

# سیستم خنک کاری خودرو

چون در موتور عمل احتراق صورت می گیرد بنا براین در قطعات داخل موتور اتومبیل حرارت تولید می شود و اگر این حرارت به وسیله دستگاه خنک کننده گرفته نشود، باعث خسارات زیادی می گردد و از طرفی کمبود حرارت نیز باعث خرابی موتور خواهد شد پس موتور باید همیشه دارای حرارت متعادل باشد. بهترین حرارت برای موتور 73/8 الی 82 درجه سانتی گراد (65 الی 182 درجه فارنهایت) است.

انواع دستگاههای خنک کننده

الف) دستگاه خنک کننده مستقیم، که کلیه دستگاه با هوا خنک می شود.  
ب) دستگاه خنک کننده غیر مستقیم، که کلیه دستگاه با آب خنک می شود و دارای رادیاتور می باشند.

متعلقات دستگاه خنک کننده:

الف) شیلنگ تحتانی  
ب) پمپ آب  
پ) تسمه  
ج) بدنه سیلندر  
د) رادیاتور  
ه) سرسیلندر  
و) ترموستات  
ز) شیلنگ فوقانی  
ح) پروانه

رادیاتور: مخزنی از جنس مس می باشد که با توجه به کانالهای تعبیه شده در آن، وظیفه انتقال حرارت موجود در آب را به عهده دارد بنابراین بایستی همواره کنترل نمود که سطح آب در مخزن رادیاتور بیش از دو سانتیمتر پائین تر از دهانه مخزن نباشد.

پروانه: وسیله که از موتور به وسیله تسمه و در بعضی خودروها توسط الکتروموتور انرژی لازم را دریافت می نماید و کار آن، مکش هوا از شبکه های رادیاتور و خنک نمودن آب رادیاتور می باشد.

پمپ آب: وسیله ای است که به منظور گردش سریع و راحت آب موجود در رادیاتور و در اطراف موتور بکار رفته و حرکت آن از طریق موتور و تسمه پروانه تامین می گردد بدین صورت که چون همیشه در قسمت پائین رادیاتور آب خنک و در بالای آن آب گرم (برگشت داده شده از موتور) وجود دارد، لذا برای رساندن آب جهت خنک کردن قطعات موتور از شیلنگ پائین رادیاتور، آب بوسیله مکش حاصل از واترپمپ وارد کانالهای بدنه سیلندرها می شود و پس از گردش در اطراف سیلندرها و خنک کردن آنها، در حالیکه خود آب مقداری گرم شده از طریق کانالهای سیلندر به گرمترین نقطه موتور که سرسیلندر ها می باشد هدایت و پس از عبور از اطراف سوپاپها و شمعها و خنک نمودن آنها از طریق ترموستات و لوله های بالا جهت خنک شدن مجدد وارد رادیاتور می گردد.

ترموستات: سوپاپی است که در مسیر راه آب برگشتی از موتور به رادیاتور قرار دارد و کار آن ثابت نگهداشتن دمای آب موتور می باشد.

با توجه به اینکه بیشترین سائیدگی قطعات موتور زمانی است که موتور در حال سرد کار می کند. در نتیجه برای جلوگیری از این نوع سائیدگی در موتور روشهای مختلفی وجود دارد از جمله نصب ترموستات، استفاده از مواد خنک کننده و پروانه اتوماتیک را می توان نام برد.

منبع انبساط: منبع انبساط طرفی است با گنجایش حدود 2 لیتر از جنس پلاستیک که در کنار رادیاتور نصب می شود. هنگام جوش آوردن و گرم شدن بیش از حد موتور، آب اضافی رادیاتور با باز شدن سوپاپ فشار در رادیاتور از طریق شیلنگ سر ریز وارد منبع انبساط می شود و از هدر رفتن آب جلوگیری می شود.

تذکر: اتومبیلهایی که منبع انبساط دارند برای اضافه کردن آب نیاز به باز کردن در رادیاتور ندارند بلکه آب را داخل منبع انبساط می ریزند این کار به کمتر زنگ زدن رادیاتور کمک می کند.

تسمه واسطه حرکتی میباشد که حرکت را از فولی میل لنگ گرفته و به فولی واترپمپ و فولی دینام انتقال داده و باعث به گردش درآوردن واترپمپ و دینام می گردد.

تنظیم کشش تسمه پروانه: اگر انگشت دستان را روی تسمه گذاشته و یک کیلو گرم نیرو وارد کنیم به اندازه 8 تا 10 میلیمتر بایستی تسمه کشش داشته باشد.

