

مدیریت و کنترل آلودگی ناشی از احتراق نامناسب در خودرو با استفاده از مبدل های کاتالیستی

مجید ریاحی سامانی^۱ میترا ریاحی سامانی^۲

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

۲- دبیر شیمی، آموزش و پرورش ناحیه ۱ شهرستان شهرکرد

E-mail: m.riahisamani@yahoo.com

خلاصه

در این تحقیق روش استفاده از مبدل های کاتالیزوری جهت تکمیل احتراق در خودرو مورد بررسی قرار گرفته است در این روش با قراردادن یک بستر متخلخل کاتالیستی در آگزوز خروجی اتومبیل عمل احتراق را تکمیل می کنند اساس کار بر اکسیداسیون HC, CO و احیای NOx می باشد. مبدل های کاتالیزوری با سوخت بدون سرب عمر مفید حدود ۸۰ هزار کیلومتر دارند که پس از پایان عمر مفید آنها نیز تنها ۱۰٪ از کاتالیزور مصرفی در آنها از بین می رود. این وسایل در درجه حرارت های پائین کارائی مطلوبی ندارند و شدیداً به ترکیبات سمی درون سوخت چون سرب، سولفور و فسفر آسیب پذیر هستند در آغاز حرکت اتومبیل بخاطر سرد بودن کاتالیزور عملاً هیچگونه واکنشی انجام نمی گیرد. بطوریکه بیشترین آلودگی (۲۰ تا ۳۰ درصد) توسط اتومبیل در این مدت زمانی صورت می گیرد. عمل انتقال حرارت بین گازهای داغ خروجی و کاتالیزور سبب گرم شدن آن گشته نتیجتاً واکنش در سطح کاتالیست شروع می گردد. نتایج تجربی نشان داده اند که، مبدل کاتالیزوری در صورت استفاده صحیح و نصب بر روی خودروهای سالم، انتشار آلاینده ها را تا بیش از ۸۰٪ کاهش می دهد. غلیظ بودن مخلوط سوخت و هوا، از کارائی مبدل می کاهد در حالی که پیش بینی می شود که وجود مبدل کاتالیزوری در مسیر آگزوز به دلیل بالا بردن فشار پشت خروجی در مسیر جریان گاز، از قدرت وراندمان موتور کاسته و نتیجتاً مصرف سوخت را بالا ببرد بر عکس مصرف سوخت پس از بکارگیری مبدل کاتالیزوری به میزان قابل توجهی کاهش یافته است

کلمات کلیدی: آلودگی هوا، خودرو، مبدل کاتالیستی، مصرف سوخت

مقدمه :

امروزه وجود خودرو در سیستم حمل و نقل شهری و بین شهری یکی از ملزومات زندگی انسانها شده و با عنایت به میزان کارائی آن در کشورهای مختلف استقبال فراوانی از آن شده است بصورتیکه یکی از شاخصهای توسعه یافتگی در کشورها میزان تولید و مصرف این وسیله می باشد. وجود خودروها با همه ویژگیها چون میلیونها تن آلاینده از آگزوز آنها خارج میشود دارای معایب بیشماری است. آلاینده های شناخته شده در موتورهای احتراق داخلی، هیدروکربنهای نسوخته (HC)، منوکسید کربن (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NOx)، دی اکسید سولفور (SO₂)، ذرات و همچنین آلدئیدها می باشند. [۱].

