پوهنتون پولی تخنیک کابل
مجله علم و تکنالوژی
جلد ۵۳- شماره ۴
حوت - سال ۱۴۰۴ - هـ.ش.
تاریخ دریافت اثر: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳
تاریخ قبولی اثر: ۱۴۰۵/۰۱/۰۹
KPU-JST
P-ISSN: 2305 - 896X

مرور بر مطالعه روش‌های احیای مبدل های کتلستی

پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدی محمد عبدی[1]* پوهاند دوکتور اسرارالدین گلزاد[2]
1 استاد دیپارتمنت کیمیا پوهنځی تعلیم و تربیه پوهنتون بدخشان
Email: abdi@badakhshan.edu.af
2 استاد دیپارتمنت انجینیری صنایع کیمیاوی نفت و گاز پوهنتون پولی تخنیک ناحیه پنجم کابل
Email : asrarudingulzad@gmail.com

خلاصه:

مبدل کتلستی یکی از اجزای مهم سلنسر وسایط نقلیه است که با استفاده از عناصر پلاتین، پلادیم و رودیم در کاهش آلوده کننده‌های ناشی از احتراق مواد فسیلی نقش اساسی دارد. این قطعه به‌مرور زمان در اثر جذب دوده و رسوبات فعالیت خود را از دست داده و نیاز به احیا یا شستشو پیدا می‌کند. هدف این تحقیق بررسی و مقایسه روش‌های مختلف احیا و شستشوی مبدل‌های کتلستی با تمرکز بر کارایی، هزینه و میزان تأثیر آن‌ها در بازیابی عملکرد این قطعه است. روش تحقیق به‌صورت مطالعه کتابخانه‌ای و تحلیل منابع علمی معتبر انجام شده است. در این تحقیق سه روش اصلی شامل استفاده از محلول‌های پاک‌کننده، اسپری‌ها و احیای ملایم با فارمیک اسید بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که فارمیک اسید به‌عنوان یک عامل احیاکننده ملایم بدون آسیب‌رساندن به فلزات گران‌بهای موجود در مبدل کتلستی، توانایی افزایش عملکرد و بازیابی فعالیت کتلستی را دارد. همچنین استفاده از مخلوط تینر و مایع هایدرولیک و اسپری‌ها به‌عنوان روش‌های سریع و کم‌هزینه می‌تواند رسوبات سطحی را پاک‌سازی کند، اما اثرات بلندمدت آن‌ها محدود است. بر اساس یافته‌ها، احیای ملایم با فارمیک اسید مؤثرترین و کم‌خطرترین روش برای افزایش عمر و بازگرداندن کارایی مبدل کتلستی تشخیص داده شد.

کلمات کلیدی: آلودگی هوا، پلاتین، پلادیم، رودیم، کاهش مصرف سوخت، کیفیت هوا، مبدل کتلستی.

1. مقدمه

یکی از مهم ترین منابع آلوده کنندهٔ هوا و محیط زیست محروقات فسیلی هستند [1]. که در وسایط نقلیه سوخته و به شکل گازات مضر از طریق سلنسر به محیط بیرون منتشر می‌شود [2]. این گازات عبارت از کاربن مونو اکساید (CO)، هایدرو کاربن‌های ناسوخته، اکسایدهای نایتروجن (NOX) و ذرات معلق می‌باشند. هایدرو کاربن‌های ناسوخته معمولاً ناشی از عدم احتراق کامل مواد سوخت در انجن هستند که به دلیل عوامل مانند نسبت نادرست سوخت به هوا و کیفیت پایین مواد سوخت رخ می‌دهد. مبدل‌های کتلستی به عنوان وسایل کلیدی در کاهش آلوده کننده‌ها عمل می‌کند و به بهبود پروسه احتراق کمک می‌کند[3].

