع الأجزاء التي تتحكم في تكوين الخليط ،حيث تحتوى في قاعها علي المنفث الأنبوبى الرئيسي1

المركب في الحامل 2 المثبت في الغطاء 3 عن طريق الفتحات 4 ، ويتصل المنفث الرئيسي بغلاف الوقود الموجود بينه وبين حامل المنفث ، ومن ثم فان مستوى الوقود به يتساوى بمستوى الوقود في كل من المنفث وغرفة العوامة ، وهناك فراغ آخر بين الحامل 2 والغطاء 3 وهو متصل بالهواء الخارجي عن طريق الفتحات 5 ، وعند التعجيل ، اى فتح صمام الاختناق ، يسحب الوقود بسرعة من الغلاف ، ويمكن التحكم في كمية الهواء الإضافي بواسطة المنافث المتعددة الفتحات 4 أو المنافث ذات الشقوق الطويلة .

ولكي يوفي المغذي بجميع المتطلبات ، يجب تزويده ببعض العناصر التكميلية ، وفى مقدمتها العناصر المتعلقة ببدء حركة المحرك مثل صمام الخنق الذي يوضع أمام المنفث الرئيسي الذي يغلق عند بدء حركة المحرك إذا كان بارداً ، وحينئذ يؤثر الضغط الكلى للسحب على فوهة الوقود ، حيث يتم الحصول على الوقود الزائد.



شكل 3 – 39
الفوهـــة

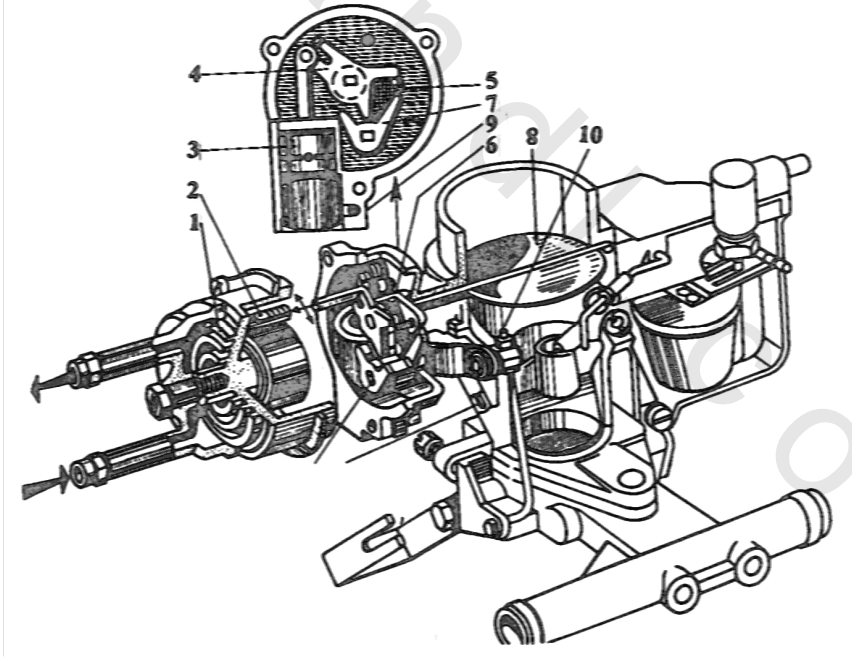
1. **النفث الرئيسى**
2. **حامل المنفث.**
2. **غطاء المنفث.**
4. **فتحات.**
5. **فتحات متصلة بالهواء الخارجي.**

obeikandl.com

مغذى يحتوى على وسيلة تحكم في بدء حركة المحرك وهو بارد :

المغذى الذي يعمل بطريقة السحب الأسفل ، يعتبر مثالا لأمثلة التصميمات الهندسية العديدة المبتكرة في مجال الصناعة ، حيث تعمل جميع هذه المغذيات بنظرية واحدة بصرف النظر عن الاختلافات التي قد تحدث في تصميماتها وخصائصها لتتماشى مع خصائص كل طراز من المحركات وظروف تشغيله.

وقد زودت المحركات حديثاً بمغذيات تحتوى على وسائل إضافية للتحكم الأوتوماتي في بدء حركة المحرك وهو بارد ، كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 40 ، بالاستعانة بإحدى الوحدات الحساسة للحرارة (الثنائية المعدن) يمكن ضبط وسيلة بدء الحركة على البارد أوتوماتياً على درجة حرارة تشغيل المحرك . وبازدياد مسخونة المحرك تنفصل وسيلة التحكم من تلقاء نفسها ، وهكذا يمكن الاستغناء عن وسائل التحكم اليدوية التي يستخدمها السائق في بدء الحركة على البارد ، ومن ثم يذمكن تخفيض احتمالات حدوث البلى.



شكل 3 – 40
مغذى به وسيلة تحكم في بدء الحركة على البارد

1. وعاء مائي متصل بمياه تبريد المحرك. **2. نابض (ياي) ثنائي المعدن.**
3. دافعة ذات ضغط منخفض. **4. رافعة نقل حركة.**
5. قرص مدرج. **6. نابض (ياي) إرجاع.**
7. رافعة نقل حركة. **8. صمام خانق.**
9. قناة الضغط المنخفض. **10.مسمار ضبط.**

وظيفة المغذي (المكربن) :

إن الوقت المتاح لحرق الوقود في الأسطوانة قصير جداً (يبلغ نحو 0.001 S) . ولكي يمكن احتراق الوقود في هذه الفترة القصيرة ، يجب أولا تحويل الوقود من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية أى تبخيره . ويتم هذا التحويل على مرحلتين . ويتولى المكربن إتمام المرحلة الأولى ، حيث يقوم بتذرية الوقود . أما المرحلة الثانية وهى تحول الوقود المذرى إلى غاز فإنها تتم في مشعب السحب ، وعلى الأخص في الأسطوانة نتيجة ارتفاع درجات الحرارة . وترتفع درجة الحرارة في الأسطوانة أثناء شوط الإنضغاط حتى عندما يكون المحرك في حالة باردة ، مما ينتج عنه تبخر جزء كبير من الوقود . ويحتاج حرق كمية من الوقود إلى كمية معينة من الهواء . ومن هنا تنشأ وظيفة ثانية للمكربن ، هي تحضير خليط من الوقود والهواء بنسبة الخلط الملائمة لكل ظروف من ظروف التشغيل.

تذرية الوقود :

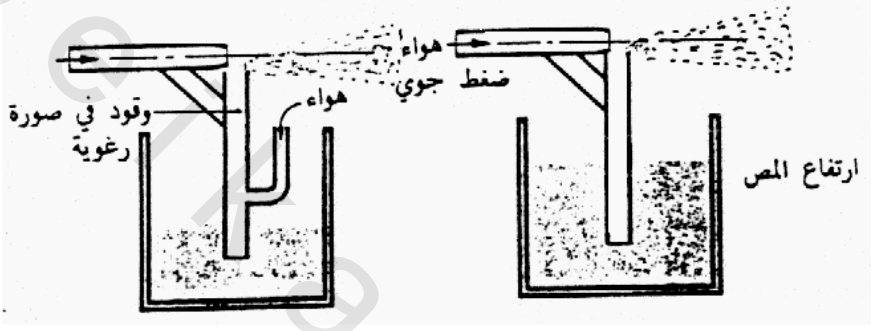
يمكن إدراك عملية تذرية الوقود بسهولة على ضوء التجربة المشروحة في شكل 3 – 41 . ويمكن إجراء بعض التجارب لإثبات أن كمية الوقود المذراة تتوقف على سرعة الهواء وارتفاع المص وقطر الأنابيب الشعرية المستخدمة.

تجارب تذرية الوقود :

I) أنبوبان شعريان متصلان في وضع متعامد يغمر الأنبوبة الرأسي منهما في حوض

مملوء بسائل يسحب السائل في الأنبوب الرأسي ، عند النفخ في الأنبوب الأفقي ، يتذرى السائل المسحوب عند ازدياد سرعة الهواء عند حد معين

II) تتحسن درجة التذرية إذا ما وصل أنبوب رأسي أخر بالأنبوب الرأسي على أن يتصل الثاني بالهواء الجوى ، فأثناء سريان السائل في أنبوب المص إلى أعلى يسحب معه فقاعات هواء من الأنبوب الثاني المتصل به . ويؤدى هذا إلى تحول الوقود المختلط بالهواء إلى تذرية دقيقة عند فوهة الأنبوب.



(أ) (ب)

تذرية خشنة **تذرية دقيقة**

شكل 3 – 41
تذريــة الوقــود

أنواع المغذيات .. (المكربنات) :

توجد أنواع وأشكال مختلفة من المغذيات (المكربنات) ، تختلف بعضها عن بعض تبعا لاختلاف اتجاه مرور التيار الهوائي بها . ويمكن تصنيفها إلى الأنواع التالية :-

مكربن سوليكس المتعدد المراحل :

تكون اختلافات سرعات التدفق في أنبوب السحب كبيرة جداً في المحركات عالية السرعة . ويتطلب ذلك استعمال أنبوب سحب ذي مقطع كبير عند سرعات دوران المحرك العالية ، الأمر الذي ينتج عنه نقص في انخفاض الضغط في أنبوب السحب

عند سرعات المحرك المنخفضة ، ويتعبه انخفاض معدل سحب الوقود . ولتجنب هذا العيب يستعمل مكربن متعدد المراحل ، أو ما يسمى أيضاً بالمكر بن المنظم أو المعدل.

