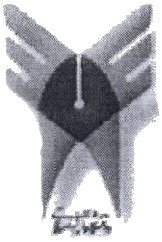
https://autolibrary.ir



بسم الله الرحمن الرحیم

تکنولوژی و کارگاه سیستم سوخت رسانی گازی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اندیمشک
گروه مکانیک خودرو

مهندس احمد صادق نیا

خزان ۱۳۹۱ خورشیدی

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

سوختها و ویژگیهای آنها

بنزین

بنزین از پالایش نفت خام به دست می آید و بیشترین سهم را در میان سوختهای مصرفی در خودرو به خود اختصاص داده است، بطوریکه استفاده از آن در مقیاس وسیع موجب قیمت ارزان و توسعه تجهیزات و امکانات مربوط به آن مانند پالایشگاهها،موتور خودروها، کاتالیزگرهای اگزوز و زیر ساختهای خدماتی گردیده است.

چگالی انرژی نسبتا بالا، آن را به عنوان سوختی بسیار مناسب در موتورهای SI معرفی کرده است. اما عدد اکتان آن(که در حدود ۸۷ است) نسبت به سوختهای دیگری که در این موتورها استفاده می شود، کمتر است که این امر موجب محدود شدن نسبت تراکم (حداکثر میزان نسبت تراکم یازده است) و در نتیجه راندمان حرارتی در این گونه موتورها می گردد.

در مقایسه با سایر سوختها میزان مصرف انرژی چاه تا چرخ بنزین در خودروهای سبک کار در حد متوسط است. از نظر آلودگی، میزان انتشار NOx چاه تا چرخ در خودروهای بنزینی نسبتا کم، ولی انتشار CO در آنها نسبتا بالاست. همچنین ریختن بنزین روی زمین و یا تبخیر شدن آن درهوا، باعث ایجاد آلودگی درآب، خاک و هوا می گردد.

امروزه به منظور کاهش آلاینده های خروجی از اگزوز خودروهای بنزین سوز و انتشار تبخیری، از بنزین با فرمول بندی مجدد استفاده می کنند. برای این کار به طور همزمان چندین عامل بنزین رایج را تغییر داده، تا سوختی با ویژگیهای بهتر به دست آید. فرمول بندی مجدد عموما شامل دست کم افزودن مواد اکسیژن دار مانند MTBE و ETBE و کاهش آروماتیکها، بنزن، اولفینها و نیز کاهش دمای تبخیر است.

جهت ذخیره سازی بنزین در خودرو از مخازن فلزی و یا پلاستیکی استفاده می کنند، که نوع مواد استفاده شده در ساخت آنها، باید با سوخت سازگاری داشته باشد.

گازوئیل:

گازوئیل نیز از پالایش نفت خام به دست می آید و به لحاظ مصرف در خودرو بعد از بنزین دومین جایگاه را به خود اختصاص داده است. این سوخت در مقایسه با بنزین ارزانتر و ایمن تر است و دارای چگالی انرژی بالاتری هم می باشد. البته عدد ستان آن نسبت به سوختهای دیگر مورد استفاده در موتورهای CI کمتر است.

مصرف انرژی چاه تا چرخ گازوئیل کمتر از همه سوختها است و انتشار HC و CO آن نسبتا کم است، در حالی که انتشار NOx و PM مربوط به آن زیاد است.

کنترل انتشار آلاینده ها در مورد گازوئیل هم مانند بنزین موجب شده، که از گازوئیل با فرمول بندی جدید استفاده کنند. برای این کار محتوای گوگرد موجود در سوخت را کاهش می دهند، که در نتیجه آن انتشار SO2 و pm به طرز چشمگیری کاهش پیدا می کند.

برای ذخیره سازی گازوئیل در خودرو از مخازن فلزی استفاده می کنند، که اندکی کوچکتر از مخزن بنزین است، زیرا چگالی انرژی آن بالاتر از بنزین می باشد.

https://autolibrary.ir

گاز مایع(C3H3)

LPG رایج ترین سوخت جایگزین برای موتورهای SI می باشد ، ولی نقش اندکی در کل مصرف انرژی حمل ونقل جاده ای به خود اختصاص داده است. به علت اینکه میزان عرضه این سوخت بیشتر از نیاز بازار است، قیمت آن در سطح پایینی باقی مانده است.

عدد اکتان بالای آن موجب می شود موتورهای با سوخت LPG نسبت به موتورهای بنزینی نسبت تراکم بیشتر و در نتیجه بازده حرارتی بالاتری داشته باشند.، اما خودروهای سبک کار تبدیل یافته با سوخت LPG، این امتیاز را ندارند و دارای بازده حرارتی کمتری نسبت به حالت بهینه هستند.

مصرف انرژی چاه تا چرخ مربوط به LPG کمتر از بنزین، و بیشتر از گازوئیل است. در خودروهای سبک کار انتشار NOX چاه تا چرخ نزدیک به ارقام مربوط به بنزین است، ولی انتشار آلاینده های دیگر مربوط به آن کمتر است. در خودروهای سنگین کار انتشار کم ذرات ریز بارزتر است.

چون LPG در دما فشار معمولی به صورت گاز است آن را در فشاری در حدود ۶ تا ۸ بار به مایع تبدیل می کنند و سپس در مخازن تحت فشار ذخیره می کنند. مخزن ذخیره LPG تقریبا دو برابر حجم و ۱.۵ برابر وزن مخزن بنزین برای یک میزان انرژی برابر را دارد.

این سوخت به عنوان سوختی عموما ایمن تلقی نمی شود چرا که سنگیتر از هواست و در صورت نشتی ، بخار آن در سطح زمین پخش شده و خطر انفجار افزایش می یابد.

گاز طبیعی(CH4)

گاز طبیعی، که بخش عمده آن را متان تشکیل می دهد، تنها سوختی است که برای استفاده به عنوان سوخت خودرو، نیاز به هیچ نوع فراوری ندارد و توسط طبیعت در پوسته زمین به وجود آمده است. (تولید گاز طبیعی فقط نیاز به رطوبت گیری و حذف هیدروژن سولفید(H2S) از گاز ترش دارد).

با وجود اینکه کشورهایی چون ایتالیا، آرژانتین، روسیه، ایران و آمریکا دارای ناوگان خودرویی با سوخت گاز طبیعی اند، اما این سوخت هنوز هم سوخت مهم خودرو به شمار نمی رود.

گاز طبیعی مانند LPG، عدد اکتان بالایی دارد، که موجب افزایش نسبت تراکم و بالا رفتن بازده گرمایی موتور به میزان ۱۰ درصد نسبت به موتور بنزینی می شود. اما بازده خودروهای تبدیل یافته با سوخت گاز طبیعی ۱۵ تا ۲۰ درصد کمتر از خودروهای بنزینی است.

مصرف انرژی چاه تا چرخ آن در حد LPG است. انتشار آلاینده های چاه تا چرخ در این سوخت کم است، به جز هیدروکربنها، که ناشی از نشت گاز در طول زنجیره سوخت است.

گاز طبیعی از نظر ایمنی نسبت به LPG برتری دارد، زیرا سبکتر از هواست و دمای اشتعال آن نیز بالاست، و در صورت نشت خطر انفجار آن کمتر است.

چون گاز طبیعی در دما و فشار معمولی به صورت گاز است، دانسیته انرژی پائینی دارد که این باعث کاهش مسافت رانندگی می گردد، برای رفع این مشکل در حال حاضر سه روش ANG، LNG و CNG برای ذخیره سازی گاز طبیعی در خودرو به کار گرفته می شود. که در این میان CNG رایجترین روش مورد استفاده می باشد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

متانول(CH3OH)

متانول مایعی بی‌رنگ، بی بو، سمی و قابل اشتعال است که معمولا از گاز طبیعی تهیه می شود. متانول را از زیست توده (مواد سلولزی و بیشتر چوب) نیز می توان تولید کرد، ولی چون هنوز توجیه اقتصادی ندارد، این روش مورد استفاده قرار نمی گیرد.

متانول خام بر حسب نوع استفاده، تا درجات مختلف از طریق عملیات تقطیر، خالص‌سازی می گردد. مشتقات این ماده، فرمالدئید، متیل ترشری بوتیل اتر (MTBE) و اسید استیک می‌باشد. همچنین متانول مصارف پراکنده دیگری نیز به‌عنوان حلال، شوینده شیشه اتومبیل، سوخت و بازیافت‌کننده پساب‌ها، دارا است.

هزینه تولید متانول از بنزین بیشتر و چگالی آن هم کمتر است، اما عدد اکتان کاملا بالایی دارد. به عنوان یک سوخت مایع ، کاربرد آن در مخلوط با بنزین برای استفاده در خودروهای چندگانه سوز با موتورهای SI است. در موتورهای CI خودروهای سنگین کار به صورت تقریبا خالص قابل استفاده است، اما چون عدد ستان آن کم است، نیاز به سازگار کردن دارد.

مصرف انرژی چاه تا چرخ متانول نسبتا بالاست، به ویژه در حالتی که منشا آن زیست توده باشد. انتشار چاه تا چرخ هیدروکربنها هم، خصوصا برای متانول از گاز طبیعی بالاست. اما انتشار CO_2 چاه تا چرخ متانول از زیست توده می تواند بسیار کم باشد.

در حال حاضر دو نوع متانول در بازار برای مصرف در خودرو وجود دارد:

M85 که ترکیبی از ۸۵ درصد متانول و ۱۵ درصد بنزین بدون سرب است و M100 که ۱۰۰ درصد متانول است.

M85 به عنوان سوخت جایگزین درخودروهای سبک مورد استفاده قرارمی گیرد، در حالی که ازM100 درخودروهای سنگین مانند کامیونها و اتوبوسها و همچنین خودروهای الکتریکی استفاده می شود.

استفاده از متانول به عنوان سوخت جایگزین در موتورهای احتراق داخلی باعث کاهش راندمان حرارتی و پوسیدگی در سیستم سوخت رسانی می شود، به همین علت امروزه از آن تنها برای تولید هیدروژن در FCEV ها استفاده می شود. بدین صورت که با گذشتن متانول ذخیره شده در مخزن خودرو از reformer هیدروژن تولید شده و از واکنش آن در پیل سوختی با اکسیژن انرژی الکتریکی لازم برای حرکت خودرو تولید می گردد.

طبق آمار به دست آمده تا سال ۲۰۰۴ در حدود ۲۱۸۰۰ خودرو سبک با سوخت M85 و بیش از ۴۰۰ خودروی سنگین با سوخت M100 و همچنین ۴۰۰۰۰ خودرو با پیل سوختی متانولی توسط شرکتهای معتبر خودروسازی از جمله فورد، کرایسلرو بنز طراحی و ساخته شده است و بر اساس پیش بینی های صورت گرفته تا سال ۲۰۲۰ میلادی تعداد خودروهای با پیل سوختی متانولی به ۳۵ میلیون دستگاه خواهد رسید.

اتانول(C2H5OH)

گرچه خواص اتانول بسیار شبیه متانول است، اما معمولا به جای گاز طبیعی از زیست توده تولید می شود.

هزینه های تولید اتانول سه تا پنج برابر تولید بنزین است، که بستگی زیاد به هزینه های ماده خام دارد. اتانول به دو شکل مورد استفاده قرار می گیرد:

هم به عنوان سوخت درموتورهای SI و CI کاربرد دارد، و هم پس از تبدیل به ETBE به عنوان افزودنی بدون کوبش به جای سرب به بنزین اضافه می شود.(منشا تجدید پذیر آن به عنوان زیست توده دلیل اصلی استفاده از این افزودنی به جای MTBE است)

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

اتانول نیاز به مخزنی ۵۰ درصد بزرگتر و ۶۵ درصد سنگین تر از بنزین دارد، تا معادل آن انرژی تولید کند. چگالی انرژی اتانول بیشتر از متانول است، اما در مقایسه با بنزین و گازوئیل کمتر است.

چون اتانول عدد اکتان پایین تری نسبت به متانول دارد، راندمان حرارتی آن پایین تر است.

مصرف انرژی چاه تا چرخ اتانول، به ویژه زمانی که از مواد سلولزی تهیه می شود بالاست ، ولی چون از زیست توده تولید می شود، انتشار CO_2 چاه تا چرخ آن از بنزین و گازوئیل کمتر است. انتشار CO وHC آن در مقایسه با بنزین در خودروهای سبک کار کمتر و در مقایسه با گازوئیل در خودروهای سنگین کار بیشتر است.

از دیدگاه ایمنی، متانول واتانول هر دو نسبت به بنزین و گازوئیل در دامنه وسیع تری ازمخلوط هوا – سوخت قابلیت اشتعال دارند. در دمای محیط متانول و اتانول به راحتی بخار قابل انفجاری را روی سطح سوخت درون مخزن تشکیل می دهند ولی در تصادف، خطرانفجار آنها کمتر از بنزین است، زیرا سرعت تبخیر آنها موجب می شود غلظتشان در هوا کم باشد و قابل انفجار نشود.

بیو دیزل

بیو دیزل عنوان گروهی از روغنهای گیاهی استری شده است که از فراورده های کشاورزی حاوی روغن تولید می شود. مهمترین این محصولات تخم کلم، لوبیای سویا، تخم آفتاب گردان و میوه نخل است. با توجه به خواص بیودیزل که بسیار شبیه به گازوئیل است، بیو دیزل را می توان مستقیما در خودروهای گازوئیلی فعلی به کار برد.

محتوای انرژی آن حدود ۸ درصد کمتر است، اما با چگالی سوخت بیشتر و عدد ستان بالاتر کیفیت احتراق بهتری دارد.

انرژی مصرفی چاه تا چرخ بیودیزل بیشتر از گازوئیل اما عموما کمتر از بنزین است. انتشار آلایندگی چاه تا چرخ آن بسیار مشابه انتشار آلاینده ها در گازوئیل است بطوریکه انتشار NOx و ذرات ریز در آن زیاد، اما CO و هیدروکربنها نسبتا کم است. البته لازم به ذکر است که انتشار CO_2 از چاه تا چرخ آن کم است، زیرا بیودیزل از زیست توده به دست می آید.

استفاده و کار با بیودیزل ایمن است. خطر پذیری و ریسک بهداشتی بیودیزل برای انسان و حیوانات کمتر از گازوئیل است و به دلیل زیست تخریب پذیری کمتر برای محیط زیست هم کمتر زیانبار است.

ذخیره سازی بیودیزل مشابه گازوئیل است و در دامنه خودرویی معادل، وزن سوخت بیودیزل تقریبا ۱۵ درصد بیشتر از گازوئیل است، اما حجم مخزن فقط باید ۹ درصد افزوده شود. رسوبات ناشی از بیودیزل، تعویض فیلتر بیشتر و تمیز کردن مخزن در فواصل زمانی کمتر را ضروری می سازد و قطعات الاستومتری سیستم سوخت رسانی نیز باید از نوع مقاوم در برابر بیو دیزل انتخاب شود.

هیدروژن(H_2)

هیدروژن سوختی به صورت گاز است و تقریبا از تمام مواد اولیه حاوی هیدروژن می توان آن را به دست آورد. دو روش اصلی تولید آن، یکی الکترولیز آب و دیگری تبدیل به بخار یا گازی کردن مواد خام هیدروژن دار است. گاز طبیعی مهمترین ماده خام تولید هیدروژن به روش تبدییل با بخار است، که طی این فرایند گاز طبیعی به گاز سنتز تبدیل می گردد و سپس دی اکسید کربن و مونوکسید کربن از آن حذف می شود. مواد خام دیگر برای تبدیل با بخار شامل LPG و نفت است. روغنهای سنگین، زغال سنگ و به صورت بالقوه زیست توده را می توان از طریق گازی کردن به هیدروژن تبدیل نمود.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

هیدروژن به ویژه در مرحله تولید، بیشترین مصرف انرژی چاه تا چرخ را دارد. انتشار آلاینده – ها از چاه تا چرخ بستگی بسیار زیاد به روش تولید دارد، و انتشار آلاینده ها از خودرو، جز NOx از موتورهای درون سوز، قابل چشم پوشی است.

عدد اکتان هیدروژن بالاست و موتور هیدروژن سوز در مقایسه با نوع مشابه بنزینی بازده گرمایی بیشتری دارد. در موتورهای SI و پیل سوختی می توان از هیدروژن استفاده کرد، ولی هم سوخت و هم خودروها گرانتر از نوع رایج اند.

هیدروژن انرژی اشتعال بسیار کمی نیاز دارد و حدود اشتعال پذیری آن بسیار وسیع است، بنابراین ایمنی ذخیره سوخت در خودرو مسئله اصلی در فضاهای بسته است، اما با ضوابط و معیار های کافی می توان از حوادث جلوگیری کرد. عوامل ایمنی در محیط باز مشابه همان سوختهای رایج است زیرا هیدروژن سبک است و در صورت نشت به سمت بالا حرکت می کند، اما در فضاهای بسته بسیار خطرناک است. در دامنه وسیعی از مخلوط سوخت – هوا (از بسیار رقیق تا بسیار غنی) به سرعت محترق می شود. دو روش برای ذخیره سازی هیدروژن در خودرو فعلا مورد توجه جدی است:

ذخیره هیدروژن به صورت هیدرید و هیدروژن مایع.

گزینه سوم یعنی ذخیره سوخت به صورت گاز تحت فشار بالا در عمل برای خودرو مشکل ساز است، زیرا مخزن حجمی معادل بیست برابر مخزن بنزین خواهد داشت.

دی متیل اتر

دی متیل اتر به تازگی به عنوان سوخت خودرو مطرح شده است. تولید آن بسیار شبیه به روش تولید متانول است و مانند متانول از گاز طبیعی یا زیست توده به عنوان ماده خام استفاده می شود

تا گاز سنتز تهیه شود و سپس DME در فرایندی موسوم به سنتز اکسیژن دار تشکیل می گردد.

عدد ستان بالا (بیشتر از گازوئیل) موجب می شود که DME سوخت مناسبی برای موتورهای CI باشد، و در کارایی موتور با سوخت گازوئیل رقابت کند. DME گرانتر از بنزین است و احتمالا همین طور باقی می ماند، اما در دراز مدت ممکن است به لحاظ قیمت با گازوئیل قابل رقابت باشد.

چون DME به تازگی به عنوان سوخت خودرو مطرح شده است، داده های مربوط به مصرف انرژی و انتشار آلاینده ها در مورد آن کم است. می توان فرض کرد که مصرف انرژی آن در تولید تقریبا مانند متانول است. مصرف انرژی آن در خودروهای سبک کار به طور قابل ملاحظه ای کمتر از بنزین است. داده های مربوط به انتشار آلاینده ها از خودرو با سوخت DME دامنه ای بین بسیار کم برای تمام اجزاء آلاینده تا معادل گازوئیل برای انتشار CO و HC و معادل بنزین برای NOx و PM دارد.

DME برای انسان سمیتی ندارد، اما چشم و دستگاه تنفس را تحریک می کند.

ذخیره سازی در خودرو شبیه LPG است، بدین صورت در فشار حدود ۶ بار آن را به صورت مایع در مخزن تحت فشار ذخیره می کنند. برای محتوای انرژی معادل، مخزن DME نسبت به بنزین ۶۶ درصد بیشتر و ۴۷ درصد وزن بیشتری دارد.

لازم به ذکر است که پمپ سوخت باید فشار سوخت را به ۱۲ تا ۳۰ بار برساند تا از تبخیر DME در مسیر سوخت جلوگیری شود.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

انتخاب بهترین سوخت برای مصرف در خودرو

بهترین سوخت یا سوخت آرمانی، ضمن آنکه تمام امتیازات سوختهای رایج فعلی را در بر دارد، نباید هیچکدام از عیبها و نقائص آنها را داشته باشد، ولی با وجود تحقیقات صورت گرفته، تاکنون چنین سوختی توسط بشرتولید نشده است. در این قسمت هدف اینست که از میان سوختهای معرفی شده دربخش قبلی، بهترین سوخت را برای مصرف در خودروهای سبک کار به گونه ای انتخاب کنیم که همزمان با هزینه های منطقی، بتواند با معیارهای تعریف شده برای میزان انتشارآلاینده ها و قابلیت قطع وابستگی به نفت مطابقت داشته باشد.

معیارهای دراز مدت که برای بهترین سوخت در خودروهای سبک کار در نظر گرفته می شوند به ترتیب زیر می باشد:

- هر سوخت باید براساس جدول زیر با استاندارد ULEV کالیفرنیا(خودرو با آلایندگی بسیار کم) برای میزان انتشار آلاینده ها در مورد انتشار محلی مطابقت داشته باشد.

آلاینده	CO	NOX	فرمالدئید
استاندارد ULEV	۱.۷ (g/mile)	۰.۰٤ (g/mile)	۰.۰۰۸ (g/mile)

- باید انتشار گازهای گلخانه ای را از چاه تا چرخ به میزان ۵۰ درصد در مقایسه با خودروهای بنزین سوز کاهش دهد.
- سوختی وابستگی به نفت را کاهش می دهد که قابلیت جایگزینی به میزان ۱۰ درصد مصرف سوخت خودروها در سطح جهان را داشته باشد.
- هزینه های چاه تا چرخ نباید از ۱/۱ برابر هزینه های مربوط به بنزین تجاوز نماید.

تمام مراحل عرضه سوخت در زنجیره کامل«چاه تا چرخ» قرار می گیرد. این زنجیره دارای پنج مرحله است که عبارتند از: تولید ماده خام یا اولیه- حمل ماده اولیه- تولید سوخت- توزیع سوخت- مصرف در وسیله نقلیه

سازمان خدمات اطلاعاتی سوخت خودروها (AFIS)، وابسته به آژانس بین المللی انرژی که اجرای موافقتنامه برای سوختهای پیشرفته موتور را به عهده دارد، در زمینه انتخاب بهترین سوخت، مطالعات و تحقیقات گسترده ای را روی انواع سوختهای مصرفی در خودرو ، انجام داده است، که نتایج این تحقیقات به صورت نمودار زیر، توسط آژانس بین المللی انرژی منتشر شده است، با توجه به نمودار بالا و همچنین معیارهای در نظر گرفته شده برای انتخاب بهترین سوخت به نتایج زیر می توان رسید :

– **DME** از گاز طبیعی، جایگزین خوبی برای بنزین و گازوئیل است. با معیارها مطابقت دارد و در دراز مدت می تواند به قیمتی قابل مقایسه با بنزین عرضه شود.