ضد یخ:

آب در مقابل سرما یخ می بندد و چنانچه در زمستان ضد یخ در موتور ریخته نشود سیلندر می ترکد. برای جلوگیری از یخ زدن آب داخل موتور و رادیاتور در هوای سرد زمستان که موجب خسارت زیادی در موتور و رادیاتور می شود از ضد یخ استفاده می شود. جنس ضد یخ باید به گونه ای تهیه شود که اثر نامطلوب بر روی قطعات نداشته باشد. خواص دیگر ضد یخ، ضد زنگ و ضد جوش بودن آن است به این مفهوم که ضد یخ علاوه بر خاصیت ضد یخ داشتن از زنگ زدگی قطعات داخل موتور جلوگیری می کند و نقطه جوش را نیز بالا می برد. نسبت مخلوط ضد یخ با آب بستگی به سرما و برودت هوا دارد.

مخلول ضد یخ در سیستم خنک کننده از منجمد شدن مایع موجود در سیستم جلوگیری و بلوک سیلندر را از خطر ترکیدن محافظت می کند. در صورت موجود نبودن ضد یخ کافی در مایع خنک کننده ممکن است در درجه حرارت های خیلی پایین حتی در حالی که موتور نیز کار می کند آب در منبع نختانی رادیاتور منجمد شود. وجود مقدار کمی آب که پس از تخلیه بلوک سیلندر داخل آن باقی می ماند ممکن است در درجه حرارت های بسیار کم حادثه ساز باشد. در صورت وجود نشستی آب از سیستم، با اضافه کردن ضد یخ و به دلیل بالا بودن قابلیت نفوذ این مخلول، میزان نشستی سیستم شدیدتر خواهد شد بنابراین قبل از اضافه کردن ضد یخ مطمئن شوید که در سیستم هیچ گونه نشستی وجود ندارد. جنس ضد یخ متداولی که اثر نامطلوب روی قطعات ندارد، اتیل گلیکول است.

طریقه تهیه ضد یخ مناسب: مقدار مناسبی ضد یخ را با نصف مقدار آب مورد نیاز برای پر کردن سیستم در داخل ظرف تمیزی مخلوط کنید. سپس این مخلوط را داخل رادیاتوری که قبلاً رانشستشوی کامل داده اید، ریخته و بقیه حجم رادیاتور را با آب تمیز پر کنید موتور را روشن کنید و اجازه دهید که ضد یخ با آب کاملاً مخلوط شود. درصد ضد یخ مورد نیاز (نسبت به گنجایش کل سیستم خنک کننده) در جدول زیر داده شده است.

نقطه ای که امکان یخ زدن وجود دارد	نسبت ضد یخ موجود در مخلوط
26- سانتی گراد	25%
33- سانتی گراد	30%
39- سانتی گراد	35%
41- سانتی گراد	40%
47- سانتی گراد	50%

معمولاً کارهای زیر در اول هر بهار و پاییز باید انجام شود.

- 1- غلظت ضد یخ- ضد جوش را کنترل کنید که از حداقل ضروری (متناسب با تغییرات دمای هوا) کمتر نباشد.
- 2- اندازه و شرایط ضد یخ را بررسی نمائید. در صورت کثیف بودن یا داشتن مواد ناشی از زنگ زدن فلزات آن را عوض کنید.
- 3- دستگاه را برای اطمینان از عدم وجود نشستی، تحت فشار (ترجیحاً وقتی ضد یخ سرد است) آزمایش کنید.
- 4- در پوش و لوله متصل به در پوش رادیاتور را بازرسی کنید.
- 5- لوله ها را بازبینی نمائید و محل اتصال لوله ها را محکم کنید.
- 6- تسمه پروانه ها را از لحاظ سالم بودن و کشش صحیح، کنترل کنید.
- 7- در صورتی که دمای آب رادیاتور بیش از حد گرم یا سرد می شود، ترموستات را کنترل کنید.
- 8- در تمام فصول سال مخلول ضد یخ در رادیاتور باشد
- 9- هر دو سال یکبار تعویض گردو زمان تعویض ابتدای سرمای هر سال می باشد.

### علل جوش آمدن آب رادیاتور (گرم کردن موتور):

- 1- پاره شدن تسمه پروانه یا شل بودن آن.
- 2- کمی آب رادیاتور.
- 3- کثیف بودن رادیاتور و گرفتگی شیارهای آن.