مبدل‌های کتلستی با استفاده از عناصر کتلستی مانند پلاتین (Pt)، پلادیم (Pd) و رودیم (Rh) گازات مضرمانند CO، HC و NOX را در نتیجهٔ تعاملات کیمیاوی به گازات بی ضرر CO_2، H_2O و N2 تبدیل می‌کند. این مبدل‌ها از سه قسمت تشکیل شده است[4, 5]

1. ماده کتلستی: این قسمت از فلزاتی همچون پلادیم، رادیم، پلاتین، طلا، کادمیوم یا ترکیبی از آن‌ها تشکیل شده است. استفاده از این فلزات ارزشمند باعث افزایش قیمت مبدل‌های کتلستی می‌شود[6].
2. هسته: این قسمت بستری از جنس سرامیک است که غالباً ساختار لانه زنبوری دارد و در مرکز قرار می گیرد.
3. لایه اکسایدی: این لایه از اکساید المونیم(Al_2O_3)، سلیکان دای اکساید(SiO_2)، تیتانیم دای اکساید (TeO_2)، ساخته شده است. برروی سطح سرامیکی لانه زنبوری قررا داده می‌شود. وظیفه اصلی این لایه ایجاد سطح فعال بسیار وسیع و متخلخل برای پخش و نگهداری مادهٔ کتلستی مانند Pt, Pd, Rh و همچنین محافظت از آن‌ها در برابر چسپیدن و بزرگ شدن ذرات در حرارت بالا است. محافظت فیزیکی از کتلست نیز یکی از وظایف این لایه محسوب می‌شود [7].

مبدل کتلستی نظر به حذف گازات مضر بر سه نوع است که عبارت از مبدل کتلستی دو کاره، سه کاره و چهار کاره می‌باشند. مبدل‌های کتلستی دو کاره گازات CO و HC را به CO_2 و H2O تبدیل می‌کند. قبلاً در تمام وسایط نقلیه استفاده می‌شدند اما فعلاً صرف در وسایط نقلیهٔ دیزلی استفاده می‌گردند. مبدل‌های کتلستی سه کاره برعلاوه که CO و HC را به CO_2 و H_2O تبدیل می‌کنند توانایی احیای NOX را به N_2 دارد. فعلاً این مبدل‌ها در وسایط نقلیهٔ پطرولی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنان مبدل‌های کتلستی چهار کاره بر علاوه تعاملات فوق توانایی حذف ذرات معلق را نیز دارا می‌باشد.

مبدل‌های کتلستی نظر به نوع ساخت بر دو نوع است عبارت از مبدل کتلستی سرامیکی و مبدل کتلستی فلزی می‌باشد که هرکدام نظر به نوع عملکرد مزایای خود را دارد[8].

مبدل کتلستی سرامیکی به طور عموم از ماده کوردریتی ($MgO\ 2Al_2\ O_3 5SiO_2$)، به شکل لانه زنبوری ساخته می‌شوند. این ماده به د لیل ضریب انبساط حرارتی بسیار پایین مقاومت عالی در برابر حرارت بالا دارد ولی به دلیل ضخامت دیوارهای سرامیکی معمولا کمتر از 150 میکرون باعث افت فشار و زمان تاخیر در فعال سازی کتلست می‌شود[9].

مبدل کتلستی فلزی که از الیاژهای FeCrAl ساخته شده است دارای دیوارهای نازک کمتر از 50 میکرون هستند که کاهش 30 الی 40 فیصد افت فشار و افزایش 20 فیصد سرعت گرم شدن را به دنبال خواهد داشت و این کار باعث کاهش سریع آلوده کننده‌ها در شروع روشن کردن وسایط نقلیه می‌شود. همچنین استحکام میخانیکی بالاتر و مقاومت در برابر لرزش‌های شدید از مزایای کلیدی این نوع مبدل‌هاست[10]

مبدل‌های کتلستی مانند دیگر وسایل تا یک مدت زمان مشخص کار می‌کنند و سپس ممکن است فعالیت خود را از دست داده و نیاز به تبدیل، احیا و شستشو می‌داشته باشند. با این حال عمر مفید مبدل‌ها نظر به نوع وسایط نقلیه، شرایط عملیاتی، کیفیت مواد سوخت و روش نگهداری متفاوت است. مثلاً بر اساس استندر صنعت وسایط نقلیه مانند EPA در امریکا یک مبدل کتلستی 8 سال یا 130000 کیلو متر دوام بیاورند ولی در عمل بسیار از مبدل‌های مدرن تا 240000 کیلو متر بدون کاهش کارایی عملکرد دارند و توصیه به تعویض پس از چهار سال یا 80000 کیلو متر برای وسایط نقلیه سنگین باربری یا اتوبوس‌ها است. مبدل کتلستی وسایط نقلیه بار بری که حد اقل 80 هزار کیلومتر و حد اکثر 100 هزار کیلو متر را طی کرده باشد باید تبدیل شوند و اگر این فاصله را طی نکرده باشند اما چهار سال از مدت فعالیت آن سپری شده باشد نیز باید تبدیل گردد[11, 12].