– **LPG** و**CNG** و متانول در صورتی که گازهای گلخانه ای منتشره از آنها به سطحی پایین تر تقلیل داده شود با معیارها مطابقت دارند. متانول از سلولز، در صورتی که ظرفیت ماده خام به اندازه کافی گسترش یابد چنین خواهد بود. هزینه های این سوختها احتمالا در دراز مدت از هزینه های بنزین چندان بیشتر نخواهد شد.

– هیدروژن هم با معیار مطابقت خواهد داشت، اما هزینه های دراز مدت آن در دسترس نیست.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

تاریخچه استفاده از گاز طبیعی در جهان و ایران

عموم مردم براین باورند که، استفاده از گاز طبیعی درخودرو، تکنولوژی جدیدی است که در چند سال اخیر به وجود آمده و گسترش یافته است، درحالی اینگونه نیست و به کار گیری گاز طبیعی در خودرو از قدمتی ۷۰ ساله برخوردار است.

در آستانه جنگ جهانی دوم کشور ایتالیا که در اندیشه خودکفایی در جنبه های مختلف اقتصادی و اجتماعی بود، تحقیقاتی را در زمینه راه اندازی خودروهایی با سوخت گاز طبیعی آغاز کرد، که در پی آن در سال ۱۹۳۰ میلادی تعداد زیادی از خودروهای این کشور به سیستم سوخت رسانی گاز طبیعی مجهز شدند. به دنبال آن، کشورهای دیگری مانند آرژانتین، ژاپن، آمریکا و روسیه نیز بخشی محدودی ازخودروهای خود را گازسوز کردند.

در آن زمان فرآیند گازسوز کردن خودروها به علت فراوانی و ارزانی بنزین و همچنین وجود مشکلات فنی در خودروهای تبدیل یافته، رشد چندانی پیدا نکرد.

تا اینکه در پی افزایش بهای نفت و انرژی در آغاز دهه ۱۹۷۰ روند گازسوز کردن خودروها بیشتر مورد توجه قرار گرفت، ولی دیری نپایید که با کاهش بهای نفت این روند دچار رکود و بحران شد.

در آغاز دهه ۱۹۹۰ بود که در پی تصویب استانداردهای زیست محیطی و محدودیت ذخائر نفتی و همچنین پیشرفتهای فنی صورت گرفته در صنعت خودرو، استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوختی پاک و ارزان مورد توجه بسیاری از دولتها و شرکتهای بزرگ خودروسازی در جهان قرار گرفت، بطوریکه امروزه در دست کم ۲۶ کشور جهان، وسائل نقلیه گازسوز درحال تردد هستند، که عمده این خودروها ازحالت سوخت گازوئیل یا بنزین تبدیل شده است.

در ایران هم سابقه استفاده از وسائل نقلیه CNG سوز به حدود سال ۱۳۵۶ باز می گردد. در آن سال طرح گازسوز کردن خودروها بصورت آزمایشی در شهر شیراز با تبدیل ۱۲۰۰ دستگاه سواری تاکسی به مرحله اجرا در آمد، اما در اوج دوران انقلاب و تا سال ۱۳۵۹ به دلیل کمبود وسایل و قطعات یدکی جایگاهها، به تدریج کلیه تاکسی های گاز سوز، سیستم گازسوز خود را تحویل داده و دوباره از بنزین به عنوان سوخت استفاده کردند.

مجددا در سال ۱۳۶۱ بررسی علمی- تحقیقاتی گازسوز نمودن موتورهای احتراق داخلی از سوی وزارت صنایع سنگین مطرح شد و به دنبال آن تحقیقات علمی در این زمینه در سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران (گروه موتورهای احتراق داخلی)، پژوهشگاه صنعت نفت(گروه سوخت و احتراق)، دانشکده های فنی دانشگاه تهران و تبریز با مشارکت کارخانجات ایران خودرو و ایدم تبریز آغاز گردید.

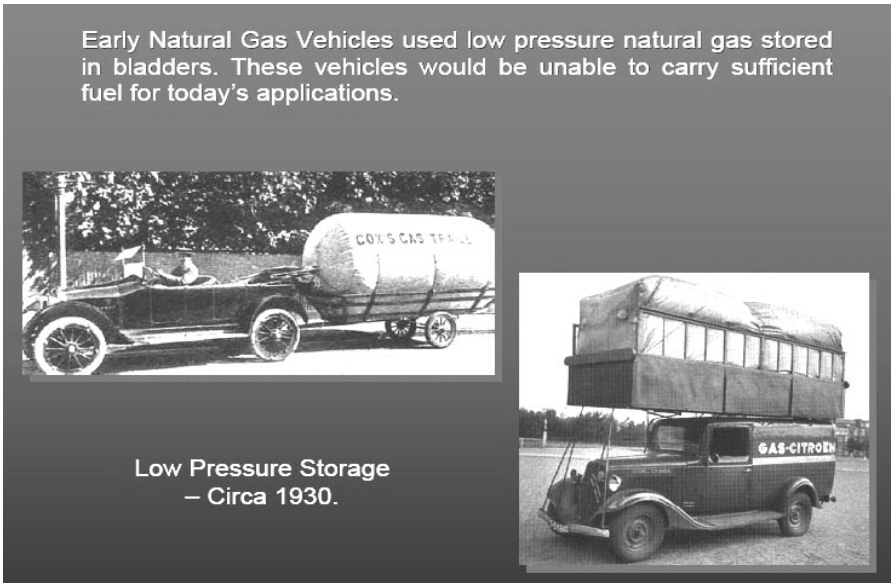
به دنبال این تحقیقات قدمهای بسیار مؤثری تاکنون برداشته شده است، که می توان به طرح گازسوز کردن ۲۰۰۰ دستگاه تاکسی در شهر مشهد و طرح گازسوز کردن موتورهای دیزلی OM-360 و OM-355 اشاره کرد.

واحد سوخت و احتراق پژوهشگاه صنعت نفت وابسته به شرکت ملی نفت ایران نیز در زمینه کاربرد سوختهای گازی در موتورهای دیزلی و بنزینی تحقیقات زیادی انجام داده است که از آن جمله می توان به دوگانه سوز نمودن(CNG - دیزل) موتورهای OM-314 مینی بوس و OM-360 اتوبوس، با استفاده از سیستمهای الکترونیکی تزریق گاز طبیعی نام برد. طرح مزبور با همکاری شرکت ملی گاز ایران ، شرکت واحد اتوبوسرانی تهران، پژوهشگاه صنعت نفت و شرکت AFSکانادا انجام گرفته است .

با نگرشی کلی بر تاریخچه گاز سوز نمودن موتورهای احتراق داخلی درایران مشخص می شود که علی رغم وجود ذخایرغنی گاز، متاسفانه درسالهای گذشته در کشور ما تلاشهای مختصری در زمینه استفاده از این ماده به عنوان سوخت

https://autolibrary.ir

خودرو صورت گرفته است .



دلایل آغاز پروژه ی گاز طبیعی CNG در ایران در فاصله ی سال های ۱۳۷۹ تا سال تا کنون:

۱- دلایل سیاسی (کمبود بنزین)

۲- ذخایر عظیم گازی در ایران

۳- شبکه ی گسترده ی گاز در ایران

۴- زیاد بودن مصرف بنزین در خودروهای ایران

۵- صرفه ی اقتصادی برای راننده و دولت

۶- کاهش تولید آلاینده ها

ترکیبات گاز طبیعی

گاز طبیعی ترکیبی از هیدروکربنها است، که از چاههای گاز و یا به همراه تولید نفت خام، تولید می شود.

گاز طبیعی اساساً از متان تشکیل شده و بسته به محل جغرافیایی چاه گاز، مقدار متان موجود در آن بین ۸۰ تا ۹۸ درصد تغییر می کند.(گاز طبیعی ایران تقریباً دارای ۹۶/۵ درصد متان است) بنابراین خواص این گاز بسیار مشابه با گاز متان است.

به غیر از متان، مواد دیگری نیز درآن وجود دارد که به ترتیب اهمیت عبارتند از:

۱- اتان (بین ۱ تا ۸ درصد)

۲- پروپان (تا ۲ درصد)

۳- بوتان و پنتان (کمتر از یک درصد)

همچنین موادی مانند نیتروژن (N_2) ،دی‌اکسیدکربن (CO_2)، سولفید هیدروژن(H_2S) و آب نیز ممکن است در گاز طبیعی یافت شود. درصدهای بیان شده در بالا به طور کلی صحیح می باشند و برای چاههای مختلف، این مقادیر تا حدودی تغییر می کند.

شایان ذکر است که برای استفاده در موتور خودروها، براساس استاندارد شرکت ملی گاز از گاز طبیعی که شامل بیش از ۸۰ درصد متان است، استفاده می شود.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

هر یک از ترکیبات موجود در گاز طبیعی بر روی عملکرد موتور خودرو اثراتی دارند که تاثیر هر یک از اجزا در جدول زیر آمده است:

اجرای تشکیل دهنده	٪	خواص و تاثیرات آن
سولفورو	Max 50ppm	کاهش راندمان و عملکرد کاتالیست
متان	80-99 (mass)	کاهش درصد کربن- افزایش قابل توجه عدد اکتان- احتراق پایین
اتان	0.5-8 (volume)	سرطان زا
CO2	Max 3%	فاقد خواص سمی و کشنده
آب	Low, depends on countries	خوردگی
پروپان	Max 11%	کاهش عدد اکتان
بوتان	Max 5%	کاهش عدد اکتان
هیدروکربن های سنگین	Max 1%	کاهش قابل توجه عدد اکتان و افزایش میزان انرژی

کیفیت گاز فشرده طبیعی به عنوان سوخت خودرو

مشخصات کیفیت گاز فشرده طبیعی از نظر سوخت خودروتابع چهار استاندارد است:

مختصات CARB:

۱) مواد تشکیل دهنده :

$$\left.\begin{array}{l} +C6< 0.002 \quad ، \quad +C3< 0.03 \quad ، \quad C2< 0.06 \quad ، \quad C1> 0.88 \\ CO2+ O2= 0.045 \quad ، \quad O2< 0.001 \quad ، \quad CO< 0.006 \quad ، \quad +H2< 0.001 \end{array}\right\}$$

۲) میزان سولفور(از نظر حجمی) : $< 16\ ppm$

۳) بخار آب: میزان بخار آب در CNG باید به‌اندازه‌ای باشد که نقطه شبنم آن حداقل $10^{\circ}F$ پایین‌تر از ۹۹٪ دمای طراحی زمستان ASHRAE باشد.

۴) عوامل خارجی : نباید حاوی موادی از قبیل گرد و غبار، ماسه، ذرات معلق، روغن و سایر آلاینده ها باشد.

۵) مواد خوشبو: باید دارای مواد خوشبو باشد، که آتشزا نبوده و در جریان هوا به خوبی قابل رویت باشد.

استاندارد SAE J1616:

۱) بخار آب: میزان بخار آب در CNG باید به‌اندازه‌ای باشد که نقطه شبنم آن حداقل $10^{\circ}F$ پایین‌تر از کمترین دمای خشک ماهانه ایستگاه باشد.

۲) مقدارسولفور: نباید بیشتر از ۰/۱ ملکول نسبت به حجم 8-30 (ppm la/mass) Scf 100 باشد.

۳) مواد ناخالصی: کمتر از ۵ میکرون یا معادل آن باشد.

۴) فهرست wobbe: محدوده 1200ـ1300 Btu/scf توصیه می شود.

https://autolibrary.ir

استاندارد NFPA 52 :

۱) H2S و سولفیدهای محلول : یک مولکول/ 100 Scf

۲) بخار آب: میزان بخار آب باید کمتر از ۷ پوند در هر میلیون مترمکعب گاز باشد.

۳) CO2: حداکثر ۰/۳ درصد حجم.

۴) O2 : حداکثر ۰/۵ درصد حجم .

استاندارد ملی ایران به شماره ۶۵۷۰ :

۱) شرایط گاز خشک :

مقدار «*بخار آب*» موجود در این گاز معمولاً باید کمتر از ۳۲ میلی گرم در هر متر مکعب باشد.

در این استاندارد بجز موارد ذیل ، برای اجزاء تشکیل دهنده گاز خشک محدودیتی وجود ندارد :

«سولفید هیدروژن و دیگر سولفیدهای قابل حل» :حداکثر ۲۳ میلی گرم در هر مترمکعب

«*اکسیژن*» : حداکثر یک درصد حجمی

هرگاه مخازن ازفولادی بامقاومت کششی نهایی بالاتراز ۹۵۰ مگاپاسکال ساخته شوند، مقدار «هیدروژن» این گاز باید حداکثر دو درصد حجمی باشد.

۲) شرایط گاز مرطوب :

به گازی که مقدار بخار آب موجود در آن بالاتر از حد مذکور در گاز خشک باشد گاز مرطوب اطلاق شده که باید با محدودیت‌های ترکیبی ذیل انطباق داشته باشد :

«سولفید هیدروژن و دیگر سولفیدهای قابل حل» : حداکثر ۲۳ میلی گرم در مترمکعب

«اکسیژن» : حداکثر یک درصد حجمی

«دی اکسید کربن» : حداکثر چهار درصد حجمی

«هیدروژن» : حداکثر یک دهم درصد حجمی

درشرایط استفاده از گاز مرطوب ، به منظور حفاظت از مخازن و لایه‌های داخلی فلزی در برابر خوردگی یک میلی گرم ، حداقل یک میلی گرم «روغن کمپرسور» به ازای یک کیلوگرم گاز ، مورد نیاز است.

عملکرد احتراقی گاز طبیعی

مطرح ترین مبحث در CNG و موتورهای گازسوز خصوصاً آن دسته که از حالت بنزینی تبدیل به دوگانه سوز شده‌اند، عملکرد احتراقی موتور می‌باشد. این مسئله از آن جهت اهمیت دارد که سوختن با λ مناسب، هم در جهت کاهش آلایندگی و هم در جهت کاهش مصرف سوخت، تأثیر مثبتی دارد و این مقوله به طور تنگاتنگی با عملکرد احتراقی موتور در ارتباط است. عملکرد احتراقی مناسب، آلایندگی کمتر، مصرف سوخت بهینه‌تر، و راندمان حرارتی بالاتر را به دنبال دارد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

ویژگی‌هایی نظیر ارزش حرارتی در واحد حجم، ارزش حرارتی در واحد جرم، ارزش حرارتی مخلوط در واحد حجم، ضریب Wobbe، درجه حرارت خود احتراقی، مقاومت در برابر احتراق و حد احتراق، بر روی عملکرد احتراقی گاز طبیعی در موتور خودرو تأثیر می‌گذارد، که در این قسمت هر یک از این ویژگی ها را مورد بررسی قرار می دهیم.

ارزش حرارتی:

ارزش حرارتی یک سوخت که بر واحد جرم یا حجم بیان می‌شود، بیانگر مقدار انرژی آزاد شده بر واحد جرم یا حجم سوخت در یک واکنش شیمیایی کامل، که فقط منجر به تولید CO_2 و H_2O می‌شود، می‌باشد. اگر در این واکنش شیمیایی H_2O به صورت مایع درنظر گرفته شود، مقدار انرژی آزاد شده به نام ارزش حرارتی بالایی (HHV) یا ارزش حرارتی کلی (GHV) نامیده می‌شود. اگر مقداری از انرژی آزاد شده صرف تبدیل آب مایع به بخار درنظر گرفته شود، به مقدار انرژی آزاد شده ارزش حرارتی خالص (NHV) یا ارزش حرارتی پائینی (LHV) می گوییم.

در مورد گاز طبیعی، متداول است که ارزش حرارتی برحسب کیلو وات ساعت بر مترمکعب (kWh/Nm^3) تحت شرایط نرمال فشار و دما (فشار101325 pa و دمای 0 c°) بیان شود. اما هنگامی که از گاز طبیعی به‌عنوان سوخت موتور یاد می‌شود ترجیح داده می‌شود که مقادیر ارزش حرارتی خالص (NHV) و ارزش حرارتی کلی (GHV) برحسب مگاژول بر کیلوگرم (MJ/kg) بیان شوند.

برای تبدیل انرژی حرارتی بر واحد حجم به انرژی حرارتی بر واحد جرم از رابطه زیر استفاده می شود:

$$NHV_{\text{حجمی}} = NHV_{\text{جرمی}} \times \rho_g$$

که در آن ρ_g چگالی گاز می‌باشد.

مقدار ارزش حرارتی جرمی خالص گاز طبیعی حدود ۱۰٪ از ارزش حرارتی جرمی خالص سوخت‌های مایع موجود بیشتر است. به‌همین دلیل میزان مصرف جرمی سوخت موتورهای گازسوز نسبت به مصرف جرمی سوخت موتورهای مشابه دیگر، کمتر می‌باشد. البته این نکته قابل توجه است که مقدار ارزش حرارتی خالص گاز با زیاد شدن درصد گازهای بی‌اثر (N_2، CO_2 و غیره) کاهش می‌یابد.

ارزش حرارتی حجمی خالص (MJ/m^3) نیز بیان کننده حجم گاز مورد نیاز برای دسترسی به توان دلخواه می‌باشد. این مشخصه مقدار افزودن گاز به موتور را مشخص می کند. اهمیت این پارامتر هنگامی است که یک موتور می‌خواهد با گازهایی که از لحاظ ترکیب شیمیایی متفاوت هستند، کار کند. هرچه ارزش حرارتی خالص بر واحد حجم یک گاز کمتر باشد، باید حجم بیشتری از گاز به داخل موتور تزریق شود.

ارزش حرارتی حجم مخلوط استوکیومتریک بیان کنندهٔ مقدار مخلوط مورد نیاز برای تولید توان خروجی دلخواه می‌باشد. این مشخصه از اهمیت خاصی مخصوصاً برای موتورهایی که تنفس طبیعی دارند برخوردار می‌باشد، زیرا این عامل به طور مستقیم روی قدرت خروجی در حالت بار کامل تأثیر می گذارد. اما در موتورهای توربوشارژ اهمیت این مشخصه کمتر می‌شود و فقط جهت انطباق توربین و کمپرسور توربوشارژر اهمیت پیدا می کند. ارزش حرارتی حجم مخلوط استوکیومتریک برای همه سوخت‌های هیدروکربنی مشابه است اما مقدار آن به طور قابل ملاحظه‌ای در حضور گازهای خنثی، کاهش می‌یابد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

خواص ضد کوبش:

این خاصیت، میزان تمایل به اشتعال خودبه‌خودی یک گاز را مشخص می‌کند. این پارامتر بستگی به فشار و دمای داخل محفظه احتراق دارد.(دما و فشار در داخل محفظه احتراق نیز به عوامل بسیار زیادی از مشخصات موتور مانند دور موتور، قطر سیلندر، نسبت تراکم، شکل محفظهٔ احتراق و همچنین متغیرهای احتراق مانند دمای هوا، زمان شروع احتراق، سرعت شعله و غیره بستگی دارند.) همچنین ساختار شیمیایی گاز در این مشخصه از اهمیت بالایی برخوردار است.

خوداحتراقی یک گاز بستگی زیادی به ساختار شیمیایی آن دارد. به‌عنوان یک قاعده کلی، گازهایی که دارای زنجیره کربنی بلند هستند، مقاومت ضدکوبش کمی دارند. این مطلب به این معنی است که گازهای سنگین دارای خاصیت ضعیف ضدکوبش می‌باشند، درحالی که گازی مانند متان(CH_4) دارای خواص بسیار خوب ضد کوبشی است و این در موتورهای احتراق داخلی یک مزیت محسوب می شود.

روش‌های زیادی برای بیان تمایل یک گاز به کوبش وجود دارد که متداولترین آنها تعیین مقدارعدد متان گاز می‌باشد که بسیار مشابه با عدد اکتانی است که برای سوخت‌های بنزینی به‌کار می‌رود. هرچه عدد متان بالاتر باشد مقاومت گاز در برابر کوبش بیشتر خواهد بود. این عدد با عدد مرجع ۱۰۰ که برای متان خالص درنظر گرفته شده‌است، سنجیده می‌شود.

تحقیقات وسیعی برای بررسی تأثیر ترکیب شیمیایی گاز (درموتورهای SI) توسط دو شرکت مهندسی ریکاردو و گاز توکیو در سال ۱۹۹۴ صورت گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که عدد متان را می‌توان به‌عنوان یک معیار خوب برای کوبش درنظر گرفت. اما مشاهده شده‌است که مقدار توان خروجی برای دو گاز که دارای عدد متان یکسان می‌باشند، می‌تواند اختلاف چشم‌گیری داشته باشند.

شاخص wobbe:

شاخص وب (W) مشخصه‌ای است که در طی سالیان متمادی برای مقایسه عملکرد حرارتی سیستم‌های احتراقی که از گاز به‌عنوان سوخت استفاده می‌کنند به‌کار می‌رود.

شاخص وب (W) از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$W = \frac{GHV}{\sqrt{d}}$$

که در آن

GHV: ارزش حرارتی در دسترس برحسب MJ/m^3

d: چگالی نسبی گاز (نسبت به هوا)

کاری که بین سازندگان موتور بسیار متداول می‌باشد، مقایسه شاخص وب(W) با نسبت هوا به سوخت استوکیومتری (A_s) است که طبق فرمول زیر ارائه می شود:

$$A_s = k.\text{cte}.\frac{W}{\sqrt{d}}$$

این رابطه نشان می‌دهد که نسبت هوا به سوخت استوکیومتری با افزایش شاخص وب افزایش می‌یابد. اگر شاخص وب افزایش

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

یابد (یعنی گاز به‌عنوان سیال عامل تغییر کند)، نسبت استوکیومتری و درنتیجه برای یک سیستم یکسان که برای کار با گاز طراحی شده است، نسبت هوا به سوخت نسبی افزایش می‌یابد.

گازهای با ضریب wobbe یکسان می‌توانند بدون تغییر در نسبت بین سوخت و هوا به جای یکدیگر و با همان نسبت قبلی مورد استفاده قرار گیرند. به عنوان مثال ضریب وب متان mg ۴۸/۱۷ ، و ضریب وب گاز طبیعی حدوداً ۳۹/۴۷ می‌باشد، یعنی جایگزینی متان خالص به جای گاز طبیعی مخلوط را بسیار غلیظ می کند.

بنابراین برای سازندگان موتور، شاخص وب و مخصوصاً تغییرات آن بین نمونه‌های مختلف گازها جهت طراحی موتور و سیستم سوخت‌رسانی مهم می‌باشد.

