

بررسی مجموعه سیستم تهویه مطبوع در خودرو

فرزاد جعفری پور^۱، سید محمدرضا حسینی علی آباد^۲، رضا محمودی^۳

۱- گروه مهندسی مکانیک جامدات، تهران.

۲- گروه مهندسی مکانیک جامدات، بابلسر.

۳- گروه مهندسی مکانیک جامدات، اراک.

چکیده

در این تحقیق مجموعه سیستم تهویه مطبوع در خودرو مورد بررسی واقع گردید. سیستم تهویه مطبوع این امکان را به راننده می‌دهد که بتواند هوای داخل کابین را مناسب با فصل سرد و گرم تنظیم نماید. در واقع تهویه مطبوع دمای مناسب و مورد نیاز را طی فرایندی به داخل خودرو می‌دهد و همچنین این سیستم رطوبت مورد نیاز را تامین می‌نماید. تفاوت کولر با سیستم تهویه مطبوع در این است که کولر هوا را سرد می‌کند و در صورت کاهش دما به صورت دستی بایستی آن را کم یا خاموش نمود. لکن سیستم تهویه مطبوع تا رسیدن به دمای مطلوب روشن است. وقتی هوای کابین به دمای مطلوب رسید، سیستم تهویه مطبوع خاموش می‌گردد و هوای ورودی کابین آرام آرام کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: خودرو، سیستم تهویه مطبوع، سیستم خنک کاری، مصرف سوخت

مقدمه

ایجاد یک سیستم تهویه مطبوع کارا برای خودروهای سواری مدرن امروزی بدون در نظر گرفتن مصرف سوخت، طراحی سیستم خنک کاری موتور و شرایط داخلی کابین امکان پذیر نمی باشد. بطور سنتی، ساخت نمونه از روی چنین سیستمی قبل از وارد شدنش در خط تولید نیازمند انجام تست بر هزینه و گسترده تونل باد بر روی آن می باشد که این پروسه موفقیت سازنده را در بازار پر رقابت صنعت اتومبیل سازی به مخاطره می اندازد. همچنین، اهمیت کنونی شبیه سازی سیستم تهویه مطبوع در خودروها در میزان هزینه ای است که برای راه اندازی آن صرف می شود. بطور متوسط، برای سرمایه گذاری کابین خودروها، سالانه در حدود ۲۶ میلیارد لیتر سوخت مصرف می شود. با بهبود و بهینه نمودن سیستم کنترل دمایی، کاستن بار حرارتی تشعشعی و فراهم نمودن میزان هوای سرمایش شده بطور موثرتر در حالیکه سطح آسایش حرارتی در داخل کابین حفظ شود، می توان این رقم را کاهش داد. ادغام استفاده از تئوری، شبیه سازی و تست های تجربی برای مطالعه سیستم های پیچیده یک دیدگاه نوین پژوهش محسوب شده و ابزاری مدرن و کارآمد برای طراحان به حساب می آید. روند نوین کنونی نشان می دهد که "مهندسی به کمک کامپیوتر" اهمیت بسزایی به عنوان یک ابزار مؤثر و ارزان طراحی در زمینه های پژوهش و مدلسازی پیدا کرده است که باعث شده در سال های اخیر محبوبیت بسیاری کسب نماید.

مطالعات اخیر نشان می دهند که متوسط تاثیر روشن بودن سیستم تهویه مطبوع در خودروهای مسافری موجب افزایش مقادیر زیر می گردد:

میزان سوخت به میزان ۲۸ %

میزان خروج منوکسید کربن به میزان ۷۱ %

میزان خروج اکسید نیتروژن به میزان ۸۱ %

میزان هیدروکربن های غیر متانی به میزان ۳۰ %

سیستم تهویه مطبوع این امکان را به راننده می دهد که بتواند هوای داخل کابین را مناسب با فصل سرد و گرم تنظیم کند. در واقع تهویه مطبوع دمای مناسب و مورد نیاز را طی فرایندی به داخل خودرو می دهد همچنین این سیستم رطوبت مورد نیاز را تامین می کند. بیش از ۷۰ سال از عمر این سیستم می گذرد و بیشتر خودروهای استاندارد، به سیستم تهویه مطبوع مجهز می شوند. به یاد داشته باشید که سیستم تهویه مطبوع اتوماتیک با کولر متفاوت است، خودروهای دارای سیستم تهویه مطبوع قیمت بالاتری نسبت به سایر خودروها دارند.

چگونگی کار نمودن سیستم تهویه مطبوع

سیستم تهویه مطبوع هوای بیرون را گرفته و طی فرایندی آن را تنظیم و با کمک فن به فضای داخلی خودرو وارد می کند. تفاوت کولر با سیستم تهویه مطبوع در این است که کولر هوا را سرد می کند و در صورت کاهش دما به صورت دستی باید آن را کم یا خاموش کرد. اما سیستم تهویه مطبوع تا رسیدن به دمای مطلوب روشن است. وقتی هوای کابین به دمای مطلوب رسید، سیستم تهویه مطبوع خاموش می شود و هوای ورودی کابین آرام آرام کاهش می یابد.

به یاد داشته باشید که استفاده از سیستم تهویه مطبوع نقشی در افزایش میزان سوخت ندارد و حتی با خنک کردن موتور باعث کاهش فشار آن می شود.