يحتوى مكر بن سوليكس المتعدد المراحل شكل 3 – 42 على قانتى سحب تلتقيان عند أنبوب السحب (المص) . وتكون كل قناة منهما مرحلة يرمز إليها بالمرحلة الأولى والمرحلة الثانية، نظراً لتعاقب فتحهما. ويخص كل قناة منهما صمام خنق ، ويعمل صمام الخنق للمرحلة الأولى بواسطة ذراع المكربن من دعسة السير ، ويتصل صمام الخنق الأول هذا بعمود صمام الخنق الثاني عبر ساعد . ويبدأ فتح صمام الخنق الثاني عندما يكون صمام الخنق للمرحلة الأولى مفتوحاً بقدر يزيد قليلاً عن مقدار نصف فتحته.

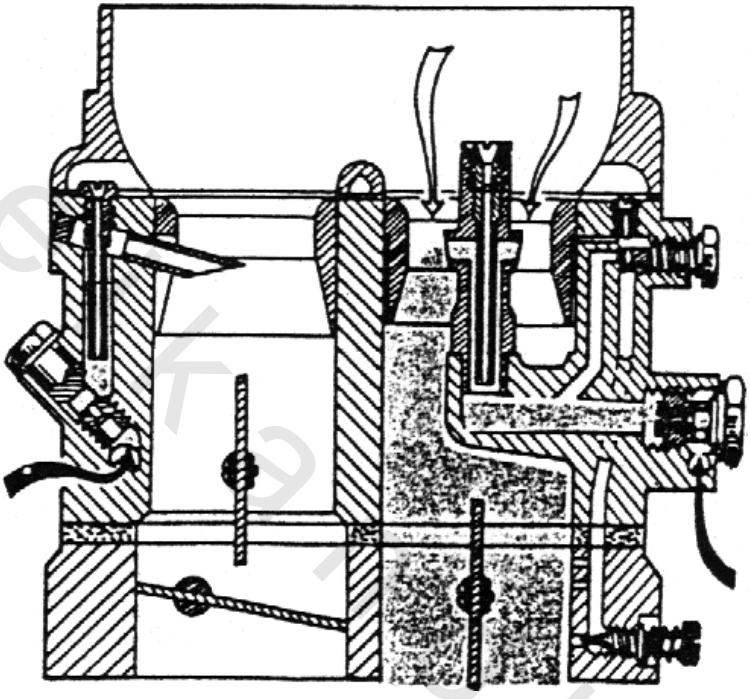
ويوجد في قناة سحب المرحلة الثانية – أسفل صمام الخنق – صمام تفريغ محمل بثقل موازنة يستجيب تلقائياً لتأثير انخفاض الضغط.

ويفتح صمام الضغط المنخفض عند سرعات دوران المحرك العالية وعند الحمل الكبير . ويتحدد ابتداء الفتح عن طريق كتلة ثقل الموازنة. ويتيح صمام الضغط المنخفض استعمال أكبر قمع هواء (فنتورى) ممكن في المرحلة الثانية . وبذلك يمكن الحصول على أكبر قدرة دون الأضرار بأداء المحرك عند سرعات الدوران المنخفضة

يحتوى المكربن متعدد المراحل على تجهيزه (مكربن) بدء التشغيل مزودة بصمام منزلق دوراني ، يمكن التحكم فيه عن طريق شد الذراع المتصل به. ويصب الوقود الخارج من تجهيزه بدء التشغيل في قناة سحب المرحلة الثانية من خلال ثقب يقع بين صمام الخنق وصمام الضغط المنخفض . وعند بدء التشغيل يفتح صمام الضغط المنخفض قليلاً.

وتؤثر كل من تجهيزه سرعة اللاحمل ومضخة التعجيل على المرحلة الأولى فقط وتسحب كمية الخليط اللازمة للتشغيل بكاملها من المرحلة الأولى فقط . أما المرحلة الثانية فتشارك في تحضير الخليط فقط في حالة التشغيل عند الأحمال الكبير وسرعات الدوران العالية أو عند بدء التشغيل.

ويمكن تزويد المرحلة الثانية بصمام خنق فقط . وفى هذه الحالة يضبط صمام الخنق بحيث يظل مغلقاً حتى نصف فتحة صمام الخنق بالمرحلة الأولى ، ويفتح فقط عند الانخفاض الشديد في الضغط .. أي عند سر عات دوران المحرك بسرعات مرتفعة.



المرحلة الأولى المرحلة الثانية

شكل 3 – 42
مكربن سوليكس المتعدد المراحل

المكر بن ذو أنبوب الفائض :

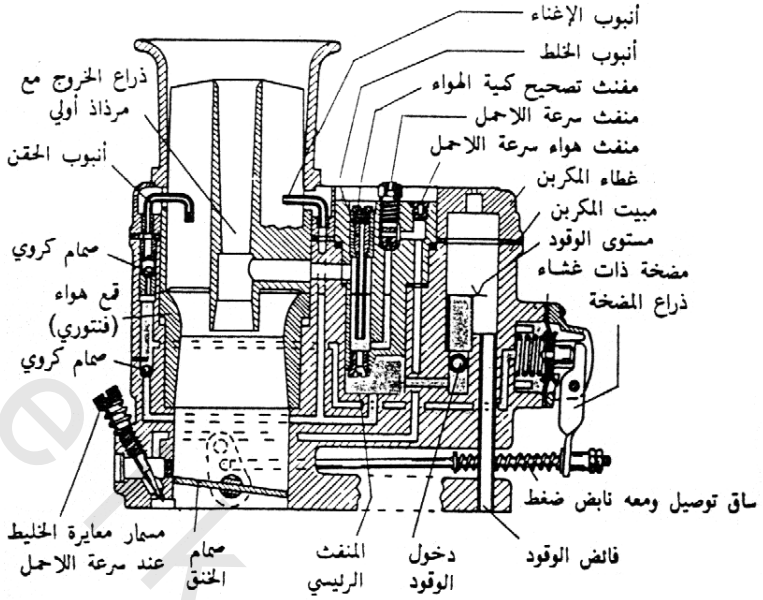
لقد تطورت المكربنات ذات أنبوب الفائض لسيارات السابق لتحقيق ثبات مستوى الوقود في أنبوب الخلط لكل ظروف التشغيل ، مثل التسارع الشديد وتباطأ الكبح والسير السريع في المنعطفات . وتنتج هذه المكربنات على نمط المكربنات ذات التيار الهوائي الهابط شكل 3 – 43 . وعند عدم توافر الحيز اللازم فتنتج كمكر بنات ذات تيار هوائي مائل . ولا يوجد في خذا النوع من المكربنات غرفة عوامة ولا عوامة ولا صمام عوامة

أبري . وهى تصلح للاستعمال في التجهيزات متعدد المكربنات بشكل خاص ، كما تمتاز بأنها تزود المحرك بوقود بارد دائماً مما يمنع تكون فقاعات بخار الوقود (عائق بخاري).

ولتحديد المستوى الصحيح للوقود في أنبوب الخلط ، يستعمل أنبوب فائض يقع بالقرب من مخرج الخليط . ويستعمل أنبوب دخول الوقود كأنبوب فائض للمكر بنات ذات التيار الهوائي الهابط . أما المكربنات ذات التيار الهوائي المائل فيستعمل أنبوب الإرجاع بها كأنبوب فائض . وبهذا يظل تدفق الوقود إلى المكر بن ثابتا ، وبمعدل يتيح بقاء فائض منه حتى عند أكبر تحميل للمحرك . أما الوقود الفائض فيرجع من خلال أنبوب الوقود.

عند استعمال تجهيزه ذات مكربنين ، يوجد خزان موازنة صغيرة يقع أسفلهما ويسمى بغرفة العوامة . وتسحب الوقود من مضخة الوقود الميكانيكية ، من الخزان ليضخ في غرفة العوامة ، حيث تنظم العوامة معدل تدفق الوقود بصمام العوامة الإبرى ، وتقوم مضخة ثانية (ميكانيكية أو كهربائية) بضخ الوقود من غرفة العوامة إلى المكربنين . أما الوقود الفائض فيرجع إلى غرفة العوامة من خلال أنبوب الإرجاع .. وبنفس الأسلوب يتم تركيب أكثر من مكربنين في محرك واحد.

obeikandl.com



شكل 3 – 43
المكربن ذو أنبوب الفائض

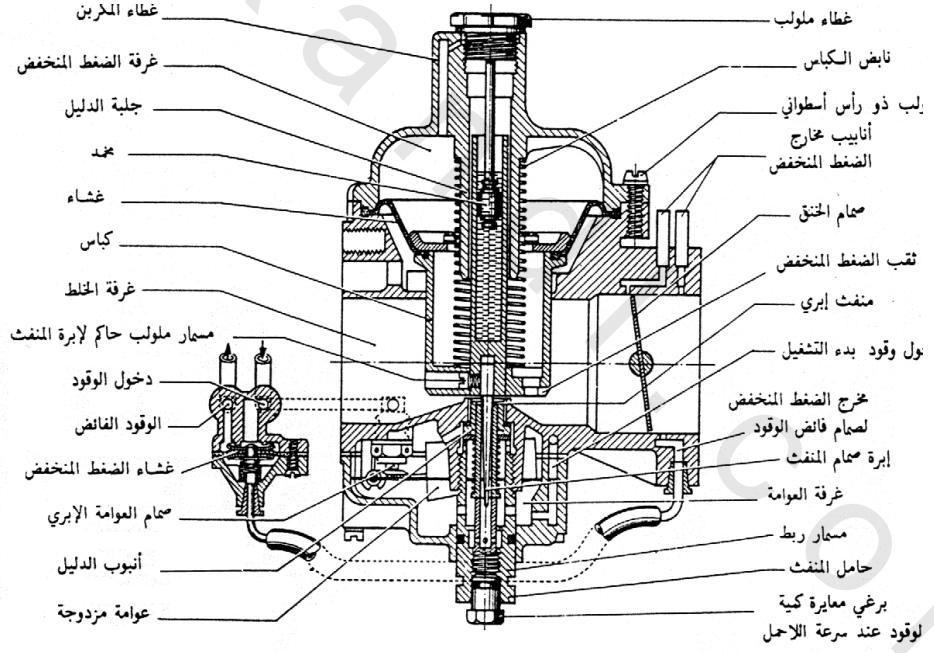
المكربن ذو الضغط الثابت (مكربن شترومبرج):