هیدروکربنها منتشره از خودروها در شکلها و ترکیبات متنوعی می باشند و انتشار آنها ناشی از شرکت نکردن درصدی از سوخت مصرفی در واکنشهای احتراق می باشد. احتراق ناقص و جذب درصدی از سوخت بر روی دیواره محفظه احتراق و شکافهای ریز آن از مهمترین عوامل دور ماندن سوخت از احتراق می باشند. مهمترین نقش هیدروکربنها در آلودگی هوا شرکت فعال آنها در پدیده مه دود است [۲]. منوکسید کربن از اصلی ترین آلاینده های منتشره از موتورهای احتراق جرقه ای است. عامل اصلی انتشار این آلاینده احتراق ناقص است. منوکسید کربن ترکیبی سمی است که استنشاق هوایی که تنها ۳٪ حجمی منوکسید کربن داشته باشد، در عرض ۳۰ دقیقه موجب مرگ میشود [۱]. نیتروژن موجود در هوا در حین احتراق در موتور میتواند اکسید شده و به انواع مختلفی از اکسیدهای نیتروژن تبدیل گردد. از این نظر که تمامی این اکسیدها اثر مشابهی در آلودگی هوا دارند، در بررسی و آزمایش موتورها از نظر انتشار آلودگی، تمامی آنها یکجا در نظر گرفته میشود. مهمترین نقش اکسیدهای نیتروژن در آلودگی هوا، شرکت فعال آنها در پدیده مه دود است. دی اکسید سولفور و ذرات عمدتاً ناشی از احتراق سوخته های سنگین مانند دیزل میباشد. انتشار آلدئیدها نیز در مواقعی چشمگیر است که از ترکیبات الکی در سوخت استفاده شده باشد [۳].

از دهه ۱۹۵۰ ابتدا در ایالات متحده و سپس در اروپا و ژاپن و اخیراً در ایران، استانداردهایی در جهت کنترل میزان این نوع موتورها ملزم به رعایت این استانداردها هستند. در این راستا محققین و دانشمندان زیادی در جهت کاهش آلاینده های خروجی از خودروها اعم از دیزلی یا بنزینی کار کرده اند که از این روشها می توان استفاده از مبدل های کاتالیستی، بازخورانی گازهای خروجی (EGR)، تزریق آب به محفظه احتراق، را نام برد [۱۲-۵]. یکی از روشهایی که خیلی مورد توجه قرار گرفته است روش استفاده از مبدل های کاتالیزوری می باشد [۳]. که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته شده است

عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر -

دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

E-mail: m.riahisamani@yahoo.com

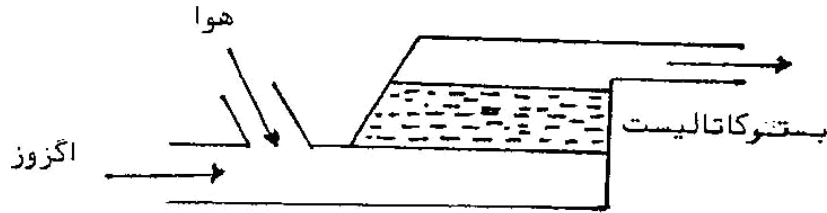
Tel: ۰۳۱۲۳۲۶۰۰۱۱-۱۴ Fax: ۰۳۱۲۳۲۶۰۰۸۸

دبیر شیمی، آموزش و پرورش ناحیه ۱ شهرستان شهرکرد -^۲

مباحث تئوریک

روش استفاده از مبدل های کاتالیزوری

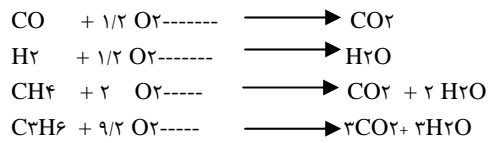
سودمندترین و ساده ترین روش کنترل انتشار آلودگی از خروجی اگزوز نیز که تا امروز شناخته شده است، استفاده از مبدل های کاتالیزوری است [۴]. در این روش با قراردادن یک بستر متخلخل کاتالیست در اگزوز خروجی اتومبیل عمل احتراق را تکمیل می کنند [۱]. مبدلها تنها وسیله شناخته شده ای هستند که پالایش هر سه آلاینده را (CO, HC, NOx) بطور همزمان انجام می دهند. اساس کار فلزات کاتالیزوری در این مبدلها، اکسیداسیون HC، CO و احیاء NOx در حین عبور جریان گازها از مبدلها است. در شکل شماره ۱ نحوه استفاده از مبدل های کاتالیستی دیده می شود ساده ترین نوع مبدل، نوع اکسید کننده یا دوکاره میباشد. این مبدل تنها وظیفه اکسیداسیون HC و CO را دارد. طبق استانداردها در صورتیکه انتشار NOx در خودرو از ۰.۶٪ تا ۰.۸٪ گرم بر کیلومتر تجاوز نماید، استفاده از مبدل احیاء کننده NOx نیز الزامی است. مجموع مبدل اکسید کننده و احیاء کننده را مبدل سه کاره می نامند. مبدل سه کاره شدیداً به تغییرات سوخت و هوا حساس است، به طوریکه نیاز به همراهی یک سیستم کنترل مدار بسته تنظیم کننده نسبت به سوخت و هوا دارد [۴].