مراحل کار سیستم تهویه خودرو

برای اینکه یک خودرو، هوای مناسبی داشته باشد، فرآیند چهار مرحله‌ای باید صورت پذیرد. کارکرد سیستم تهویه خودرو به این ترتیب است: در مرحله اول، مایع خنک‌کننده برای متراکم شدن باید از رادیاتور عبور کند و به مایع تبدیل شود. ماده خنک‌کننده بعد از طی مراحل اولیه به خشک‌کن جهت رطوبت‌گیری وارد می‌شود. در نهایت مایع به دست آمده وارد لوله می‌شود. در درون لوله این مایع آنقدر تحت فشار قرار می‌گیرد تا به گاز سرد تغییر شکل دهد. این گاز به عنوان یک تعویض‌کننده عمل می‌کند. به این معنا که هوای درون فن را خنک می‌کند بعد به داخل اتاق اتومبیل پمپاژ می‌نماید. سیستم تهویه ماشین کارکرد پیچیده‌ای دارد.

نقاط ضعف سیستم تهویه خودرو

هر سیستمی در وسیله نقلیه علاوه بر محسنات دارای یک سری نقاط ضعف هم است. یکی از ایرادهایی که به سیستم تهویه این است که درجه هوای درون اتاق ماشین به دمای هوای محیط بیرون بستگی دارد. تبخیرکننده تا حد مشخصی توانایی کنترل هوای داخل ماشین را دارد. این موضوع باعث می‌شود تا شما دائماً مجبور به تغییر درجه کولر خودرو خود باشید تا به دمای ایده آل خود برسید. در دانش مهندسی این سیستم را به بانام حلقه دائمی می‌شناسند.



شکل ۱. خودروی دارای سیستم تهویه

این مورد به این مفهوم است که سیستم تهویه به طور مداوم در حال گردش است. به طور واضح‌تر ورودی که همان مایع خنک‌کننده است را دریافت می‌کند و سپس بر روی آن پردازش انجام می‌دهد و در نهایت به صورت هوای خنک آن را خارج می‌کند. تمام تغییرات مذکور به صورت دستی صورت می‌پذیرد. تمام مدت دمای کولر باید توسط شخص راننده یا دیگر سرنشینان تنظیم شود. این روند بسیار خسته‌کننده است زیرا شما باید زمان زیادی را صرف رسیدن به دمای مطلوب خود صرف کنید.

به چه علت خودرو به سیستم تهویه مطبوع نیاز دارد؟

برخی از تکنولوژی‌ها آپشن خودرو محسوب می‌شوند. سیستم تهویه مطبوع نیز در گذشته یکی از آپشن‌های لوکس به شمار می‌رفت اما هم اکنون با توجه به مزایای آن، بیشتر خودروها به سیستم تهویه مطبوع مجهز شده‌اند.

از سویی دیگر سیستم سرمایش و گرمایش خودرو فقط دما را گرم یا سرد می‌کند و در واقع دما به حد تعادل نمی‌رسد اما سیستم تهویه مطبوع در روزهای آلوده هوا را تهویه کرده و به کابین می‌رساند. مه و بخار در زمستان سبب کاهش دید راننده می‌شود؛ سیستم تهویه مطبوع از بخار کردن شیشه‌های خودرو در روزهای سرد جلوگیری می‌کند که این سیستم با فراهم آوردن هوای مطلوب به راحتی سرنشینان خودرو کمک می‌کند.

قطعات مهم سیستم تهویه مطبوع و معادلات ترمودینامیکی حاکم

هر سیستم تبرید دارای قسمت‌ها و اجزای مختلفی مانند کمپرسور، اواپراتور، شیر انبساط و کندانسور می‌باشد. قوانین اول و دوم ترمودینامیک در مورد هر یک از این اجزا قابل بررسی است. در ادامه قوانین ترمودینامیکی برای اجزای سیستم درج می‌گردد.

بخش پرفشار

این قسمت نقطه آغازین سیستم تهویه از سمت پیش‌ران به داخل خودرو است. بیشتر سیستم تهویه خودروها به شکل یک حلقه هستند که از دو بخش پرفشار و کم فشار دارند.

کمپرسور

گاز کولر به صورت کم فشار به کمپرسور وارد و سپس متراکم می‌شود. این گاز بعد از تحت فشار قرار گرفتن به سمت کندانسور می‌رود. این قطعه تنها گازها را متراکم می‌کند و تأثیری روی مایعات ندارد.

در سیکل تبرید تراکمی، فشار گاز مبرد توسط کمپرسور افزایش می‌یابد. در ضمن این افزایش، دمای گاز نیز زیاد می‌شود. طبق قانون اول و دوم ترمودینامیک و با توجه به آدبایاتیک در نظر گرفتن کمپرسور، می‌توان نوشت:

$$W_{comp} = m_r(h_2 - h_1) \quad (1)$$

$$E_{d,comp} = m_r T_0(S_2 - S_1) \quad (2)$$

کمپرسورها بر طبق راندمانی که نسبت به حالت تک آنترپی دارند، سنجیده می‌شوند. راندمان تک آنترپی (آیزنترپیک) کمپرسورها از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\eta = (h_2' - h_1) / (h_2 - h_1) \quad (3)$$

که در آن h_1 آنتالپی ورودی کمپرسور بوده و h_2' آنتالپی خروجی کمپرسور است، زمانی که $S_1 = S_2$ و h_2 آنتالپی خروجی واقعی کمپرسور است. در واقع η (راندمان) حاصل تقسیم کار آیزنترپیک کمپرسور به کار واقعی آن می‌باشد.

کندانسور

این قطعه مانند رادیاتور عمل می‌کند و نقش آن مانند سرد کردن بخار و تبدیل آن به آب است. در خروجی کندانسور مایع متراکم می‌شود تا داخل خودرو را خنک کند.

گاز مبرد پس از خروج از کمپرسور و افزایش فشار، وارد کندانسور می‌گردد. کار کندانسور کاهش دمای مبرد و خارج کردن گرما از سیکل می‌باشد.