احتراق گاز طبیعی:

سرعت پیشروی شعله برای گاز طبیعی حدود ۶۰ درصد سرعت شعله بنزین است. این مسأله باعث کاهش بازده موتور به دلیل افزایش انتقال حرارت به دیوارهٔ محفظه احتراق که ناشی از افزایش مدت احتراق است، می‌شود. از طرف دیگر پایین بودن سرعت شعله باعث می شود احتراق آن قدر به تأخیر بیافتد که سوپاپ دود باز شده و انرژی حرارتی بسیار زیادی تلف شود. این مشکلات را می‌توان با افزایش میزان آشفتگی در مخلوط هوا – سوخت و تایمینگ مناسب جرقه و سوپاپها تا حد زیادی بهبود بخشید.

علی رغم تمامی این مشکلات، سرعت پایین احتراق متان باعث کاهش نویز احتراق به‌علت تغییرات کمتر فشار، می‌شود.

به علت اینکه دمای احتراق متان بالا می باشد(c° ۵۴۰)، میزان انرژی جرقه لازم برای احتراق آن بیشتر ازهیدروکربن‌های دیگر است. بنابراین در تبدیل موتورهای بنزینی معمولی به گازسوز، سیستم جرقه‌زنی باید قویتر شود، تا بتواند ۱۰۰ تا ۱۱۰ میلی ژول انرژی تولید کند. (برای موتورهای بنزینی معمولی این مقدار ۳۰ تا ۴۰ میلی ژول می‌باشد.)

همچنین قابلیت اشتعال گاز طبیعی فقط در محدوده خاصی از نسبتهای اختلاط با هوا اتفاق می افتد که این محدوده را محدوده «قابلیت اشتعال »می نامند. مرز پائین این محدوده را اشتعال L.E.L و مقدار بالای این محدوده را، حد بالای اشتعال L.H .L می نامند. حد پائین اشتعال گاز طبیعی ۵ درصد و حد بالای آن ۱۵ درصد میباشد . بهترین حالت برای اشتعال گاز طبیعی نسبت ۱۰ درصد گاز با هواست که همان نسبتی است در فرمول ترکیب متان و اکسیژن (هوا) دیده می شود.

$$CH4+2O_2 = CO_2+2H_2O+ 10000\ Kcal/m^3$$

البته برای سوختن کامل نیاز به ۲۰ الی ۳۰ درصد هوای اضافی داریم ولی در انفجارها هر چه به نسبت ۱۰ درصد گاز در هوا نزدیکتر باشیم، انرژی حاصل از انفجار بیشتر است.

در جدول زیر مجموعه ای از عوامل موثر درعملکرد احتراقی یک موتور احتراق داخلی و همچنین پیامدهای آنها بطور خلاصه بیان شده است:

https://autolibrary.ir

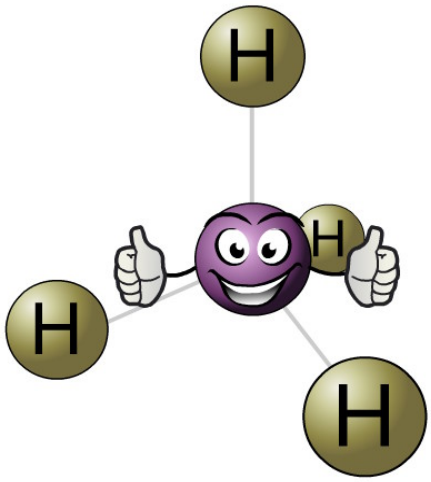
https://autolibrary.ir

عامل	پیامد
بالا بودن نسبت هیدروکربن (H/C)	کاهش دی‌اکسید کربن (CO_2)
گازی شکل بودن سوخت	– اشغال حجم ورودی هوا – کاهش راندمان حجمی و به تبع آن کاهش عملکرد موتور – عدم نیاز به تبخیر سوخت در لحظه راه‌اندازی (کاهش آلاینده‌ها)
پائین بودن سرعت شعله و نرخ سوختن	– احتیاج به دوره احتراق طولانی‌تر و لذا افزایش پیشرسی جرقه – احتیاج به افزایش چرخش (Swirl)
اختلاط بهتر و یکنواخت‌تر با هوا	– سوختن کاملتر و کاراتر و به تبع آن کاهش گاز مونواکسید کربن (CO) و هیدروکربن‌های نسوخته (HC) – کاهش سرو صدا و آرام‌سوزی موتور – وجود مخلوط یکنواخت در دماهای پایین ورودی – راه‌اندازی مطلوب‌تر – دور آرام مطمئن و دقیق‌تر – شتاب ملایم‌تر
حذف گرمای نهان و افزایش دمای محفظه احتراق	– لزوم افزایش مقاومت حرارتی و سایشی سوپاپ‌ها و نشیمنگاه‌های آنها – احتمالاً افزایش اکسیدهای نیتروژن
بالا بودن تأخیر در اشتعال	– لزوم افزایش قدرت جرقه
بالا بودن عدد اکتان	– افزایش نسبت تراکم وبه تبع آن ازدیاد کارائی چرخه موتور کاهش مصرف سوخت
سبکتر بودن از هوا	– عدم تجمع آن در اطراف وسیله نقلیه
خشک بودن و عدم خاصیت روان‌کاری و خنک کنندگی	– لزوم بهبود روان‌کاری و مجموعه روغن‌کاری
میل به واکنش‌دهی پایین متان	– کاهش اثر تشکیل گاز ازن نسبت به سوخت‌های بنزین و گازوئیل
پایین بودن کربن نسوخته و تمیزتر سوختن متان	– عدم وجود رسوبات کربن و به‌تبع آن طولانی شدن عمر شمع‌ها – عدم اختلاط سوخت با روغن و لذا تأثیر کمتر بر کاهش لزجت روغن

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

مزایای گاز طبیعی CNG



۱- پاکی و عدم آلایندگی هنگام خروج از اگزوز

۲- غیر سمی

۳- وجود بخار گوگرد کمتر در گاز

۴- آب بندی بودن مخزن گاز ، حتی در صورت پر نبودن مخزن.

۵- پایداری و ثبات فشار گاز در طول زمان شارژمخزن و زمان احتراق

۶- دمای اشتعال و عدد اکتان بالا

۷- عدم نیاز به مکمل های اضافی (سرب و ...)

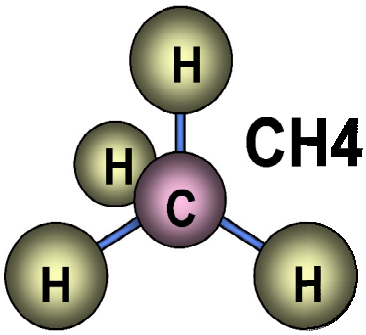
۸- احتراق کندتر =< سر و صدای کمتر(تقریبا ۲ دسی بل)

۹- خیس نکردن دیواره های کلکتور سرمایش و اکسید نشدن و رقیق نشدن روغن موتور

۱۰- عدم انتشار دوده و ذرات معلق پس از احتراق

۱۱- عدم انتشار بوی نامطبوع پس از احتراق

مضرات گاز طبیعی CNG



۱- اختلاف دمای احتراق بر حسب نوع سوخت (دمای احتراق CNGبالاتر است.)

۲- ضعیف تر و کمتر بودن توان و گشتاور موتور (۱۰- ٪) نسبت به بنزین

۳- رفتار گاز خروجی

- ✓ Ch4 بسیار پایدار است و به کاتالیزور مخصوص نیاز دارد.
- ✓ گاز خروجی سرد تر است در نتیجه راه اندازی کاتالیزور با مشکل مواجه می شود.

۴- CNG یک سوخت بسیار خشک و بدون توانائی چرب کنندگی می باشد. سوپاپها، گیت ها و سیت های مخصوص برای سوپاپ ورودی و خروجی لازم می باشد.

۵- پیمایش کم (مسافتی که خودرو بدون سوختگیری مجدد می تواند بپیماید): تقریبا ۲۵۰ کیلومتر برای مخزنی با گنجایش ۸۰ لیتر

۶- نیاز به مخزن حجمی فشار بالا + تنشهای مجاز(مخزن بدون درز جوشکاری، انجام تست منظم یا معاینه فنی)

۷- اضافه وزن (تقریبا ۱۲۰ کیلوگرم)

۸- ترس از یک سوخت ظاهرا خطرناک

۹- تعداد کم جایگاه های سوخت گیری

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

دلایل آغاز پروژه ی گاز طبیعی CNG در ایران:

۱- دلایل سیاسی(کمبود بنزین- تحریم و...)

۲- وجود ذخایر عظیم گاز طبیعی در ایران

۳- شبکه گسترده ی گاز طبیعی در سراسر ایران

۴- بالا بودن مصرف بنزین خودروهای ایران

۵- صرفه ی اقتصادی برای راننده و دولت

۶- آلایندگی کمتر

آلایندگی خودروهای گازسوز

به منظور بررسی تاثیر گازسوز نمودن خودروها برمحیط زیست و بهداشت جامعه، ابتدا بهتراست برداشت درستی از تعریف آلودگی هوا، مواد آلاینده و منابع آنها و همچنین تاثیر آلاینده ها بر بدن انسان و محیط زیست، داشته باشیم.

طبق تعریف انجمن مهندسین آلودگی هوای آمریکا، آلودگی هوا عبارتست از وجود مواد آلوده کننده در محیط اطراف نظیر دوده، گرد و غبار، گازهای سمی **(NOx,CO,HC,...)**، تشعشع رادیواکتیویته، صدا، ذرات معلق شیمیایی، بخار و مایعات اسیدی ..... که برای انسان، حیوانات و گیاهان مضر می باشد.

منظور از آلوده کردن محیط زیست عبارتست از مخلوط شدن مواد فوق با آب، هوا و خاک به نحوی که کیفیت فیزیکی و شیمیایی یا بیولوژیکی آنرا تغییر داده و اثر زیانباری برای موجودات زنده داشته باشد.

در این قسمت، پس از توضیح آلاینده های اصلی خودروئی و اثرات سوء آنها بر سلامت بدن و محیط زیست، به معرفی مزایای خودروهای گازسوز در کاهش مقدار آلاینده ها می پردازیم.

انواع آلاینده های منتشره از خودرو

۱) مونو اکسید کربن **(CO)**

منواکسید کربن یک محصول واسطه در احتراق می‌باشد که درصورت اکسید نشدن کامل (CO به CO_2) این گاز، در گازهای خروجی باقی می‌ماند. از لحاظ تئوری می‌توان CO را از گاز خروجی موتور بنزینی با کارکردن در نسبت هوا به سوخت ۱۴.۷:۱حذف کرد، ولیکن همواره مقداری CO، در حدود ۱٪ حتی در مخلوطهای رقیق در گاز خروجی موجود است. در هر شرایط کاری از بار، سرعت و نسبت هوا به سوخت ممکن نیست که CO به طور کامل حذف شود. بنابراین رسیدن به ۰/۵٪ یک هدف منطقی به نظر می‌رسد. آلودگی CO در هنگام کارکرد درجای موتور، زیاد و در هنگام کم کردن شتاب، حداکثر می‌شود. این آلودگی در هنگام شتاب و سرعت‌های ثابت حداقل می‌باشد. کم‌کردن شتاب از سرعت‌های بالا، به‌علت بسته شدن نسبی دریچه گاز و کم شدن ناگهانی مقدار O_2، موجب تولید بیشترین مقدار CO می‌شود.

۲) اکسیدهای نیتروژن(NOx)

اکسیدهای نیتروژن معمولاً به صورت NO و NO_2 می‌باشند. البته بسیاری دیگر از سایر اکسیدهای نیتروژن مانند N_2O_4، N_2O، N_2O_3 و N_2O_5 در مقادیر کم تولید می‌شوند، ولی سریعاً در شرایط متعارفی به NO_2 تجزیه می‌شوند.

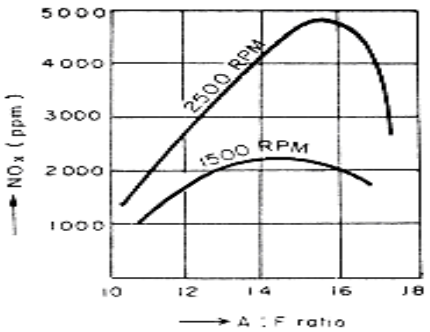
https://autolibrary.ir

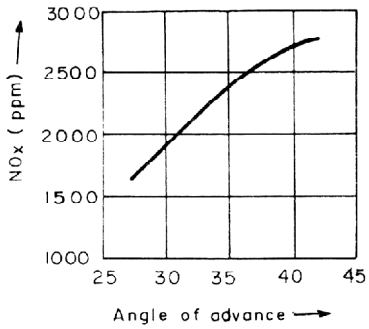
https://autolibrary.ir

دمای بالای محفظه احتراق و در دسترس بودن O_2 آزاد از مهمترین عوامل تولید NO و NO_2 به شمار می روند. حداکثر مقدار NO_x در خروجی هنگامی مشاهده می‌شود که نسبت هوا به سوخت حدوداً ۱۰٪ بیشتر ازمقداراستوکیومتری باشد. مقدار هوای بیشتر از این مقدار، دمای بیشینه را کاهش می‌دهد و بنابراین غلظتNO_x حتی با وجود اکسیژن آزاد کاهش می‌یابد. مهمترین فاکتورهایی که در تشکیل NO_x اثر دارند عبارتند از:

- نسبت هوا به سوخت
- زاویه آوانس
- فشار منیفولد ورودی
- بار موتور
- نسبت تراکم

میزان تولید NO_x با افزایش فشار منیفولد ورودی، بار موتور و نسبت تراکم، زیاد می‌شود. اثر نسبت هوا به سوخت در دو سرعت مختلف موتور و همچنین زاویه آوانس، در تولید اکسیدهای نیتروژن در شکلهای زیرنشان داده شده‌اند.





۳) دی اکسید گوگرد(SO2)

دی‌اکسید گوگرد گازی است بی‌رنگ که بیشتر از سوختن سوخت‌های حاوی گوگرد مانند زغال‌سنگ و نفت و گازوئیل به وجود می‌آید. منابع مولد، نیروگاه‌ها، وسایل گرم‌کننده، کارخانجات ذوب فلزات، پالایشگاه‌های نفت و صنایع کاغذسازی و خودروهای گازوئیل سوز می‌باشند. همچنین این گاز می‌تواند توسط آتشفشان‌ها و در اثر برخورد آب اقیانوس‌ها با صخره‌ها و اسپری شدن آنها به صورت ذرات سولفات وارد جو شود. دی‌اکسید گوگرد می‌تواند اکسید شود و آلاینده ثانویه‌ای مانند تری‌اکسید گوگرد (SO_3) را به‌وجود آورد. همچنین از ترکیب این گاز با آب موجود در هوای مرطوب، اسید بسیار خورنده H_2SO_4 تشکیل می‌شود. باران اسیدی و اثر خورندگی این اسید از دیگر تبعات این آلاینده می‌باشند.

۴) ذرات معلق(**PM**)

عنوان ذرات معلق به گروهی از ذرات جامد یا مایع اطلاق می‌شود که به اندازه کافی برای معلق ماندن در هوا سبک هستند و به طورعمومی به نام هوامیز شناخته می‌شوند. برخی از آلاینده‌ها مانند ذرات آهن، مس، نیکل، سرب، فیبرهای آزبست و ارسنیک، ذرات جامد و کوچک کربن و دوده در این گروه جای دارند. از آنجا که این نوع آلودگی معمولاً باعث کاهش دید در محیط زیست می شود، مهمترین نوع آلودگی تلقی می‌شود. مهمترین مشکل در مورد این نوع آلودگی باقی ماندن آنها برای مدتی در جو می‌باشد، که با توجه به اندازه آنها و مقدار بارش باران وبرف، این مدت زمان تغییر می کند. برای مثال ذرات بزرگتر و سنگین‌تر با قطر بیشتر از ۱۰ میکرون (۰/۰۱ mm) بعد از یک یا چند روز پس از انتشار به زمین می‌نشینند، در

https://autolibrary.ir

حالی که ذرات کوچکتر و سبکتر با قطر کمتر از یک میکرون (۰/۰۰۱ mm) می‌توانند در لایه‌های پایین جو برای چندین هفته به طورمعلق باقی بمانند. بسیاری از ذرات معلق نم‌گیر می‌باشند و وقتی لایه نازک آب روی این ذرات می‌نشیند، اندازه این ذرات بزرگتر می‌شود و هنگامی که قطر این ذرات به ۰/۱ تا ۱۰ میکرون رسید، اشعه ورودی خورشید را پخش می‌کنند که به آسمان، ظاهری شیری رنگ می‌دهد. این ذرات معمولاً ذرات سولفات یا نیترات حاصل از احتراق موتورهای دیزل و نیروگاه‌ها می‌باشند و هنگامی‌که با آب باران واکنش شیمیایی می‌دهند، باران‌های اسیدی را به وجود می‌آورند.

۵) ازن(O3)

ازن یک ماده سمی با بوی بسیار بد است که چشم‌ها و لایه‌های مخاطی سیستم تنفسی را اذیت می‌کند. ازن همچنین از رشد درختان کاسته و به محصولات کشاورزی آسیب می‌رساند. ازن به طور طبیعی در استراتوسفر (استراتوسفر قسمتی از جو می‌باشد که بالای تروپوسفر قرار دارد و بین ۱۰ تا ۵۰ کیلومتر بالاتر از سطح زمین قرار دارد) توسط واکنش بین مولکول و اتم اکسیژن تشکیل می‌شود. در آنجا استراتوسفر یک لایه محافظ در برابر اشعه مضر ماوراء بنفش تولید می‌کند. با این حال نزدیک سطح زمین در هوای آلوده، ازن (که معمولاً ازن تروپوسفر نامیده می‌شود) یک آلاینده ثانویه است که مستقیماً وارد جو نمی‌شود، بلکه این گاز توسط یک سری واکنش‌های پیچیده شیمیایی که شامل آلاینده‌هایی مانند اکسید نیتروژن و ترکیبات آلی فرّار (هیدروکربن‌ها) می‌باشد، تشکیل می‌شود. از آنجا که نور خورشید برای تولید ازن لازم است، غلظت ازن در تروپوسفر معمولاً در بعد ازظهرها و در ماه‌های تابستانی بیشتر می‌شود.

در هوای آلوده تولید ازن هنگامی آغاز می‌شود که مطابق واکنش زیر نور خورشید (با طول موج کمتراز۰/۴۱ میکرومتر) دی اکسید نیتروژن را به اکسید نیتروژن و اتم اکسیژن تجزیه کند:

$$NO_2 + \text{Solar Radiation} \rightarrow NO + O$$

سپس اتم اکسیژن با مولکول اکسیژن (در حضور مولکول سوم M) ترکیب می‌شود و ازن را به وجود می‌آورد:

$$O_2 + O + M \rightarrow O_3 + M$$

ازن سپس با ترکیب شدن با اکسید نیتروژن تجزیه می‌گردد:

$$O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$$

پس در هوای آلوده تولید ازن با شدت نور خورشید نسبت مستقیم دارد، به همین علت در زمستان مقدار ازن به حداقل می رسد. اگر نور خورشید وجود داشته باشد، دی‌اکسید نیتروژن تازه تشکیل شده، به اکسیدنیتروژن و اتم اکسیژن تجزیه می‌شود. اتم اکسیژن سپس با مولکول اکسیژن ترکیب می‌شود و مجدداً ازن تشکیل می‌گردد.

٦) هیدروکربن‌های نسوخته (HC)

آلودگی هیدروکربن‌های نسوخته به علت ایجاد احتراق ناقص درمحفظه احتراق می‌باشد. مقدار آلودگی هیدروکربن‌ها بسیار وابسته به پارامترهای طراحی مانند سیستم مکش و محفظه احتراق و پارامترهای کاری مانند نسبت هوا به سوخت، سرعت، بار و مُدهای مختلف کاری مانند در جا کارکردن، حرکت یا شتاب گرفتن می‌باشد. در این میان تاثیرطراحی محفظه احتراق بسیار مهم می‌باشد چرا که مخلوط هوا و سوخت ممکن است با دیواره برخورد کند و نسوزد. این مخلوط نسوخته در مرحله تخلیه بیرون برده می‌شود و غلظت هیدروکربن‌های نسوخته در گازهای خروجی افزایش می یابد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

۷) گازهای گلخانه ای

گازهایی چون دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4) و دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) که از خودرو منتشر می شوند، جزء گازهای گلخانه ای به شمار می روند، که وجود آنها در جو زمین باعث افزایش گرمای زمین و در نتیجه از بین رفتن گیاهان، ذوب شدن یخچالهای طبیعی و.... می گردد. در این میان، CO_2 بیشترین سهم را در صنعت حمل و نقل به خود اختصاص داده است، چرا که این گاز محصول احتراق سوخت‌های کربن‌دار مانند بنزین و گازوئیل(که هر دو نسبت به گاز طبیعی، کربن بیشتری دارند) می‌باشد. متان (CH_4) نیز گاز گلخانه‌ای مهمی در ارتباط با صنعت حمل و نقل می‌باشد، زیرا این گاز در بسیاری از سوخت‌ها موجود است (به‌عنوان مثال در حدود ۹۵٪ گاز طبیعی با توجه به نوع مخلوط از متان تشکیل شده است). همچنین انتقال آن به جو از طریق نشت از زیربناها و سیستم‌های انتقال سوخت نیز صورت می گیرد. این انتقال شامل نشت از خودرو نیز می‌باشد. علاوه بر این، CH_4، ۲۳ برابر CO_2 پتانسیل گرم شدن جهانی (GWP) دارد و بنابراین در طول ۱۰۰ سال حجم کمتر این گاز نسبت به CO_2 می‌تواند چند برابر آلودگی ایجاد کند.

NO_2 نیز گازی گلخانه‌ای است که به آلودگی تولیدی در سیستم حمل و نقل مربوط می‌باشد، ولی مسئول درصد کمتری از آلودگی می‌باشد، با این که GWP آن ۲۱۰ برابر CO_2 می‌باشد.

