نظام التبريد (Cooling System)

الهدف:
عند الانتهاء من مراجعة هذا الباب ستكون قادر على التالي:
* توضيح الغرض من نظام التبريد.
* شرح الغرض من سائل التبريد وتوضيح خواصة.
* توضيح وظيفة المشع.
* شرح طريقة عمل الثرموستات.
* توضيح عمل طلمبة المياة.

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. و إذا لم يتم التخلص من هذه الحرارة فأن ذلك سوف يؤدي إلي تلفيات جسيمة للمحرك. وعلى النقيض الأخر في حالة التخلص من كمية أكبر من الحرارة المطلوبة يحدث للمحرك تبريد زائد ويؤدي ذلك إلي زيادة في استهلاك الوقود وإنخفاض قدرة المحرك وتأكل عالي بأجزاء المحرك. ولهذا فأنه يجب صيانة أجزاء النظام 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 من المحرك.
٤- المساهمة في عملية التدفئة بالسيارة.

أنواع نظم التبريد:

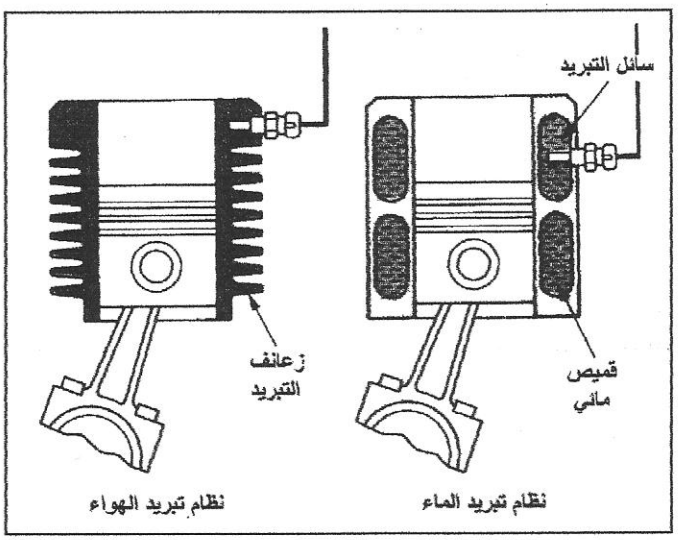
هناك نوعين أساسين من نظم التبريد بالسيارة هما نظام تبريد الهواء ونظام تبريد الماء (شكل *-١).

نظام تبريد الهواء:

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

نظام تبريد الماء:

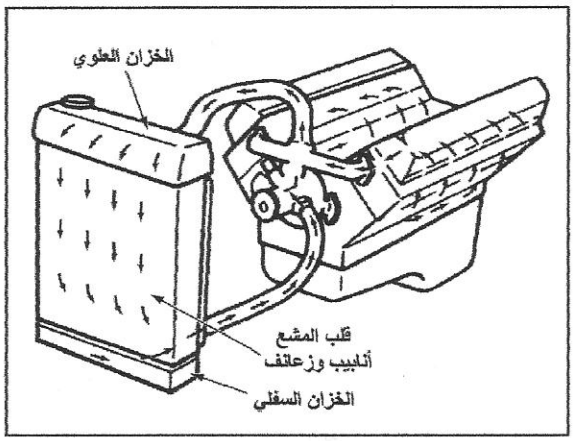
يتم بهذا النظام تمرير سائل التبريدالمكون من المياة بالإضافة إلي سائل مانع التجمد خلال قميص مائي(مسارات داخلية تحيط بأسطوانات المحرك). ويعمل سائل التبريد على تجميع الحرارة والتخلص منها. ويتميز نظام تبريد الماء بعدة مميزات عن نظام تبريد الهواء تجعلة الأكثر انتشاراً بسيارات الركوب.