در صورتیکه مبدل کتلستی در زمان مشخص تعویض یا احیا نشود عوارض متعدد و قابل توجهی در عملکرد وسایط نقلیه ایجاد خواهد کرد. مهم‌ترین این موارد عبارت‌اند از:

1. در صورت اختلال در عملکرد مبدل کتلستی، سنسور اکسیجن مقادیر غیرطبیعی را به واحد کنترل انجن (ECU) گزارش می‌دهد و سیستم هشداردهنده، چراغ چک انجن را فعال می‌کند [3].
2. عمل نکردن صحیح مبدل کتلستی سبب مسدود شدن مسیر سلنسر و ایجاد فشار معکوس می‌شود. افزایش فشار معکوس خروج گازهای ناشی از احتراق را مختل کرده در نتیجه باعث کاهش قدرت انجن (به دلیل نیاز پیستون به غلبه بر فشار معکوس)، افزایش مصرف سوخت (ناشی از تزریق سوخت بیشتر به خاطر جبران کاهش قدرت) و گرم آمدن انجن (به علت احتباس گازهای داغ در سیستم سلنسر)، می‌گردد[1, 13, 14].

هم چنان خرابی مبدل کتلستی با ایجاد انسداد در مسیر اگزوز، فشار معکوس را محدود می‌کند و در نتیجه گشتاور خروجی انجن را کاهش داده و نیروی محرکهٔ چرخ‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه سبب کاهش شتاب خصوصا، در اثر بار سنگین در سربالایی می‌گردد[15].

3. در اثر خرابی مبدل کتلستی خروج دود تیره بوی نامطبوع مانند تخم مرغ گنده شده کاهش سرعت وسایط نقلیه و سبب آلودگی محیط زیست می‌گردد[16]. زیرا که در اثر خرابی مبدل کتلستی احتراق به صورت مکمل انجام نشده و در نتیجه منجر به کاهش قدرت انجن و کاهش سرعت وسایط نقلیه می‌گردد[17].

در کشورهای خارج نظر به احترامیکه به قوانین محیط زیست دارند مبدل‌های کتلتسی به طور رایگان تبدیل می‌شود[18]. اما در افغانستان به دلیل هزینه بالای تعویض، به این موضوع توجه کافی صورت نمی‌گیرد. در بسیاری از موارد، مبدل‌های کتلستی از وسایط نقلیه خارج شده و به‌جای آن‌ها یک سلنسر فاقد مبدل کاتالیستی نصب می‌گردد، یا این قطعه به‌طور کامل تخلیه می‌شود[19]. استفاده از سلنسرهای بدون مبدل کتلستی با تغییر الگوی جریان گازهای خروجی، عملکرد سنسور اکسیجن را مختل می‌کند. این اختلال منجر به ارسال سیگنال نادرست به واحد کنترل انجن شده و در نهایت افزایش مصرف سوخت را در پی دارد.

بنابراین، پس از پایان عمر مفید مبدل کتلستی، در صورتی که تعویض آن امکان‌پذیر نباشد، احیا و شستشوی آن ضروری است؛ زیرا این کار علاوه بر کاهش آلودگی محیط زیست، از بروز عوارضی که پیش‌تر ذکر شد نیز جلوگیری می‌کند [20, 21].

سلنسر بدون مبدل کتلستی با ایجاد انسداد در مسیر اگزوز، الگوی جریان گازها را تغییر داده و عملکرد سنسور اکسیژن را مختل می‌کند. این اختلال منجر به قرائت نادرست نسبت هوا به سوخت (λ) و گزارش کاذب شرایط «لین» می‌شود. در نتیجه، واحد کنترل (ECU) با غنی‌سازی مخلوط سوخت، مصرف سوخت را 10-15% افزایش می‌دهد [17]. بنابراین پس از پایان عمر مبدل، احیاء و شستشوی آن (در صورت عدم امکان تعویض) هم از آلودگی محیطی می‌کاهد و هم از عوارضی چون افزایش مصرف سوخت جلوگیری می‌نماید.