اثرات آلاینده ها بر سلامتی بشر

در جدول زیر ، اثرات سوء آلاینده‌های خطرناک بر سلامتی انسان و آن دسته از انسان‌ها که بیشتر در معرض خطرات آن قرار دارند، به صورت مختصر آورده شده است:

آلاینده	گروه در معرض خطر	اثر بر سلامتی
CO	کودکان و سالمندان	کاهش توانایی هموگلوبین‌ها در انتقال اکسیژن و کاهش قدرت جسمانی
	مبتلایان به کم‌خونی و بیماری‌های قلبی	سینه درد شدید بر اثر کمبود خون‌رسانی در قلب
NO_2	کودکان	عفونت دستگاه تنفسی
	سالمندان	ایجاد حساسیت در شش‌ها
	مبتلایان به بیماری آسم	کاهش عملکرد شش‌ها
O_3	کودکان و سالمندان	کاهش عملکرد شش‌ها، ایجاد حساسیت در شش‌ها، بیماری‌های دستگاه تنفسی
	ورزشکاران	کاهش قدرت جسمانی
	مبتلایان به بیماری‌های تنفسی	تشدید بیماری
SO_2	ورزشکاران	بیماری‌های دستگاه تنفسی
	مبتلایان به بیماری آسم	کاهش عملکرد شش‌ها
سرب	کودکان	اختلال در دستگاه عصبی
	سالمندان	افزایش فشار خون
PM-10	کودکان	بیماری‌های دستگاه تنفسی
	قلبی مبتلایان به بیماری‌های	کاهش عملکرد شش‌ها
	مبتلایان به بیماری آسم	تشدید بیماری

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

ایمنی در خودروهای گازسوز

خودروهای گازسوز از به سه دلیل از ایمنی بیشتری نسبت به خودروهای بنزینی و گازوئیلی برخوردارند:

دمای اشتعال گاز طبیعی (۵۴۰ C°) تقریباً دو برابر بنزین (۲۳۲C°) بوده ، که همین باعث می شود خطر انفجار یا آتش سوزی خودروهای گازسوز به شدت کاهش یابد.

گاز طبیعی نسبت به هوا سبک تر بوده و به این دلیل در صورت نشت از مخزن یا اتصالات کیت، گاز به سرعت به سمت بالا حرکت کرده، خطر انفجار کاهش می یابد.

مخازن ذخیره گاز طبیعی ، به علت وجود استانداردهای سخت گیرانه نسبت به باکهای بنزین و گازوئیل دارای استحکام و دوام بیشتری می باشند و حتی مخزن گاز CNG این قابلیت بالقوه را دارد که در هنگام آتش سوزی موجب خاموش شدن آتش مجاور خود گردد.

طبقه‌بندی خودروهای گازسوز

موتورها را از نظر سیستم سوخت رسانی به دو گروه زیر تقسیم بندی می کنند:

۱- موتور های تک سوخته

این خودروها از ابتدا برای کار با یک نوع سوخت (بنزین- نفت گاز- گاز مایع- گاز طبیعی و...) طراحی شده‌اند. از آنجا که طراحی این خودورها برمبنای یک نوع سوخت می باشد، تمام مسائل و مشکلات آن سوخت در طراحی آنها مد نظر قرار گرفته است. بنابراین این خودروها از کیفیت و راندمان نسبتا ثابتی برخوردار می‌باشند.

۲- موتورهای دو سوخته

در این خودروها با توجه چگونگی مصرف و استفاده از سیستم سوخت رسانی در دو گروه زیر زیر طبقه بندی می شوند:

✓ Duel Fuel

این موتورها، موتورهایی هستند که اغلب از تبدیل یک موتور دیزل به گازسوز به دست می‌آید. اساس کار موتورهای دوگانه‌سوز، سیکل دیزل است و سوخت اصلی این موتورها گاز طبیعی می‌باشد. ولی طراحی آنها به گونه‌ای است که از سوخت دیزل به‌عنوان سوخت کمکی برای شروع احتراق گاز استفاده می‌نماید. در این‌گونه موتورها، ابتدا گاز با نسبت ۹۰ تا ۹۵٪ از کل انرژی وارد محفظهٔ احتراق می‌شود. هنگامی که مخلوط هوا و سوخت داخل محفظهٔ احتراق تا حد مناسب فشرده و آمادهٔ احتراق شد، مقدار کمی گازوئیل توسط انژکتور پاشیده می‌شود. این فرایند باعث می‌شود تا احتراق، آغاز شده و موتور فعال شود. گازوئیل در اینجا به‌جای شمع عمل می‌کند و لذا به آن سوخت پیلوت و یا سوخت آتش‌زنه می‌گویند. چون در این موتورها فرایند احتراق ابتدا به‌صورت اشتعال تراکمی و سپس احتراق شبیه مخلوط پیش‌آمیخته می‌باشد، لذا دو نوع "اشتعال" و "سوختن" متفاوت رخ می‌دهد. به‌همین دلیل به این گونه موتورها، موتورهای دوگانه‌سوز می‌گویند. در کلمه "دوگانه‌سوز" پسوند "سوز" بیان‌کننده سوختن است که در این موتورها دو نوع مختلف سوختن اتفاق می‌افتد.

✓ Bi fuel

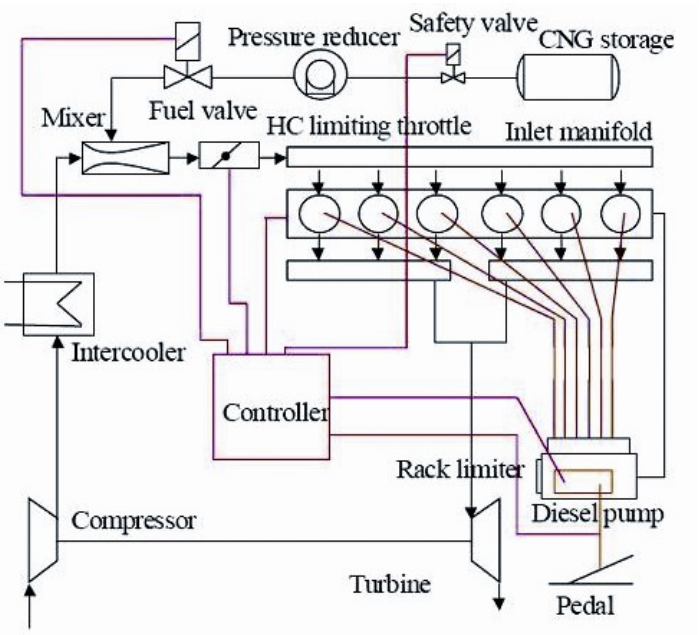
خودروهای دوسوخته، به آن دسته از خودروهایی اطلاق می‌شود که با استفاده از کیت تبدیل، از بنزین‌سوز به گازسوز تبدیل شده‌اند. در واقع طراحی اولیه این خودروها برمبنای سوخت بنزین بوده است. نحوهٔ عملکرد این خودروها بدین گونه است که با استفاده از کیت گازسوز می‌توان به هنگام نیاز، سوخت را از بنزین به گاز تغییر داد. چون در این موتورها از دو نوع سوخت

https://autolibrary.ir

(بنزین یا گاز) استفاده می‌شود به این موتورها دوسوخته می‌گویند.

این مسأله که این موتورها برای کار با گاز طراحی نشده‌اند، بزرگترین مشکل آنها می‌باشد. زیرا در احتراق آنها مشخصات یک موتور گازسوز دیده نشده است و لذا به هنگام کار با سوخت گاز معمولاً بین ۸ تا ۲۰ درصد افت توان به وجود می‌آید. اصلی‌ترین دلیل این امر، حجم حدود ۱۰ درصد از هوای ورودی است که به وسیله گاز اشغال می‌شود. بعلاوه اثر تبخیر سوخت که باعث کاهش دمای ورودی و افزایش چگالی می‌شود، در سوخت گازی وجود ندارد. موارد دیگری مانند زمان‌بندی جرقه و سوپاپ‌ها، طراحی منیفولد و طراحی محفظهٔ احتراق، از جمله مسائلی می‌باشند که در هنگام تغییر نوع سوخت از بنزین به گاز باعث کاهش راندمان می‌شوند.

کلمه "Dual" در انگلیسی به معنای دوتایی می‌باشد، بدین معنی که هر کدام از اجزا به یکدیگر وابسته بوده و بدون یکدیگر نمی‌توانند عمل کنند. به‌همین صورت پیشوند "Bi" در انگلیسی به معنای "دوتا" می‌باشد که هر کدام می‌توانند مستقل از دیگری عمل کنند. (در حال حاضر در صنایع خودروسازی، دو اصطلاح دوسوخته و دوگانه‌سوز سهواً به‌جای یکدیگر به‌کار برده می‌شوند.)



نمای کلی از یک موتور دوگانه‌سوز

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

انواع کیتهای تبدیل Conversion Kits

کیت های گاز سوز از آغاز تا کنون تحولات بسیاری را پشت سر گذاشته‌اند. کیت های اولیه بسیار ساده بودند ولی به مرور زمان بر اثر محدودیت های زیست محیطی و نیز منابع انرژی دچار تحولات بسیاری شده اند. استانداردهای سخت گیرانه آلودگی سازندگان کیت های گازسوز را به استفاده از تکنولوژی های بسیار پیشرفته‌ای ملزم نموده است. بر اساس نقاط عطف موجود در سیر این تحولات می توان کیت های گازسوز را به چهار نسل دسته بندی کرد که در ادامه به تشریح هر یک از آنها به همراه مزایا و معایب هر نسل پرداخته می‌شود.

نسل اول

در نسل اول تمامی تجهیزات به کار رفته برای سوخت رسانی مکانیکی و بسیار ساده است. برای اختلاط هوا و گاز از یک ونتوری که در سیستم هوای ورودی تعبیه می گردد استفاده میشود. در برخی انواع که خودروی تبدیلی کاربراتوری است از منتوری کاربراتور برای این منظور استفاده می شود ولی به دلیل این که در روش مذکور کاربراتور دستخوش تغییر می شود استفاده از میکسر در این نسل از کیت ها متداول تر است. نسبت هوا به سوخت در این کیت ها با تنظیم اولیه کیت انجام می گردد و هیچ سیستم کنترلی مدار بسته و بازخوردی از عملکرد وجود ندارد. برخی از مشخصات و ویژگی های این نسل از کیت ها به اختصار در زیر بیان شده است :

۱- در این نسل ونتوری بر اساس میزان گاز ورودی و اندازه‌گیری پایین ترین فشار رگولاتور انتخاب می‌شود.

۲- دارای پیچ تنظیم اصلی و تنظیم سوخت در حالت بی بار هستند.

۳- قطعات الکترونیکی و سیستم کنترل نسبت هوا به سوخت ندارند.

۴- به دلیل سادگی ساختار از قیمت پایینی برخوردار هستند.

۵- خودروهای تبدیل شده با این کیت ها نسبت به خودروهای بنزینی قدیمی آلودگی کمتری تولید می‌کنند اما قادر به گذراندن استانداردهای جدید آلاینده ها نیستند. (EURO I به بالا)

۶- وجود ونتوری به علت ایجاد افت فشار سبب کاهش راندمان خودرو می‌گردد.

۷- از آنجا که نسبت هوا به سوخت در این نسل از کیت ها کنترل نمی گردد نمی توان از کاتالیست ها در خودروهای تبدیلی استفاده موثری نمود.

۸- برای تصحیح میزان آوانس جرقه از پیش انداز جرقه استفاده می‌شود.

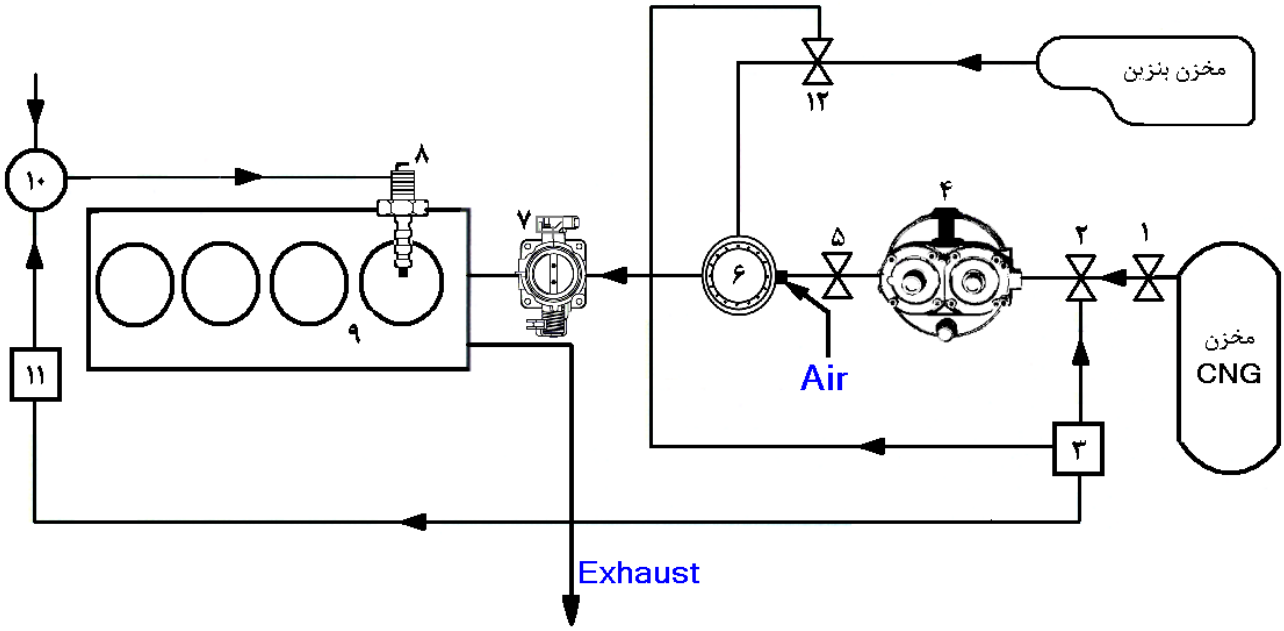
تشریح عملکرد کیت های نسل اول

در شکل زیر طرح شماتیک استفاده از کیت نسل اول روی خودروی کاربراتوری نشان داده شده است. اساس کار این سیستم اختلاط سوخت و هوا در یک ونتوری است. جریان سوخت و هوا در این ونتوری بر اثر خلاء منیفولد شکل می‌گیرد. برای سوخت بنزین از ونتوری موجود در کاربراتور (Cr) و برای سوخت گاز از میکسر (Mi) استفاده شده است. محل نصب میکسر قبل از کاربراتور و در مجاورت آن است. در مسیر گاز از مخزن گاز (Gt) تا میکسر مانند مسیر بنزین از باک (Pt) تا کاربراتور شیر های سولونوئیدی برای قطع گاز (Gsv) و بنزین (Psv) تعبیه شده است. البته در مورد مسیر گاز به دلیل فشار بسیار بالای گاز در مخزن (حدود ۲۲۰ اتمسفر) ملاحظات خاصی لازم است. از آن جمله می توان به شیر اطمینان مخزن (Tv) برای حصول شرایط ایمنی و رگولاتور (Reg) برای کاهش فشار گاز تا حدود فشار اتمسفر اشاره کرد. باز یا بسته

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

بودن شیرهای سولونوئیدی مذکور به وضعیت سوئیچ تبدیل (Gs) بستگی دارد. هرگاه سوئیچ تبدیل در حالت استفاده از گاز قرار داده شود مسیر سوخت بنزین بسته می شود و بالعکس. میزان گاز ورودی بر اساس تنظیمات اولیه رگولاتور وفشار خلاء پایین دست میکسر تعیین می گردد. این فشار تا حدود زیادی تابع موقعیت دریچه گاز (Tb) است. برای اصلاح زاویه جرقه در حالت استفاده از گاز از پیش انداز جرقه (Ti) استفاده می گردد. این وسیله به محض دریافت سیگنال از سوئیچ تبدیل در حالت استفاده از گاز سیگنال خروجی از دلکو (Dr) برای شمع ها (Sp) را آوانس می کند.



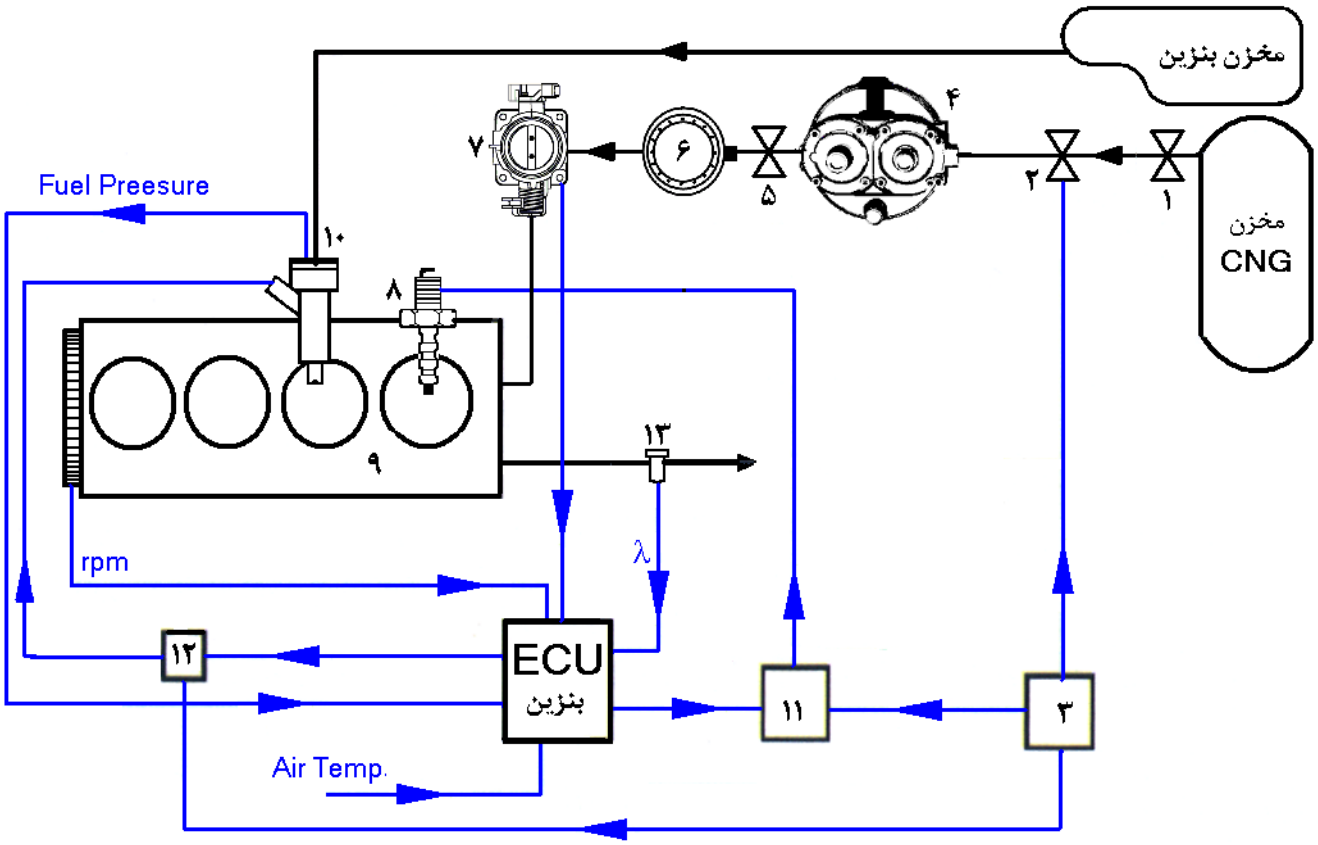
۱- شیر مخزن گاز
۲- شیر سلونوئیدی گاز
۳- سوییچ تبدیل
٤- رگلاتور
۷-کاربراتور
۸- شمع
۹- موتور
۱۰- دلکو

شماتیک کیت گازسوز نسل اول که بر روی خودروی کاربراتوری نصب شده است

در شکل زیر یک نمونه دیگر از کیت های نسل اول دیده می شود که روی یک خودروی بنزینی با سیستم سوخت رسانی انژکتوری نصب شده است. این شماتیک اصول کارکرد این کیت را نشان می دهد. اساس کار با آنچه در مورد خودروی کاربراتوری بیان شد تفاوت زیادی ندارد. تنها قطعه ای که به کیت گازسوز اضافه می گردد شبیه ساز پاشش(Em) است که جهت قطع انژکتورهای بنزینی (In) در حالت استفاده از گاز به کار می رود. این قطعه از تولید کد خطا در ECU بنزین نیز جلوگیری می کند. در خودروهای کاربراتوری تنها با یک شیر سولونوئیدی در مسیر بنزین می توان جریان سوخت را در حالت استفاده از گاز قطع کرد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir



۱.شیر مخزن گاز
۲.شیر سلونوئیدی گاز
۳.سوییچ تبدیل
٤.رگلاتور
٥. شیر حداکثر جریان
۷-دریچه گاز
۸- شمع
۹- موتور
۱۰- انژکتور بنزین
۱۱- پیش انداز زمان جرقه

شماتیک کیت گازسوز نسل اول که بر روی خودروی انژکتوری نصب شده است

همان طور که مشهود است در این مدل نیز کنترلی روی نسبت هوا به سوخت وجود ندارد بلکه گاز در اثر خلاء منیفولد به داخل ونتوری میکسر کشیده می شود و تنها تنظیمات اولیه رگولاتور تعیین کننده میزان سوخت مخلوط شده با هوا است.

از آنجا که این چنین کیت هایی نمی توانند الزامات و نیازمندی های صنعت خودرو را برآورده سازند بتدریج جای خود را به کیت های نسل دوم داده اند.

نسل دوم

تفاوت اساسی این نسل با نسل قبلی مجهز شدن به سیستم کنترلی مدار بسته نسبت هوا به سوخت است. در این سیستم بازخورد لازم توسط حسگر اکسیژن تأمین می گردد. پردازش لازم برای تصحیح مقدار گاز ورودی به میکسر در ECU گاز انجام می گیرد. این تصحیحات توسط یک موتور پله ای که در مسیر گاز ورودی به میکسر قرار دارد اعمال می گردد. با این روش می توان نسبت هوا به سوخت را با دقت خوبی کنترل کرد. این مسأله زمینه مساعدی برای استفاده از کاتالیست ها در خودروهای مجهز به این نسل از کیت ها را فراهم می کند. بنابراین سطح کاهش آلاینده ها نسبت به خودروهای مجهز به نسل اول چشم

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

گیر است. این نسل از کیت ها هم در خودروهای کاربراتوری و هم در خودروهای انژکتوری به کار می روند. شایان ذکر است که برای استفاده از این کیت ها روی خودروهای انژکتوری ملاحظات و تدابیر خاصی لازم است. از جمله آنها می توان به نصب شبیه ساز پاشش و نیز شبیه ساز حسگر اکسیژن اشاره نمود. بعضی از مشخصه های این سیستم در زیر قید شده است :

۱- کنترل مدار بسته نسبت سوخت به هوا.