شكل *-١ نظام تبريد الماء ونظام تبريد الهواء

نظرية العمل لنظام تبريد الماء:

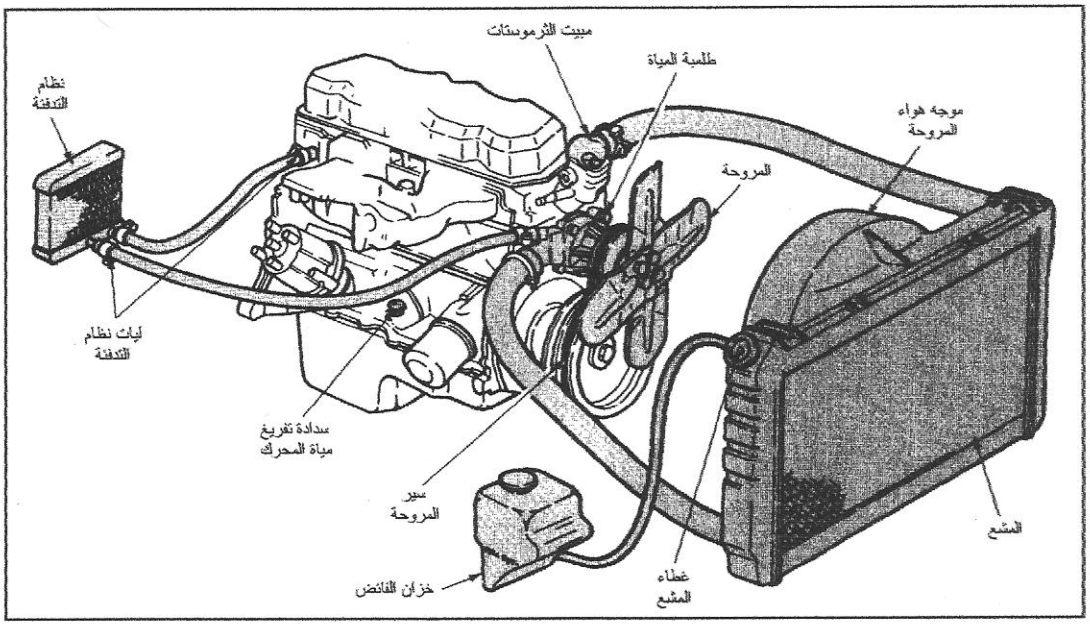
نظام التبريد هذا يعمل عن طريق سريان سائل التبريد حول الأسطونات ومناطق الاحتكاك. وتنتقل الحرارة من الأجزاء الساخنة إلي سائل التبريد الذي ينساب إلي المشع حيث يعمل الهواء الذي يمر من خلال المشع على حمل حرارة السائل والتخلص منها. ثم يعود السائل مرة أخرى إلي الإنسياب حول الأسطوانات. وهكذا تستمر دورة السائل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



شكل *-٢ أنسياب الماء من المحرك للمشع

أجزاء نظام تبريد الماء (شكل *-٣):

- سائل التبريد
- المشع
- غطاء المشع
- خزان الفائض (القربة)
- مسارات المياة بالمحرك
- ليات المشع
- الثرموستات
- مروحة التبريد
- نظام التدفئة
- مبرد نظام نقل القدرة
- مبينات الحرارة ولمبات التحذير



شكل *-٣ أجزاء نظام التبريد

سائل التبريد (Coolant)

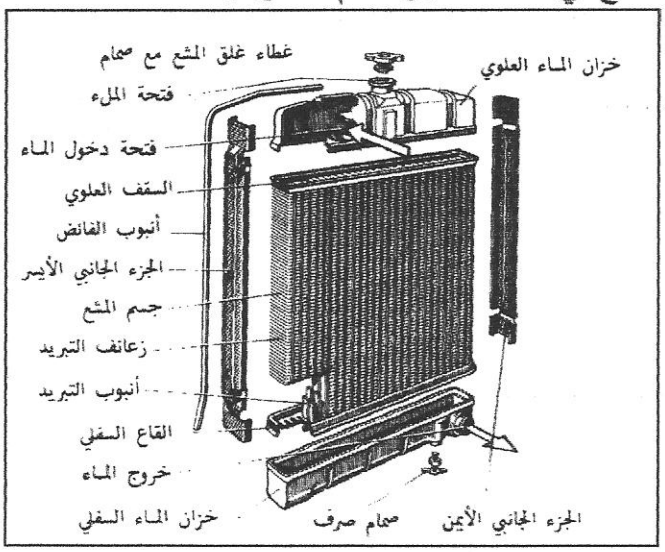
نظام التبريد غالباً ما يستخدم المياة كسائل للتبريد ويضاف إليها سائل مانع التجمد لمنع تجمد المياة في الأجواء الباردة حيث يساعد أيضاً بمنع تكون الصدأ بنظام التبريد.