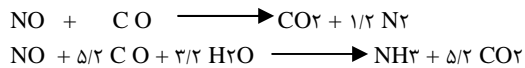
شکل شماره ۱: نحوه استفاده از مبدل کاتالیستی

روابط شدتی مربوط به واکنشهای احیا از مطالعات Subramanian & Varma استخراج شده، واکنشهای انجام شده، و روابط شدتی مربوط که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته بصورت زیر می باشد [۴].

واکنشهای اکسیداسیون:



واکنشهای احیاء



مبدل های کاتالیزوری با سوخت بدون سرب عمر مفید حدود ۸۰ هزار کیلومتر دارند که پس از پایان عمر مفید آنها نیز تنها ۱۰٪ از کاتالیزور مصرفی در آنها از بین می رود. این وسائل در درجه حرارت های پائین کارائی مطلوبی ندارند و شدیداً به ترکیبات سمی درون سوخت چون سرب، سولفور و فسفر آسیب پذیر هستند [۵]. در آغاز حرکت اتومبیل بخاطر سرد بودن کنورتور عملاً هیچگونه واکنشی انجام نمی گیرد. بطوریکه بیشترین آلودگی (۲۰ تا ۳۰ درصد) توسط اتومبیل در این مدت زمانی صورت می گیرد. عمل انتقال حرارت بین گازهای داغ خروجی و کنورتور سبب گرم شدن آن گشته نتیجتاً واکنش در سطح کاتالیست شروع می گردد. حرارت ایجاد شده در اثر واکنش بطور ناگهانی باعث روشن شدن کنورتور گشته بطوریکه مقدار گازهای آلوده کننده در خروجی به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. این پدیده $\text{Light} = \text{off}$ نامیده می شود و از این نظر حائز اهمیت است که راندمان یک کاتالیست اغلب توسط دمای $\text{Light} = \text{off}$ (دمایی که در آن تبدیل به گاز آلوده کننده به مقدار ۵۰ درصد برسد) مشخص می گردد [۵].

مقادیر انتشار آلودگی در یک نمونه خودرو بدون مبدل در مقایسه با حدود استاندارد بالا است. میزان انتشار CO حدوداً ۴/۱۶ برابر و انتشار HC و NOx به ترتیب ۳/۱۳ و ۴/۷۷ برابر حد استاندارد می باشد. آلاینده های خروجی اگزوز خودرو را به هنگام استفاده از مبدل نشان میدهد. ملاحظه میشود که انتشار هر سه آلاینده به طرز چشمگیری کاهش یافته است. راندمان تبدیل HC در کاتالیزور ۰.۸۷٪ و راندمان CO و NOx به ترتیب ۰.۲۵٪ و ۰.۹۶٪ میباشد. [۴]. نتایج تجربی نشان داده اند که، مبدل کاتالیزوری در صورت استفاده صحیح و نصب بر روی خودروهای سالم، انتشار آلاینده ها را تا بیش از ۸۰٪ کاهش میدهد. [۵]. غلیظ بودن مخلوط سوخت و هوا، از کارائی مبدل می کاهد زیرا این وسیله به شدت به تغییر غلظت سوخت و هوا از نسبت تعادل شیمیایی حساس است. وجود ترکیبات سمی درون سوخت چون سرب، به شدت از کارائی مبدل می کاهد. بدین جهت در این شرایط می یابست از سوخت های عاری از ترکیبات سمی استفاده نمود. حتی سوخت بتزین بدن سرب موجود در کشور نیز برای کارکرد مبدل مضر است [۶].