۲- تأمین سطح آلودگی کمتر نسبت به کیت های نسل اول.

۳- پیکر بندی ECU گاز نسبت به بنزین می تواند به صورت اصلی- فرعی یا مستقل باشد.

۴- استفاده از میکسر برای اختلاط سوخت و هوا.

۵- استفاده از قطعات و سخت افزارهای الکترونیکی با کیفیت بالا.

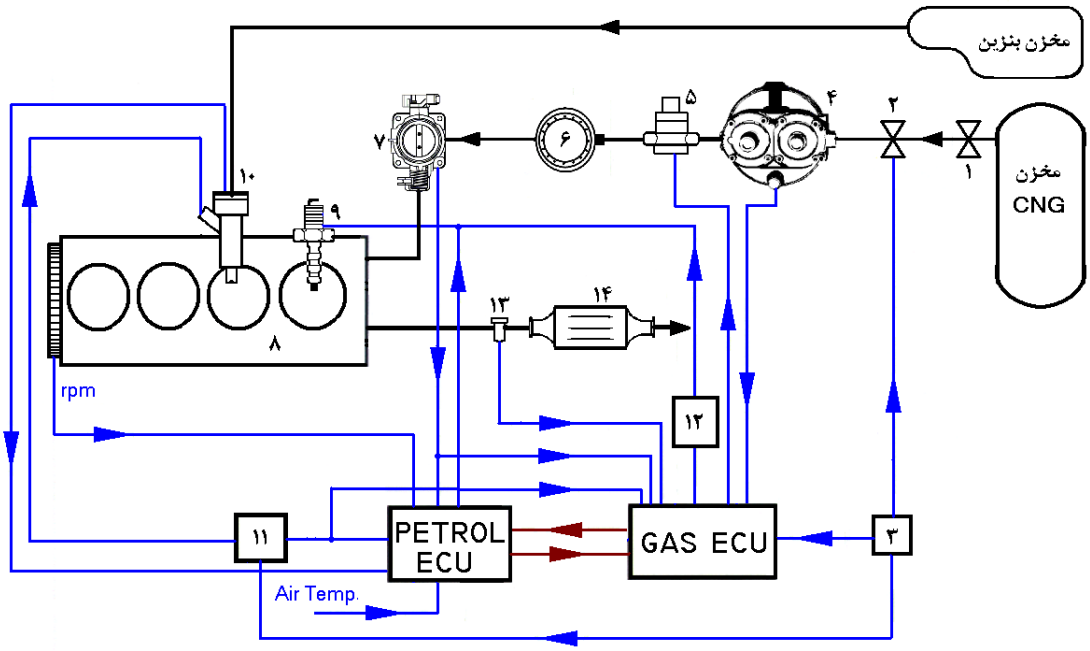
تشریح عملکرد کیت های نسل دوم

عملکرد این دسته از کیت ها به صورت شماتیک در شکل زیر نشان داده شده است. دراین نسل نیز برای اختلاط گاز و هوا از میکسر استفاده می شود. تفاوت عمده ای که در نحوه کار این کیت با نسل های قبل وجود دارد استفاده از یک سیستم کنترلی مدار بسته برای تنظیم نسبت هوا به سوخت است. در واقع ECU گاز (ECUg) سیگنالی را که ECU بنزین (ECUp) برای باز شدن انژکتور بنزین (Pi) ارسال می کند دریافت کرده و بعد از تصحیح آن بر اساس تفاوت های بنزین و گاز فرمان لازم را برای موتور پله ای (Sm) که قبل از میکسر قرار دارد ارسال می کند. به این ترتیب ECU گاز از پردازشی که در ECU بنزین روی اطلاعات ورودی حسگرها انجام شده است لذا این پیکر بندی از نوع اصلی – فرعی است.

در کیت نشان داده شده در شکل مجموعه پیش انداز جرقه داخل ECU تعبیه شده است. شبیه ساز پاشش هم کاملاً مانند آنچه در نسل دوم تشریح شد عمل می کند. در بعضی از سیتم های انژکتوری بنزینی از الگوهای تطبیقی کنترل استفاده می گردد لذا با تغییر محسوس داده های ورودی از حسگرها به خصوص حسگر اکسیژن تصحیحاتی در نگاشت اولیه ECU بنزین اعمال می گردد. برای دو سوخته کردن این نوع از خودروها ملاحظات خاصی لازم است. برای مثال در حالت استفاده از گاز داده های حسگر اکسیژن باید شبیه سازی شوند تا اصلاحات ECU بنزین که با فرض استفاده از سوخت بنزین است بر الگوریتم کنترل اعمال نشود. در کیت نمایش داده شده در شکل شبیه ساز سنسور اکسیژن در داخل ECU گاز قرار دارد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir



۱.شیر مخزن گاز	۸- موتور
۲.شیر سلونوئیدی گاز	۹- شمع
۳.سوییچ تبدیل	۱۰- انژکتور گاز
٤.رگلاتور	۱۱- امولاتور
٥. شیر موتور پله‌ای	۱۲- پیش انداز زمان

شماتیک کیت گازسوز نسل دوم

نسل سوم

قابل توجه ترین پیشرفت در کیت های نسل سوم نسبت به نسل قبل استفاده از انژکتورهای پاشش گاز به جای میکسرها است. با این تغییر تمام تجهیزات سیستم سوخت رسانی قطعاتی الکترونیکی خواهند بود. این به معنای دقت بیشتر و قابلیت کنترل بهتر است. تفاوت کلید سوخت رسانی به وسیله انژتور با میکسر منقطع بودن جریان سوخت در انژکتورها و پیوستگی آن در میکسر یا تجهیزات مشابه است. این امر کنترل زمان پاشش سوخت و میزان آن را دراختیار واحد کنترل کنند ه قرار می دهد که منجر به بالا رفتن دقت و کیفیت کنترل در این کیت ها می شود. در این نسل به علت الکترونیکی بودن تمامی قطعات امکان عیب یابی خودکار توسط ECU های گاز و بنزین فراهم می گردد. ویژگی های این نسل را می توان به صورت زیر خلاصه نمود :

۱- استفاده از قطعات الکترونیکی پیشرفته برای کنترل جریان گاز.

۲- سیستم پاشش گاز در این نسل از کیت ها تک نقطه ای یا چند نقطه ای است.

۳- زمان پاشش و تنظیم میزان سوخت در انژکتورها به صورت گروهی است.

۴- دارا بودن قابلیت عیب یابی الکترونیکی.

۵- پیکر بندی ECU گاز نسبت به بنزین می تواند به صورت اصلی – فرعی یا مستقل باشد.

۶- سطح کیفی بالای قطعات الکترونیکی.

۷- کنترل دقیق نسبت هوا به سوخت.

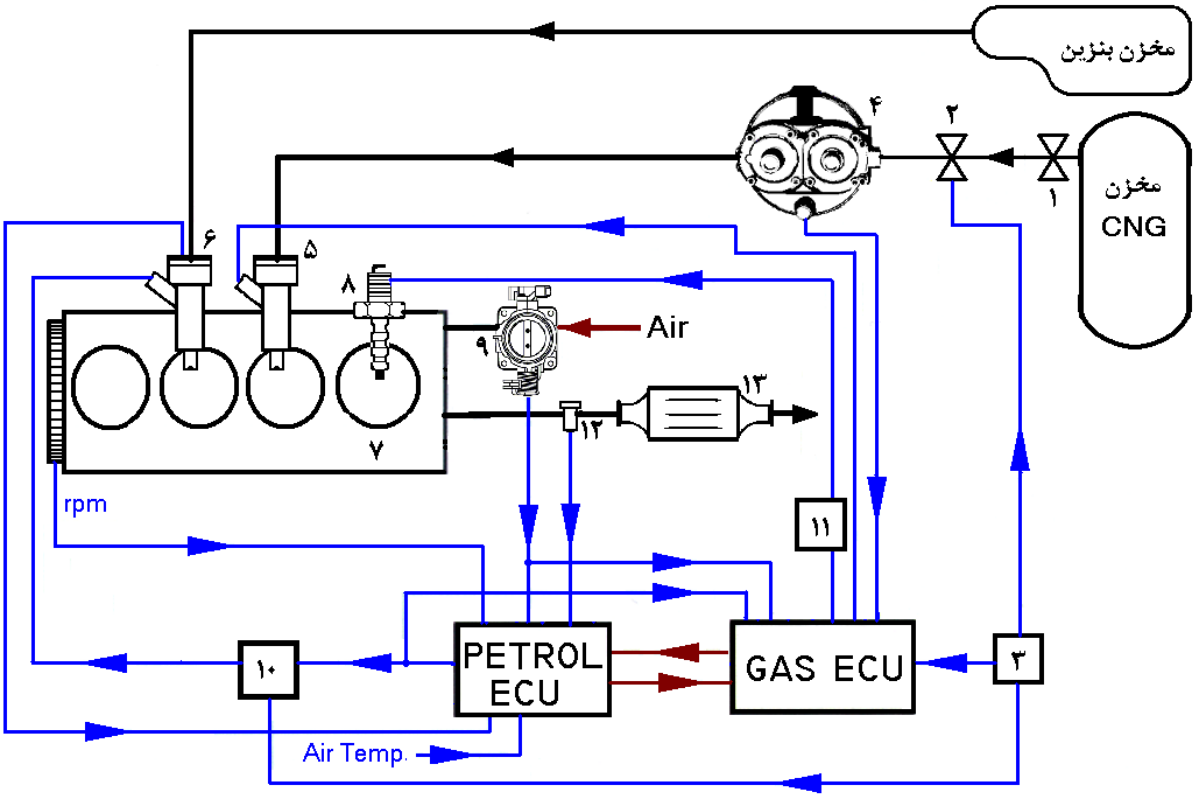
۸- قابلیت بالا در کاهش آلاینده ها و تولید توان با افت کمتر.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

تشریح عملکرد کیت های نسل سوم

همان طور که در شکل زیر مشهود است عملکرد این نسل از کیت ها با نسل دوم تفاوت زیادی ندارد. سیستم کنترلی مدار بسته نیز به طور مشابه عمل می کند. تنها تفاوت در این است که به جای مجموعه موتور پله ای و میکسر از انژکتورهای گـاز (Gi) استفاده می‌شود.



۱.شیر مخزن گاز
۲.شیر سلونوئیدی گاز
۳.سوییچ تبدیل
٤.رگلاتور
٥. انژکتور گاز
۸- شمع
۹- سنسور د ریچه گاز
۱۰- امولاتور
۱۱- پیش انداز زمان جرقه
۱۲- سنسور اکسیژن

شماتیک کیت گازسوز نسل سوم

نسل چهارم

این نسل شامل پیشرفته ترین و پیچیده ترین کیت های گازسوز ارائه شده توسط سازندگان کیت است. برای رسیدن بـه شـرایط سخت استانداردهای جدید آلودگی و نیز توان تولیدی قابل رقابت با بنزین تمامی امکانات موجود در این نسل از کیـت هـا بـه کار گرفته شده است. مجموعه ای شامل تجهیزات دقیق الکترونیکی الگوریتم های کارآمد کنترل و الگوهای نوین عیب یـابی زمینه ظهور این دسته ازکیت ها را فراهم کرده اند. البته کسب این مزایای قابل توجه به بهای افزایش هزینه و قیمـت تمـام شـده در این نوع از کیت ها است. ویژگی بارز این نسل نسبت به نسل سوم استفاده از تکنولوژی سیستم پاشـش سـوخت نـوبتی چنـد نقطه ای است. دراین سیستم به جای استفاده از پاشش گروهی درانژکتورها هر انژکتور به طور جداگانه کنترل می شود و زمان پاشش و میزان آن در هر انژکتور به وسیله ECU گاز تعیین می گردد لذا دقت کنترل نسبت هوا به سـوخت در ایـن موتورهـا بسیار بالاست.

https://autolibrary.ir

موارد زیر را می توان به عنوان مشخصات اصلی این نسل نام برد.

۱- سیستم پاشش گاز در این نسل از کیت ها چند نقطه ای است.

۲- سیستم پاشش گاز در این نسل از کیت ها چند نقطه ای است.

۳- کنترل زمان پاشش و تنظیم میزان سوخت برای هر انژکتور به صورت جداگانه.

۴- استفاده از تجهیزات الکترونیکی دقیق برای کنترل دقیق نسبت هوا به سوخت.

۵- قابلیت عیب یابی الکترونیکی پیشرفته.

۶- استفاده از انژکتورهای فشار بالا (۸ bar).

۷- هزینه و قیمت بالا.

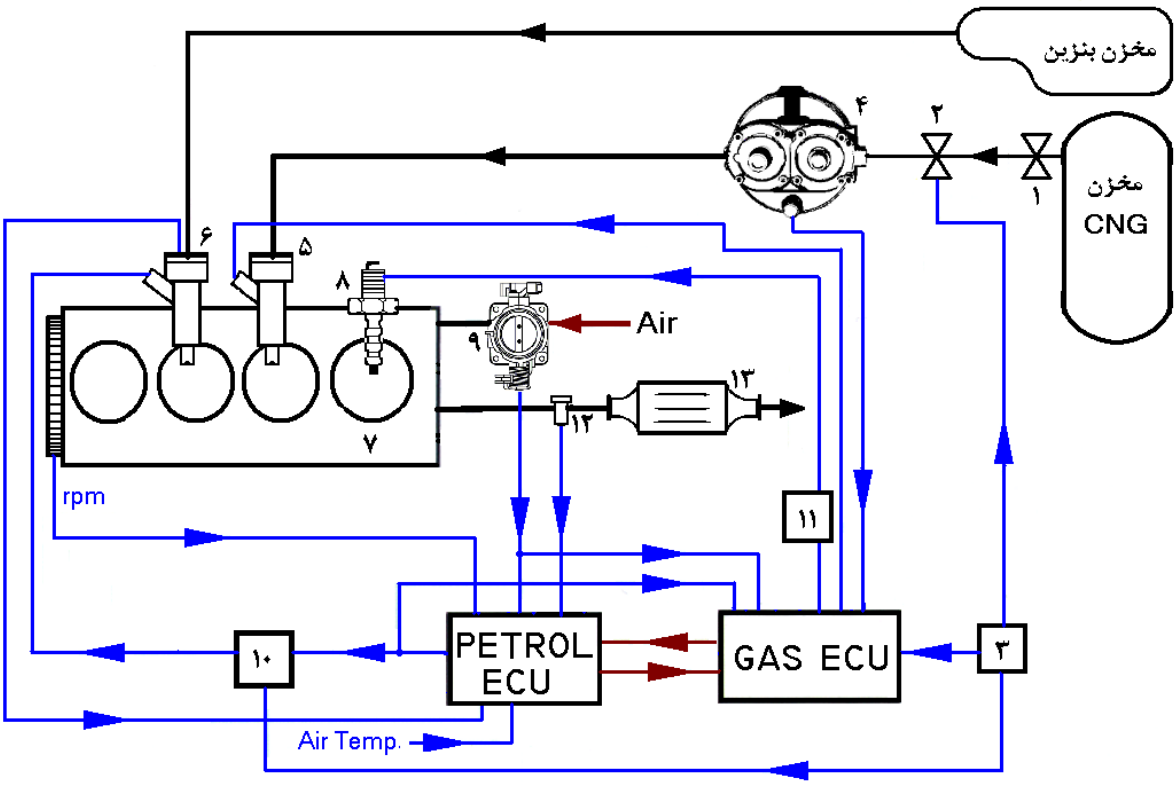
۸- پیکر بندی ECU.

۹- پیکر بندی ECU گاز نسبت به بنزین می تواند به صورت اصلی – فرعی یا مستقل باشد.

۱۰-سطح آلاینده های تولیدی بسیار پایین بوده و کم ترین حد افت توان را داراست.

تشریح عملکرد کیت های نسل چهارم

به لحاظ ظاهری این نسل از کیت ها کاملاً شبیه کیت های نسل سوم با سیستم پاشش چند نقطه ای هستند. بنابراین شکل زیر می تواند نمایانگر اصول کلی کارکرد این نسل باشد. همان طور که تشریح شد تفاوت این دو نسل در نحوه کنترل و پاشش انژکتورهای گاز است.



۱.شیر مخزن گاز
۲.شیر سلونوئیدی گاز
۳.سوییچ تبدیل
٤.رگلاتور
۵. انژکتور گاز
۸- شمع
۹- سنسور د ریچه گاز
۱۰- امولاتور
۱۱- پیش انداز زمان جرقه
۱۲- سنسور اکسیژن

شماتیک کیت گازسوز نسل چهارم

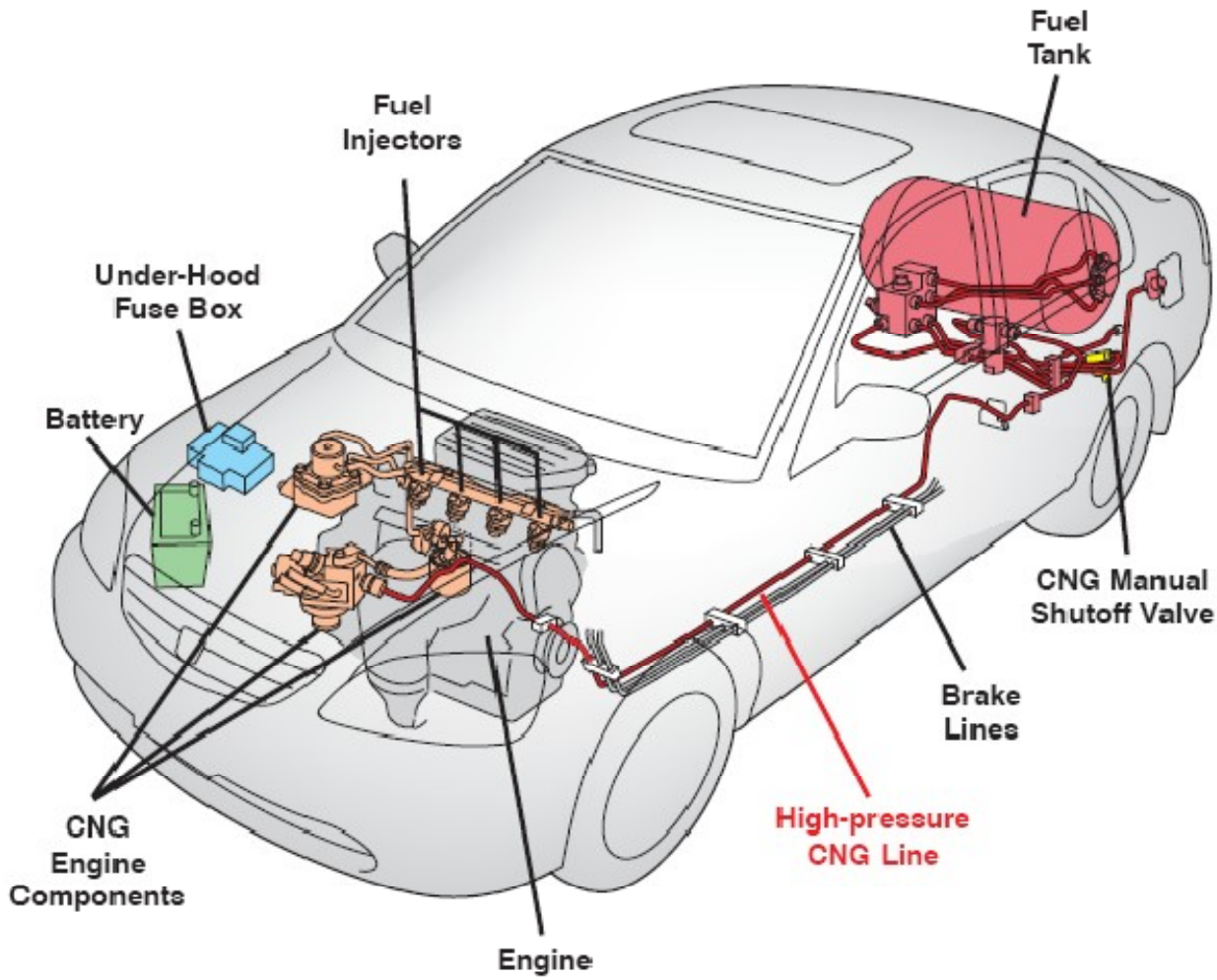
https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

اجزاء مکانیکی کیت گازسوز

اجزاء مکانیکی بکار رفته در نسل‌های مختلف کیت‌های گازسوز عبارتند از:

۱. مخزن ذخیره سوخت CNG
۲. شیر دستی جهت کنترل جریان سوخت بصورت دستی
۳. وسیله اطمینان کاهش فشار (PRD)
۴. شیر یکطرفه جهت جلوگیری از برگشت جریان سوخت
۵. شیر جلوگیری از جریان اضافی
۶. لوله‌های فشار قوی
۷. رگلاتور فشار
۸. لوله‌های فشار ضعیف (شیلنگ‌ها)
۹. میکسر یا مخلوط کننده هوا و گاز (فقط در کیتهای میکسری)
۱۰. بست‌ها و اتصالات نگهدارنده
۱۱. مجموعه پرکن گاز (با لوله و اتصلات آن)



https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

آشنایی با نحوه نصب و جانمایی اجزای مکانیکی کیت تبدیل

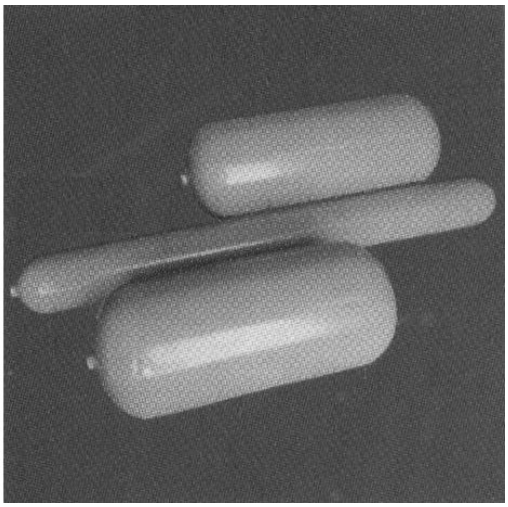
در این بخش به بررسی ساختار و نحوه عملکرد اجزاء مکانیکی بکار رفته در کیت‌های گازسوز می‌پردازیم.