القميص المائي (Water Jacket)

هي عبارة عن ممرات داخل تجويف كتلة ورأس الأسطوانات تحيط بالأماكن القريبة من الأسطونات وغرف الاحتراق.

المشع (الرديياتير)(Radiator)

وهو الجزء الرئيسي لنظام التبريد بالسائل. وهوالمكان الذي يتم فيه التخلص من حرارة سائل التبريد إلي الهواء الجوي. كما يعمل المشع كخزان للسائل المستخدم بالنظام.
وغالباً ما يثبت المشع في مقدمة السيارة أمام المحرك.



شكل *-٤ أجزاء المشع (بدون خزان للفائض)

الأجزاء (شكل *-٤):

١- *القلب* (الجزء الأوسط) مصنوع من أنابيب و زعانف تبريد.

٢- *الخزانات* (نهايات مصنوعة من الصاج أو البلاستيك والمركبة على نهايات القلب تستخدم لتخزين السائل وبها وصلات تثبيت الليات).

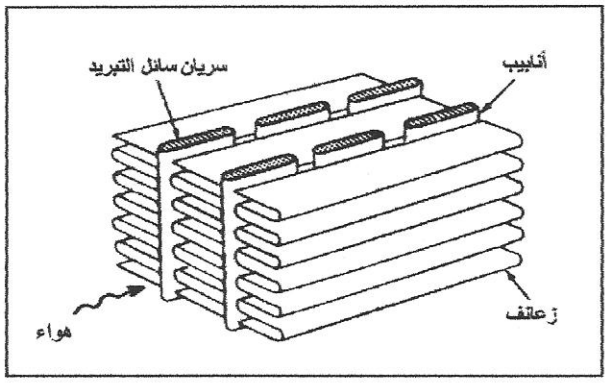
٣- *عنق الملئ* (مركب بالخزان العلوي ويستخدم لملئ المشع ويغلق بغطاء المشع وبه مكان تثبيت أنبوب الفائض).

٤- *وصلة التفريغ* (مركبة بالخزان السفلي للمشع لتفريغ المشع من السائل).

٥- *مبرد الزيت* (مبادل حراري متواجد بإحدى خزانات المشع وذلك بالسيارات التي بها صندوق تروس أتوماتيكي).

نظرية العمل:

يعمل المشع كمبادل حراري حيث تنتقل الحرارة من الجزء الساخن وهو سائل التبريد إلي الجزء البارد وهو الهواء. فأثناء تشغيل المحرك يسري سائل التبريد الساخن من المحرك إلي خزانات وأنابيب المشع. وتنتقل الحرارة من السائل إلي الأنابيب وزعانف التبريد و منها تنتقل تلك الحرارة إلي الهواء المندفع عند مروره خلال تلك الأنابيب والزعانف، حيث تنخفض درجة حرارة السائل قبل رجوعه مرة أخرى إلي المحرك للتخلص من كمية أخرى من الحرارة، أنظر (شكل *-٥).