در کندانسور طبق قانون اول و دوم ترمودینامیک و با توجه به اینکه کندانسور کار رد و بدل نمی‌کند، می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{cond}} = m_r (h_2 - h_3) \quad (4)$$

$$E_{d,\text{conf}} = m_r T_o (S_3 - S_2 - (h_3 - h_2) / T_c) \quad (5)$$

و برای هوای عبوری از کندانسور داریم:

$$|Q| = m_r (h_e - h_i) \quad (6)$$

که در آن h_2 و h_3 آنتالپی ورودی و خروجی مبرد در کندانسور بوده و h_i و h_e به ترتیب آنتالپی های ورودی و خروجی هوا از آن هستند. Q_{cond} گرما و $E_{d,\text{cond}}$ تخریب انرژی کندانسور می‌باشد. m_r دبی مبرد و m_a دبی هواست که با معلوم بودن دبی و دماهای ورودی و خروجی هوا از آزمایش انجام شده در مرجع^۱، دبی مبرد از دو فرمول بالا قابل محاسبه است.

شیر انبساط

پس از خروج از کندانسور و دفع گرما، فشار مبرد هنوز بالاست؛ لذا برای کاهش فشار آن از شیر فشار شکن یا شیر انبساط استفاده می‌شود. این شیر آدیاباتیک بوده و کار نیز رد و بدل نمی‌کند. لذا طبق قانون اول و دوم می‌توان نوشت:

$$h_3 = h_4 \quad (7)$$

$$E_{d,\text{TXV}} = m_r T_o (S_4 - S_3) \quad (8)$$

اوپراتور

مبرد بعد از عبور از شیر انبساط وارد اوپراتور می‌شود و دوباره دمای آن به دمای ورودی کمپرسور رسیده و هوای اطراف را نیز سرد می‌کند. قانون اول و دوم ترمودینامیک در اوپراتور به شکل زیر در می‌آید:

$$Q_{\text{evap}} = m_r (h_1 - h_4) \quad (9)$$

$$E_{d,\text{evap}} = m_r T_o (S_1 - S_4 - (h_1 - h_4) / T_e) \quad (10)$$

رسیور درایر

این قطعه با دارا بودن مواد شیمیایی، رطوبت‌ها را جذب می‌کند. اگر این حذف صورت نگیرد، آب به یخ تبدیل می‌شود که سبب آسیب به سیستم تهویه خواهد شد.

قسمت کم فشار

TXV

¹ M. Hosoz, M. Direk, "Performance evaluation of an integrated automotive air conditioning and heat pump system", Energy Conversion and Management 47 (2006) 545–559.

سردکننده با عبور از رسیور درایر به TXV یا سویاپ انبساط گرمایی وارد می‌شود تا فشار آن کاهش پیدا کند. در برخی از خودروها از لوله‌های وزنه‌دار به جای این قطعه استفاده شده است. رسوب سبب مسدود شدن لوله‌های وزنه‌دار در بلند مدت می‌شود و کارایی آن از بین می‌رود. همچنین سیستم‌های تهویه‌ای که لوله‌های وزنه‌دار دارند به صورت اتوماتیک خاموش و روشن می‌شوند.

تبخیر کننده

این قطعه در پشت داشبورد نصب می‌شود و نقش آن جذب گرما است. گاز موجود در این محفظه گرما را جذب می‌کند و پس از خنک شدن به داخل کابین وارد می‌شود.

نکاتی که بایستی در مورد سیستم تهویه مطبوع بدانید:

- فیلتر کولر را هر ۱۵ هزار کیلومتر تعویض کنید تا هوای تمیز به داخل خودرو برسد
- دریچه تهویه را به سمت بالا قرار دهید تا گردش هوا به درستی صورت گیرد
- اگر خودرو را در جای گرم پارک کرده‌اید ابتدا پنجره‌ها را باز کنید تا خودرو کمی خنک شود سپس از سیستم تهویه استفاده کنید
- استفاده از تهویه مطبوع در سرعت‌های بالا به صرفه‌تر از پایین کشیدن شیشه‌های خودرو است
- در دور پایین موتور سیستم تهویه مطبوع را روشن کنید تا آسیبی به کمپرسور خودرو وارد نشود

سیستم تهویه مطبوع اتوماتیک در خودرو چیست؟

سیستم تهویه مطبوع اتوماتیک، مکانیزمی همانند کولر دارد اما با این تفاوت که دیگر دمای مورد نظر بصورت دستی و حسی بدست نمی‌آید، بلکه با این سیستم شما می‌توانید دمای اتاق را با دقت نیم درجه سانتیگراد تنظیم کنید. این سیستم به اصطلاح بصورت حلقه باز خوردی عمل می‌کند، که خروجی این مکانیزم به اطلاعاتی تبدیل می‌شود که به کنترلر ورودی داده می‌شود، این فرایند باعث می‌شود که سرنشینان خودرو قادر به کنترل دمای داخل اتاق باشند. به عنوان مثال اگر شما درجه دما اتاق را روی ۱۸ درجه تنظیم کرده باشید، سیستم دائماً در حال اندازه‌گیری دمای هوای خروجی است و اطلاعات آن را به کنترلر ورودی می‌فرستد و دما را ثابت روی عدد وارد شده ثابت نگه می‌دارد.