مخزن ذخیره CNG

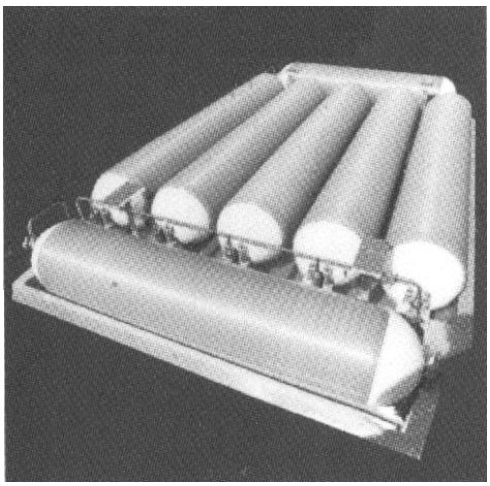
از مخازن برای ذخیره سازی سوخت CNG در فشار ۲۰۰ بار استفاده می‌شود. طی سالهای اخیر با توسعه خودروهای گازسوز مخازن ذخیره CNG نیز توسعه یافته‌اند و نسبت وزن به حجم آنها کاهش یافته است.

مخازن درابتدا از فولاد ساخته شدند ولی امروزه چهار نوع مخزن سوخت CNG وجود دارد که عبارتند از:

مخزن نوع اول: این مخازن بدون درز و از جنس فولاد یا آلیاژ آلومینیوم هستند که پس از طراحی باید آزمونهای عملکردی مربوط به مخازن را با موفقیت پشت سرگذارند. (مخازن فولادی)

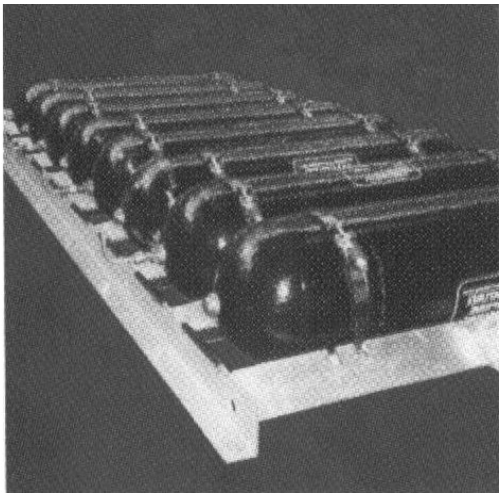


مخزن نوع دوم: این مخازن دارای یک لایه داخلی از جنس فولاد یا آلومینیوم بدون درز است و قسمت استوانه‌ای این لایه داخلی توسط الیاف شیشه آرامید کربن یا مخلوطی از آنها که آغشته به رزین است بصورت محیطی پیچیده شده است. بنابراین بکارگیری ساختار کامپوزیتی در این مخازن امکان کاهش ضخامت لایه فولادی را فراهم می‌آورد و وزن مخزن کاهش می‌یابد. (مخازن فولادی کمرپیچ شده)

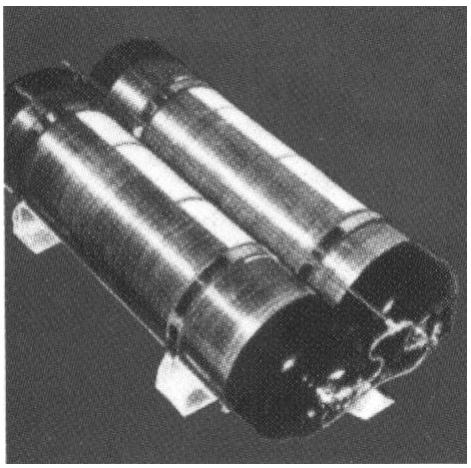


https://autolibrary.ir

مخزن نوع سوم: این مخازن نیز دارای یک لایه داخلی از جنس فولاد یا آلومینیوم بدون درز بوده و کل این لایه داخلی توسط الیاف کامپوزیت آغشته به رزین در جهات محوری و محیطی پیچیده شده است. این مخازن نسبت وزن به حجم کمتری نسبت به مخازن نوع دوم دارند. (مخازن فولادی تمام پیچیده)



مخزن نوع چهارم : این مخازن دارای یک لایه داخلی از جنس پلیمر بدون درز هستند و کل این لایه داخلی توسط الیاف کامپوزیت آغشته به رزین پیچیده شده است و ساختار تمام کامپوزیتی این مخازن سبب کاهش وزن آنها شده است. این مخازن کمترین نسبت وزن به حجم را دارند. (مخازن تمام کامپوزیت)



استانداردهای ساخت مخازن CNG

رشد و توسعه خودروهای گازسوز و اینکه ایمنی اولین دغدغه در طراحی و استفاده از مخازن آنها بوده موجب توسعه استانداردهای متعدد ملی و بین المللی در این زمینه بوده است. جدول زیر گروهی از استانداردهای ملی و بین المللی مرتبط با مخازن را نشان می دهد:

کد استاندارد	سازمان حمایت کننده
ISO 11439	ISO-IANGV
ECER 110	سازمان ملل
ANSI/CSA NGV2	موسسه استاندارد کانادا
ANCSA B5 PT2	کانادا

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

استانداردهای مذکور در جدول فوق تا حد معقولی با یکدیگر هماهنگ هستند و الزامات فنی آنها با یکدیگر یکپارچه است.در نتیجه مخزنی که الزامات یک استاندارد را پشت سر بگذارد به احتمال قوی الزامات سایر استانداردها را نیز برآورده خواهد نمود. این استانداردها مانند سایر استانداردها عملکرد محور هستند و وارد جزئیات پروسه ساخت و مواد نمونه نمی شوند. به این دلیل در صورت رعایت نکات ایمنی و قابلیت اعتماد، امکان ورود فن آوری های جدید را به این حیطه فراهم می نماید.آزمونهای ارزیابی کیفی این استانداردها نماینده الزامات استفاده میدانی هستند و به آسیب، مقاومت محیطی و دوام، عمرکاری ۲۰ ساله مخزن مرتبط هستند. برآورد این الزامات آزمون، ایمنی را طی عمر کاری مخزن تضمین می نماید. شایان ذکر است که در ایران از استاندارد ISO 11439 برای ساخت مخازن استفاده می شود.

آزمونهای مخازن CNG

آزمونهای مخزن را می توان بر اساس هدف آنها به سه نوع رده بندی کرد. هر یک از آزمونهای مرتبط در یکی از این رده ها قرار می گیرند. این سه رده عبارتند از:

آزمون تحمل آسیب

که شامل آزمون نفوذ گلوله، آزمون سقوط ، آزمون تحمل خرابی(تحمل شکاف)، آزمون تصادف می باشد.

آزمون محیطی

شامل شرایطی حدی محیطی که مخزن در طول عمر کاری خود می تواند با آن موجه شودف می باشد. این شرایط عبارتند از قرار گیری مخزن در معرض مایعات خورنده، دماهای حدی بالا و پایین، گسیختگی تحت تنش موضعی و قرار گیری در معرض آتش.

آزمون چرخه عمر

آزمون چرخه عمر به توانایی مخزن برای عملکرد صحیح در کل طول عمر کاری خود مرتبط است. آزمونهایی که شبیه سازی این دوام را انجام می دهند عبارتند از :

آزمون ترکیدن، چرخه فشار در دمای محیط ، نشت پیش از شکست و چرخه گاز طبیعی در ذیل به شرح هر یک از آزمون‌های فوق می پردازیم.

آزمون مواد اولیه

در این آزمون بسته به مورد، آزمون‌های مقاومت کششی، خوردگی، مقاومت در برابر بار وارده، ضربه، ترک‌خوردگی تحت تنش سولفیدی و در مورد لایه‌های داخلی پلاستیکی، آزمون‌های خمیری‌شدن و خزش در دماهای بالا در مورد مخزن انجام می‌شوند.

آزمون چرخه فشار در دمای محیط

در این آزمون مخازن نمونه با یک سیال غیرخورنده پر شده و تحت چرخه فشار ۲۰ bar تا ۲۶۰ bar قرار می‌گیرند. نرخ چرخه فشار باید کمتر از ۱۰ چرخه در هر دقیقه باشد. مخازن نباید پیش از رسیدن به ۱۰۰ برابر عمرکاری (برحسب سال) خراب شوند.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

آزمون ترکیدن تحت فشار هیدرواستاتیک

در این آزمون، نمونه‌ها با آب پر شده و تا مرحله ترکیدن تحت فشار قرار می‌گیرند که باید حداقل فشار ترکیدن در طراحی برای مخزن تعیین‌شده را پشت سر بگذارند که این حداقل فشار از ۴۵۰ bar کمتر نخواهد بود.

آزمون نشت پیش از شکست

در این آزمون، مخازن نمونهٔ تکمیل‌شده، تحت چرخه فشار بین ۲۰ bar الی ۳۰۰ bar قرار می‌گیرند. نرخ چرخه فشار باید کمتر از ۱۰ چرخه در هر دقیقه باشد. این مخازن باید بر اثر نشت مردود شوند و نه گسیختگی، یا این که بیش از ۴۵۰۰۰ چرخه مقاومت کنند.

آزمون تحمل خرابی (ایجاد شکاف بر روی بخش مواد مرکب)

این آزمون تنها برای مخازن نوع ۲، ۳ و ۴ به‌کار می‌رود. دو شکاف، یکی به‌طول ۲۵ mm و به‌عمق ۱/۲۵ mm و دیگری به‌طول ۲۰۰ mm و عمق ۰/۷۵ mm در جهت طولی، روی جداره مخزن ایجاد می‌شوند و مخزن در دمای محیط تحت فشار ۲۰ bar تا ۲۶۰ bar قرار می‌گیرد. چرخه فشار ابتدا به تعداد ۳۰۰۰ چرخه و پس از آن به‌تعداد ۱۲۰۰۰ چرخهٔ دیگر انجام می‌شود. مخزن در چرخهٔ اول نباید گسیخته شود ولی در ۱۲۰۰۰ چرخهٔ بعدی می‌تواند دچار نشتی شود. کلیهٔ مخازنی که تحت این آزمون قرار می‌گیرند پس از اتمام آزمون باید از رده خارج شوند.

آزمون قرارگیری در معرض آتش

این آزمون، به‌منظور حصول اطمینان از عملکرد صحیح وسیلهٔ اطمینان تخلیهٔ فشار و شیر مخزن انجام می‌شود و بسته به مورد، یک یا دو مخزن، از گاز طبیعی پر شده و به‌صورت افقی با فاصلهٔ ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از منبع آتش قرار می‌گیرند. منبع آتش باید ۱/۶۵ متر طول داشته و کل قطر مخزن را بپوشاند. در این آزمون مخزن نباید منفجر شود و باید گاز از وسیلهٔ اطمینان تخلیه فشار، تخلیه شود. در طی این آزمون دمای سطح مخزن حداقل توسط سه ترموکوپل اندازه‌گیری می‌شود. درطی ۵ دقیقه بعد از آغاز اشتعال، دست‌کم باید یکی از ترموکوپل‌ها دمایی برابر یا بیشتر از ۵۹۰ درجهٔ سانتی‌گراد را نشان دهد. این حداقل دما باید در تمام طول آزمایش حفظ شود. یک لایهٔ فلزی محافظ برای جلوگیری از تماس مستقیم شعله با شیرآلات باید درنظر گرفته شود ولی لایه نباید با آن‌ها تماس داشته باشد. درحین انجام آزمون مخزن، شیرآلات، لوله‌ها و اتصالات نباید دچار خرابی شوند.

آزمون نفوذ گلوله

یک مخزن با گاز فشرده تا فشار ۲۰۰ bar پر شده و تحت شلیک یک گلوله جنگی با قطر ۷/۶۲ mm قرار می‌گیرد. گلوله باید طوری به مخزن اصابت کند که از یک سمت دیواره مخزن عبور کند. مخزن نباید دچار گسیختگی یا انفجار شود. در مخازن نوع ۲، ۳ و ۴ باید گلوله تحت زاویه ۴۵ درجه به جداره مخزن برخورد کند.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

آزمون مقاومت برشی رزین

در این آزمون یک پولک نماینده پوشش کامپوزیت، طبق استاندارد معادل، تحت آزمون قرار می‌گیرد، پس از ۲۴ ساعت جوشاندن در آب، ماده کامپوزیت باید حداقل استقامت برشی ۱۳/۸ MPa را داشته باشد.

آزمون محیط اسیدی

ناحیه‌ای از سطح مخزن به‌صورت دایره‌ای به قطر ۱۵۰ mm که تحت فشار هیدرواستاتیک ۲۶۰ bar است به‌مدت ۱۰۰ ساعت در معرض محلول اسید سولفوریک با غلظت ۳۰ درصد (اسید باتری با وزن مخصوص ۱/۲۱۹) قرار می‌گیرد و تا مرحلهٔ ترکیدن افزایش می‌یابد. فشار ترکیدن باید بیش از ۸۵ درصد حداقل فشار طراحی ترکیدن باشد.

آزمون خزش در دمای بالا

این آزمون برای تمام مخازن نوع ۲، ۳ و ۴ که دمای گذر شیشه‌ای‌شدن رزین تشکیل‌دهندهٔ کامپوزیتی آن‌ها از ۱۰۲ درجه سانتی‌گراد بیشتر نیست باید انجام گیرد. در این آزمون، مخزن در دمای ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۲۰۰ ساعت تحت فشار ۲۶۰ bar قرار می‌گیرد. سپس تحت آزمون هیدرواستاتیک، آزمون نشت و آزمون ترکیدن با فشار هیدرواستاتیک قرار می‌گیرند که باید در همه آزمون‌ها قبول شود.

آزمون تسریع گسیختگی ناشی از تنش

در این آزمون یک مخزن در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد تحت فشار هیدرواستاتیک ۲۶۰ bar قرار می‌گیرد. مخزن به‌مدت ۱۰۰۰ ساعت تحت این فشار نگه داشته می‌شود. سپس مطابق معمول، آزمون ترکیدن تحت فشار هیدرواستاتیک تا فشار ترکیدن روی آن انجام می‌شود با این تفاوت که این بار فشار ترکیدن باید از ۸۵ درصد حداقل فشار طراحی برای ترکیدن، فراتر رود.

آزمون چرخه فشار در دمای بالا و پایین

در مرحله اول ابتدا مخزن را ۴۸ ساعت در فشار صفر نسبی، در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد یا بالاتر و در محیطی با رطوبت بیشتر از ۹۵ درصد قرار می‌دهند سپس در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۵ درصد، ۵۰۰ چرخه، مخزن را تحت فشار متناوب بین ۲۰ bar تا ۲۶۰ bar قرار می‌دهند. نرخ فشار سیکلی اعمال‌شده باید کمتر از ۱۰ سیکل در دقیقه باشد. در مرحلهٔ بعد مخزن در دمای ۴۰- درجهٔ سانتی‌گراد، ۵۰۰ برابر عمرکاری برحسب سال، تحت فشار متناوب بین ۲۰ bar تا ۲۰۰ bar قرار می‌گیرد. نرخ فشار سیکلی اعمال‌شده باید از ۳ سیکل در دقیقه کمتر باشد. با انجام مراحل فوق نباید هیچ‌گونه خرابی، نشتی یا جدایی الیاف به‌وجود بیاید. در مرحلهٔ دمای بالا مخزن تحت آزمون هیدرواستاتیک قرار می‌گیرد تا خراب شود. حداقل فشار ترکیدن باید برابر ۸۵ درصد حداقل فشار ترکیدن طراحی باشد. درصورتی‌که مخازن از نوع ۴ باشند قبل از این‌که مخزن تحت آزمون ترکیدن هیدرواستاتیک قرار بگیرد باید آزمون نشت روی آن انجام شود.

آزمون سقوط

یک یا چند مخزن تکمیل‌شده بدون اعمال فشار داخلی و نصب شیر، در دمای محیط تحت آزمون قرار می‌گیرند. یک مخزن به‌صورت افقی از فاصله ۱/۸ متری از سطح رها می‌شود. یک مخزن به‌صورت عمودی به‌گونه‌ای رها می‌شود که انرژی پتانسیل آن ۴۸۸ ژول باشد، ولی در هیچ حالتی ارتفاع عدسی پایین مخزن نباید از ۱/۸ متر بیشتر باشد. یک مخزن نیز باید تحت زاویه

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

۴۵ درجه از ارتفاعی روی عدسی رها شود به‌طوری‌که فاصله مرکز گرانش آن از زمین ۱/۸ متر باشد. پس از این آزمون، مخزن در ۳۰۰۰ چرخه در دمای محیط تحت چرخهٔ فشار بین ۲۰ bar الی ۲۶۰ bar قرار گرفته و سپس تحت ۱۲۰۰۰ چرخهٔ دیگر قرار می‌گیرد. مخزن در ۳۰۰۰ چرخهٔ اول نباید دچار نشتی یا گسیختگی شود ولی در ۱۲۰۰۰ چرخه بعدی می‌تواند فقط دچار نشتی شود.

آزمون گشتاور نافی

بدنه مخزن باید در برابر چرخش مهار شود و گشتاوری معادل با دو برابر گشتاور مشخص‌شده توسط سازنده برای نصب شیر یاوسیلهٔ اطمینان تخلیه فشار به هر نافی انتهایی مخزن وارد می‌شود. گشتاور ابتدا باید در جهت بستن اتصال رزوه‌ای و سپس درجهت باز کردن آن و نهایتاً دوباره درجهت بستن اعمال شود. سپس مخزن در معرض آزمون نشت قرار می‌گیرد.

آزمون نفوذ پذیری گاز

در این آزمون یک مخزن تکمیل‌شده با گاز طبیعی فشرده در فشار کاری پر می‌شود و در دمای محیط در یک اتاقک بسته قرار می‌گیرد. سپس به‌مدت ۵۰۰ ساعت از نظر نشتی مورد بررسی قرار می‌گیرد. میزان نفوذپذیری نباید از ۰/۲۵ میلی‌لیتر گاز طبیعی بر ساعت در هر لیتر گنجایش آبی مخزن، فراتر رود. سپس مخزن برش زده شده و سطح داخلی آن از نظر وجود هرگونه نشانهٔ ترک یا خرابی، بازرسی می‌شود.

آزمون چرخه گاز طبیعی

در این آزمون باید ایمنی کافی رعایت شود. پیش از این آزمون طراحی، مخزن باید آزمون‌های نشت، ترکیدن تحت فشار هیدرواستاتیک، چرخه فشار در دمای محیط و نفوذپذیری را با موفقیت پشت‌سر گذاشته باشد. در این آزمون یک مخزن با اعمال فشار با گاز طبیعی، بین کمتر از ۲۰ bar الی فشار کاری، تحت ۱۰۰۰ چرخه قرار می‌گیرد. مدت زمان پرشدن مخزن باید حداکثر ۵ دقیقه باشد. سپس مخزن تحت آزمون نشت قرار می‌گیرد و پس از تکمیل آزمون‌ها مخزن برش زده شده و از نظر وجود هرگونه نشانه خرابی نظیر ترک خوردگی ناشی از خستگی یا تخلیه الکترواستاتیکی مورد بازرسی قرار می‌گیرد.

همواره برای بکارگیری مخازن در خودروهای گازسوز لازم است یک سری وسایل اطمینان و کنترل جهت کنترل جریان سوخت خروجی از مخازن و حصول ایمنی لازم بهمراه مخازن بکار گرفته شود که این تجهیزات را اصطلاحاً ملحقات مخزن نیز می‌نامند. شیر دستی مخزن شیر اتوماتیک مخزن شیر جلوگیری از جریان اضافی و وسیله اطمینان کاهش فشار (PRD) جزو این تجهیزات هستند که در ادامه به بررسی آنها می‌پردازیم.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

شیر دستی جهت کنترل جریان سوخت CNG

از این شیرهای برای کنترل جریان سوخت CNG در قسمت‌های مختلف سیستم گازسوز بصورت دستی استفاده می‌شود. از نظر ساختاری این شیرها دارای انواع گوناگونی نظیر شیرهای توپی پروانه‌ای گوه‌ای و مخروطی می‌باشند. از پارامترهای مهم در عملکرد این شیرها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱. میزان نشتی اولیه شیر در نشیمنگاه
۲. گشتاور لازم جهت باز و بسته شدن شیر بصورت دستی
۳. با اعمال گشتاور مورد نیاز برای باز و بسته کردن شیر شیر باید بطور کامل باز یا بسته شود.
۴. شیر در حالت بسته نباید هیچگونه نشتی گاز داشته باشد.

شکل زیر نمونه‌هایی از شیرهای دستی بکار رفته در سیستم‌های گازسوز خودروها را نشان می‌دهد.

اگر این شیر دستی بمنظور کنترل جریان گاز ورودی و خروجی مخزن CNG بر روی آن نصب گردد به آن شیر دستی مخزن می‌گوییم. علت اصلی نصب این شیر بر روی مخزن آن است که در مواقع بروز اشکال یا نشتی جزیی در سیستم بتوان بطور دستی جریان سوخت CNG را از مخزن قطع نموده و برای رفع عیب سیستم اقدام نمود.

وسیله اطمینان تخلیه فشار (PRD)

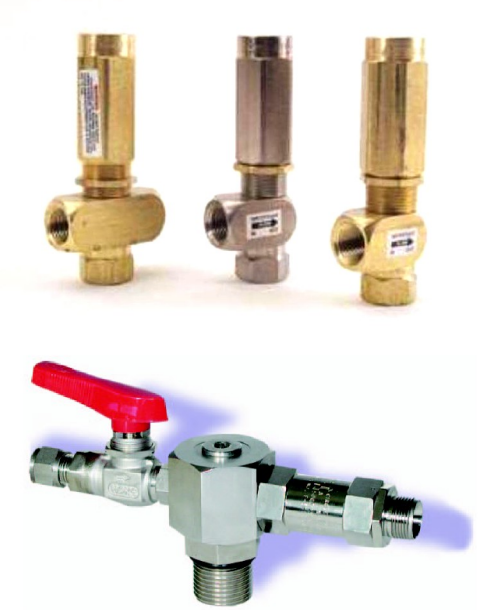
وسیله اطمینان تخلیه فشار برای تخلیه گاز درون مخزن در صورت افزایش فشار بیش از حد در نظر گرفته شده است. از آنجا که عملکرد این وسیله مستقیماً با ایمنی مخازن مرتبط است لازم است که تحت شرایط کاری خودرو و مخازن هیچگونه خللی در کار این وسیله بوجود نیاید.

معمولاً PRD را درون شیر مخزن تعبیه می‌کنند و مجرایی برای آن در نظر می‌گیرند تا در صورت افزایش بیش از حد فشار درون مخزن و پاره شدن دیسک بکار رفته در ساختار PRD جریان گاز از این مجرا خارج شود و فشار درون مخزن کاهش یابد و از انفجار مخزن جلوگیری گردد.