موضوع بسیار جدید که فعلاً در اثر تحقیق از دوکان‌های سلنسر فروشی بدست آوردم این است که از وسایط نقلیه

مبدل‌های کتلستی را کشیده و یا به عوض آن سلنسر بدون مبدل کتلستی نصب نمودند و یا کاشی آنرا میده نموده سلنسر بدون مبدل‌های کتلستی را در وسایط نقلیه جابجا نمودند. فعلاً در عوض آن‌ها یک مبدل کتلستی از چین وارد می‌کنند به قیمت 2500 افغانی یا بالاتر از آن به فروش می‌رسانند که این مبدل نظر به قیمت که در بازار به فروش می‌رسند عناصر پلاتین(Pt)، پلادیم(Pd) و رودیم(Rh) را ندارند چون این مواد عناصر قیمتی بوده و بدون آن مبدل‌های کتلستی گازات مضر را به گازت غیر مضر تبدیل کرده نمی‌توانند.

2. روش تحقیق

این تحقیق به روش کتاب خانه ای سیستماتیک منابع علمی به شکل توصیفی و تحلیلی انجام شده است. پروسه تحقیق در اثر جستجو از پایگاه علمی مانند گوگل اسکالر، ساینس دایرکت و دیگر سایت‌های معتبر علمی انجام شده است. و در غنامندی، مستند سازی و تحلیل مسایل مربوط به آن از کتاب های معتبر و جدید مانند: کتاب‌ها و مقالات علمی استفاده شده است.

طوریکه در فوق تذکر داده شد در بخش علمی ابتدا مقالات مرتبط به این موضوع را از سایت‌های مختلف دانلود و مطالعه نمودیم و نکات و موضوعات مربوط به مقاله را یاد داشت نمودیم از این که این مقاله دارای فورمول است به سافت ویرهای کیمیا نیاز داشته بناءً سافت ویرهای مورد نیاز که در فوق تذکر داده شد دریافت و نصب نمودیم که توسط آن فورمول‌های آنرا ترسیم نمودیم و بعداز جمع آوری مواد و یاد داشت‌ها و خامه نویسی مقاله هذا را به رشته تحریر در آوردیم.

این مقاله روش‌های احیای مبدل کاتالیستی را بررسی می‌کند. خرابی مبدل از: با ایجاد انسداد اگزوز، فشار معکوس را افزایش داده و دو مکانیزم افزایش مصرف سوخت را فعال می‌کند:

1. کاهش قدرت موتور ECU → سوخت بیشتری تزریق می‌کند[15].
2. اختلال سنسور اکسیژن → گزارش «شرایط لین» کاذب → غنی‌سازی مخلوط سوخت[16].

این فرآیند مصرف سوخت را 10-25% افزایش می‌دهد [15]. با توجه به هزینه بالای تعویض مبدل (به‌دلیل فلزات قیمتی Pt/Pd/Rh)، احیای آن برای کاهش مصرف سوخت ضروری است.

3. اهداف تحقیق

این مقاله روش‌های احیای مبدل‌های کتلستی را بررسی می‌کند. خرابی مبدل‌های کتلستی با ایجاد مسدود نمودن اگزوز، فشار معکوس را افزایش داده و در اثر کاهش قدرت انجن و ایجاد اختلال در سنسور اکسیجن سبب افزایش مصرف سوخت در انجن می‌شود. این عملیه مصرف سوخت را ۲۵٪-۱۰ افزایش می‌دهد [15]. با توجه به هزینه بالای تعویض مبدل‌های کتلستی (به‌دلیل فلزات قیمتی Pt/Pd/Rh)، احیای آن برای کاهش مصرف سوخت ضروری است. به همین اساس اهداف ذیل را برای استفاده مجدد مبدل و افزایش طول عمر مطرح کردیم.

1. برای کار کرد بهتر، افزایش طول عمر و کاهش مصرف سوخت.
2. با استفاده از احیا و شستشوی مبدل کتلستی میتوان در هزینه تعویض آن صرفه جوی نمود.
3. شستشو و احیای مبدل کتلستی سبب کاهش آلودگی شده و در نتیجه به حفظ محیط زیست کمک می‌کند.
4. عملکرد بهتر مبدل کتلستی در برابر آلوده کننده‌ها در شرایط مختلف.
5. احیای مبدل کتلستی سبب افزایش طول عمر آن و کاهش هزینه تبدیل آن می‌گردد.
6. جلوگیری از مسموم شدن سرنشینان وسایط نقلیه. استاده از مبدل کتلستی منجر به کاهش فیصدی گازات خروجی از وسایط می‌شود. این فیصدی به نوع وسایز و سایط نقلیه بستگی دارد جدول (1)، حد مجاز این گازاها در افغانستان توسط اداره ملی حافظت محیط زیست به میکروگرام در یک متر مکعب در 24 ساعت تعیین شده است.