در حالی که پیش بینی می شود که وجود مبدل کاتالیزوری در مسیر اگزوز به دلیل بالا بردن فشار پشت خروجی در مسیر جریان گاز، از قدرت و راندمان موتور کاسته و نتیجتاً مصرف سوخت را بالا ببرد بر عکس مصرف سوخت پس از بکارگیری مبدل کاتالیزوری به میزان قابل توجهی کاهش یافته است [۵]. کاهش مصرف سوخت به هنگام نصب مبدل ناشی از عوامل زیر بیان شده است [۵].

الف) با توجه به درجه حرارت محیط موتور، درصدی از سوخت مصرفی بر روی جداره محفظه احتراق و شکاف های ریز درون آن جذب شده و از واکنش احتراق دور می ماند. با بالا رفتن فشار درون محفظه به هنگام احتراق، مقداری از سوخت به این منافذ راه یافته و تا مرحله انبساط که خلائی نسبی در محفظه ایجاد نگردیده، به درون

محفظه باز نمی گردند. این امر علاوه بر افزایش انتشار HC و CO، مصرف سوخت را نیز بالا میبرد و وجود مبدل، فشار پائین دست موتور در مسیر آگزوز را زیاد نموده و باعث میشود تا این هیدروکربنها در محفظه باقی مانده و به سیکلهای بعدی راه یابند.

ب) واکنشهای اکسیداسیون - احیاء در درون مبدل با تولید حرارت همراه اند این امر درجه حرارت گاز را به هنگام خروج بالا میبرد. با انتقال این حرارت بهه بالا دست مبدل (یعنی موتور) درجه حرارت محفظه احتراق نیز بالا میرود. زیرا مبدل را همواره بلافاصله بعد از منیفولد خروجی نصب می نمایند. بالا رفتن درجه حرارت محفظه به معنای بالا رفتن قدرت احتراق و کاهش به هدر رفتن سوخت است.

ج) توجیه قانع کننده تری که در این مسیر وجود دارد، اثر محیطهای متخلخل است. امروزه یک روش کاهش مصرف سوخت و افزایش قدرت مولدهای انرژی، استفاده از محیطهای متخلخل در مسیر دود خروجی است.

محیطهای متخلخل از اجسامی تشکیل شده اند که طبیعتاً دارای خلل و فرجهای ریز فراوان هستند. با وجود اینگونه مواد در مسیر گاز، دود خروجی مجبور است تا از لابلای این منافذ عبور یابد. بدین طریق سطح تماس گاز و جسم با طولانی شدن مسیر جریان افزایش یافته است. با بالا رفتن سطح تماس، انتقال حرارت جابجایی بین گاز و جسم بالا می رود. به طوریکه درجه حرارت محیط متخلخل در انتها تا حدود درجه حرارت گاز بالا می رود. این در حالی است که درجه حرارت گاز خروجی در موتورهای احتراق جرقه ای حدود ۶۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد است. با نزدیک بودن محیط متخلخل به محفظه احتراق، مقدار زیادی از حرارت این محیط به محفظه (به شکل تشعشع) انتقال می یابد. ساختمان کاتالیزور درون مبدلها دارای خلل و فرجهای فراوان است. و با وجود داشتن ساختمانی متخلخل به عبور جریان گاز و دسترسی ترکیبات آن به کاتالیزورها امکان میدهد. بدین طریق سطح تماس گاز و کاتالیزور نیز افزایش می یابد و فرصت برای انجام واکنشهای شیمیایی اکسیداسیون - احیاء بیشتر میشود بنابراین با داشتن ساختمانی متخلخل در مولدهای کاتالیزوری، همانطور که بیان شد، مصرف سوخت میتواند کاهش یابد.