المكربن ذو الضغط الثابت (مكربن شترومبرج) الموضح بشكل 3 – 44 هو عبارة عن مجموعة مؤتلفة من مكربن ذي منزلق ومكربن ذي صمام خنق . وينحصر اختلافه عن المكربن ذي المنزلق بالدرجات النارية ، في أن الضغط المنخفض السائد فيه عند خروج مخرج الوقود ، يكاد يكون ثابتاً في جميع حالات التشغيل.

توجد تجهيز العوامة في قاع المكربن وتتكون من عوامتين وصمام عوام أبري ، ومهمتهما المحافظة على مستوى الوقود ثابتة بالمكربن . كما يثبت الوقود الفائض الموضح بشكل 3 – 45 في أنبوب تغذية الوقود الموصل إلى غرفة العوامة . ويتم التحكم في هذا الصمام بواسطة الضغط المنخفض الناشئ في أنبوب السحب بالقرب من صمام الخنق . وبذلك يتم تغذية المكربن بوقود بارد بعض الشيء دائماً ، كما يمنع بذلك تكون فقاعات بخار الوقود في المكربن ، وفى أنابيب تغذية الوقود . وتتم تهوية غرفة

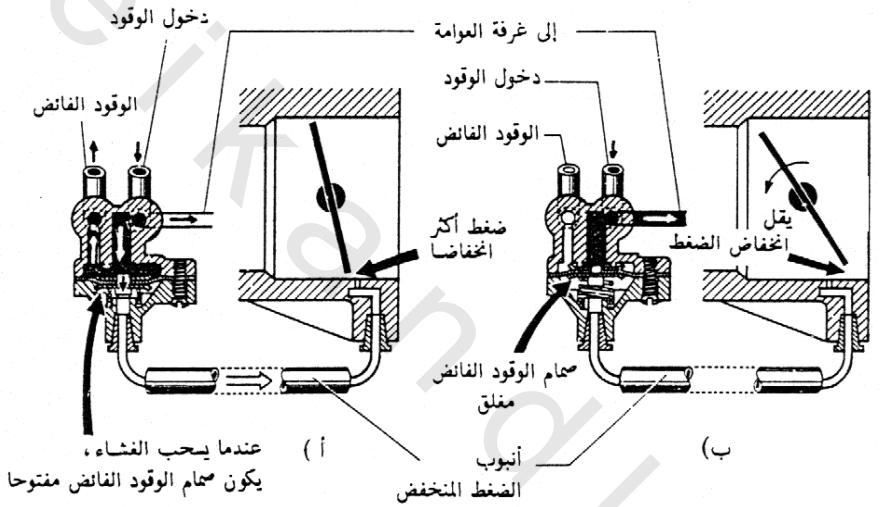
العوامة من الخارج عند سرعة اللاحمل ، وفى حالة عدم تشغيل المحرك. أما عند التشغيل بحمل معين فيتولى صمام الضغط المنخفض تحويل التهوية من تهوية خارجية إلى تهوية داخلية . وبذلك يضمن ترشيح الهواء الداخل لغرفة العوامة أثناء التشغيل . وعند تحويل التهوية للخارج يتم التخلص من أبخرة الوقود المتجمعة في غرفة العوامة والمتكونة نتيجة لدرجات الحرارة العالية فيها ، إذا أن هذه تؤثر على انتظام بدء التشغيل عند تشغيل المحرك الساخن بسرعة اللاحمل.

وتحتوى تجهيزه بدء تشغيل هذا النوع من المكربنات على صمام منزلق دوراني ، يعمل بواسطة شد وصلة بدء التشغيل . ويقوم كباس بمنع إرتفاع نسبة الوقود فيه عقب بدء تشغيل المحرك ، ويتم التحكم في هذا الكباس بالضغط المنخفض.



شكل 3 – 44
رسم تخطيطي لمقطع بمكربن ذي ضغط ثابت (مكربن شترومبرج)

هذا المكربن غير مزود بتجهيزه خاصة لسرعة اللاحمل وتتحدد نسب خليط سرعة من وضع صمام الخنق ، ووضع الكباس الذي ينضغط إلى أسفل بواسطة نابض عند سرعة اللاحمل ، وكذلك من الإبرة المخروطية التي تتوسط المنفث الأبري والتي تتحكم في معدل تدفق الوقود ، ليتم التحكم في زاوية فتح صمام الخنق وبالتالي في سرعة المحرك عند سرعة اللاحمل بواسطة برغي معايرة سرعة ، أما معايرة خليط سرعة اللاحمل فتتم بواسطة ربط أو فك برغي معايرة وقود سرعة اللاحمل الموجود أسفل غرفة العوامة.



شكل 3 – 45
طريقة عمل الوقود الفائض

(أ) يكون انخفاض الضغط في أنبوب الضغط المنخفض شديدا جداً، عندما يكون صمام الخنق مغلقاً أو شبة مغلق، مما ينتج عنه شد الغشاء ضد ضغط النابض وبذلك يفتح الصمام ويسمح للوقود الفائض بالرجوع إلى الخزان.

(ب) بعد فتح صمام الخنق فتحة معينة ، ينقطع تأثير الضغط المنخفض في أنبوب المص (السحب) عند مخرج الضغط ويصبح الضغط المنخفض غير كاف للاستمرار فتح صمام الوقود الفائض فيغلق هذا الصمام، وبذلك يحصل المحرك على كمية كافية من الوقود حتى عند الأحمال الكبيرة.

صيانة وإصلاح المغذي

يجب تنظيف المغذي (المكربن) على فترات معينة ، إذ تتجمع شوائب وماء بصفة خاصة في قاع مبيت العوامة . ويستعمل في عملية التنظيف هواء مضغوط بضغط غير مفرط الارتفاع . كما لا يجوز استعمال أجسام صلبة في تنظيف المنافث . وإلا إتسعت أقطار ثقوبها الدقيقة ، التي سبق معايرتها . كما تربط جميع المسامير الملولبة في المكربن ربطا محكماً ، كى لا يتسرب الوقود إلى خارج المكربن ، أو يتسرب الهواء إلى داخله . وفى حالة زيادة استهلاك المحرك للوقود ، يجب اختيار جودة سطح قاعدة إبرة العوامة . ويجب تغيير صمام العوامة الإبري إذا وجدت به تشوهات . كذلك قد يؤدى مرشح الهواء المسدود إلى زيادة استهلاك الوقود . وفى هذه الحالة يجب إما تنظيف المرشح أو تغييره إذا استدعى الأمر ذلك .

الخلاصة :

- يقوم المكربن بتذرية الوقود وخلطه مع الهواء بالنسبة الصحيحة .
- هناك عدة أنواع من المكربنات هي .. مكربنات ذات تيار هوائي هابط . مكربنات ذات تيار هوائي مستعرض ، وأخيراً المكربنات ذات التيار الهوائى المائل .
- تجرى عملية أخذ (سحب) الوقود في قمع الهواء (فنتورى) ، حيث يسود أقصى تأثير للمص .
- عند بدء تشغيل المحرك ، يجب أن يتولى المكربن التغذية بقدر أكبر من الوقود . ويستعمل في هذا الشأن صمام خنق بدء التشغيل ، وتجهيزه بدء التشغيل ذات الصمام المنزلق الدوراني . وعند وجود تجهيزه بدء التشغيل ، يجب عدم الضغط على دعسة البنزين عند بدء التشغيل .
- يزود المكربن بتجهيزة لسرعة اللاحمل ، لتحضير الخليط اللازم لتشغيل المحرك

obeikandl.com

عند سرعة اللاحمل . ويستفاد لهذا الغرض من الانخفاض الشديد في الضغط عند صمام الخنق .