برای مثال حد مجاز HC برابر 50 میکرو گرام، برای CO 30 میکرو گرام و NOX برابر به 80 میکرو گرام در یک متر مکعب می‌باشد.

7. برملا ساختن مؤثر ترین روش‌های احیای مبدل کتلستی کدام است.

4. سوالات تحقیق

1. برای احیا و شستشوی مبدل‌های کتلیستی کدام روش‌ها مروج است؟
2. چگونه می‌توان عملکرد بهتر مبدل کتلستی را بعد از شستشو و یا احیا ارزیابی کرد؟
3. این روش بالای عمر مفید مبدل کتلستی چه تاثیر دارد؟
4. آیا شستشو و یا احیای مبدل‌های کتلستی اقتصادی تمام می‌شود؟

5. پیشینه تحقیق

در اوایل سال‌های 1970 میلادی مرکز حفاظت از محیط زیست امریکا قانونی را وضع نمودکه باید تمام وسایط نقلیه از مبدل کتلستی استفاده نمایند و تمام شرکت‌های وسایط نقلیه سازی نباید هیچ وسایط نقلیهی را بدون مبدل کتلستی به فروش برسانند. حرکت وسایط نقلیه بدون مبدل کتلستی در جاده جریمه نقدی صورت می‌گرفت و بعد از سال 1381 این کار در ایران نیز تصویب شد و در سال 1383 به صورت اجباری صورت گرفت.

در سال 1401 حسین فرهگیان در مقاله تحت عنوان (کاهش آلودگی محیط زیست با احیای مبدل کتلستی وسایط نقلیه به روش هایدروجنیشن ملایم) نشان داد که استفاده از فارمیک اسید در غلظت کم به عنوان احیاکننده ملایم، موجب احیای مبدل کتلستی بدون آسیب رساندن به ساختمان آن می‌شود و هم‌زمان می‌تواند انتشار آلوده کننده‌ها را کاهش دهد و از این طریق به حفاظت محیط زیست کمک کند[11].

تحقیقی که مهرازین عمرانی و همکاران آن در سال 2019 تحت عنوان (مطالعه عناصر گروپ پلاتین در مبدل‌های کتلستی وسایط نقلیه و نمونه‌های گاز خروجی) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که عناصر گروپ پلاتین، پلادیم و رودیم به طور گسترده در تولید مبدل‌های کتلستی وسایط نقلیه به منظور جلوگیری و کنترول آنتشار گازات مضر از سلنسر وسایط نقلیه استفاده می‌شود، اما مبدل‌های کتلستی به مرور زمان فرسوده می‌شوند[23].

6. دلایل مسموم شدن مبدل‌های کتلستی

مبدل‌های کتلستی به دلیل دارا بودن فلزات قمتی مانند پلاتین، پلادیم و رودیم نقش حیاتی رد حذف گازات مضر خروجی از اگزوز وسایط نقلیه ایفا می‌کنند. این فلزاتنظر این فلزات نظر به خواص ویژه و تعامل پذیر بالا، به عنوان کتلیست در عملیه تبدیل گازات آلوده کننده به ترکیبات بی خطر عمل می‌نمایند. با این حال، پس از یک دور استفاده، عملکرد مبدل کتلستی ممکن است به دلایلی مانند گرفتگی منافذ یا مسمومیت کتلستی این فلزات قمتی، به شدت کاهش یابد. در اثر این مسمومیت یا گرفتگی، فلزات کتلستی دیگر توانایی لازم برای تبدیل موثیر گازات مضر را نخواهد داشت. این کاهش عملکرد نه تنها منجر به افزایش آلودگی خروجی از وسایط نقلیه می‌شود، بلکه می‌توان با ایجاد اختلال در جریان گازها، سبب گرفتگی و افزایش فشار برگشتی در سیستم اگزوز یا سلنسر وسایط نقله نیز گردد[24].

مهمترین دلایل عدم عملکرد مبدل کتلستی را ذیلاً بررسی می‌کنیم

1. گرفتگی منفذها: دلیل عمده غیر فعال شدن مبدل کتلستی مسدود شدن منفذهای آن است. دودیکه در اثر سوخت مواد از سلندر خارج می‌شود به راحتی عبور نکرده و در نتیجه سبب تخریب مبدل کتلستی، خرابی سنور آکسیجن، افزایش مصرف سوخت و در نتیجه خرابی انجن می‌گردد[25].