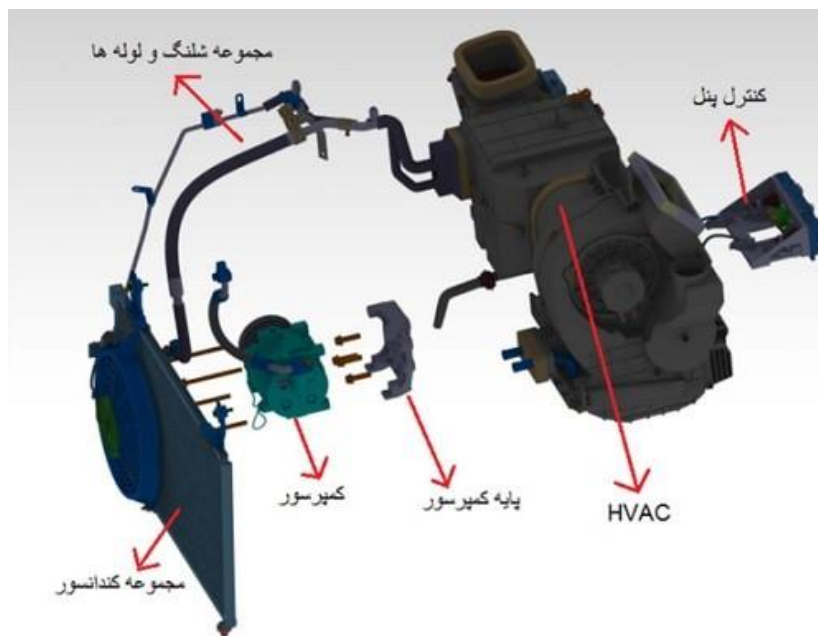
مکانیزم عملکرد این سیستم به این صورت است که کنترلر ورودی اطلاعات را گرفته و مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد و متناسب با آن دستوراتی برای اجزای سیستم صادر می‌کند، مثلاً اگر شدت گرمای هوای بیرون زیاد شود کنترلر به فن دستور می‌دهد تا سرعت خود را افزایش دهد تا دمای هوای داخل کابین ثابت بماند.

سیستم‌های تهویه مطبوع اتوماتیک پیشرفته، از سنسورهای خورشیدی که روی داشبورد اتومبیل تعبیه شده‌اند، استفاده می‌کنند تا میزان گرمای ورودی به اتاق را اندازه‌گیری کنند و بنا بر اطلاعات بدست آمده به صورت اتوماتیک، شدت کارکرد سیستم را تغییر دهند تا راننده و سرنشینان تغییر دما را احساس نکنند.

امروزه اکثر خودروها مجهز به سیستم کولر هستند و سیستم تهویه مطبوع اتوماتیک به عنوان آپشن اضافی در نظر گرفته می‌شود، لازم به ذکر است که تمامی اتومبیل‌های مدل روز دنیا دارای این آپشن هستند.

تفاوت سیستم تهویه مطبوع اتوماتیک و دستی

امروزه پیشرفت‌های زیادی در زمینه خودروسازی و لوازم آن صورت گرفته است. سیستم تهویه اتوماتیک در واقع همان کولر با امکاناتی متفاوت‌تر است. این سیستم تهویه دیگر مشکلات سیستم دستی را ندارد. شما به راحتی می‌توانید دمای خودروی خود را حتی تا نیم درجه تنظیم نمایید. در حقیقت این نوآوری از سیستم حلقه بسته یا باز خوردی سرچشمه می‌گیرد.



شکل ۲- مجموعه سیستم تهویه مطبوع

به زبان ساده‌تر، این مکانیزم اطلاعات موجود را به عنوان باز خورد به کنترلر می‌دهد تا به راحتی بتوان شرایط را تغییر داد. با یک مثال این قضیه را شفاف‌تر می‌کنیم. اگر شما دمای خودروی خود را روی ۱۷ درجه تنظیم کنید، سیستم تهویه اتوماتیک به طور مداوم در حال اندازه‌گیری دمای خروجی است. اطلاعات به دست آمده طی این فرایند به کنترلر داده می‌شود و دما را روی ۱۷ درجه ثابت نگه دارید.

چگونگی کنترل دما توسط سیستم تهویه اتوماتیک

سیستم تهویه اتوماتیک به وسیله تغییر ابعاد، دمای هوای داخل خودرو را تنظیم می‌کند. این پروسه با تغییر سرعت فن صورت می‌پذیرد. اگر تفاوت دمای بیرون و داخل اتاق زیاد باشد، کنترل سرعت فن را بیشتر می‌کند و هوای خنک با سرعت بیشتری جریان پیدا می‌کند. سرعت تبخیرکننده مایع خنک‌کننده هم در کاهش دمای درون ماشین مؤثر است. در خودروهای پیشرفته‌تر تهویه اتوماتیک با حس‌گرهای خورشیدی کار می‌کند. این سیستم معمولاً بر روی داشبورد نصب شده است. این سنسورهای میزان اشعه‌های خودرو را اندازه‌گیری می‌کنند. اگر تعداد اشعه‌ها از میزان مشخصی بیشتر باشد، این سیستم جهت تعدیل دما اقدام می‌کند. تمام این فرآیند به صورت اتوماتیک بوده و دیگر راننده و سرنشینان درگیر تنظیمات نیستند.

اگر شما در منطقه‌ای زندگی می‌کنید که جوی پایدار دارد و خودروی شما مجهز به سیستم تهویه اتوماتیک است، دیگر جای نگرانی نیست. هنگام سوار شدن به اتومبیلتان کافی است دما را تنظیم کنید بقیه کارها به صورت اتوماتیک انجام می‌شود. امروزه کمتر خودرویی

مجیز به کولر نیست. تهویه مطبوع اتوماتیک در واقع یک امکان اضافه است. تمامی خودروهای جدید و مدرن دنیا به این سیستم تهویه مجهز هستند.

در مجموع می توان گفت که سیستم تهویه مطبوع موردی ضروری در اتومبیل محسوب می شود. دمای داخل اتاق خودرو بسیار بر روی عملکرد و حالات روانی راننده و سرنشینان تأثیر گذار است. این سیستم دو صورت اتوماتیک و دستی وجود دارد. قطعاً سیستم پیشرفته کار کرد بهتری دارد. در واقع کار این سیستم ها تنظیم و مدیریت هوای داخل ماشین و محیط است. تمام این تجهیزات مانند سیستم تهویه اتوماتیک تنها در جهت آسایش بیشتر افراد طراحی شده است.