بدین ترتیب PRD بعنوان یک وسیله اطمینان فشار گاز درون مخزن را در شرایط مختلف نظیر سوختگیری سوانح آتش‌سوزی و... بصورت ایمن کنترل می‌کند.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir



وسیله اطمینان تخلیه فشار (PRD) و نمونه‌ای که به شیر دستی مخزن متصل است

بدلیل اهمیت بالایی که PRD در ایمنی خودرو دارد طراحی و ساخت آن تحت شرایط خاص و کنترل شده صورت می‌پذیرد و برای اطمینان از عملکرد آن پس از ساخت تحت تست‌های متعددی قرار می‌گیرد تا از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل شود. معمولاً PRD همراه با شیرهای سرمخزن و سایر تجهیزات بصورت یکپارچه ساخته می‌شوند و بر روی مخزن CNG نصب می‌گردند.

شیر یکطرفه

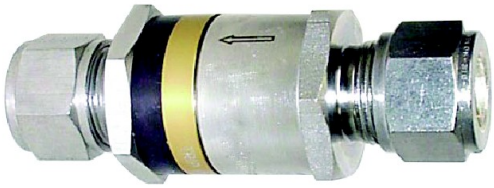
از این شیر برای جلوگیری از برگشت جریان در سیستم گازسوز خودرو استفاده می‌شود. ساختار این شیر همانطور که در شکل زیر دیده می‌شود به گونه‌ای است که فقط اجازه می‌دهد گاز در یک جهت از آن عبور کند و در صورت برگشت جریان گاز این شیر مسیر را مسدود می‌کند.

این شیر نیز همانند سایر شیرهای بکار رفته در سیستم گازسوز خودرو لازم است کاملاً آب‌بندی شده باشد و نشتی نداشته باشد. از موارد کاربرد این شیر در مجموعه پکیج مخازن این است که این شیر اجازه برگشت گاز تحت فشار را از مخزن به محیط خارجی نمی‌دهد.

شیر جلوگیری از جریان اضافی

مکانیزم این شیر به نحوی است که در صورت افزایش بیش از حد جریان عبوری از آن مسیر عبور گاز را مسدود می‌کند. این امر سبب می‌شود تا در مواردی مثل تصادف و سوانح که مسیر لوله فشار قوی یا اتصالات آسیب می‌بینند و گاز تحت فشار با شدت زیادی به محیط تخلیه می‌شود این شیر وارد عمل شده و مسیر عبور گاز را مسدود نماید که این عمل سبب جلوگیری از خروج بیش از حد گاز و انباشته شدن آن در اطراف خودرو و خطرات آتش‌سوزی و... می‌شود.

https://autolibrary.ir



شیر جلوگیری از جریان اضافی

همانطور که ذکر شد با افزایش گرادیان فشار در مسیر عبور گاز و افزایش بیش از حد جریان عبوری مکانیزم شیر وارد عمل شده و مسیر را مسدود می‌کند. این شیر نیز یکی از اجزایی است که بطور مستقیم با ایمنی خودرو و سرنشینان آن مرتبط است از اینرو طراحی و ساخت آن تحت فرایند خاص و کنترل شده صورت می‌پذیرد و پس از طراحی تست‌های متعددی برای حصول اطمینان از صحت عملکرد آن بر روی شیر انجام می‌گردد.

لوله‌های فشار قوی

از این لوله‌ها برای انتقال گاز از مخزن به رگلاتور فشار استفاده می‌شود. از آنجا که گاز موجود در مخازن تحت فشار بالایی ذخیره می‌شود این لوله‌ها باید با ضریب اطمینان کافی تحمل فشار گاز عبوری را داشته باشند. از اینرو معمولاً این لوله‌ها را از جنس فولاد و بصورت بدون درز چند لایه و دارای روکش می‌سازند. شکل زیر نمونه‌ای از لوله‌های فشار قوی را نشان می‌دهد.

لوله‌های فشار قوی

موارد مرتبط با ایمنی لوله‌های فشار قوی که مستقیماً با ایمنی سیستم گازسوز و خودرو مرتبط است عبارتند از :

۱. این لوله‌ها باید به نحوی نصب و محافظت شوند که هیچ‌گونه انسدادی در مسیر آنها بوجود نیاید و از بروز هر گونه تغییر شکل ظاهری در آنها جلوگیری گردد. لوله‌ها باید با بست‌ها و اتصالات نگهدارنده مناسب در فواصل کمتر از یک متر به بدنه خودرو متصل شوند. از جوش دادن یا استفاده از اتصالاتی که سبب صدمه دیدن لوله‌ها می‌شود باید جلوگیری گردد.

۲. لوله باید فاصله مناسب از قطعات متحرک خودرو و حداقل ۱۰۰ میلی‌متر فاصله از اگزوز خودرو در طول مسیر خود از مخزن تا رگلاتور داشته باشد. این لوله نباید از محلهای آسیب‌پذیر مثل زیر گلگیر یا محلهایی که امکان برخورد سنگ و شن و اجسام وجود دارد عبور کند. در صورت لزوم باید برای جلوگیری از برخورد اجسام به لوله از محافظ مناسب استفاده شود.

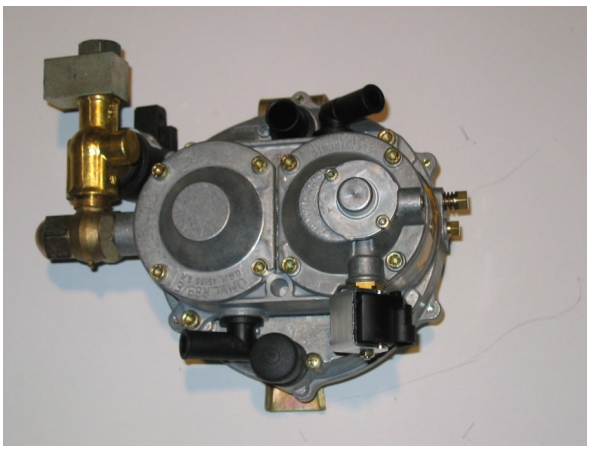
https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

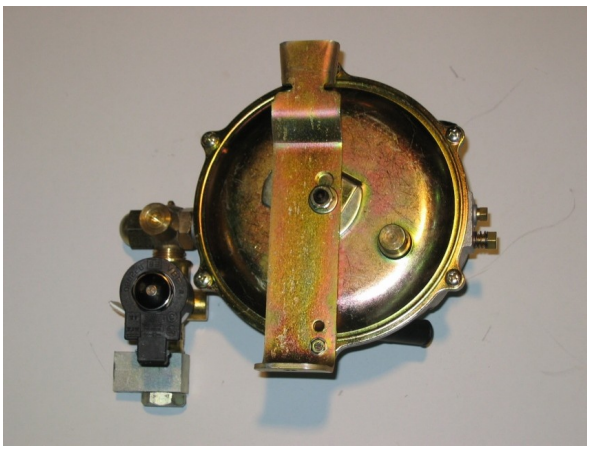
رگلاتور فشار

رگلاتور فشار وظیفه کاهش و تنظیم فشار از CNG درون مخازن را برای مصرف در موتور بعهده دارد. معمولاً رگلاتورها فشار گاز را بصورت مکانیکی در چند مرحله کاهش می‌دهند و بدین منظور از دیافراگم‌های خاص استفاده می‌کنند.

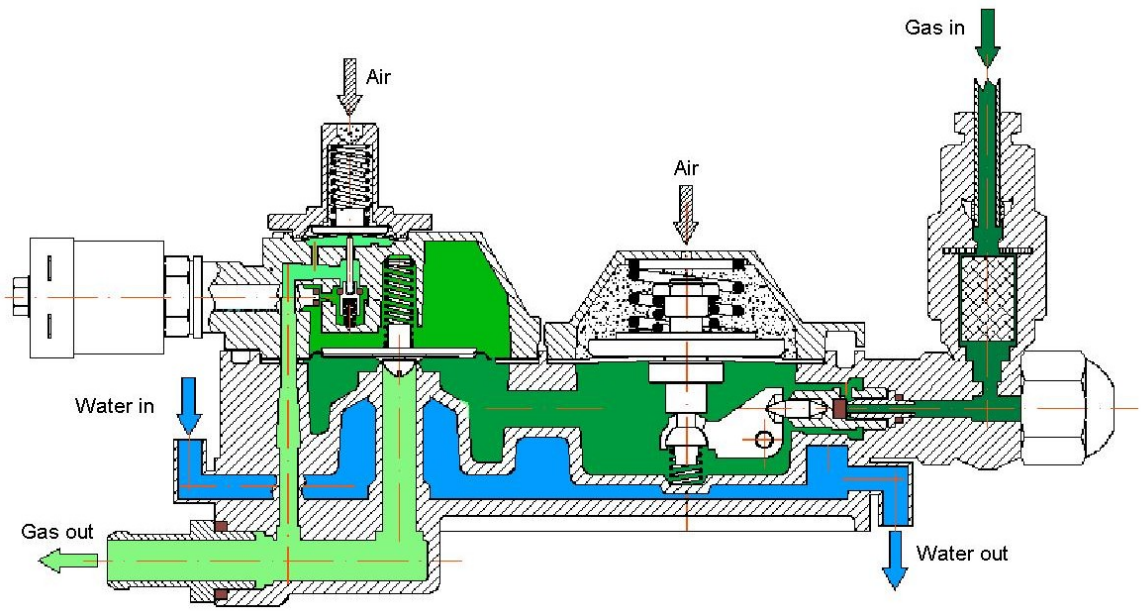
از آنجا که گاز در رگلاتور انبساط قابل توجهی می‌یابد معمولاً این انبساط توام با کاهش دما است و برای جلوگیری از یخزدگی رگلاتور نیاز به منبع گرمایی دارد. این انرژی گرمایی توسط آب خنک کننده موتور تأمین می‌شود و آب گرم از موتور وارد رگلاتور می‌شود و پس از انتقال حرارت به موتور برمی‌گردد. بدین ترتیب رگلاتور فشار در دو مرحله یا سه مرحله فشار بالای گاز درون مخازن را تا حدی که برای مصرف در موتور مناسب باشد کاهش می‌دهد. شکلهای ذیل نمونه‌هایی از رگلاتورهای مختلف و ساختار داخلی رگلاتور را که در خودروهای مختلف بکار می‌روند نشان می‌دهند. در برخی از خودروها از دو رگلاتور (رگلاتور فشار بالا ورگلاتور فشار پایین) جهت کاهش فشار در حد مناسب استفاده می‌شود.



نمونه‌ای از رگلاتور فشار (نمای روبرو)



نمونه‌ای از رگلاتور فشار (نمای پشت)



ساختار داخلی رگلاتور فشار

از آنجا که رگلاتور برای انتقال حرارت به آب موتور نیاز دارد معمولاً در محفظه موتور و در نزدیکی موتور نصب می‌شود ولی به بدنه خودرو که ثابت است و لرزش ندارد متصل می‌شود و به کمک شیلنگ‌های آب به مدار چرخش آب موتور اضافه می‌شود.

https://autolibrary.ir

شیلنگ‌ها یا لوله‌های فشار ضعیف

از لوله‌های فشار ضعیف (شیلنگ‌ها) برای انتقال گاز بعد از رگلاتور فشار استفاده می‌شود. بدین ترتیب این لوله‌ها گاز را از رگلاتور فشار به میکسر یا انژکتورهای گاز انتقال می‌دهند و جنس آنها معمولاً از لاستیکی یا کائوچوی مصنوعی است که توسط شبکه‌های سیمی یا نخی از اطراف تقویت شده‌اند و معمولاً بصورت چند لایه هستند. شکل زیر نمونه‌ای از شیلنگ‌های انتقال سوخت CNG را نشان می‌دهد.

شیلنگ‌های انتقال سوخت CNG (لوله‌های فشار ضعیف)

در خصوص نصب و بکارگیری این شیلنگ‌ها موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

۱. این لوله‌ها باید به میزان لازم انعطاف‌پذیر باشند تا در نصب شکل مناسب به خود بگیرند و اتصالات آنها بخوبی آب‌بندی گردد.
۲. فاصله بین رگلاتور تا میکسر (و در کیت‌ها میکسری موتور پله‌ای) یا انژکتورها باید طول مناسبی از شیلنگ قرار گیرد بطوریکه در اثر کاهش یا افزایش طول تحت کشش یا فشار در اتصالات قرار نگیرد.
۳. این لوله‌ها می‌توانند از جنس فولاد یا شیلنگ‌های انعطاف‌پذیر تقویت شده ساخته شوند.
۴. این لوله‌ها باید تحمل فشاری بیش از فشار گاز آن قسمت از سیستم گازسوز که در آن بکار رفته‌اند داشته باشند.
۵. جنس این لوله‌ها باید با گاز CNG سازگار باشد و از نظر شیمیایی ثبات لازم را دارا باشد.
۶. قطر در نظر گرفته شده برای این لوله‌ها باید متناسب با جریان عبوری از آنها باشد.
۷. این لوله‌ها نباید با قطعات متحرک در تماس باشند و نباید به آنها چیزی بسته شود یا توسط آنها نگهداشته شود زیرا ممکن است اتصالات آنها از حالت آب‌بندی خارج گردد یا اینکه جداره لوله صدمه ببیند.
۸. اتصالات این شیلنگ‌ها باید در برابر ارتعاشات ناشی از کار موتور مقاوم باشند تا در دراز مدت نشتی در سیستم بوجود نیاید و پس از نصب باید از عدم نشتی گاز از اتصالات اطمینان حاصل شود.

https://autolibrary.ir

میکسر

از آنجا که برای داشتن احتراقی مناسب نیاز به مخلوط همگنی از هوا و سوخت در سیلندرهای موتور وجود دارد میکسر عمل مخلوط کردن هوا و سوخت را انجام می‌دهد و این عمل در سیستم ورودی هوا به موتور انجام می‌شود. میکسرها از چند جهت دارای اهمیت زیادی در عملکرد موتور می‌باشند:

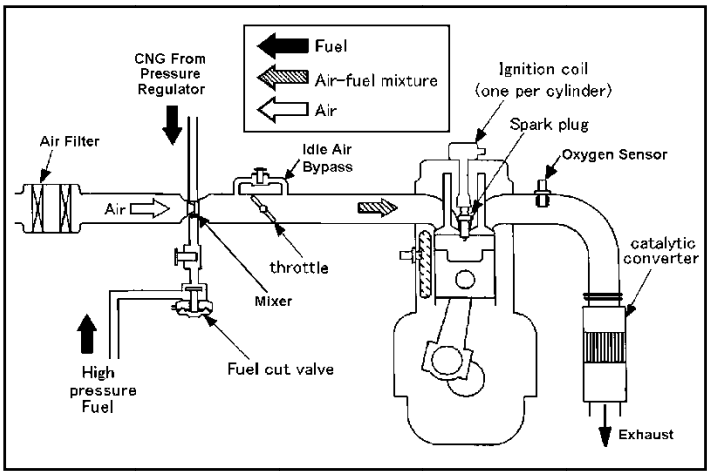
۱. تهیه مخلوط همگنی از هوا و سوخت که در کارکرد یکنواخت موتور لرزش آن و سر و صدای موتور تأثیر به سزایی دارد.

۲. اضافه شدن میکسر به سیستم ورودی هوای موتور سبب بوجود آمدن افت فشار در مسیر هوای ورودی به موتور می‌شود. هر چقدر میزان افت فشار حاصل از نصب میکسر کمتر باشد جریان هوا و سوخت بهتر به سیلندرها می‌رسد و بالتبع افت قدرت ناشی از نصب میکسر کمتر است.

عوامل فوق سبب شده‌اند که طراحان توجه زیادی به میکسر بکنند و میکسرهای متنوعی در خودروها بکار گرفته شوند. شکل زیر نمونه‌ای از میکسر سیستم گازسوز خودرو را نشان می‌دهد.

نمونه‌ای از میکسر سیستم گازسوز CNG

اصول کار میکسرها بدین ترتیب است که هنگام عبور هوا از میکسر بعلت شکل هندسی میکسر سرعت جریان هوای عبوری افزایش می‌یابد و این امر سبب کاهش فشار و ایجاد نوعی خلاء نسبی می‌گردد که این امر سبب مکش گاز به داخل میکسر و اختلاط آن با هوا می‌شود. قطر داخلی میکسر تأثیر زیادی بر میزان گاز مکیده شده به موتور دارد بطوریکه با افزایش قطر داخلی میکسر هوای عبوری از آن بیشتر و میزان مکش ایجاد شده کمتر می‌شود و برعکس. از اینرو در طراحی میکسر باید به این نکته توجه کافی بشود و پارامترهای طراحی میکسر به نحو بهینه انتخاب شوند تا عمکرد موتور در شرایط مختلف بهینه گردد. شکل زیر محل قرارگیری میکسر را در سیستم ورودی بصورت شماتیک نمایش می‌دهد.



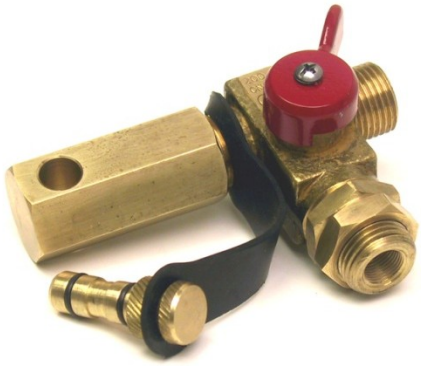
محل قرارگیری میکسر در سیستم ورودی هوای موتور

https://autolibrary.ir

مجموعه پرکن گاز

از مجموعه پرکن گاز برای سوختگیری خودروی گازسوز و ورودی گاز CNG به مخازن ذخیره استفاده می‌شود. این مجموعه شامل شیر سوختگیری و شیر یکطرفه است و بصورت استاندارد در دو نوع مختلف عرضه می‌شود. در نوع اول شیر سوختگیری در محفظه موتور نصب می‌شود و به آن شیر سوختگیری داخلی می‌گویند و برای سوختگیری لازم است درب موتور باز شود نوع دوم آن که متداول‌تر است شیر سوختگیری خارجی نام دارد که بر روی بدنه خودروی گازسوز نصب می‌شود و براحتی سوختگیری از طریق آن امکان‌پذیر است.

شکل‌های زیر نمونه‌ای از شیر سوختگیری داخلی و خارجی را نشان می‌دهند که در خودروهای گازسوز کاربرد دارند.



شیر سوختگیری داخلی

شیر سوختگیری خارجی

شیر سوختگیری مستقیماً از طریق شیر یکطرفه به مخازن خودرو متصل است و در هنگام سوختگیری شیر یکطرفه اجازه برگشت سوخت را به سمت تجهیزات جایگاه سوختگیری نمی‌دهد.

شیر سوختگیری خارجی باید در محلی از بدنه نصب شود که از نظر ضربات و آسیب‌های وارده ایمن‌تر از سایر نقاط باشد و دسترسی به آن نیز راحت باشد. از اینرو معمولاً شیرهای سوختگیری خارجی در خودروهای سواری روی بدنه جانبی خودرو و در قسمت‌های انتهایی آن نصب می‌شوند.

آشنایی با نحوه نصب و جانمایی اجزای الکتریکی کیت تبدیل

ساختار و عملکرد اجزاء الکتریکی بکار رفته در کیت‌های گازسوز

در این بخش به بررسی اجزاء الکتریکی که در سیستم‌های گازسوز خودرو بکار می‌روند می‌پردازیم و بصورت مختصر عملکرد و اصول کار این اجزاء را بررسی می‌نماییم.

واحد کنترل الکترونیک (ECU)

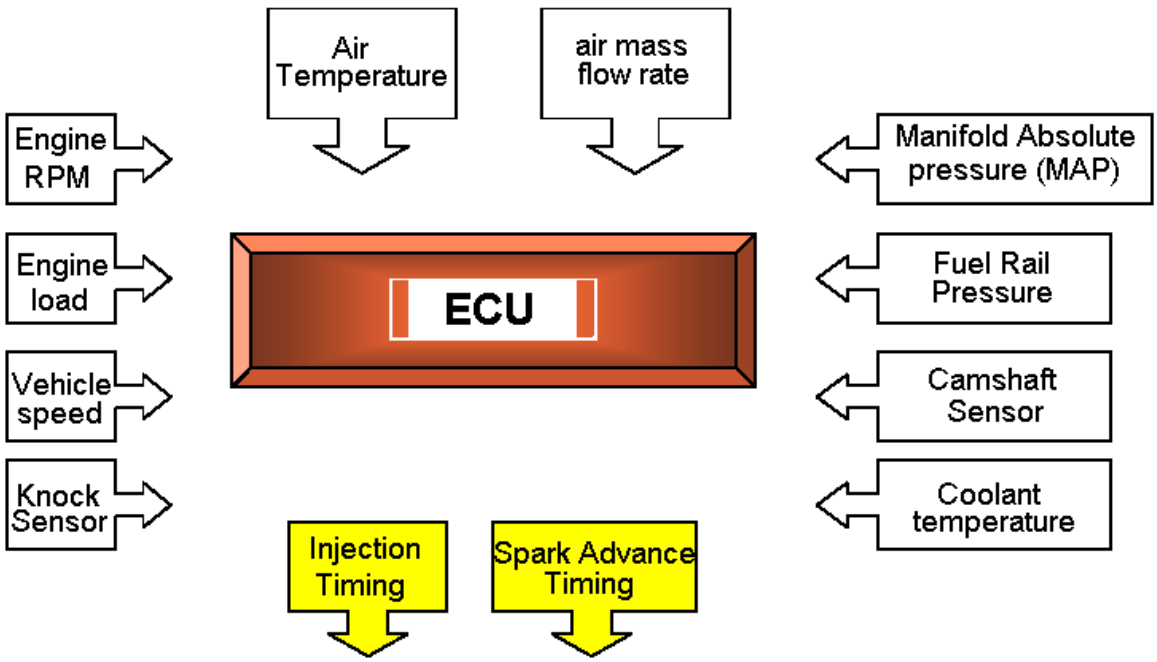
در سال‌های اخیر بعلت وجود مشکلاتی نظیر آلودگی هوا و محدود بودن منابع سوختی سبب شده است تا پارامترهای مصرف سوخت و آلاینده‌های خروجی از خودرو اهمیت زیادی پیدا کنند. برای دستیابی به کمترین مصرف سوخت و آلایندگی در خودرو لازم است موتور بطور کامل و همه جانبه کنترل شود. از اینرو کنترل الکترونیکی موتور توسط سیستم‌های مدیریت موتور (EMS) که طی سالهای اخیر توسعه یافته‌اند صورت می‌پذیرد. این سیستم‌ها شرایط کارکرد موتور را توسط سنسورهایی نظیر دور موتور دمای آب خنک کننده دمای هوای ورودی نسبت هوا به سوخت در اگزوز و.. در هر لحظه از کار موتور معین می‌کنند. بدین ترتیب که سنسورهای مذکور در هر لحظه یک سیگنال خروجی متناسب با وضعیت پارامتر مورد نظر در موتور به واحد کنترل الکترونیکی ارسال می‌کنند. واحد کنترل الکترونیکی پس از دریافت این سیگنالها محاسبات لازم را برای تعیین پارامترهای کنترلی (میزان پاشش سوخت و زاویه جرقه) انجام می‌دهد و بر اساس نتایج بدست آمده فرمان‌های

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

لازم را به عملگرهای سیستم ارسال می‌نماید. عملگرها همان انژکتور و کویل هستند که با گرفتن فرمان از ECU سوخت را به میزان لازم بدرون موتور پاشیده و در زمان مناسب آن را محترق می‌سازند. بدین ترتیب این سیستم کنترلی با کنترل مصرف سوخت می‌تواند نسبت هوا به سوخت را کنترل نماید. کنترل نسبت هوا به سوخت و تنظیم آن در حالت استوکیومتریک لازمه کاهش آلاینده‌ها توسط مبدل کاتالیستی است که سیستم EMS این عمل را انجام می‌دهد. در حقیقت ECU بر اساس مقدار نسبت هوا به سوخت که از سنسور مربوطه دریافت می‌کند محاسبات خود را بر مبنای استوکیومتریک شدن مخلوط هوا به سوخت انجام می‌دهد و میزان سوخت مصرفی لازم را محاسبه می‌کند.(سیستم کنترل مدار بسته)

در نهایت نسبت هوا به سوخت در موتورهای انژکتوری که از سیستمهای (EMS) استفاده می‌کنند همواره در حالت استوکیومتریک یا نزدیک به آن قرار می‌گیرد و این امر سبب می‌شود که مبدل کاتالیستی با راندمان بالایی آلاینده‌های خروجی را کاهش دهد. بدین ترتیب ECU بعنوان واحد کنترل سیستم مدیریت موتور نقش مهمی را در کنترل مصرف سوخت و آلاینده‌ها ایفا می‌کند. شکل زیر نمونه‌هایی از ECU بکار رفته در سیستم‌های گازسوز و شماتیک سیستم مدیریت موتور را نمایش می‌دهند.