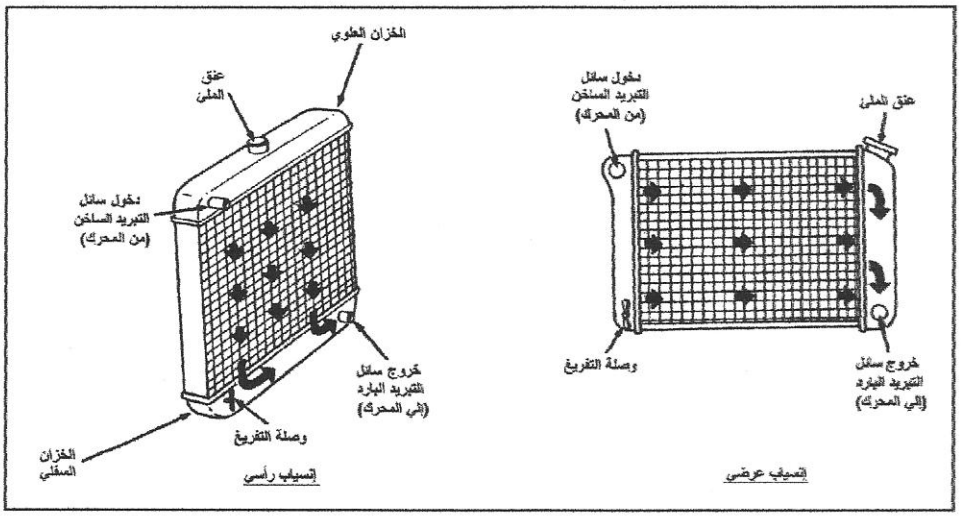
شكل *-٥ مقطع بالمشع

الأنواع المختلفة للمشع:

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

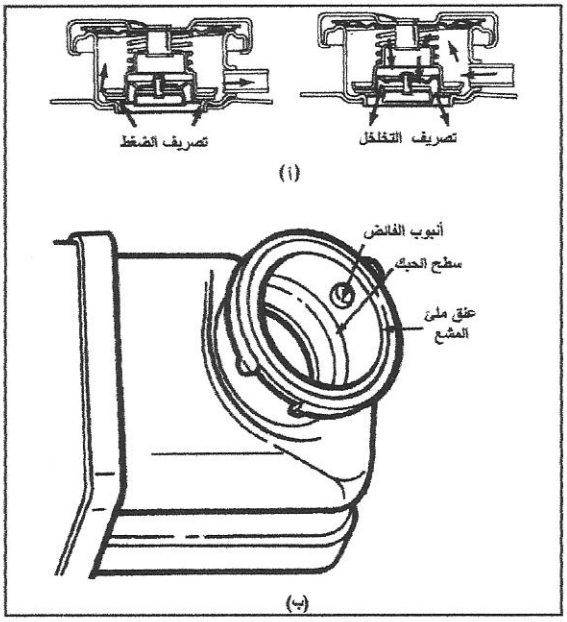
أ- الإنسياب الرأسي.

ب- الإنسياب الأفقي.



شكل *-٦ التصميمات المختلفة للمشع (أ- إنسياب عرضي، ب- إنسياب رأسي)

غطاء المشع (Radiator cap)



شكل*-٧ غطاء وعنق ملئ المشع

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 بالإنتقال من وإلي خزان الفائض (القربة).

الأجزاء (شكل *-٧):

١- *حابك مطاطي* أو معدني مركب بالغطاء (لحبك السائل و ضغط الهواء).
٢- *صمام الضغط* به قرص محمل بياي لغلق عنق الملئ (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 إلي المشع عند برودة درجة حرارة سائل التبريد).

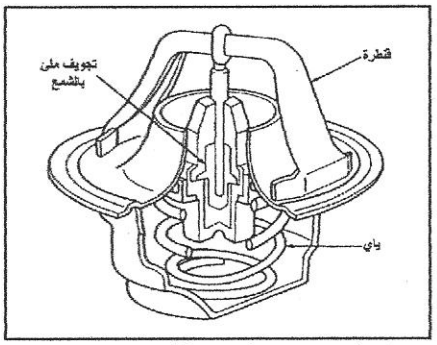
نظرية العمل:

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

عند إنخفاض درجة حرارة السائل يقل حجم السائل والهواء بالنظام مما يكون تخلخل داخل النظام وهنا يفتح صمام التخلخل للسماح بالسائل بالرجوع من خزان الفائض إلي المشع مسبباً التخلص من التخلخل. و يكون في ذلك حماية للنظام من الإنهيار تحت تأثير الضغط الجوي.