سیستم گرمایی خودرو

با نزدیک تر شدن به فصل سرما، کارکرد صحیح بخاری خودرو به عنوان وسیله گرمایشی داخل کابین برای راننده و سرنشینان، امری بسیار مهم است. با آغاز فصل سرما، شرایط نگهداری از اتومبیل کمی متفاوت است. در واقع، امکاناتی از خودرو در این فصل مورد استفاده قرار می گیرد که در طول سال استفاده نمی شده است. همچنین با سرد شدن هوا، نحوه کارکرد موتور نیز کمی تفاوت پیدا می کند.

در هوای معتدل، موتور با اندکی کار به دمای نرمال و عادی می رسد، اما در این هوا و در مجموع در هوای سرد، برای رسیدن دمای موتور به حد نرمال و عادی کمی زمان لازم است. بسیاری از موتور ها، حتی نمی توانند در این شرایط و یا هوای بسیار سرد به دمای نرمال و عادی خود برسند، پس می توان گفت با شروع فصل سرما، بسیاری از رانندگان باید با رعایت نکاتی نه چندان مشکل، شرایط را برای استفاده بهینه از خودرو فراهم کنند؛ اما همان طور که گفتیم یکی از مهم ترین پارامترهایی که تحت تأثیر برودت هوا قرار می گیرد، دمای موتور است. شما در این فصل بندرت می توانید ببینید که آمپر آب از حد وسط، به بالا یا بیشتر رفته باشد؛ یعنی هیچ گاه دمای موتور بالا نمی رود. بالا رفتن دمای موتور همیشه مضر و خطرناک نیست. شما در زمستان بیشترین استفاده را از دمای آب موتور می کنید. حال تصور کنید این دما هیچ گاه بالا نرود. موتور هرگز نمی تواند قدرت مفید خود را تولید کند. احتراق کامل انجام نمی شود و در نهایت موتور به خوبی کار نمی کند. یکی از مهم ترین مکان هایی که شما از دمای آب موتور استفاده می کنید، بخاری خودرو می باشد. وظیفه بخاری ایجاد گرما برای استفاده درون کابین خودرو است. اما عده ای بر این باورند که بخاری نیز مثل کولر روی موتور فشار می آورد و نیروی موتور را مصرف می کند.

اصول کاری بخاری تا حدود زیادی با کولر متفاوت است. در این مجموعه شما از گرمای آب موتور استفاده کرده و اتاق خودرو را گرم می کنید. گرمایی که نسبتاً تلف شده بوده و اگر از آن استفاده نشود، از بین می رود.

در بخاری تمامی خودروها از یک رادیاتور کوچک استفاده شده است. رادیاتوری که مهمترین نقش را بر عهده دارد. آب داغ موتور وارد این رادیاتور شده و درون شبکه های آن جریان پیدا می کند، در نتیجه تبادل حرارتی آب موتور و هوای عبوری از آن بسیار راحت می شود. برای استفاده از این گرما باید یک دمنده، هوا را به سمت رادیاتور بدمد تا با شبکه ریز آن برخورد کرده و گرم شده، سپس وارد اتاق خودرو شود. هوای محیط وارد ورودی بخاری شده و توسط دمنده آن با رادیاتور بخاری برخورد می کند، سپس داغ شده و از دریچه های تنظیم داخل اتاق، وارد کابین می شود.

کلید روشن و خاموش شدن دمنده نیز بستگی به خودرو داشته و در چندین حالت قابل تنظیم است. پس به راحتی مشاهده کردید که در بخاری هیچ انرژی مفیدی از بین نرفته و تنها از نیروی برق باتری که آن هم جایگزین می شود، برای پمپاژ هوا استفاده می شود. گرمای هوا نیز از گرمای آب موتور تامین می شود.

در گذشته بخاری اکثر خودروها زمان می برد تا گرم شود و هوای گرم وارد اتاق کند، اما امروزه جنس رادیاتور بخاری ها متفاوت شده و تبادل حرارتی آن ها در حد بسیار بالایی می باشد. در خودروهای نسل قدیم رادیاتورها معمولاً مسی و برنجی ساخته می شدند، اما امروزه تمامی رادیاتورها آلومینیومی ساخته شده تا تبادل حرارتی آنها بالا رود. شبکه ورود آب گرم موتور بسیار قوی است و موتور خودروهای جدید بسیار زودتر به حالت نرمال می رسند. در نتیجه سریع تر گرم شده و خیلی زودتر آب دور خود را گرم می کنند.

به طور مثال خودروهای کاربراتوری قدیمی حداقل ۱۵ دقیقه زمان لازم داشتند تا در فصل سرما به گرمای نرمال برسند. اما موتورهای انژکتوری امروزی در کمتر از سه دقیقه گرم شده و به دمای نرمال و عادی خود می رسند. این باعث شده تا بخاری در خودروهای جدید، خیلی سریع شروع به کار کرده و گرمای داخل کابین را تامین کند.

گرمای موتور چگونه تولید می شود؟

همان طور که در ابتدا گفتیم، گرمای بخاری خودرو از موتور تأمین می شود و به طور دقیق تر، آب موتور این گرما را فراهم می کند. هیچ انرژی اضافه ای برای انجام کار توسط بخاری نیاز نیست و به همین دلیل است که خودروهای قدیمی مانند پیکان هم علی رغم فقدان کولر، به بخاری مجهز بودند. باید گفت مایعی در موتور جریان دارد که یکی از وظایف آن، عمل کردن به عنوان خنک کننده موتور است.