2. شکستن مبدل کتلستی: دلیل دیگر بی احتیاطی دربور و ضربه‌های فزیکی به بدنه این قطعه است. طوریکه قبلاً گفته شد ساختمان مبدل کتلستی از جنس کاشی است که در صورت ضربه وارد شدن به بدنه آن میده شده و سبب عدم فعالیت آن می‌گردد[26].
3. حرارت بیش از حد گازهای خروجی از انجن: عناصر پلاتین، پلادیم و رودیم در برابر حرارت بسیار حساس هستند. اگر حرارت مبدل کتلستی بیش از حد مجاز برسد، در نتیجه باعث خرابی و از دست دادن فعالیت کتلستی خواهد شد. این واقعه زمان رخ می‌دهد که حرارت انجن به دلایل مختلفی بیش از حد افزایش یابد[27].
4. گازهای خروجی از سلندر: خالصیت گازهای خروجی از سلندر برای سلامت و عملکرد مبدل کتلستی اهمیت زیادی دارد. آلودگی این گازها به مواد دیگر، مانند علاوگی‌ها برای بهبود کیفیت سوخت، می‌تواند باعث کاهش کارایی مبدل کتلستی شود. همچنین، خرابی واشر سر سلندر موجب ورود آب و روغن به سلندر و آلودگی گازهای خروجی می‌شود که به مبدل آسیب می‌زند.[28].
5. تولید جرقه در انجن: احتراق نامناسب و تغییر نسبت هوا به سوخت (1:14,6) می‌تواند به مبدل کتلستی آسیب بزند. در این حالت، احتراق کامل انجام نمی‌شود و این امر باعث خرابی زودرس مبدل کتلستی می‌گردد.[29].
6. استفاده از علاوگی‌ها: برای افزایش کیفیت سوخت بنزین با عدد اوکتان پایین، علاوگی‌هایی مانند تزریق کننده‌های شور و تترا ایتایل سرب به آن اضافه می‌شود. این مواد نه تنها به مبدل‌های کتلستی آسیب می‌زنند، بلکه به محیط زیست نیز ضرر می‌رسانند.[11].

پس از بررسی عوامل خرابی مبدل کتلستی، در بخش بعدی به علائم خرابی و روش‌های احیا و شستشوی آن پرداخته خواهد شد.

هرگونه تغییر قابل توجه در افزایش مصرف سوخت، کاهش سرعت وسایط نقلیه، دیر روشن شدن، خروج دود سیاه از سلنسر وسایط نقلیه، روشن شدن چراغ چک وسایط نقلیه، متصاعد شدن بوی بد از وسایط نقلیه، لرزش وسایط نقلیه، شنیده شدن صدای شبیه تکان خوردن سنگ ریزه از مبدل کتلستی. خلاصه این که هر نوع اختلال در عملکرد مبدل کتلستی منجر به رد معاینه فنی وسایط نقلیه در ریاست ترافیک می‌گردد. و از طرف دیگر خرابی این تجهیز سبب آلودگی هوا خصوصاً در شهرهای پر جمعیت می‌گردد [30].

7. روش‌های احیای مبدل‌های کتلستی

طوریکه قبلاً هم یاد آوری کردم در صورت فرسوده شدن و یا هر عوارض دیگر در کشورهای اروپایی به طور رایگان تعویض می‌گردد. اما در ممالک همسایه تعویض آن مصرف هنگفت دارد به همین خاطر اکثراً شستشو و یا احیا را ترجیح می‌دهند و در افغانستان بعداز خرابی نه تعویض صورت می‌گیرد و نه احیا به مجرد خرابی این قطعه آنرا یا خالی نموده و یا به عوض آن یک سلنسر تقلبی نصب می‌کنند. نظر به معلوماتیکه از سلنسر سازان شهر کابل دریافت کردم تمام سلنسرهای که حاوی مبدل کتلستی بودند فروخته شده و به عوض آن سلنسر خالی و یا تقلبی نصب کردند به همین خاطر در این مقاله احیا و شستشوی آنرا به برر سی می‌گیریم.