الثرموستات (الصمام الحراري) (Thermostat)

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



شكل *-٨ قطاع بالثرموستات

التركيب:

يتكون الصمام من أسطوانة مليئة بمادة شمعية ذات مكبس وفي الوضع الاعتيادي يكون الصمام مغلق تحت تأثير ياي يضغط على المكبس (شكل *-٨).

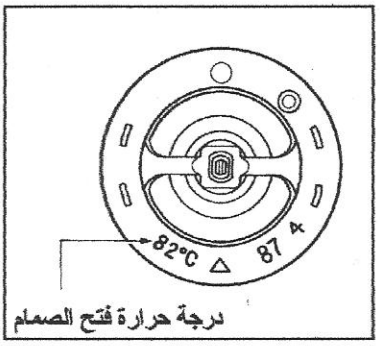
نظرية العمل:

عند سخونة سائل التبريد تتمدد المادة الشمعية داخل الأسطوانة مما يدفع المكبس ضد قوة الياي فاتحاً الصمام. وعند أنخفاض درجة الحرارة تتكمش المادة الشمعية داخل الأسطوانة مؤدية إلي تمدد الياي لغلق الصمام.

وهناك وصلة فرعية تسمح لسائل التبريد بأن يسري عندما يكون الثرموستات في وضع غلق وبدون هذه الوصلة لن يكون هناك تجانس في حرارة سائل التبريد ولن يكون الثرموستات قادرعلىالإحساس بمقدارالارتفاع في درجة حرارة السائل. وهذه الوصلة إما أن تكون داخلية أو خارجية عن طريق لي بمواصفات خاصة لتحمل الحرارة والضغط العالي.

قيم التشغيل (شكل *-٩):

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



شكل *-٩ قيمة التشغيل

مروحة التبريد (Cooling fan)

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

ولدراسة عمل المروحة يأخذ التالي في الاعتبار:

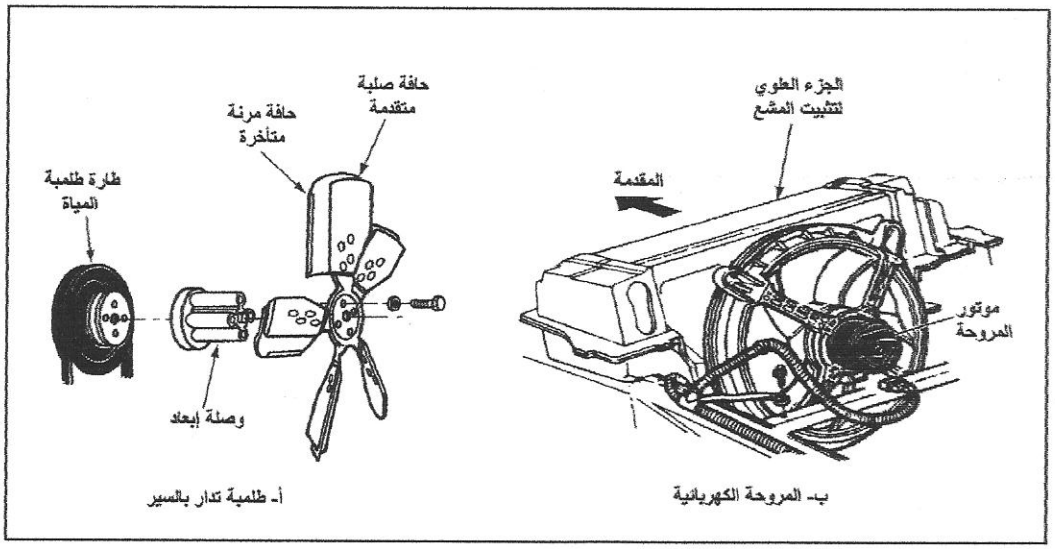
لايحتاج المحرك إلي تبريد بمعدل عالي في البداية حيث درجة حرارة المحرك مازالت منخفضة. كما أنه في السرعات العالية يمكن الأكتفاء بسرعة اندفاع الهواء نتيجة لسرعة السيارة هذا بالإضافة إلي إحتياج المروحة إلي طاقة أكبر لتشغيلها عند السرعات العالية نتيجة لمقاومة الهواء لحركة ريش المروحة.