- تضبط سرعة المحرك عند سرعة اللاحمل ، بواسطة مسمار صد صمام الخنق. أما نسبة الخلط فتضبط بواسطة برغي (مسمار ملولب) معايرة خليط سرعة اللاحمل.
- تتحقق نسبة الوقود إلى الهواء المطلوبة ، عند الحمل الجزئي والحمل الكامل ، بتأثير هواء الكبح .
- يزود مكربن أوبل Opel بإبرة حمل جزئي خاصة.
- تحقن مضخة التعجيل كمية إضافية من الوقود ، عند السرعات العالية.
- عند كل ظروف التشغيل ، يظل مستوى الوقود ثابتا ، في أنبوب الخلط بالمكربنات ذات أنبوب الفائض . وتلائم هذه المكربنات الاستعمال في محركات سيارات السباق السريعة .
- يفضل استعمال مكربنات متعددة المراحل للمحركات ذات المجال الكبير لتغير السرعة . وفى هذه المكربنات يسحب الوقود اللازم للخليط – عند الأحمال المنخفضة والمتوسطة – من أنبوب مص المرحلة الأولى فقط . أما المرحلة الثانية فتشارك في عملية التغذية تلقائيا عند ارتفاع السرعة ، وعند الأحمال الكبيرة .
- يحتوى المكربن المزدوج على تجهيزة عوامة واحدة ، ومضخة تعجيل واحدة وكذلك على تجهيزة بدء تشغيل واحدة . أما الأجزاء الأخرى الباقية ، فتوجد بشكل مضاعف ، أى في كل مكربن على حدة .
- يتم تغيير مقطع تدفق الهواء في المكربن ذي المنزلق بواسطة هذا المنزلق . وينتج خليط غني عند تثبيت إبرة المنفث في وضع علوي . أما إذا ثبتت في

obeikandl.com

وضع منخفض ، فيكون الخليط الناتج فقيراً .

- يظل الضغط المنخفض عند منفث الوقود للمكربن ذى الضغط الثابت (مكربن شترومبرج) ثابتاً عند كل سرعات دوران المحرك . ويتحكم هذا الضغط المنخفض في نسبة الوقود إلى الهواء . ويتم تغيير مساحة مقطع خروج الوقود من المنفث بواسطة إبرة معايرة كمية الوقود المثبتة في كباس الهواء . ويضمن كل من وضع العوامة المتمركز واتساع فتحة المنفث الإبري ، ثبات مستوى الوقود في كل ظروف التشغيل .

تزليق المحركات

يعتبر التزليق (التزييت) من العمليات الهامة والضرورية في محركات الاحتراق الداخلي وفى جميع الآلات ذات الأسطح المعدنية المتلاصقة المتحركة.

وظائف زيت التزليق :

1. تخفيض الاحتكاك بالأسطح الإنزلاقية.
2. تبريد أماكن المحامل (كراسي التحميل) أسطح الانزلاق
3. تنظيف المحامل (كراسي التحميل) من المخلفات الناتجة عن التآكل (البلى) أو الرواسب الأخرى.
4. منع تسرب الغازات بين حلقات الكباسات والأسطح الداخلية للأسطوانات.
5. حماية الأجزاء المعدنية من الصدأ.
6. تخفيض القدرة المفقودة الناتجة عن الاحتكاك.
7. تخفيض درجة حرارة أجزاء المحرك المعرضة لدرجات الحرارة المرتفعة.
8. تخفيض الضجيج.
9. امتصاص الصدمات من الكباسات وأجزاء المحرك الأخرى، حيث تعمل طبقات الزيت بين المحامل (كراسي التحميل) وأعمدة التوصيل وأجزاء المحرك الأخرى كوسائد مقاومة للصدمات نتيجة للتغير المفاجأة في الضغط عند الاحتراق.

obeikandl.com

إضافة بعض المواد الكيميائية لزيوت التزليق :

تستعمل الزيوت المعدنية المستخرجة من النفط في تزليق المحركات والتي تضاف إليها بعض المواد الكيميائية لتحسن خواصها ، وذلك لإمكان استخدامها في محركات الاحتراق المختلفة وخاصة المحركات ذات القدرات العالية . ويمكن تصنيف الإضافات حسب وظيفة كل منها كالآتي :-

1. **إضافات منع الأكسدة :**

تعمل هذه الإضافات إلى عدم تكوين المواد الضارة مثل الأحماض التي تؤدى إلى عدم أكسدة الزيت

2. **مانع البلى (مانع التآكل) :**

هي إضافات قلوية التأثير ، الغرض منها هو تخفيض التآكل الممكن حدوثه في الأجزاء المعدنية وخاصة بالمحامل (كراسي التحميل) المصنوعة من سبائك النحاس.

3. **إضافات تحسين خواص اللزوجة:**

تعمل هذه الإضافات على الاحتفاظ بلزوجة الزيت أثناء تغيير درجة حرارة المحرك ، حيث يحدث التغير في لزوجة الزيت بأقل درجة ممكنة وذلك لتأدية وظيفته بكفاءة عالية.

4. **إضافات التنظيف :**

تعمل هذه الإضافات إلى تنظيف الأجزاء المنزلقة بالمحرك من نواتج الأكسدة.

5. **إضافات منع الرغاوي :**

تعمل هذه الإضافات على التخفيض من تكوين الرغاوي التي على شكل فقاقيع هوائية ، الناتجة عن الحركة الدائرية المستمرة لعمود المرفق وانتشار الزيت وتقليبه بداخل علبة المرفق، التي تؤدى إلى انسداد ممرات الزيت.

6. **إضافات منع التجمد :**

تعمل هذه الإضافات على منع تجمد زيوت المحركات المستخدمة في الدول ذات

درجات الحرارة المنخفضة ، الأمر الذي يؤدى إلى انسياب الزيت بشكل طبيعي فى دورة التزييت.

طرق تزييت المحركات :

تعتبر الكباسات وأسطح الاسطوانات والمحامل (كراسي التحميل) ومسامير الكباسات والمرفق .. من أهم الأجزاء المتحركة في محركات الاحتراق الداخلي ، والتي تحتاج إلى عناية خاصة في تزيتها.

تنزلق هذه الأجزاء بعدة طرق أهمها الآتي :-

1. طريقة التزييت بالرش.
2. طريقة التزييت بالضغط.
3. طريقة التزييت بالضغط والرش.

وفيما يلي عرض أكثر الطرق انتشاراً ومميزات وعيوب كل منها.

التزييت بالرش :

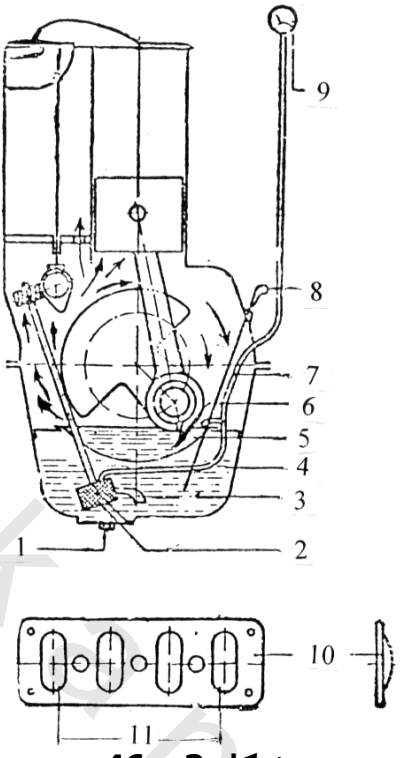
تعتبر طريقة التزييت بالرش الموضحة بالرسم بشكل 3 – 46 من أبسط طرق التزييت ، حيث تكون فيها علبة المرفق مغلقة ومحتفظة بمقدار من الزيت بمستوى مناسب بحيث تنغمس فيها ملعقة مثبتة بالنهاية الكبرى لذراع التوصيل.

تعمل الحركة الدائرية المستمرة للملعقة المثبتة بالنهاية الكبرى لذراع التوصيل على رش الزيت داخل المحرك إلى جدران الاسطوانة والأجزاء الداخلية للمحرك مثل مسمار الكباس ، ومسمار قواعد ارتكاز.

عمود المرفق والمحامل (كراسي التحميل) :

يوجد عادة أحواض في مستوى أعلى من عمود الحدبات والمحامل ، الغرض منها هو استعمال الزيت المتناثر وتجميعه وتوزيعه بطريقة التثاقل إلى المحامل وعمود الحدبات عن طريق ثقوب وفتحات.

opeikandi.com



شکل 3 – 46

obeikandl.com

التزيـــت بالرش

1. سدادة خزان الزيت.
2. مصفاة (شبكة من النحاس).
3. مجرى السحب.
4. خزان الزيت.
5. فجوة.
6. ملعقة.
7. قنوات الدفع.
8. ساق قياس مستوى الزيت.
9. مبين ضغط الزيت.
10- وعاء الزيت.
11. فجوات.

مميزات طريقة التزييت بالرش :

1. بساطتها.
2. أعطالها تكاد تكون معدومة.
3. سهولة صيانتها.

عيوب طريقة التزييت بالرش:

1. عدم صلاحيتها إلا في المحركات ذات الأسطوانة الواحدة.
2. عدم انتظام عملية التزييت في المحركات المتعددة الأسطوانات.
3. معدل التزييت غير ثابت ، حيث ينخفض معدل التزييت في السرعات المنخفضة ، كما يرتفع معدل التزييت في السرعات العالية.
4. تكرار استعمال الزيت دون تنقيته.