این مایع، آب موتور نام دارد و گرمای موتور را به خود جذب می کند. آب موتور پیوسته در حال گردش است و رادیاتور خودرو هم در مسیر عبوری آن قرار دارد. وجود این آب، باعث داغ شدن دیواره های رادیاتور می شود.

گرمای بخاری خودرو چگونه منتقل می شود؟

باد گرمی که وارد کابین می شود، توسط دمنده ای تولید شده است که انرژی خود را از باتری خودرو تأمین می کند. پس از داغ شدن دیواره رادیاتور یا به عبارت دیگر بالارفتن آمپر دمای آب، می توان با روشن کردن این دمنده و تنظیم قدرت باد ورودی، هوای گرم را وارد اتاق خودرو کرد.

چقدر زمان نیاز است تا کابین خودرو توسط بخاری گرم شود؟

زمان مورد نیاز بابت اینکه هوای خروجی از دریچه ها، گرم شده و به داخل خودرو وارد شود؛ به دو عامل مهم «میزان گرمای آب موتور» و «جنس بدنه رادیاتور» بستگی دارد.

- میزان گرمای آب موتور

برای تأمین دمای گرم داخل کابین خودرو، ابتدا باید درجه آب موتور به اندازه کافی بالا باشد؛ در واقع سرعت گرم شدن آب بستگی به انژکتوری یا کاربراتوری بودن ماشین ها دارد. اتومبیل های کمی قدیمی تر، کاربراتوری بوده و نزدیک به ۱۴-۱۶ دقیقه زمان نیاز دارند تا باد گرم را از دریچه ها وارد اتاق کنند؛ اما خودروهای جدید که انژکتوری هستند، تنها سه ثانیه زمان برای تکمیل این فرآیند نیاز دارند.

- جنس بدنه رادیاتور

جنس رادیاتور در رسانا بودن و نبودن گرما بسیار موثر است. به طور مثال در خودروهای قدیمی که از مس و برنج استفاده می شد، رسانایی کمی در انتقال گرما وجود داشت؛ اما در وسایل نقلیه جدید برای رفع این مشکل، از آلومینیوم در ساخت رادیاتور استفاده شده که تأثیر خوبی هم در مدت زمان مورد نیاز برای انتقال باد گرم در بخاری خودرو گذاشته است.

چرا بخاری ماشین باد گرم نمی‌دهد؟

در ابتدا باید گفت که اگر بخاری خودرو به درستی کار نمی‌کند، سریعاً به آن رسیدگی کنید. جدا از سرد ماندن خودرو، فقدان سیستم گرمایش و بخار کردن شیشه‌ها، خرابی سیستم گرمایش و بخاری می‌تواند نشانه‌ای از مشکلی بزرگ‌تر باشد.

دلایل خرابی بخاری خودرو

استفاده از وسیله نقلیه‌ای که سیستم گرمایشی آن به خصوص در فصل زمستان، عملکرد درستی ندارد؛ رابطه مستقیمی با میزان آسایش و راحتی راننده، سرنشینان و به خصوص کودکان دارد. در فقدان بخاری علاوه بر محیط سردی که برای افراد به وجود می‌آید نیز شیشه‌های خودرو، بخار کرده و شرایط رانندگی را برای راننده به شدت سخت و خطرناک می‌کند.

- خرابی ترموستات خودرو

اصلی‌ترین و اولین موردی که هنگام کار نکردن صحیح وسیله گرمایشی، باید مدنظر قرار دهید؛ عملکرد صحیح ترموستات^۲ است. زمانی که این قطعه مکانیکی به درستی کار نکند؛ آب موتور، گرم نشده و در نتیجه از بخاری خودرو هم باد گرمی انتقال داده نمی‌شود.

- کافی نبودن میزان آب موتور

دلیل دیگری که منجر به عملکرد نادرست وسیله گرمایشی ماشین می‌شود، سطح کم آب گردش در موتور است. در صورتی که مقدار آب پیش‌ران کم باشد، میزان مایع وارده به موتور کافی نبوده و دمای آن بسیار بالا می‌رود؛ در نتیجه ابتدا عملکرد ترموستات و سپس بخاری خودرو دچار مشکل می‌شود.

- ایراد در فن یا دمنده هوا

مورد دیگر موثر در عملکرد صحیح بخاری خودرو، کارکرد درست دمنده‌ای است که هوای گرم تولیدشده را به داخل کابین هدایت می‌کند. با ایراد این قطعه، هوا با قدرت کمی از دریچه‌ها وارد اتاق شده و در نتیجه، دمای داخل به اندازه کافی گرم نمی‌شود.

- جرم‌گرفتنی رادیاتور

در صورتی که رادیاتور دچار جرم‌گرفتنی شود؛ حرکت صحیح آب را تحت تاثیر گذاشته و عملکرد بخاری ماشین را مختل می‌کند. همچنین یکی دیگر از دلایل گردش نادرست آب موتور نیز می‌تواند گرفتگی لوله‌ها (شلنگ‌های) ورودی به رادیاتور باشد.

دلایل مهم گرم نشدن بخاری خودرو

- گرم نشدن بخاری اتومبیل

در روزهای سرد پاییز و زمستان سیستم گرمایش اتومبیل یا همان بخاری از ضروری‌ترین امکانات هر اتومبیلی است که علاوه بر گرم کردن سرنشینان و ایجاد فضایی مطبوع با از بین بردن بخار و یخ زدگی شیشه جلوی اتومبیل به دید بهتر راننده کمک می‌کند.