الأنواع المختلفة للمروحة:

يمكن تقسيم أنواع المروحة حسب وسيلة إدارتها:

أ- مروحة تعمل ميكانيكياً بحيث تأخذ حركتها من عمود المرفع عن طريق سير المروحة. وتركب المروحة على صرة طلمبة المياة والطارة. وفي بعض الأحيان يركب بين الطلمبة والمروحة جزء تخانة لتقريب المروحة من المشع.

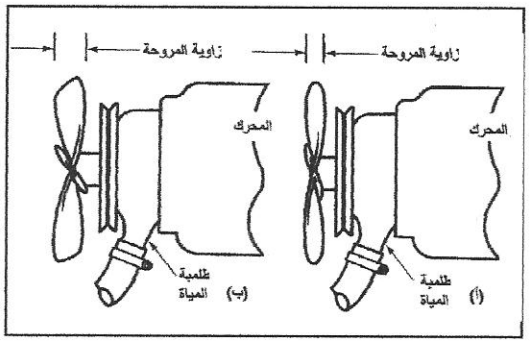
ب- مروحة تعمل بالكهرباء (شكل *-١٠) بحيث تأخذ حركتها عن طريق موتور كهربائي يأخذ الطاقة اللازمة له عن طريق اسلاك كهربائية متصلة بالبطارية. (هذا النوع مركب بجميع المحركات الستخدمة في الجر الأمامي ذوالمحرك المستعرض، حيث أتجاه عمود المرفق يكون عمودي على أتجاه المشع).



شكل *-١٠ الأنواع المختلفة لمروحة التبريد أ- مروحة تدار بالسير، ب- مروحة كهربائية

الأجزاء:

١- ريش المروحة(هناك ريش صلبة ثابتة الزاوية وهناك ريش لينة تقل زاويتها مع السرعة كما في (شكل *-١١).



شكل *-١١ سرعة دوارن المروحة (أ) سريعة، (ب) بطيئة

٢- قابض للمروحة يعمل بالسائل يركب غالباً على المروحة الميكانيكية حيث يقوم بمهمة ريش المروحة ذات الريش اللينة. القابض به زيت ذو قاعدة سليكون فعند السرعات العالية ينزلق القابض تحت تأثير زيادة الحمل ولاتدور المروحة.

٣- القابض الحراري للمروحة يركب غالباً على المروحة الميكانيكية به ياي مزدوج المعدن حساس للحرارة، ويتحكم هذا الياي في سريان الزيت داخل القابض. فعند السرعة البطيئة ينزلق القابض ولاتدور المروحة وعند سخونة المحرك يعشق القابض فتدرو المروحة.

٤- موتور كهربائي يعمل ببطارية السيارة مثبت بالقفص المركب على المشع يستخدم مع المروحة الكهربائية.

٥- المفتاح الحراري الكهربائي وهو يتحكم في عمل الموتور الكهربائي فعندما يكون المحرك بارد يكون المفتاح غير موصل فلا تعمل المروحة وعند ارتفاع درجة الحرارة يصبح المفتاح في وضع تشغيل وتعمل المروحة.

الليات (Hoses)

ليات المشع تنقل سائل التبريد من المحرك إلي المشع وكونه وصلة مرنة فأن ذلك يجعلها قادرة على تحمل الاهتزازات 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 طلمبة المياة والمشع. ويوجد بداخل اللي السفلي ياي يمنع التصاق اللي حيث يتعرض هذا اللي إلي تخلخل نتيجة سحب الطلمبة.

ليات نظام التدفئة لها قطر أصغر وتصل سائل التبريد إلي نظام التدفئة (مبادل حراري صغير الحجم موجود بأسفل التابلوة).