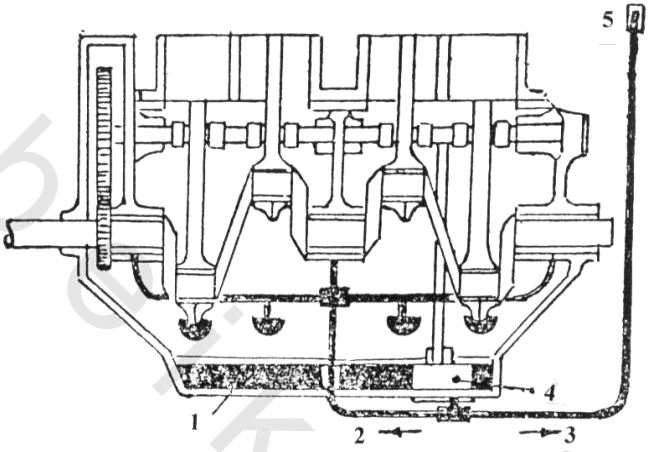
التزييت بالضغط والرش :

قد أدخلت على الطريقة السابقة (طريقة التزييت بالرش) بعض التحسينات ، حيث ثبت حوض منفصل أسفل كل اسطوانة، واستخدمت مضخة لتغذية هذه الأحواض بالزيت من قاع خزان الزيت ، وذلك بعد مروره بمرشح يعمل علي تنقيته قبل وصوله للأحواض ، وبذلك تمكن من الاحتفاظ بمنسوب الزيت ثابتاً في جميع الأحواض مهما كان ميل المحرك ، علاوة على استمرار تنقية الزيت قبل استعماله.

شكل 3 – 47 يوضح رسما تخطيطيا لطريقة التزييت بالضغط والرش ، حيث المضخة مغمورة في قاع علبة المرفق، وتوزع الزيت إلى فرعين ، أحدهما المحامل

obeikandl.com

وأحواض الزيت التي تغمس فيها النهايات الكبرى لأذرع التوصيل لرش الزيت ، والفرع الآخر إلى قياس ضغط الزيت عن طريق مبين (مانومتر).



شكل 3 – 47
التزييت بالضغط والر

1.لزيت ... (قاع علبه المرفق).
2.جاه الزيت إلى المحامل (كراسي التحميل).
3.الزيت إلى مبين ضغط الزيت (المانومتر).
4. مضخة.
5. مبين قياس ضغط الزيت (مانومتر).

التزييت بالضغط :

تعمل جميع محركات الاحتراق الداخلي الحديثة بنظام التزييت بالضغط كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 48 (أ) ، حيث يندفع الزيت المضغوط عن طريق مضخة زيت ذات ترسين شكل 3 – 48 (ب) ، التي يدور بها ترسيها بأحكام داخل غلاف ، ويكفل إحكام تعشيق أسطح الترسين جودة ضغط الزيت.

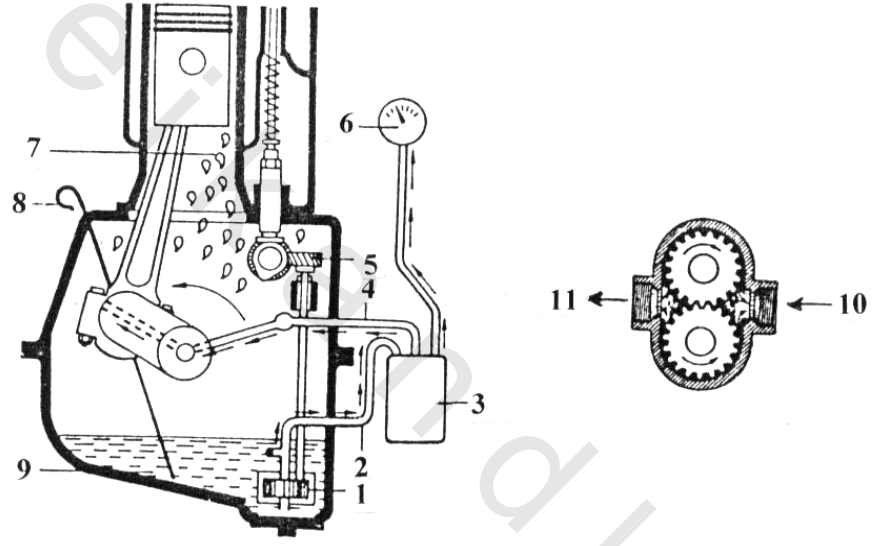
يوضع مدخل سحب المضخة الترسية عادة في موضع منخفض بخزان الزيت ، هذا الموضع يكفل سحب الكمية الكافية من الزيت حتى إذا كان مستوى الزيت بالخزان منخفض.

تستمد مضخة الزيت حركتها من ترس خاص مشكل على عمود الحدبات، وتقوم

بسحب الزيت من الخزان من خلال مصفاة سلكية ، ثم تدفقه بضغط مناسب إلى مرشح الزيت ، ومنه إلى أنبوبة رئيسية تتفرع إلى عدة ممرات لتزييت جميع الأجزاء المتحركة بالمحرك.

يتساقط الزيت بعد ضخة في ممرات إلي الأجزاء المتحركة بالمحرك، إلى علبة المرفق ، ثم إلى خزان الزيت.

وهكذا تستمر دورة التزييت منتظمة أثناء عمل المحرك.



شكل 3 – 48
التزييت بالضغــط

1. مضخة الزيت.
2. أنبوب التوصيل إلى مرشح الزيت.
3. مرشح الزيت.
4. أنبوب التوصيل إلى المحامل ومواضع التزييت الأخرى.
5. ترس إدارة مضخة الزيت.
6. محدد قياس ضغط الزيت.
7. الزيت المتناثر.
8. ذراع قياس مستوى الزيت.
9. خزان الزيت.
10.دخول الزيت إلى المضخة.
11.خروج الزيت المضغوط إلى المرشح.

obeikandl.com

مميزات طريقة التزييت بالضغط :

تتميز طريقة التزييت بالضغط بالآتي :-

1. تتناسب مع جميع أنواع المحركات.
2. انتظام عملية التزييت في جميع المحركات.
3. معدل ثابت لضغط الزيت بانتظام ، حيث يوجد صمام يحدد ضغط الزيت بانتظام.
4. وصول الزيت إلى الأجزاء المتحركة بعد ترشيحه من كافة الشوائب العالقة به.

عيوب طريقة التزييت بالضغط:

من أهم عيوب طريقة التزييت بالرش هو إرتفاع تكاليف الصيانة.

مرشـــح الزيت

يتعرض زيت التزليق أثناء تشغيل المحرك للتلوث بالأتربة والكربون وغيرها من المواد الغريبة ، لذلك تستعمل مرشحات الزيت في المحركات لعدم وصول هذه المواد وخاصة المواد الصلبة بالزيت المندفع إلى الأجزاء الإنزلاقية والمتحركة ، وبذلك يخفض من التآكل في أجزاء المحرك.

يوصى بتغير مرشح الزيت كل فترة زمنية ، أو بعد عدد معين من الكيلومترات بالنسبة لمحركات المركبات ، وذلك حسب توصيات الشركات المصنعة.

تنظيم حرارة زيت المحرك :

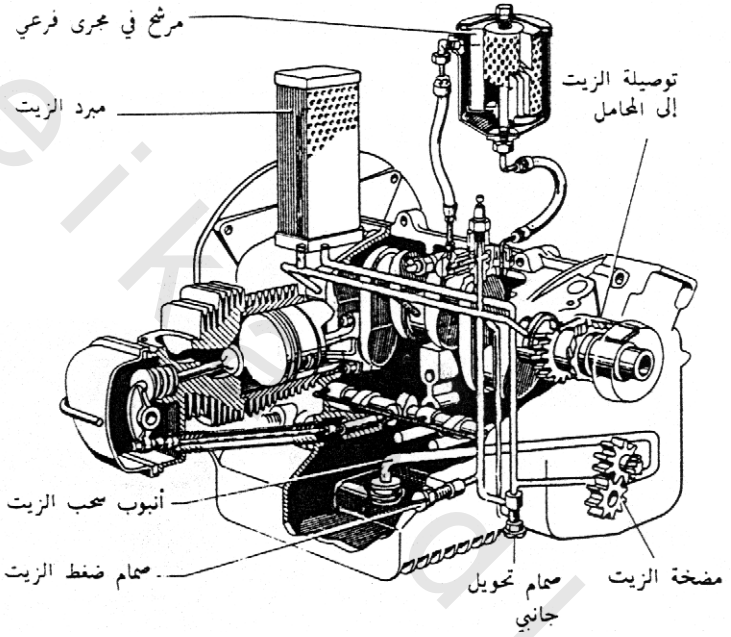
من مميزات استعمال زيت التزييت هو تبريد أجزاء المحرك بامتصاص الحرارة الزائدة ، فمن الضروري أن تكون درجة حرارة الزيت الموجود في علبة المرفق غير مرتفع ، ولا سيفاء هذا الغرض يتبع الأتي:-

دورة زيت بمبرد يتم تبريده بالهواء :

يسحب الزيت من علبة المرفق بواسطة مضخة ، ثم يضح من خلال أنبوب

obeikandl.com

الضغط إلى صمام التحويل . يظل كباس الصمام في أسفل وضع له طالما كان الزيت بارداً ، ويمكن وصول الزيت إلى أماكن التزييت بدون المرور خلال مبرد الزيت. وعند ارتفاع درجة حرارة الزيت ، يتحرك كباس صمام التحويل إلى أعلى بواسطة ضغط الزيت ليغلق قناة الاتصال المباشرة إلى أماكن التزييت ، فيضطر الزيت إلى المرور خلال مبرد الزيت ليصل إلى أماكن التزييت بارداً شكل 3 – 49 .