شماتیک سیستم مدیریت موتور (EMS)

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

نکته: در موتورهای انژکتوری بنزینی در صورت استفاده از کیت گازسوز انژکتوری ECU سیستم بنزینی اضافه می‌شود و در چنین حالتی ارتباط میان ECU سیستم گازسوز و سیستم بنزین سوز به یکی از طریق زیر است:

۱. ارتباط Master-Slave که در آن ECU گاز از پردازش و محاسبات ECU بنزین استفاده می‌کند و خروجی‌های محاسبه شده را برای سوخت گاز اصلاح می‌کند.
۲. ارتباط Stand-Alone که در آن ECU گاز با دریافت اطلاعات لازم از سنسورهای مختلف محاسبات لازم را انجام می‌دهد و زمان جرقه و نسبت هوا به سوخت را کنترل می‌کند.
۳. بعنوان یک قطعه الکترونیک حساس و مهم در خودرو بکار می‌رود از اینرو لازم است موارد مربوط به نصب آن کاملاً رعایت شود تا آسیبی به این قطعه وارد نگردد. از جمله نکات مهم جهت نصب و بکارگیری ECU عبارتند از :

- ✓ ECU نباید در محلهایی که تحت تأثیر حرارت ناشی از موتور هستند نصب گردد.
- ✓ ECU باید در محلی نصب شود که در برابر رطوبت و پاشش آب محافظت شده باشد.
- ✓ ECU نباید در نزدیکی سیمها یا کابلهای با جریان بالا قرار گیرد.
- ✓ ECU یا کابل عیب‌یابی آن باید دسترسی مناسب جهت مواقع عیب‌یابی را داشته باشند.

پیش انداز زاویه جرقه (Spark Advancer)

از پیش‌انداز زاویه جرقه در موتورهایی استفاده می‌شود که اشتعال جرقه‌ای هستند و در موتورهای اشتعال تراکمی کاربردی ندارد. زاویه جرقه مستقیماً بر میزان مصرف سوخت و آلاینده‌های خروجی تأثیر دارد از اینرو تعیین دقیق زاویه جرقه و اعمال آن اهمیت بالایی دارد. یکی از پارامترهای مهم که بر زاویه جرقه تأثیر می‌گذارد نوع سوخت است. از آنجا که سرعت شعله در مخلوط هوا و گاز طبیعی کمتر از سرعت شعله در مخلوط هوا و بنزین است برای داشتن احتراقی کامل در موتور گازسوز زمان بیشتری لازم است. (نسبت به موتور بنزینی) بنابراین لازم است که احتراق در سیلندر زودتر آغاز شود. به همین جهت لازم است زاویه جرقه حدود ۷ الی ۱۸ درجه در شرایط مشابه نسبت به موتور بنزینی آوانس گردد. این عمل درخودروهای گازسوز جرقه‌ای توسط پیش‌انداز زاویه جرقه انجام می‌شود. شکل زیر نمونه‌ای از پیش‌انداز زاویه جرقه را نشان می‌دهد.

نمونه‌ای از پیش‌انداز زاویه جرقه

پیش‌اندازهای زاویه جرقه از یک میکرو کنترلر تشکیل شده‌اند که زمان جرقه حالت بنزین‌سوز را بطور الکتریکی برای شرایط مختلف احتراق مخلوط هوا و گاز تغییر می‌دهند و بدین ترتیب آن را اصلاح می‌کنند. همچنین در بعضی از سیستم‌های گازسوز که ECU گاز مستقیماً با دریافت سیگنال از سنسورها محاسبات مربوط به پاشش سوخت و زاویه جرقه را انجام می‌دهد که در چنین سیستم‌هایی نیازی به استفاده از پیش‌انداز زاویه جرقه نمی‌باشد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

امولاتور (Emulator)

در خودورهای گازسوزی که مجهز به واحد کنترل الکترونیکی بنزین هستند هنگام استفاده ازسوخت CNG بنزین به فعالیت خود ادامه می‌دهد که علت اصلی آن ارتباط بین سیستم گازسوز و سیستم بنزین‌سوز است. به همین جهت لازم است که در هنگام کار با سوخت CNG سیگنال‌های ارسالی توسط ECU بنزین اصلاح یا بطور کلی قطع شوند و به انژکتورهای بنزین نرسند. بدین منظور از قطعه‌ای به نام امولاتور یا شبیه‌ساز استفاده می‌شود. این قطعه هنگام استفاده از سوخت گاز طبیعی عملکرد اجزاء الکتریکی موجود را اصلاح می‌کند. بعنوان مثال انژکتورها که برای پاشش بنزین طراحی شده‌اند در هنگام کار با گاز با توجه به فعال بودن ECU بنزین یا بصورت غیر صحیح عمل می‌کنند یا اینکه سبب ایجاد سیگنالهای نادرست اغتشاش و ثبت خطا در سیستم می‌شوند که امولاتور بعنوان شبیه‌ساز عملکرد مجازی انژکتور را برای ECU بنزین شبیه‌سازی می‌کند و از یک طرف مانع عملکرد واقعی انژکتور می‌شود و از طرفی مانع ایجاد اغتشاش یا خطا در سیستم و ECU بنزین می‌گردد. بدین ترتیب مجموعه اجزاء الکترونیکی ECU پیش‌انداز جرقه و امولاتور (شبیه‌ساز) می‌تواند کنترل خودرو را در حالت گازسوز بدون هیچ مشکلی انجام دهد. شکل زیر نمونه‌ای از امولاتور را که در سیستم‌های گازسوز به کار می‌رود نشان می‌دهد:

نمونه‌ای از امولاتور (شبیه ساز)

موتور پله‌ای: (Stepper Motor)

در سیستم‌های گازسوز نسل دوم (کیت‌های میکسری) برای کنترل جریان سوخت ورودی به موتور از موتور پله‌ای استفاده می‌شود. موتور پله‌ای نوعی موتور الکتریکی است که برحسب سیگنال دریافتی از ECU سیستم گازسوز حرکت کرده و به میزان لازم شیر موجود در مسیر سوخت CNG را باز می‌کند از آنجا که این موتور می‌تواند شیر را بین صفر (حالت کاملاً بسته) تا حدود ۱۶۰ واحد (حالت کاملاً باز) تغییر دهد به آن موتور پله‌ای می‌گویند. شکل زیر نمونه‌ای از موتور پله‌ای بکار رفته در سیستم گازسوز خودروها را نمایش می‌دهد.

نمونه‌ای از موتور پله‌ای

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

در نصب موتور پله‌ای باید دقت شود که اتصالات کاملاً آب‌بندی شوند و با لرزش موتور در شرایط مختلف از حالت آب‌بندی خارج نشوند و موتور پله‌ای در وضعیت مناسبی قرار گیرد و به منابع گرما یا قطعات متحرک نزدیک نباشد و محل نصب آن در معرض صدمه یا پاشش آب یا برخورد اجسام نباشد.

انژکتور گاز (فقط در کیتهای انژکتوری)

در سیستم مدیریت موتور انژکتور یکی از عملگرهای سیستم است که وظیفه پاشش سوخت به میزان لازم را به درون هوای ورودی به سیلندرهای موتور به عهده دارد. درکیت‌های گازسوز نسل سوم و چهارم از انژکتورهای گاز جهت کنترل و مخلوط کردن هوا و گاز طبیعی استفاده می‌شود. این انژکتورها به کمک جریان الکتریکی کار می‌کنند و فرمان خود را در قالب سیگنال خروجی ECU گاز دریافت می‌کنند. اصول کار انژکتورهای گاز بدین نحو است که با بالا آمدن دیافراگم انژکتور گاز (که معمولاً این دیافراگم یک صفحه مغناطیسی است) گاز به درون محفظه استوانه‌ای شکل انژکتور راه می‌یابد. پس از دریافت فرمان پاشش سوخت از ECU این دیافراگم به طرف پایین حرکت می‌کند و گاز محبوس شده در محفظه انژکتور به درون مینفولد ورودی تزریق می‌گردد. میزان تزریق گاز بستگی به دامنه حرکت دیافراگم دارد که این حرکت متناسب با فرمان دریافتی از ECU است. بدین ترتیب انژکتورهای گاز نقش مهمی را در پاشش سوخت اختلاط هوا و سوخت و کنترل میزان سوخت مصرفی بعهده دارد. محرک دیافراگم معناطیسی انژکتور گاز الکتریکی است و از اینرو این قطعه جزو اجزای الکتریکی کیت گازسوز محسوب می‌گردد.

شکل‌های زیر نمونه‌ای از انژکتور گاز و مجموعهٔ انژکتورهای گاز را که در سیستم گازسوز خودروها نصب می‌شوند نشان می‌دهند.

نمونه‌ای از مجموعهٔ انژکتورهای گاز که در سیستم گازسوز بکار می‌رود

نمونه‌ای از انژکتور گاز (کیت‌های نسل سوم و چهارم)

کلید انتخاب سوخت : (Changeover Switch)

در کلیه خودروهایی که از دو سوخت بنزین و گاز طبیعی استفاده می‌کنند باید امکان انتخاب و تغییر سوخت توسط راننده در شرایط مختلف وجود داشته باشد. این عمل درخودروهای گازسوز به کمک کلید انتخاب سوخت صورت می‌پذیرد. در حقیقت ارتباط راننده با سیستم گازسوز جهت فعال و غیرفعال‌سازی آن از طریق همین کلید صورت می‌پذیرد. این کلید می‌تواند سوخت مورد نظر راننده را برای سیستم مشخص سازد و چنانچه سیستم قابل برنامه‌ریزی باشد حتی می‌تواند در مواقع لزوم یا اضطرار سوخت را به حالت بنزین تغییر داده و مجدداً پس از رفع اضطرار سوخت را به حالت گاز برگرداند.

بعنوان مثال سیستم می‌تواند طوری برنامه‌ریزی شود که چنانچه راننده سوخت CNG را انتخاب کرده و این سوخت رو به اتمام است و راننده بهر دلیل سوخت را به بنزین تغییر ندهد بصورت اتوماتیک قبل از خاموش شدن خودرو سوخت را به بنزین تغییر دهد. این عمل بخصوص در مواقعی که خودرو در حال حرکت است نقش بسیار مهمی را در حفظ ایمنی خودرو و بوجود نیامدن خطرات ناشی از خاموشی و توقف خودرو به همراه دارد. محل قرارگیری سوئیچ یا کلید انتخاب سوخت باید

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

جایی باشد که براحتی در دسترس راننده باشد و براحتی توسط راننده مشاهده شود. برخی کلیدهای انتخاب سوخت مجهز به LEDهایی جهت نمایش میزان سوخت موجود در مخازن گاز طبیعی فشرده هستند که این اطلاعات را نیز به راننده انتقال می‌دهند. (میزان سوخت CNG موجود و لزوم سوختگیری)

شکل زیر نمونه‌ای از کلید انتخاب سوخت بکار رفته درخودروهای گازسوز را نشان می‌دهد.

نمونه‌ای از کلید انتخاب سوخت

شیرهای اتوماتیک (خودکار)

این شیرها نیز برای کنترل جریان گاز در محل‌های مختلف در سیستم گازسوز مورد استفاده قرار می‌گیرند. اکثر این شیرها محرک‌های الکتریکی دارند و به همین جهت آنها را جزو اجزاء الکتریکی کیت گازسوز به حساب می‌آوریم ولی شیرهایی با محرک‌های هیدرولیکی یا نیوماتیکی هم در سیستمهای گازسوز بکار گرفته شده‌اند. معمولاً در اکثر سیستم‌های گازسوز دو شیر بمنظور کنترل جریان اصلی سوخت CNG و افزایش ایمنی سیستم بکار می‌روند که این شیرها عبارتند از :

۱. شیر خودکار مخزن که با فعال شدن سیستم گازسوز این شیر فعال شده و اجازه می‌دهد گاز CNG از مخازن خارج شود.
۲. شیر قطع جریان سوخت (Shut off valve) که معمولاً در مسیر لوله فشار قوی و قبل از رگلاتور یا بعد از مخزن نصب می‌شود و با فعال شدن سیستم گازسوز و رسیدن جریان الکتریکی به آن مسیر عبور جریان سوخت را باز کرده و اجازه می‌دهد که سوخت وارد رگلاتور شود.

از نظر ساختار و عملکرد این شیرها تفاوتی با شیرهای دستی ندارند و تنها تفاوت موجود در محرک شیر است که معمولاً یک سلنوییید است و از اینرو گاهی به این شیرها شیرهای سلنوییدی نیز گفته می‌شود. شکل زیر نمونه‌ای از شیرهای اتوماتیک بکار رفته در سیستم گازسوز را نشان می‌دهد.

نمونه‌ای از شیرهای اتوماتیک

نصب این شیرها نیز باید به نحوی باشد که کاملاً آب‌بندی گردد و در اثر کارکرد خودرو آب‌بندی آن حفظ گردد و محل نصب آن نباید در معرض ضربه یا پرتاب اجسام یا نزدیک قطعات متحرک خودرو باشد.

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

آشنایی با تفاوت های تبدیل کارگاهی با تبدیل کارخانه‌ای تولید خودروهای گازسوز

برای تولید خودروهای گازسوز معمولاً از دو روش عمده در سطح جهانی استفاده می‌شود که عبارتند از:

روش تبدیل کارگاهی (Workshop)

این روش معمولاً برای گازسوز کردن خودروهای موجود و کارکرده بکار می‌رود. در این روش سیستم گازسوز متناسب با نوع خودرو همراه با مخازن در خودرو نصب می‌شوند. در این روش کلیه تغییرات لازم در قسمت‌های مختلف خودرو بصورت کارگاهی صورت می‌پذیرند. معمولاً کیت‌های گازسوز به نحوی طراحی و ساخته می‌شوند که قابل کاربرد در خودروهای متنوعی از یک کلاس باشند. این امر بهره‌گیری از کیت ها را درخودروهای متنوع در تبدیل‌های کارگاهی میسر می‌کند. ولی در هر حال نصب کیت گازسوز بر روی خودروها باید با رعایت ملاحظات ایمنی و عملکردی و نصب باشد. علاوه بر نصب کیت‌های نسل دوم تا چهارم که در آنها از کنترل الکترونیکی استفاده شده است نیاز به کالیبراسیون و تنظیم دقیق و پایدار برای شرایط کاری مختلف خودرو دارند تا عملکرد مناسب و مصرف سوخت و آلایندگی حداقل را داشته باشند.

کالیبراسیون در حقیقت مقدار دهی به پارامترهای بکار رفته در نرم افزار کنترلی واحد کنترل الکترونیکی ECU خودرو و تعیین مقادیر مناسب مصرف سوخت و زاویه جرقه برای شرایط مختلف کارکرد موتور است که معمولاً توسط طراح ECU یا طراحان سیستم گازسوز در قالب یک فایل داده تهیه شده و بر روی ECU یا طراحان سیستم گازسوز در قالب یک فایل داده تهیه شده و بر روی ECU قرار داده می‌شود تا عمل کنترل موتور بخوبی و بصورت بهینه انجام شود. این عمل می‌تواند توسط یک کامپیوتر و اتصال آن به ECU صورت پذیرد. از مزایای دیگر بکارگیری واحد کنترل الکترونیکی آن است که ECU می‌تواند در صورت بروز اشکال یا خرابی در هر یک از اجزاء سیستم (نظیر سنسورها یا عملگرها) با ثبت کد خطا این اشکال را شناسایی کند. بنابراین این امکان وجود دارد که با اتصال یک کامپیوتر یا سخت‌افزار برنامه‌ریزی شده (عیب‌یاب) به ECU سیستم را چک کرد و اشکال بوجود آمده را تشخصیص داد. حال به بررسی روش دوم تولید خودروهای گازسوز و مقایسه آن با روش تبدیل کارگاهی می‌پردازیم.

روش تولید کارخانه‌ای (OEM-Original Equipment Manufacturer)

این روش در مورد خودروهایی که توسط خودروسازان در کارخانه‌های خودروسازی در سطح جهان تولید می‌شوند بکار می‌رود. در این روش خودروسازان طراحی خودرو را مورد بازنگری قرار می‌دهند و در راستای اضافه شدن سیستم گازسوز به خودرو و بهبود عملکرد آن تغییرات لازم را در قطعات و سیستم‌های مختلف خودرو بوجود می‌آورند.

از مزایای بزرگ این روش آن است که چنانچه برای افزایش استحکام یا ایمنی خودرو نیاز به اعمال تغییرات اساسی در ابعاد شکل و یا جنس قطعه یا قطعاتی از خودرو لازم باشد در بازنگری طراحی این تغییرات اعمال می‌شوند. این امکان در روش قبل (تبدیل کارگاهی) وجود ندارد از اینرو معمولاً خودروهای تولید کارخانه‌ای عملکرد بهتری نسبت به تبدیلات کارگاهی دارند.

مقایسه روش‌ها

از موارد مهمی که در مقایسه این دو روش می‌توان به آنها اشاره نمود عبارتند از:

۱. مخازن ذخیره CNG بعنوان یکی از مهمترین اجزای سیستم گازسوز ایمنی بالایی را در نصب بهره‌برداری و نگهداری می‌طلبند. این مخازن باید بتوانند پس از نصب در خودرو در جهات مختلف شتابهای بالایی را تحمل کنند و از محل اتصال خود جدا نشوند و نشتی گاز در آنها بروز نکند. این امر مستلزم طراحی نگهدارنده مناسب و انجام تحلیل‌ها و تست‌های لازم بر روی خودرو و اطمینان از صحت عملکرد و نصب آن

https://autolibrary.ir

https://autolibrary.ir

است که برای تولیدات کارخانه‌ای (OEM) انجام می‌شود و این امر ایمنی سیستم و خودرو را بصورت چشمگیری بهبود می‌بخشد.

۲. چنانچه برای نصب مخازن یا جانمایی مناسب آنها به نحوی که حجم کمتری از صندوق عقب یا محل بار اشغال شود یا برای نصب اجزاء کیت نیاز به ایجاد تغییرات در قسمت‌هایی نظیر بدنه شاسی و... باشد این تغییرات در تولیدات کارخانه‌ای اعمال می‌شوند. (در فاز بازنگری طراحی و تبدیل نمونه) همچنین آنالیزهای مهندسی و تست‌های لازم جهت اطمینان از صحت عملکرد و نصب قطعات انجام می‌شود که نهایتاً این امر سبب بهبود نصب و عملکرد و بهبود شرایط خودرو و رانندگی با آن می‌شود.

۳. خودروسازان معمولاً جهت اطلاع راننده از وضعیت سوخت CNG و سیستم گازسوز چراغها و علائم هشدار دهنده‌ای را در پانل داشبورد طراحی و تعبیه می‌کنند. این عمل سبب اطلاع راننده بصورت مداوم از وضعیت خودرو در هر شرایط است و سبب بهبود شرایط رانندگی می‌شود.

۴. خودروسازان پس از تکمیل بازنگری طراحی خودرو با سیستم گازسوز خودروهایی را بصورت نمونه و مجهز به سیستم گازسوز تولید می‌کنند. سپس اقدام به اخذ تاییدیه‌های لازم جهت قطعات مجموعه‌ها و عملکرد خودروی گازسوز می‌نمایند. این تاییدیه‌ها توسط مراجع ذیصلاح و با نظارت موسسات معتبر استاندارد در این زمینه صادر می‌شوند و نشان می‌دهند که نصب و عملکرد اجزای کیت و خودروی گازسوز با استانداردهای جهانی منطبق است.

بدین ترتیب نتیجه می‌گیریم که استفاده از تولید کارخانه‌ای در عرضه خودروهای گازسوز و استفاده از کیت‌های گازسوز نسل سوم و چهارم که کنترل مناسبی بر مصرف سوخت و موتور دارند می‌تواند سبب ایجاد رضایت مصرف‌کنندگان خودروهای گازسوز گردد و بکارگیری این خودروها را رواج بخشد.

https://autolibrary.ir