طلمبة المياه (Water pump)

تعمل طلمبة المياه على سريان سائل التبريد بالنظام عن طريق استخدام القوة الطرد المركزية. وتركب بمقدمة المحرك وتعمل غالباً عن طريق سير يأخذ حركته عن طريق الطارة المركبة على عمود المرفق.

الأجزاء (شكل *-١٢):

١- *ريش الطلمبة* (عبارة عن قرص من المعدن به ريش أو زعانف لدفع السائل)

٢- *عمود الطلمبة* (عمود من الحديد يصل الحركة من صرة الطلمبة إلي ريش الطلمبة).

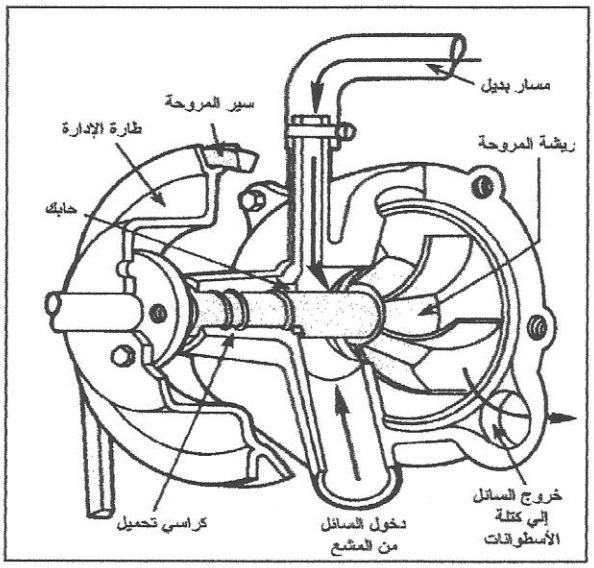
٣- *حابك الطلمبة* (يمنع تسرب سائل التبريد بين عمود الطلمبة ومبيت الطلمبة).

٤- *كراسي التحميل* (جلبة أو رلمان بلي تساعد على دوان عمود الطلمبة بالمبيت).

٥- *صرة الطلمبة* (توفر مكان لتثبيت طارة الطلمبة والمروحة).

٦- *مبيت الطلمبة* (مصنوع من الحديد أو الألمنيوم المسبوك ويمثل جسم الطلمبة).

ويركب حشو بين المحرك ومبيت الطلمبة لمنع تسرب سائل التبريد.



شكل *-١٢ أجزاء طلمبة المياه

موجة هواء المروحة (Radiator shroud)

هو مصنوع من البلاستيك و يساعد المروحة على سحب الهواء من خلال المشع. وهو مثبت بمؤخرة المشع بحيث يحيط بالمساحة المحيطة بالمروحة.

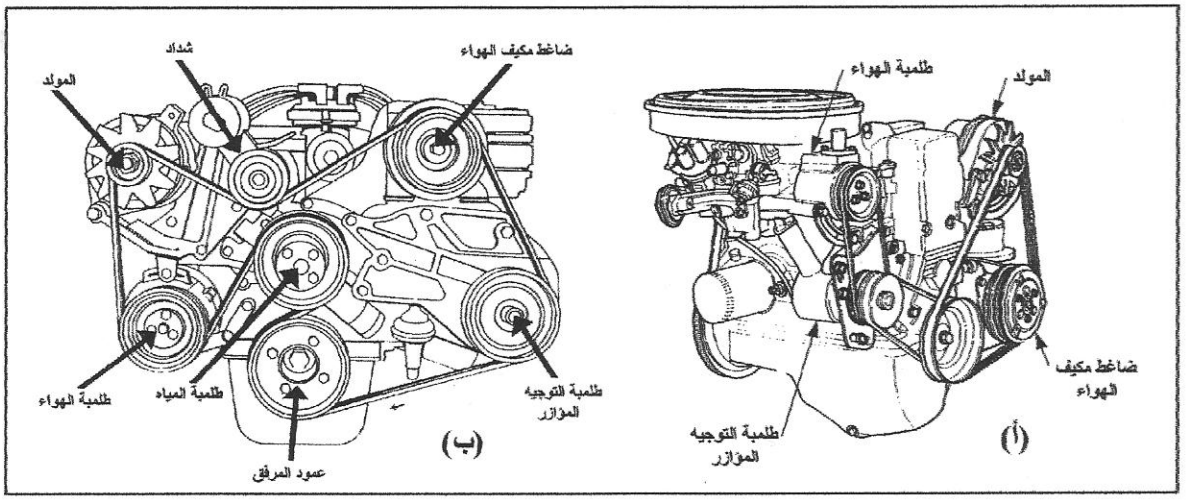
سير الطلمبة (Belt)