شكل 3 – 49
دورة زيت بمبرد يتم تبريده بالهواء

دورة زيت بمبرد زيت يتم تبريده بالماء :

المحركات المبردة بالماء ، يستعمل فيها مبرد زيت يتم تبريده بالماء ، حيث تعمل هذه المبردات كمبادل حراري ، حيث يسخن الماء في البداية بمعدل أسرع من الزيت ، وبذلك تنتقل الحرارة من الماء إلى الزيت البارد لتدفئته،وعندما ترتفع درجة حرارة المحرك إلى درجة حرارة التشغيل، تنتقل الحرارة من الزيت إلى ماء التبريد.

obeikandi.com

صلاحية زيت التزليق :

يكون زيت التزليق صالحاً بصفة دائمة طالما كانت جميع الظروف ودرجات الحرارة التي تعمل عليها المحرك ملائمة.

ولكن عند عدم ملاءمة هذه الحالات بعد فترة من الاستعمال يؤدى ذلك إلى عدم صلاحية الزيت.

تلف زيت التزليق :

يتلف زيت التزليق نتيجة إلى أكسدته – تميعه – امتزاجه بالماء أو الكربون – أمتزاجة بذرات المعادن والأتربة والأوساخ.

أنظمة التبريد .. Cooling Systems

ترتفع درجة حرارة محرك الاحتراق الداخلي نتيجة لاشتعال مزيج الهواء والوقود داخل الاسطوانات والذي يصل درجة حرارته إلى $^{\circ}$1600م تقريباً ، الأمر الذي أدى إلى الحاجة الضرورية لوجود دورة تبريد، لتمتص الجزء الأكبر من هذه الحرارة.

وقد تتغير شكل الأسطوانات وغرف الاحتراق والكباسات ومقاعد الصمامات ودلائلها بتأثير درجات الحرارة المرتفعة ، وقد يحدث اشتعال ذاتي للوقود ، إذ لم تكن هناك دورة منتظمة للتبريد.

لذلك فقد استخدم الهواء أو الماء في تبريد المحركات لغرض المحافظة على الأجزاء المختلفة وخاصة المعرضة لدرجات الحرارة المرتفعة ، هذا بالإضافة إلى المحافظة على خواص الزيت وقدرته على تزليق الأجزاء المتحركة.

ومن خلال استخدام أنظمة التبريد المختلفة ، يتحول حوالي ثلث الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الوقود في أسطوانات المحرك إلى طاقة حركة (على هيئة قدرة مستفادة) ، بينما تفقد باقي الطاقة في الأوجه التالية :-

obeikandl.com

1. عند خروج غازات العادم إلى الجو.
2. امتصاص الطاقة الحرارية من خلال الأسطح المعدنية لأجزاء المحرك وخاصة المتحركة والمكونة من (الأسطوانات – رأس الأسطوانات – الصمامات – الكباسات) ، ويعمل نظام التبريد في المحرك على مساعدة هذه الأجزاء للتخلص من تلك الحرارة الغير مرغوب فيها بقصد الأتي :-

(أ) المحافظة على خواص زيت التزليق الذي يفصل بين الأسطح الإحتكاكية.

(ب) حماية معدن الأجزاء الإحتكاكية من البلى أو التآكل نتيجة للارتفاع الكبير في درجة حرارتها.

(ج) ملاءمة الإجهادات المرتفعة في أجزاء المحرك والعمل على تساوى درجات الحرارة فيما بينها.

الشروط الواجب توافرها في دورة التبريد :

1. سرعة وصول درجة حرارتها إلى درجة تشغيل المحرك.
2. المحافظة على درجة حرارة ثابتة عند كل ظروف تشغيل المحرك.
3. أشغال حيز صغير.
4. قدرة تشغيل صغيرة
5. صيانة سهلة.

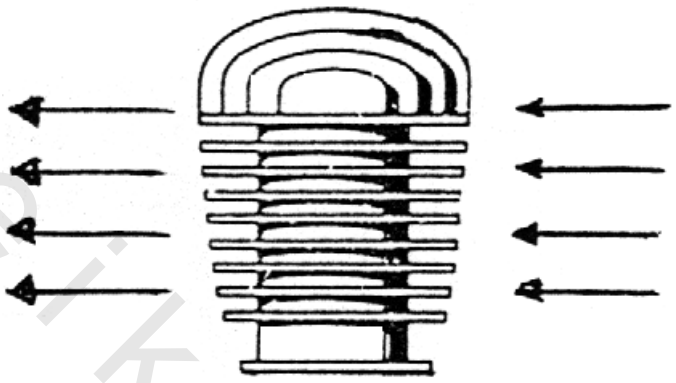
منظومة التبريد بالهواء :

يعتمد نظام التبريد بالهواء على تدفق الهواء الموجه إلى أجزاء المحرك المراد تبريده ، ولكن معدل تبديد الحرارة من الأجزاء المعدنية للمحرك إلى الهواء يكون ضئيلا. وللحصول على تبديد هوائي مناسب للمحرك، تزود أجزاء المحرك التي تتعرض لدرجات الحرارة المرتفعة مثل الاسطوانات ورأس الأسطوانات بزعانف شكل 3 – 50 ، وذلك لتكبير مساحة السطح المشع لهذه الأجزاء ، وبالتالي تبريد وتسرب جيد للحرارة.

تصمم الزعانف بأبعاد واتجاهات بأفضل أسلوب ، وذلك للوصول إلى درجة حرارة مناسبة ومنتظمة تسمح بدورة تزييت جيدة.

obeikandl.com

ولتحسين عملية تبريد الحرارة. تصنع أجزاء المحرك المعرضة للارتفاع الكبير في درجات الحرارة مثل الاسطوانات ورأس الاسطوانات من سبيكة الألومنيوم والتي تطلى أسطحها الفعالة بالكروم



شكل 3 – 50

اسطوانة محرك تبرد بالهواء .. الزعانف في اتجاه تدفق الهواء

مميزات الأسطح المطلية بالكروم :

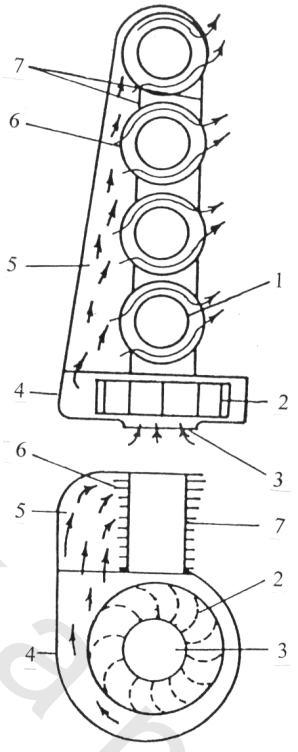
تطلى الأسطح الداخلية للاسطوانات المصنوعة من سبيكة الألومنيوم بالكروم .. لتكتسب الصفات التالية:-

1. زيادة صلادة الأسطح.
2. التخفيض الكبير في معدل تآكل الأسطح الفعالة.
3. الالتصاق الجيد لطبقة الزيت الرقيقة بالسطح.

التبريد بالدفع الهوائي :

تستخدم مراوح قوية لتبريد المحركات بالهواء، والتي تؤدى إلى زيادة معدل تدفق ودفع الهواء للمحرك بصفة عامة ، والى الأجزاء المعرضة للارتفاع الكبير في درجات الحرارة بصفة خاصة كما هو موضح بشكل 3 – 51 ، ويوجه هواء المروحة من خلال حواجز مصنوعة من الصاج ، ومثبتة بأوضاع مختلفة للحصول على تبريد جيد مناسب ومنتظم.

obeikandl.com



شكل 3 – 51

نظام تبريد بالدفع الهوائي لمحرك ذو أربعة اسطوانات

1. اسطوانات المحرك. **2. المروحة.**

3. فتحة سحب الهواء. **4. غلاف المروحة.**

5. ممر الهواء المندفع. **6. زعانف التبريد.**

7. حواجز لتوجيه الهواء.

المحركات المستخدمة لنظام التبريد بالهواء:

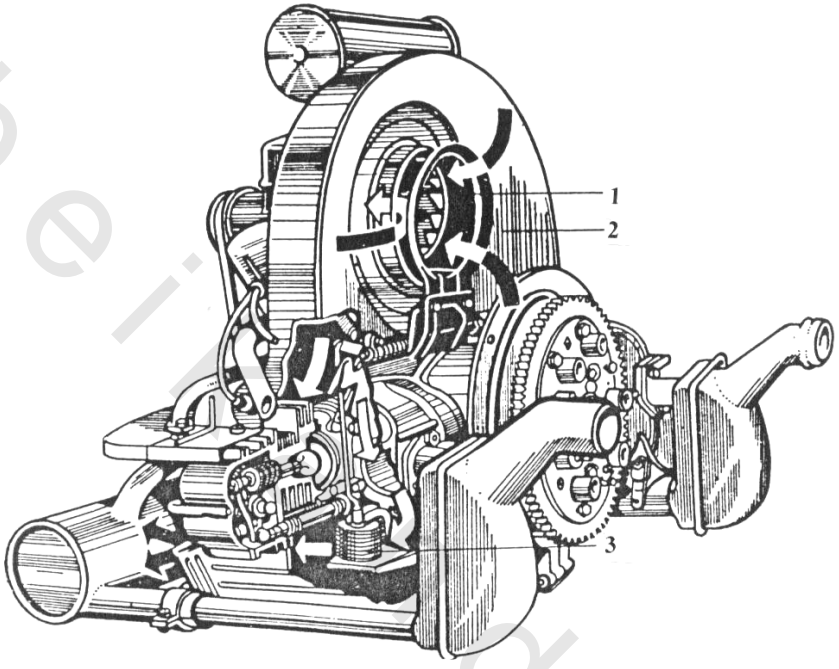
يستخدم نظام التبريد بالهواء في الدرجات النارية والمحركات الصغيرة وذلك لبساطته ، ويعتبر هذا النظام هو الأكثر انتشاراً في محركات الديزل عنه في محركات البنزين ، نظراً لجودة محركات ديزل المرتفعة والتي تصل إلى % 40 ، ولأن كمية الحرارة المطلوب امتصاصها عن طريق التبريد تكون أقل من محرك البنزين المماثل.