قبل از اینکه به تعویض، شستشو و یا احیا شروع کنیم اولاً باید چک کنیم که مبدل کتلستی چه مشکل دارد؟ اگر کاهش عملکرد انجن، افزایش مصرف سوخت بوی بد، کاهش سرعت و غیره بود در این صورت نیاز به شستشو و یا احیا دارد. برای شستشو و یا احیای مبدل کتلستی وسایط نقلیه مراحل ذیل را در نظر می‌گیریم. بررسی مبدل کتلستی، انتخاب مواد کیمیاوی، آماده نمودن محلول، شستشو با محلول، شستشو با آب، خشک کردن با هوای گرم و در آخر نصب مجدد.

8. مسموم شدن مبدل کتلستی

عناصر پلاتین، پلادیم و رودیم به‌طور کلی فلزاتی پایدار بوده و در برابر بسیاری از عوامل اکسایدکننده مقاومت نشان می‌دهند. با این حال، این عناصر در حرارت‌های بالا می‌توانند با اکسیجن تعامل نموده و به اکسایدهای مربوطه تبدیل می‌شوند[22, 31]. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود، اکسیدیشن این عناصر تحت تأثیر تغییر انرژی آزاد گیبس در حرارت‌های مختلف رخ می‌دهد[32].

اکسیدان‌ها به موادی گفته می‌شوند که می‌توانند الکترون‌ها را از یک ماده دیگر بگیرند و در نتیجه باعث اکسیدیشن آن شوند. در این عملیه، ماده‌ای که الکترون‌ها را از دست می‌دهد، اکسیدیشن شده و به شکل اکساید می‌گردد[33].

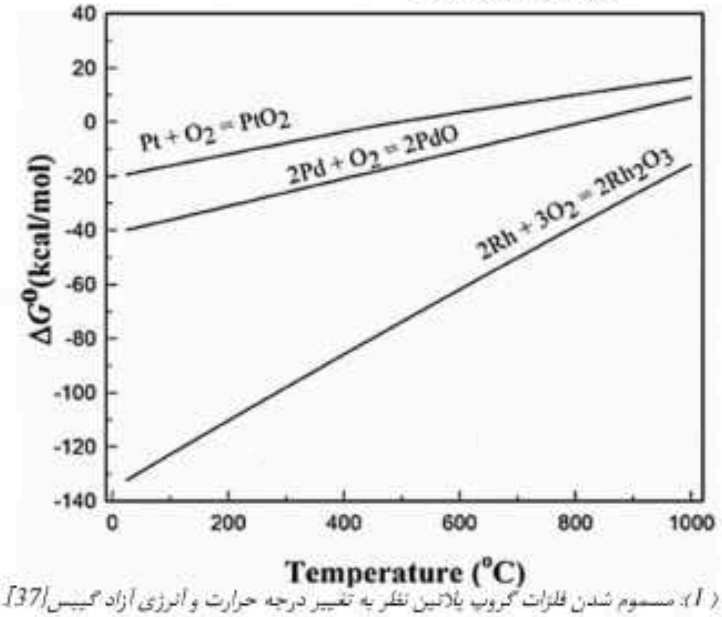
لذا، درک این مفاهیم به ما کمک می‌کند تا بهتر بفهمیم چرا و چگونه مبدل‌های کتلستی می‌توانند تحت تأثیر اکسیدیشن قرار بگیرند و در نتیجه کارایی آن‌ها کاهش یابد[34, 35].

عناصر گروپ پلاتین در اثر عبور دود ناشی از مواد سوخت به اکسایدهای مربوطه آن تبدیل شده و در نتیجه فعالیت کیمیاوی خود را از دست می‌دهند[36].

$$Pt+O_2 \rightarrow PtO_2 \quad (1)$$

$$2Pd+O_2 \rightarrow 2PdO \quad (2)$$

$$4Rh+3O_ \rightarrow 2Rh_O_ \quad (3)$$



شکل (1): مسموم شدن فلزات گروپ پلاتین نظر به تغییر درجه حرارت و انرژی آزاد گیبس[37]

9. احیای مبدل کتلستی

طوریکه در شکل (1) و معادلات 1، 2 و 3 دیده می‌شود فلزاتیکه در مبدل‌های کتلستی مورد استفاده قرار گرفتند به اکسایدهای مربوطه شان تبدیل شدند. برای اینکه دو باره این عناصر فعال شوند و به فعالیت خود ادامه دهند باید آن‌ها را احیا نمود. برای این کار روش‌های زیادی وجود دارد که یکی از این روش‌ها استفاده از گاز هایدروجن می‌باشد ولی نظر به فشار و حرارت بالای که این عمله دارد برای احیای مبدل‌های کتلستی مناسب نمی‌باشد چون باعث نابودی این فلزات از سطح مبدل کتلستی می‌شود و از طرف دیگر مبدل کتلستی ساختمان شکننده دارد و این روش برای احیای مبدل کتلستی مناسب نمی‌باشد به همین منظور روش‌های دیگری را باید جستجو کرد. یکی از این روش‌ها عبارت از