- 4- کار نکردن واتر پمپ (پمپ آب)
- 5- خراب بودن ترموستات.
- 6- نامیزانی دلکو.
- 7- نامیزانی باد لاستیک.
- 8- تازه تعمیر بودن موتور یا نو بودن موتور.
- 9- بارزیاد.
- 10- استفاده زیاد از دنده های سنگین.
- 11- سریالائی زیاد.
- 12- نامیزانی سوپاپها.
- 13- عدم تنظیم فاصله پلاتین.
- 14- شکستن پره های پروانه.
- 15- کثیف بودن فیلتر هواکش کاربراتور
- 16- خرابی درب رادیاتور
- 17- سوراخ بودن رادیاتور
- 18- سفت بودن یا کار نکردن سوپاپ ها
- 19- سفت بودن چرخها
- 20- خرابی آب پخش کن واترپمپ
- 21- وزش باد مخالف
- 22- گرفتگی اگزوز دود که عمل تخلیه براحتی صورت نمی گیرد.
- 23- گرفتن لوله خروج بخار آب در رادیاتور
- 24- گیر کردن ترمز یکی از سیلندرها چرخ
- 25- کثیفی بدنه موتور و ممانعت از تبادل حرارتی خوب

بر اثر احتراق در موتورهای احتراق داخلی گرمای زیادی تولید می‌شود که حتی می‌تواند فلزات مجموعه سیلندر و پیستون را ذوب کند .

سیستم خنککاری بهمنظور پیشگیری از بالا رفتن دمای موتور بهکار می‌رود. این سیستم برای مراقبت در برابر عملکرد مؤثر در تمام سرعت‌های موتور و کنترل شرایط مختلف مورد استفاده است. دما در طول مدت احتراق مخلوط سوخت و هوا در محفظه احتراق موتور بسیار بالا می‌رود و به بیش از ۲۰۰۰ درجه می‌رسد. میزان قابل توجهی از این حرارت توسط دیواره‌های سیلندر و پیستون‌ها جذب می‌شود بنابراین باید خنک‌کاری به اندازه‌ای صورت پذیرد که دما بیش از حدود ۲۳۰ درجه نشود.

دماهای بالاتر باعث کاهش ضخامت فیلم روغن میشود و خواص روغن بهشدت افت می‌کند که این مسئله موجب افزایش استهلاک قطعات و ازدیاد دمای آنها خواهد شد.

در موتورهای احتراق داخلی مقدار محدودی از انرژی سوخت برای قوای محرکه موتور استفاده می‌شود. تقریباً حدود ۲۸ درصد انرژی سوخت به کار مفید تبدیل می‌شود. ۳۰ درصد بهواسطه خنککاری، ۳۲ درصد بهوسیله خروج گازهای داغ و ۱۰ درصد باقیمانده توسط اصطکاک و عوامل دیگر بههدر می‌رود. میزان حقیقی و دقیق انرژی تبدیلیشده به کار مفید در پروسه احتراق موتور به مشخصه‌های فیزیکی اجزای موتور بستگی دارد.

همان‌طور که گفته شد، دما در طول احتراق در سیلندر موتورهای درونسوز به بیش از ۲۰۰۰ درجه می‌رسد. این دما بیش از نقطه ذوب مواد مورد استفاده در ساختار موتور است بنابراین با بالا رفتن دما به موتور خسارت وارد می‌شود و

باید دمای کار موتور در محدوده‌های خاص حفظ شود. در یک نمونه سیستم خنککاری آبی موتور این دما در محدوده ۷۵-۹۵ قرار دارد که برای خنککاری هوایی این میزان کمی بیشتر است. خنککاری در موتور دو علت دارد:

- ۱) نگه داشتن دمای اجزای موتور در دمایی که روغنکاری مؤثر در آن ممکن باشد.
  - ۲) نگه داشتن دمای اجزای مختلف موتور در یک محدوده خاص بهطوری که به سلامت قطعات موتور صدمه نزنند.
- نحوه عملکرد موتور در انتخاب و طراحی سیستم خنککاری تأثیر می‌گذارد و این کاملاً به نوع گازهای احتراق و اجزای موتور وابسته است. وقتی موتور سرد است، کارایی پایینی دارد بنابراین سیستم خنککاری معمولاً شامل وسایلی است که زمینه فعالیت خنککاری نرمال را برای حفظ گرمای مناسب موتور مهیا می‌کنند. هنگام راهاندازی موتور دمای قطعات داخلی آن، بهسرعت افزایش می‌یابد؛ پس وقتی موتور به دمای بهره‌برداری می‌رسد باید سیستم خنککاری فعالیتش را آغاز کند.
- نمایه سیستم خنککاری موتور برای حداقل کردن حجم و وزن رادیاتور است که در وسایل نقلیه از اهداف مهم تلقی می‌شود. باید درجه حرارت متوسط آبی که از رادیاتور عبور می‌کند حتی‌الامکان بالا نگه داشته شود تا اختلاف آن با درجه حرارت متوسط زیاد باشد.