لذلك فإن نظام التبريد بالهواء يكون مناسباً ، لانخفاض كفاءته في امتصاص

obeikandl.com

الحرارة بالنسبة للماء.

ويمكن التحكم في إمداد المحرك بالكمية اللازمة لهواء التبريد عن طريق منظم حراري Thermostat كما هو موضح بشكل 3 – 52 .



شكل 3 – 52

التحكم في الإمداد بهواء التبريد بواسطة منظم حراري

1. خانقات الهواء بفتحة الدخول.

2. اندفاع الهواء إلى داخل المحرك من خلال مروحة.

3. منظم حراري بوصلة للتحكم.

مميزات نظام التبريد بالدفع الهوائي :

1. بساطة التصميم.
2. خفيف الوزن.
3. لا يحتاج إلى صيانة

obeikandl.com

4. انخفاض الوقت اللازم لتسخين المحرك ، وبالتالي استعداد سريع للتحميل.
5. استهلاك وقود أقل (لكل حصان فرملي بالمقارنة بالمحركات الأخرى) ، وذلك لارتفاع الجودة الحرارية للمحرك.

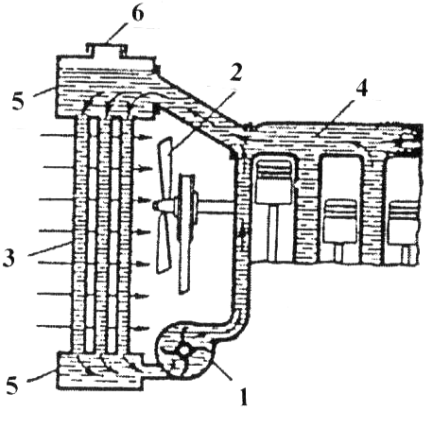
عيوب نظام التبريد بالهواء :

1. دوران بضوضاء.
2. انخفاض جزء من قدرة المحرك لإدارة المروحة.
3. انخفاض الجودة الحجمية (جودة ملء المحرك بالشحنة).
4. عدم كفاءة تبريد المحرك مقارنة بالتبريد بالماء.

منظومة التبريد بالماء

يعتبر نظام التبريد بالماء من أكثر نظم التبريد انتشاراً في محركات الاحتراق الداخلي بنوعية البنزين والديزل.

دورة التبريد بالماء الموضحة بشكل 3 – 53 تستخدم الماء كعنصر لتخفيض درجة حرارة المحرك ، حيث تحيط المكونات المعرضة لدرجات الحرارة العالية كالأسطوانات ورأس الأسطوانات بقميص ممتلئ بالماء الذي يضخ من خلال مضخة تدفع الماء إلى المحرك عن طريق أنابيب إلى المشع (المبرد) في دورة مغلقة ، ويستفاد من الهواء الجوى أو الهواء المندفع من خلال المروحة لتبريد الماء.



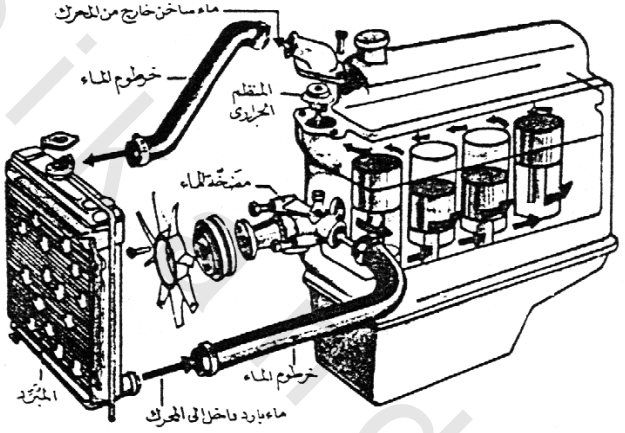
شكل 3 – 53
رسم تخطيطي لدورة تبر

obeikandl.com

1. مضخة مياه التبريد.
2. مروحة.
3. أنابيب عمودية معدنية رقيقة.
4. الدثار (قميص التبريد).
5. المشع ...(المبرد).
6. فتحة ملئ المشع.

مجموعة دورة التبريد بالماء :

تتكون مجموعة دورة التبريد بالماء الموضحة بشكل 3 – 54 من الدثار (قميص التبريد) – المشع (المبرد) – المروحة – مضخة الماء – المنظم الحراري – أنابيب التوصيل (خراطيم المياه).

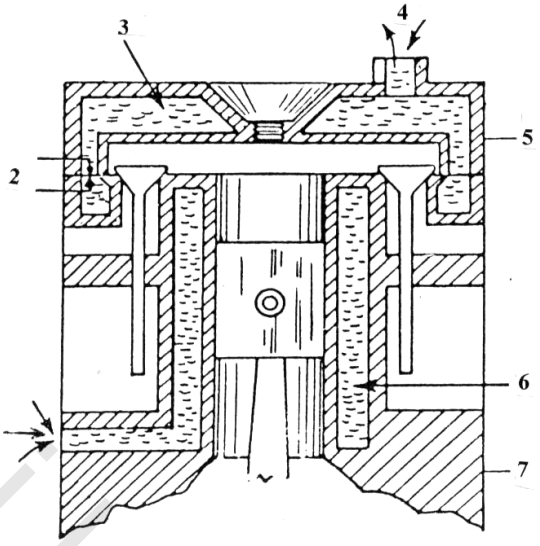


شكل 3 – 54
مجموعة دورة التبريد بالماء

الدثار (قميص التبريد) :

يوجد الدثار (قميص التبريد) بمحيط السطح الخارجي لأسطوانة المحرك ، بحيث يصل ماء التبريد من خلال تجاويف إلى جميع الأجزاء المعرضة لدرجات الحرارة العالية مثل الاسطوانات – رأسي الاسطوانات – الصمامات وقواعدها .

والرسم التخطيطي بشكل 3 – 55 يوضح حركة المكبس داخل اسطوانة المحرك ودورة سريان ماء التبريد بالدثار (القميص) المحيط بالسطح الخارجي للاسطوانة ورأسي الاسطوانة والصمامات ، كما يوضح فتحات دخول وخروج الماء من والى المشع (المبرد).



شكل 3 – 55
الدثار (قميص التبريد) .

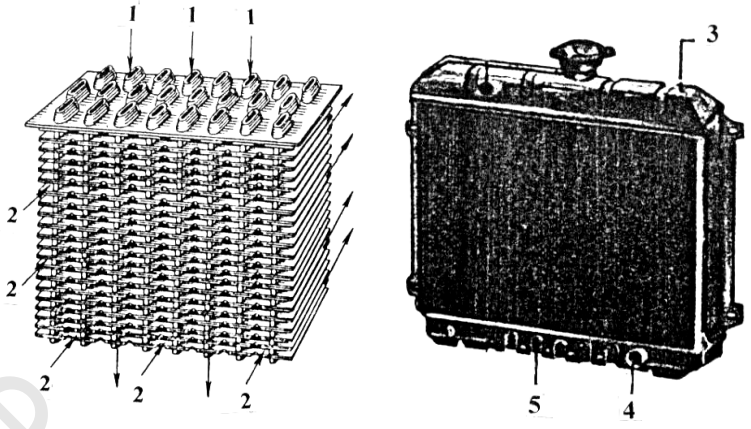
1. فتحة دخول الماء البارد . **2. فتحات متناظرة بين كتلة الاسطوانات ورأسها .**
3. تجاويف قميص كتلة الاسطوانات. **4. فتحة خروج الماء الساخن .**
5. راسي الاسطوانة . **6. تجاويف قميص رأس الاسطوانة .**
7. كتلة الاسطوانات .

المشع (المبرد) :

يحتوي المشع (المبرد) الموضح بشكل 3 – 56 (أ) خزانين ، أحدهما علوي والآخر سفلي ، تتصل بينهما أنابيب عمودية رقيقة ، عليها زعانف معدنية شكل 3 – 56 (ب). يثبت المشع في المركبة حيث يواجه التيار الهوائي المندفع .

يعمل المشع كمبادل حراري بين الماء الساخن الذي يصل من الدثار (قميص تبريد المحرك) والهواء ، حيث يصل الماء الساخن من الدثار إلى الخزان العلوي المشع ، ليمر خلال الأنابيب المعدنية الرقيقة المصنوعة من سبيكة القصدير والنحاس ، ليخفض من درجة حرارة الماء من خلال الدوامات الهوائية المندفعة من المروحة ، ليصل الماء إلى الخزان الأسفل للمشع في درجة حرارة منخفضة نوعاً، ليعود إلى المحرك من خلال أنبوب التوصيل فى دورة أخرى ..... وهكذا.

obeikandl.com



(ب) (ا)

شكل 3 – 56
المشع .. (المـبرد)

(أ) المشع (المبرد).

(ب) المشع من الداخل .. يحتوي على أنابيب عمودية عليها زعانف.