- کار نکردن یا درست کار نکردن بخاری اتومبیل به چند عامل بستگی دارد:

۱. باز ماندن ترموستات موتور باعث پایین ماندن دمای آب و در نتیجه گرم نکردن بخاری باندازه کافی می‌باشد، در صورت خرابی ترموستات معمولاً بخاری اتومبیل در هنگام کارکرد درجا و ترافیک تا حد قابل قبولی گرم می‌شود اما با حرکت در بزرگراه و بالا رفتن

^۲ وظیفه اصلی ترموستات، گرم نگه‌داشتن آب موتور با به جریان انداختن درست آن است. حال اگر دمای آب موتور، بیش از میزان استاندارد باشد؛ ترموستات برای کنترل درجه حرارت آن، بیش از حد استاندارد باز می‌شود و در صورتی که این قطعه مکانیکی به صورت مرتب باز و بسته شود؛ آب با فشار بیشتری حرکت کرده و به اندازه کافی گرم نمی‌شود.

سرعت اتومبیل آمپر آب پایین آمده و بخاری سرد می‌شود. حتی در صورتی که بخاطر خاموش بودن فن دمای آب به اندازه کافی بالا برود، باز ماندن ترموستات باعث هدر رفتن فشار آب واتر پمپ به سمت رادیاتور و در نتیجه عدم چرخش آب کافی در رادیاتور بخاری و کم بودن حرارت بخاری می‌شود، به همین خاطر حتی وقتی رانندگان جلوی رادیاتور را برای جبران باز ماندن ترموستات می‌بندند و دمای آب به حد نرمال یا بالاتر می‌رسد باز هم نتیجه مطلوبی از بخاری دریافت نمی‌کنند. فشار واتر پمپ در صورت باز بودن یا نبودن ترموستات صرف چرخش آب در مسیر باز و آزاد رادیاتور شده و از مسیر تنگتر و کوچکتر رادیاتور بخاری کمتر عبور می‌کند.

۲. پایین بودن سطح مایع سیستم خنک کننده (ضد یخ) باعث می‌شود گرمای بخاری تا حد زیادی کم و یا قطع شود. از آنجایی که بخاری حرارت خود را از گرمای مایعی که در سیستم خنک کننده در حال چرخش است دریافت می‌کند و رادیاتور بخاری در سطح نسبتاً بلندی نسبت به سیستم گردش آب قرار گرفته پایین بودن سطح آب باعث عدم گردش آب گرم در رادیاتور بخاری و در نتیجه سرد شدن باد بخاری می‌شود. ممکن است سطح آب کمی پایین باشد و نیمی از رادیاتور را در بر بگیرد، در اینصورت گرمای بخاری حدوداً نصف می‌شود و با بالا بردن دور موتور (گاز دادن) به گرمای آن تا حدودی اضافه می‌شود. در اغلب اتومبیل‌ها در هنگام کم بودن آب رادیاتور یا همان مایع سیستم خنک کننده، گرمای باد خروجی در پیچه‌های بخاری با هم تفاوت می‌کند. به طور مثال گرمای باد در پیچه سمت شاگرد بیشتر یا کمتر از گرمای در پیچه وسط یا سمت راننده می‌شود.

۳. جرم گرفتن و خوردگی پروانه‌های واتر پمپ باعث می‌شود گردش آب در دور آرام بسیار کند یا متوقف شود. در این صورت بخاری در دور آرام موتور ولرم یا سرد شده و به محض حرکت اتومبیل یا گاز دادن و بالا بردن دور موتور بخاری گرم می‌شود. در بعضی از اتومبیل‌ها واتر پمپ بوسیله واشر روی سیلندر یا سینی جلوی موتور بسته می‌شود. در این نوع اتصال واتر پمپ، در صورت کلفت بودن واشر، فاصله بین پروانه واتر پمپ و کفه روی سیلندر یا سینی موتور زیاد شده و جریان آب به سمت رادیاتور بخاری را کاهش می‌دهد. این مشکل نیز باعث سرد یا ولرم شدن بخاری در دور آرام می‌شود.

۴. مهم‌ترین و شایع‌ترین دلیل گرم نشدن بخاری بعد از خرابی ترموستات مربوط به کثیفی و جرم گرفتن رادیاتور و لوله‌های آب بخاری است. به طوری که در مورد اغلب اتومبیل‌هایی که کارکرد بالاتر از سه سال دارند بدون تردید می‌توان گفت بخشی از حرارت بخاری بدلیل کثیفی رادیاتور بخاری کم شده است، هر چند این افت حرارت محسوس و آزار دهنده نباشد. در اغلب اتومبیل‌ها شلنگ‌های بخاری روی لوله‌های فلزی بسته می‌شوند که به قسمت‌هایی از سیلندر و سرسیلندر متصل شده است. این لوله‌ها با گذشت زمان دچار زنگ زدگی می‌شوند و قطر داخلی آن‌ها بوسیله لایه‌ای از جرم و پوسیدگی به نصف یا کمتر کاهش می‌یابد که باعث افت جریان آب در رادیاتور بخاری می‌شود، شلنگ‌های بخاری نیز ممکن است در اثر پوسیدگی و جدا شدن لایه داخلی مسدود شوند. عدم استفاده از بخاری در تابستان نیز باعث می‌شود حرارت شبکه‌های رادیاتور بخاری، بیشتر از حد مواقع استفاده در زمستان شده و شرایط برای جرم گرفتن مهیا شود، در طول ماه‌های گرم گاهی تا هشتاد درصد مسیر عبور آب در رادیاتور بخاری مسدود شده و با فرا رسیدن فصل سرما بخاری را از کار می‌اندازد. بهترین راه برای حل این مشکل باز کردن شلنگ‌های آب بخاری و تمیز کردن داخل رادیاتور بوسیله مخلوط پنجاه درصد آب و جرم‌گیر و فشار آب می‌باشد. می‌توانید یکی از شلنگ‌ها را بالاتر نگاه داشته و بوسیله یک قیف کوچک محلول آب و جرم‌گیر را داخل آن بریزید و حدود ده دقیقه منتظر بمانید، بطوری که جرم و کثیفی داخل رادیاتور از سمت دیگر شلنگ بخاری خارج شده و بیرون بریزد. سپس با فشار شلنگ آب (ترجیحاً آب گرم) رادیاتور را از محلول پنجاه درصد جرم‌گیر و جرم‌های باقیمانده پاک کنید و پس از تمیز شدن آب خروجی و عدم وجود زنگ و ذرات معلق در آن شلنگ بخاری را در محل خود نصب کنید.