البته این درجه حرارت نباید از نقطه جوش آب در فشار اتمسفر تجاوز کند زیرا در آن صورت قسمتی از آب تبخیر می‌شود و فشار داخل رادیاتور بهشدت افزایش می‌یابد. گرچه با طراحی درپوش مناسب برای رادیاتور آب داخل تحت فشار است تا دیرتر به نقطه جوش برسد، هوا نیز باید پس از عبور از رادیاتور به اطراف بدنه موتور جریان یابد. جهت عکس جریان به دو دلیل مناسب نیست: اولاً هوا به روغن و ذرات آغشته به روغن که به هر حال روی بدنه موتور وجود دارد آلوده می‌شود و این ناخالصی‌ها روی منافذ رادیاتور رسوب می‌کند و از راندمان آن می‌کاهد و ثانیاً بر اثر تماس با بدنه گرم موتور درجه حرارت آن بالا می‌رود و موجب کاهش قدرتنک کنندگی رادیاتور می‌شود. برای درک نیاز موتور به سیستم خنککاری، اثرات افزایش یا کاهش دمای کارکرد موتور در ذیل آمده است:

- اثرات افزایش دمای کارکرد موتور
  - بهره‌برداری در دماهای بالا، بارهای زیاد با سرعت بالا بدون عملیات خنککاری باعث اکسیداسیون روغن روغنکاری می‌شود. در این شرایط ممکن است با بالا رفتن دما، لعاب و رسوب شکل گیرد؛ بهطوری که رینگ پیستون نتواند کار خود را انجام دهد؛ ضمن این که خراش خوردن رینگ نیز باعث اختلال عملکرد آن می‌شود. به همین ترتیب اکسیداسیون روغن می‌تواند باعث خوردگی و سایش بعضی از انواع یاتاقان‌ها شود.
  - اگر دمای کارکرد خیلی زیاد شود، نقاطی از پیستون‌ها و قسمت‌هایی از میلینگ که در یاتاقان می‌چرخند، منبسط می‌شوند که این موضوع باعث خروج آنها از لقی مجاز می‌شود و این تغییرات صدمات جدی در یاتاقان‌ها و رینگ‌ها به‌بار می‌آورد.
  - سطوح داخل محفظه احتراق از قبیل پای سوپاپ خروجی و شمع ممکن است آنقدر گرم شود که جرقه زودتر اتفاق بیفتد؛ این شرایط جرقه پیش‌رس نامیده می‌شود که اگر برای مدتی ادامه یابد، خسارت عمده به موتور می‌زند.
  - اگر مخلوط تازه وارد شده به سیلندر خیلی گرم شود، چگالی آن کاهش خواهد یافت و در نتیجه قدرت آن کاسته می‌شود؛ به‌خصوص در موتورهای بنزینی.
  - با افزایش دمای مخلوط هوا و سوخت در محفظه احتراق و منی‌فولد ورودی، اصطکاک مکانیکی افزایش می‌یابد و از قدرت خروجی موتور می‌کاهد.
  - اثرات کاهش دمای کارکرد موتور
- ۱) افزایش خنک‌کاری باعث کاهش راندمان حرارتی، همچنین مانع تبخیر مناسب سوخت می‌شود که موجب رقیق شدن روغن می‌گردد.
  - ۲) تبخیر نامناسب سوخت، فیلم روغن بر روی دیواره‌های سیلندر را از بین می‌برد و باعث افزایش فرسایش سطح داخلی سیلندر می‌شود.
  - ۳) به طور کلی خنککاری بیش از حد باعث کاهش قدرت، ضرر اقتصادی مصرف بیشتر سوخت و کاهش طول عمر قطعات موتور می‌شود.