1. أنابيب الماء. **2. ممرات التيار الهوائي.**

3. خزان علوي. **4. فتحة خروج الماء.**

5. فتحة دخول الماء.

المروحة :

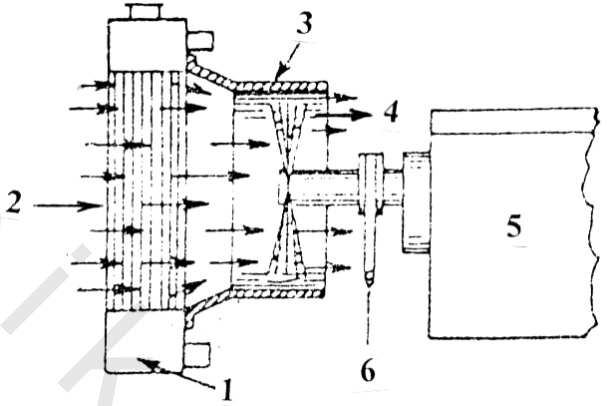
تركيب المروحة على محور المحرك ، أو تستمد حركتها بواسطة سير أو من خلال محرك كهربائي خاص بها . تقع المروحة عادة بين المحرك والمشع، تثبت بداخل غلاف معدني رقيق يصل إلى المشع ، ومفرغ من الخلف بحيث يسمح بمرور التيارات الهوائية إلى المحرك.

تعمل المروحة على إحداث تفريغ وتخلخل شديد للهواء، لتسحب تياراً شديداً من الهواء في اتجاه أفقي ، وتمرره عبر المشع على شكل دوامات هوائية كما هو موضح بشكل 3 – 57 .

تتأثر درجة حرارة أنابيب المشع المصنوعة من سبيكة القصدير والنحاس من خلال

obeikandl.com

تيار الهواء المندفع عبر المشع لتبردها من الخارج ، ومن ثم فإن الماء الذي يمر بها ينخفض درجة حرارته ، كما يعمل الهواء المنسحب من المروحة والمندفع إلى المشع إلى اندفاعه إلى المحرك مما يساعد على تبريد ملحقاته.



شكل 3 – 57
المروحـــة

1. المشع ... (المبرد). **2. هواء جوى.**
3. غلاف معدني رقيق. **4. تيار هوائي شديد.**
5. المحرك. **6. بكرة وسير لنقل الحركة.**

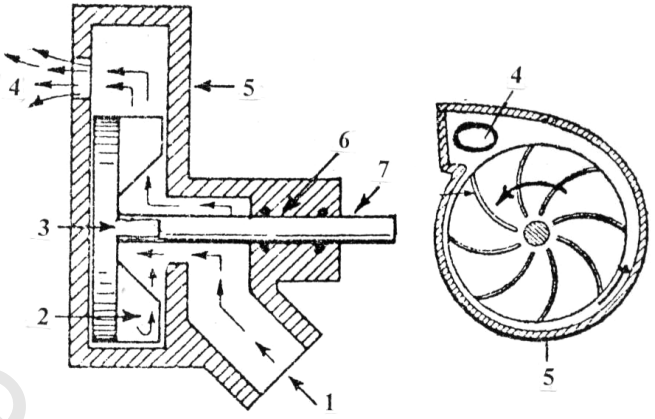
مضخة الماء :

الغرض من مضخة الماء في دورة تبريد المحرك هو سحب الماء من الخزان الأسفل للمشع (المبرد) ودفعة إلى الدثار (قميص التبريد بالمحرك).

تستمد مضخة الماء حركتها من المحرك عن طريق سير ، لذلك يرتفع معدل تدفق الماء إلى الدثار تبعاً لزيادة سرعة المحرك.

تثبيت المضخة الموضحة بشكل 3 – 58 في مقدمة المحرك من أسفل بالقرب من الدثار والخزان الأسفل للمشع (المبرد) .. (راجع شكل 3 – 53) ، ويعرف بالمضخة المركزية أو المضخة ذات العضو الداور والطرد المركزي.

obeikandi.com



شكل 3 – 58
مضـخة الماء

1. **فتحة دخول الماء الوارد من الخزان الأسفل للمشع.**
2. **ريش المضخة.**
3. **العضو الدوار... (قرص يحتوى على عدة ريش).**
4. **فتة خروج الماء إلى الدثار (قميص التبريد).**
5. **هيكل المضخة.**
6. **قواعد ارتكاز.**
7. **عمود إدارة**

المنظم الحراري : Thermostat

يتطلب الأمر في كثير من الأحيان تدبير وسيلة للتحكم في إمداد المحرك بهواء التبريد ، نظراً لاختلاف الأحمال أثناء التشغيل ، واختلاف درجات حرارة الهواء الخارجي صيفاً وشتاءً ، ولا يكون عمل المحرك جيداً واقتصاديا إلا إذا كانت درجة حرارته ما بين 70 درجة 80 درجة مئوية حيث تسبب درجات الحرارة عند انخفاضها عن ذلك .. (أي عندما يكون المحرك بارداً أكثر من اللازم) إلى عدم تبخر البنزين تبخراً كافياً مما يؤدى إلى عدم انتظام التشغيل.

أما إذا ارتفعت درجة حرارة المحرك أكثر من اللازم ، فأنها تسبب في بعض

obeikandl.com

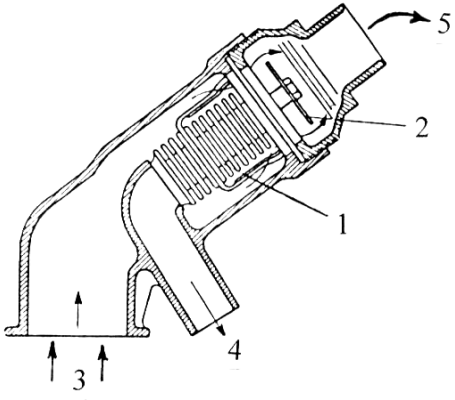
التلفيات مثل التصاق الكباسات ، وعدم الاشتعال في التوقيت المحدد نتيجة لتوهج رؤوس الأسطوانات ، واختلاط ماء التبريد بالزيت ..... وغيرها .

ويمكن الحصول على ضبط لدرجة حرارة المحرك آليا عن طريق استخدام منظم حراري.

يركب المنظم الحراري في دورة التبريد بالمحرك بالجزء المتصل بالمشع (عند أكثر أجزاء المحرك ارتفاعاً لدرجات الحرارة) ، وذلك ليحافظ على درجة الحرارة المناسبة لعمل المحرك ، بالتحكم في كمية المياه التي تمر في دورة التبريد من خلال المشع.

يتكون المنظم الحرارى الموضح بشكل 3 – 59 من علبة مصنوعة من النحاس الرقيق على شكل منفاخ ، جدرانه الجانبية (1) مموجه ، ممتلئ جزئيا بسائل أو غاز يتمدد عند ارتفاع درجة الحرارة ، حيث يحدث هذا التمدد ضغط إلى حد ما ، مما يؤدى إلى زيادة طول المنفاخ ، ويستفاد من هذه الظاهرة في فتح الصمام (2) ليتجه الماء إلى المشع عن طريق الممر (5) . ومن الطبيعي أن يغلق الصمام عندما تكون العلبة باردة ، حيث يعود الماء الوارد من المحرك (3) إلى دورة أخرى عن طريق الممر (4) دون الدخول إلى المشع.

ينبغي ضبط المنظم الحراري عند درجة حرارة 80ْ م ، حيث يمكن العمل ألياً على التبريد النموذجي للمحرك.



شكل 3 – 59
منـظم حـراري

1. علبة محكمة جدرانها الجانبية مـ
2. صمام.
3. الماء الوارد من المحرك.

obeikandi.com

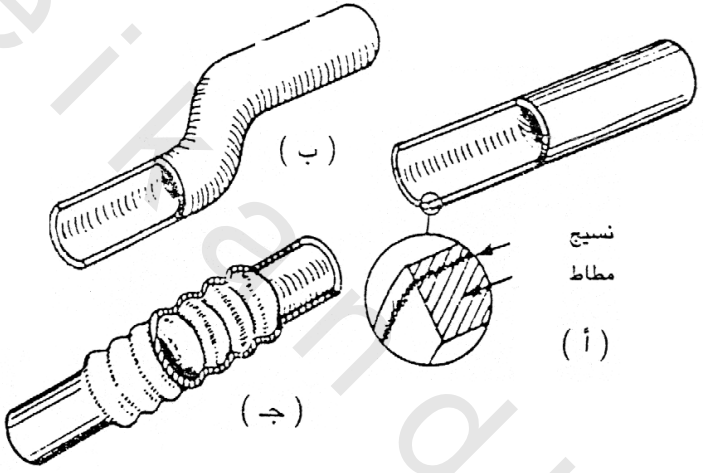
4. الماء المتجه إلى المحرك.

5. الماء المتجه إلى المشع.

أنابيب المياه :

تصنع أنابيب المياه من المطاط المرن المقاوم للحرارة ، كما تزود بطبقة أو طبقتين من النسيج لزيادة المتانة.

تستخدم أنابيب المياه (الخراطيم) ذات الأنواع والمقاسات المختلفة كما هو موضح بشكل 3 – 60 في المحركات بكافة أنواعها للتوصيل بين المحرك و المشع



شكل 3 – 60 أنابـيب المياه

(أ) أنبوب مستقيم.

(ب) أنبوب

(ج) أنبوب علي شكل منفاخ.

obeikandl.com