طلمبة المياة تدورعن طريق سير مرن والذي يقوم في نفس الوقت بنقل الحركة إلي العديد من الملحقات الخاصة بالمحرك. عند استبدال السير يجب أستخدام المقاس المنصوص عليه بالمواصفات.

أنواع السيور (شكل *- ١٣):

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

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

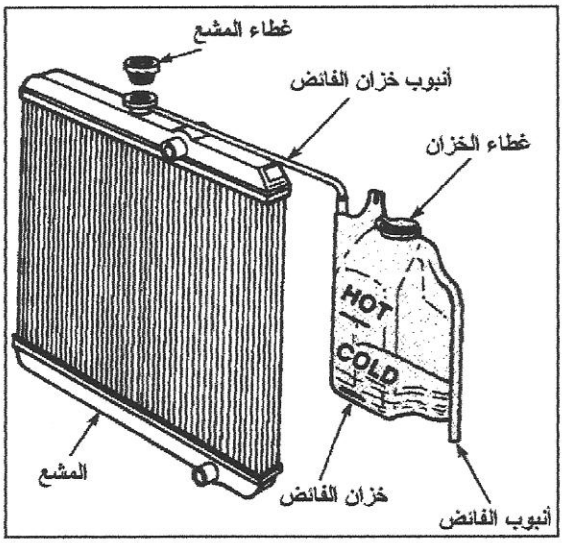


شكل *-١٣ (أ) عدة سيور على شكل "V" (ب) سير واحد به أضلاع على شكل "V"

خزان الفائض (القربة) (Overflow tank)

هذا الخزان يتصل بالمشع عن طريق انبوب الفائض وهو مصنوع من البلاستيك الشفاف وبه علامات خارجية لتحديد مستوى السائل كما في (الشكل *-١٤) وحيث أن نظام التبريد ذو نظام مغلق فإن عدم دخول الهواء للنظام يزيد من كفاءة التبريد. هذا بالإضافة إلي أنه يساعد على عدم تكون صدأ ويقلل من عملية التأكل داخل النظام وكذلك من عملية زيادة تركيز الأملاح بسائل التبريد.

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



شكل *-١٤ النظام المغلق مع خزان الفائض

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 الخاصه حيث تنتقل الحرارة من المحرك إلي مياه التبريد أولاً ثم إلي 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 ويؤدي زيادة الضغط داخل المشع إلي رفع درجة حرارة غليان الماء.
يعمل الثرموستات (صمام حراري) نتيجة تغير حجم مادة شمعية قابله للتمدد عند أنصهارها داخل حيز موجودة فيه، ويؤدي التمدد إلي ضغط أصبع إلي الخارج فيفتح الصمام.
تدور المروحة أو يتم تشغيلها في معظم المركبات عند درجات حرارة معينة مما يؤدي إلي الوصول إلي درجة حرارة التشغيل في وقت أقل.

المصطلحات

Coolant	سائل التبريد	Air Cooled	تبريد هواء
Water Pump	طلمبة المياة	Water Cooled	تبريد ماء
Radiator Cap	غطاء المشع	Flushing	خزان الفائض
Hose	الليات	Pump Clutch	السير
Radiator	مشع	Cooling Fan	مروحة التبريد
Cooling System	نظام التبريد	Fan shroud	موجة هواء المروحة

تمارين