- ملاحظات طراحی رادیاتور
- طراحی رادیاتور باید براساس درجه حرارت هوا در گرمترین منطقه‌های که وسیله ممکن است در آن کار کند، صورت گیرد. در آب و هوای سردتر مقدار آب در گردش رادیاتور به وسیله ترموستات تنظیم می‌شود؛ به نحوی که فقط سنجش از قدرت خنک‌کنندگی رادیاتور مورد استفاده قرار گیرد. افزایش دمایی بین ۸ تا ۱۲ درجه برای هوای جاری در رادیاتور منظور می‌شود. افزایش دمای بیشتر متداول نیست؛ به‌خصوص که در هوای گرم موجب تبخیر بنزین در پمپ بنزین و لوله‌های رابط در موتور بنزینی می‌شود و از رسیدن سوخت به موتور جلوگیری به‌عمل می‌آید.
- به منظور پیشگیری از سروصدای زیاد و مصرف بیش از اندازه توان موتور به وسیله پروانه، افت فشار سمت هوا کمتر از 1kpa منظور می‌شود. توان مصرفی پروانه باید به قدری باشد که در دور کم موتور و قدرت زیاد بتواند هوای کافی از رادیاتور عبور دهد. برای این که حجم رادیاتور کوچک باشد معمولاً از لوله‌های تخت پره‌دار استفاده می‌شود. هرچه تعداد پره بر واحد طول لوله بیشتر باشد، مبدل جمع و جورتر خواهد بود اما گرفتگی سوراخ پره‌ها با ذرات معلق موجود در هوا و حشرات سبب می‌شود که تعداد پره‌ها بین ۴۰۰ و ۶۰۰ پره در هر متر باشد.
- رادیاتور و نحوه انتقال حرارت از سیال گرم به هوا

رادیاتور دستگاهی است در سیستم خنککننده موتور که حجم زیادی از آب این سیستم را در تماس نزدیک با هوا نگه میدارد تا انتقال حرارت از آب به هوا بهخوبی و بهسرعت امکانپذیر باشد. همچنین می‌توان گفت رادیاتور وسیله‌ای است که برای نگهداری مقدار زیادی آب در مجاورت حجم بزرگی از هوا بهکار می‌رود؛ به طوری که حرارت بتواند از آب به رادیاتور و از رادیاتور به هوا منتقل شود.

اجزای رادیاتور از مخزن بالایی و مخزن پایینی و هسته (شیکه) رادیاتور تشکیل شده که خود شیکه از لوله‌ها و پره‌ها بهوجود آمده است. همچنین به مخزن بالایی یک گلویی که به لوله هوا ارتباط دارد، متصل است. سیال خنککننده توسط پمپ به جداره‌های سیلندر جریان می‌یابد. در صورت بالا رفتن درجه حرارت سیال ترموستات مسیر را باز می‌کند و سیال گرم از طریق لوله ورودی رادیاتور که در مخزن ورودی آن تعبیه شده است، وارد رادیاتور میشود و پس از خنک شدن به مخزن خروجی جریان می‌یابد و پس از خروج توسط لوله خروجی رادیاتور، سیکل خود را ادامه می‌دهد.

انتقال حرارت در رادیاتور خودرو به این صورت است که آب گرم در طول مسیر حرکت در رادیاتور، گرمای خود را به لوله‌ها منتقل می‌کند و این گرما از محل اتصال لوله و پره، به پره‌ها منتقل میشود و سپس گرمای انتقالیافته به پره‌ها نیز توسط جریان هوای اجباری از آنها دفع می‌شود.

#### • انواع رادیاتور

شیکه رادیاتورها شامل دو نوع فین تیوب و کروگیت است:

۱) رادیاتور فین تیوب (fin-Tube) : در این نوع رادیاتور امتداد لوله‌ها عمود بر راستای پره‌هاست و لوله‌ها از داخل پره‌ها عبور می‌کنند.

۲) رادیاتورهای کروگیت (crougate): در این نوع رادیاتورها لوله‌ها از داخل پره‌ها عبور نمی‌کنند بلکه پره‌ها به صورت موجدارند و لوله‌ها در امتداد پره‌ها روی نوک فین قرار داده می‌شوند.

در حالت کلی مونتاژ رادیاتورهای کروگیت راحتتر و سریعتر از نوع فین تیوب است و امکان اتوماسیون آن وجود دارد ولی رادیاتورهای فین تیوب به دلیل درگیر شدن لوله و پره با یکدیگر، استحکام مکانیکی بیشتری دارند. رادیاتورها از لحاظ جنس به دو نوع

آلومینیومی و مسی و برنجی تقسیم میشوند که تکنولوژی ساخت هر یک می‌تواند Brazing و Soldering باشد.