۵. یکی از دلایل گرم نشدن بخاری اشکال در در پیچه‌های بخاری و ورود هوای سرد به خروجی مسیر هوای بخاری است که باعث ولرم یا سرد شدن باد بخاری می‌شود. در اتومبیل‌هایی که در پیچه تنظیم سرما و گرمای آن‌ها مکانیکی است و بصورت چرخشی یا رفت و برگشتی بوسیله حرکت دست تنظیم می‌شود معمولاً خار نگهدارنده سیم در پیچه هوا دچار اشکال شده و در پیچه هوای سرد بطور کامل بسته نمی‌شود. معمولاً در صورت بروز این مشکل اهرم تنظیم در پیچه هوا شل شده و یا در آخرین محل تعیین شده برای حالت سرما

قرار نمی‌گیرد و در صورت قرار دادن اهرم کنترل به سمت وضعیت سرما در آخرین مرحله به صورت فیزیکی به عقب باز می‌گردد. در اتومبیل‌هایی که دارای سیستم ایرکاندیشن اتوماتیک الکترونیکی می‌باشند یک موتور الکتریکی کوچک دریچه تنظیم هوا را باز و بسته می‌کند که دارای چرخ دنده‌های پلاستیکی کوچک و ظریف است. در صورت اشکال موتور درایو دریچه‌ها یا بخش فرمان به آن باد بخاری ولرم یا سرد می‌شود. تنظیم سیم و دریچه یا تعویض موتور درایور یا بخش فرمان باید بوسیله افراد متخصص در این زمینه انجام شود.

۶. یکسره کار کردن فن‌ها و خنک ماندن موتور باعث گرم نشدن بخاری می‌شود.

۷. ترموستات درجه پایین روی موتور باشد.

۸. مایع ضدیخ داخل موتور نباشد.

۹. کپ شدن منافذ موتور و رادیاتور بخاری.

۱۰. فشنگی آب خراب باشد و باعث روشن شدن زود بهنگام فن باشد.

قطعات بخاری خودرو

- قطعات لاستیکی

لاستیک پایین رادیاتور آب، شیلنگ کورکن بخاری، شیلنگ بخاری کاربراتور، شیلنگ بخاری cng کج، شیلنگ بخاری cng صاف.

- بست و دیاق

بست شیلنگ بخاری مفتولی، دیاق بالا رادیاتور فلزی، بست شیلنگ رادیاتور، دیاق بالا رادیاتور پلاستیکی.

- پیچ

پیچ داشبورد.

- فولی

فولی واتر پمپ.

- خار

شیر تخلیه رادیاتور، خار دیاق فن دودور، خار کشویی بخاری.

بخاری خودرو یک سیستم محسوب می‌شود. از همین رو اگر یکی از قطعات بخاری خودرو به مشکل بخورد می‌تواند سایر قطعات بخاری را هم تحت تاثیر قرار دهد.

نتیجه گیری

سیستم سرمایش و گرمایش خودرو صرفاً دما را گرم یا سرد نمی‌نماید و در واقع دما به حد تعادل نمی‌رسد اما سیستم تهویه مطبوع در روزهای آلوده هوا را تهویه نموده و به کابین می‌رساند. مه و بخار در زمستان سبب کاهش دید راننده می‌گردد؛ سیستم تهویه مطبوع از بخار کردن شیشه‌های خودرو در روزهای سرد جلوگیری می‌نماید که این سیستم با فراهم آوردن هوای مطلوب به راحتی سر نشینان خودرو کمک می‌کند. برای اینکه یک خودرو، هوای مناسبی داشته باشد، فرآیند چهار مرحله‌ای باید صورت پذیرد. کارکرد سیستم تهویه خودرو بدین ترتیب است: در مرحله اول، مایع خنک‌کننده برای مترکم شدن باید از رادیاتور عبور نماید و به مایع تبدیل گردد.

ماده خنک کننده بعد از طی مراحل اولیه به خشک کن جهت رطوبت گیری وارد می شود. در نهایت مایع به دست آمده وارد لوله می شود. در درون لوله این مایع آنقدر تحت فشار قرار می گیرد تا به گاز سرد تغییر شکل دهد. این گاز به عنوان یک تعویض کننده عمل می کند. به این معنا که هوای درون فن را خنک می کند بعد به داخل اتاقک اتومبیل پمپاژ می نماید. سیستم تهویه ماشین کارکرد پیچیده ای دارد. لذا در این مقاله چگونگی کار کردن سیستم تهویه مطبوع، قطعات سیستم تهویه مطبوع و معادلات ترمودینامیکی حاکم، تفاوت سیستم تهویه مطبوع اتوماتیک و دستی و در پایان سیستم گرمایی خودرو به طور جامع تشریح گردیده است.

منابع

حسینی علی آباد، سید محمدرضا؛ جعفری پور، فرزاد؛ محمودی، رضا؛ بررسی سیستم های ایمنی و رفاهی خودرو، موسسه آموزشی تالیفی ارشدان، چاپ اول ۱۳۹۹، تهران.