نتیجه گیری:

در این تحقیق روش استفاده از مبدل های کاتالیزوری جهت تکمیل احتراق در خودرو مورد بررسی قرار گرفته است مبدلهای کاتالیزوری با سوخت بدون سرب عمر مفید حدود ۸۰ هزار کیلومتر دارند که پس از پایان عمر مفید آنها نیز تنها ۱۰٪ از کاتالیزور مصرفی در آنها از بین می رود. این وسائل در درجه حرارتهای پائین کارائی مطلوبی ندارند و شدیداً به ترکیبات سمی درون سوخت چون سرب، سولفور و فسفر آسیب پذیر هستند نتایج تجربی نشان داده اند که، مبدل کاتالیزوری در صورت استفاده صحیح و نصب بر روی خودروهای سالم، انتشار آلاینده ها راتا بیش از ۸۰٪ کاهش میدهد. غلیظ بودن مخلوط سوخت و هوا، از کارائی مبدل می کاهد در حالی که پیش بینی می شود که وجود مبدل کاتالیزوری در مسیر آگزوز به دلیل بالا بردن فشار پشت خروجی در مسیر جریان گاز، از قدرت وراندمان موتور کاسته و نتیجتاً مصرف سوخت را بالا ببرد بر عکس مصرف سوخت پس از بکارگیری مبدل کاتالیزوری به میزان قابل توجهی کاهش یافته است

منابع:

- ۱- مینو دبیری(۱۳۸۵)، کنترل آلودگی محیط زیست، انتشارات دبیا، چاپ چهارم،
- ۲-Air Pollution Volume v, Air Quality Management, Third Edited by Arthur C.Stern , ACADEMIC PRESS INC.
- ۳- Patterso,D.J.and Henein,N.A.(۱۹۷۲)'Emission form Combustion Engines and Their Control 'Ann Arbor Science Publishere ,Ann Arbor,Michigan,
- ۴-Crouse,W.H.,Angline ,D.L: 'Automotive.Emission Control' Mcgraw Hill Book Company
- ۵- سید عبدالرضا گنجعلیخان نسب(۱۳۷۵)، "بازیتبی انرژی در سیستمهای حرارتی توسط محیط متخلخل"، پایان کارشناسی ارشد، دانشکده فنی - دانشگاه تهران ۷۱-۵۰
- ۶- سعید پشتمان(۱۳۷۲)، "پالایش آلاینده های خروجی از آگزوز موتورهای احتراق جرقه ای توسط مبدلهای کاتالیزوری"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی - دانشگاه تهران ۷۲-۷۱
- ۷-A Kowalewicz(۱۹۷۴) , Combustion System of High Speed Piston I.C Engines , Mc Graw Hill,New York
- ۸-دهخوراگانی محسن،(۱۳۷۴)کاهش آلاینده های گازهای خروجی موتور نیسان ۲۴-Z(مگاموتور)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی، دانشگاه تبریز
- ۹- صدیقی کوروش(۱۳۷۴)، کاهش آلاینده NOx در موتور بیکان cc ۱۶۰۰ با استفاده از روش EGR، سومین کنفرانس مهندسی مکانیک، دانشگاه امیر کبیر، تهران
- ۱۰-C. Beatrice C.Bertoli, N.C.Cirill, (۱۹۹۴), N Del Giacomo, R.Innocente, The Influence if High E.G.R.Rate on Emission of a D.I.Diesel Engine, Proceedings ۱۶th Annual ASME Fall Technical Conference , Lafayette, U.S.A, ICE-VOL.۲۲
- ۱۱-عباسعلیزاده مجید(۱۳۷۷)، کاهش آلاینده های موتور دیزلی OM-۳۵۵ ایدم، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی، دانشگاه تبریز
- ۱۲-پیروز پناه وهاب، عباسعلیزاده مجید(۱۳۷۷)، تاثیر بازخورانی گازهای آگزوز (EGR) بر روی عملکرد موتورهای دیزلی خودرو، نهمین همایش نفت، گاز و پتروشیمی، تهران
- ۱۳- Gaydon, A.G,Wolphord H.r, Flames , Their Structure , radiation and temperature , PP ۸۱, Publisher Champan and Hall.
- ۱۴- Eston , E, Reduction of Nox in the Exhaust gases of an Automotive Engine Using Methane gas by water Injection in the Inlet Maniifold
- ۱۵- Lestz , S.S,(۱۹۷۲), Emission from a direct cylinder Water Injected spark Ignition Engine , Paper ۷۲۰۱۱۳- Jan