هایدروجنیشن ملایم توسط تیزاب مورچه یا فارمیک اسید(HCOOH)، می‌باشد که در ذیل بررسی می‌کنیم[6, 38].

10. احیای مبدل کتلستی وسایط نقلیه توسط فارمیک اسید(CH_2O_2)

برای احیای فلزات گروپ پلاتین اکساید شده در مبدل کتلستی از فارمیک اسید(CH_2O_2)، به عنوان عامل هایدروجنیشن ملایم استفاد می‌کنیم، برای این کار 15 فیصد فارمیک اسید و 85 در صد آب مقطر باهم یکجا نموده بعداً مبدل کتلستی را در آن وارد نموده در حرارت 60 درجه سانتیگراد تا یک ساعت نگه می داریم و متوجه باشیم که درجه حرارت از به 80 درجه سانتی گرید نرسد که سبب تجزیه شدن فارمیک اسید می‌گردد بعد ٭از آن را برداشته خشک می‌کنیم و دوباره به وسایط نقلیه بسته می‌کنیم معادلات کیمیاوی آن قرار ذیل است.

$$PtO_2+2HCOOH \rightarrow 2H_2O+2CO_2+Pt \quad \Delta G=-110.7\ Kcal/mol \quad 5$$

$$PdO+HCOOH \rightarrow Pd+H_2O+CO_2 \quad \Delta G=-45.1\ Kcal/mol \quad 6$$

$$Rh_2O_3+3HCOOH \rightarrow 2Rh+3H_2O+3CO_2 \quad \Delta G=-129.0\ Kcal/mol \quad 7$$

طوریکه در معادلات فوق دیده می‌شود انرژی آزاد گیبس همگی منفی می‌باشد به همین خاطر عملیه احیای مبدل کتلستی یک عملیه خود بخودی است[37].

11. احیای مبدل کتلستی بامایعات مخصوص

طوریکه قبلاً هم یاد آوری کردم مبدل‌های کتلستی یک قطعه بسیار مهم سلنسر وسایط نقلیه است که وظیفه آن تبدیل گازات مضر که از احتراق سوخت تولید می‌شود به گازات بی ضرر. اما به مرور زمان این در اثر استفاده دوامدار از وسایط نقلیه مبدل کتلستی دود گرفته و فعالیت خود را از دست می‌دهد و در نتیجه سبب افزایش آلودگی هوا و کاهش کارایی انجن وسایط نقلیه می‌شود. به همین خاطر شستشوی مبدل‌های کتلستی یک روش بسیار مؤثیر به خاطر بر گرداندن فعالیت مبدل کتلستی به حالت اول آن است. برای شستشوی مبدل کتلستی ابتدا باید وسایط نقلیه را در یک مکان هموار پارک کنیم تا این که سرد شود بعداً مبدل را از بدنه وسایط نقلیه جدا نموده از یک طرف مایع را میریزیم به مدت 10 الی 15 دقیقه صبر می‌کنیم تا تمام دوده در مایع محلل حل شود، بعداً محتوای داخل مبدل را خالی نموده و با آب گرم به شستشوی آن ادامه می‌دهیم تا مظمئین شویم کاملاً پاک شده و در مرحله آخر توسط هوای داغ خشک می‌کنیم و اگر هوای داغ نبود در هوای آزاد قرار می‌دهیم تا خشک شود. بعد از خشک شدن آنرا در وسایط نقلیه بسته می‌کنیم. حالا هریک از روش‌های شستشوی مبدل کتلستی را در ذیل به بررسی می‌گیریم .

12. شستن توسط تیزاب

شستشوی مبدل کتلستی توسط تیزاب شوره(HNO_3)، تیزاب نمک(HCl)، تیزاب گوگرد(H_2SO_4) و غیره یک طریقه بسیار مؤثیر برای از بین بردن دود و آلودگی‌ها از مبدل کتلستی محسوب می‌شوند. تیزاب‌ها نظر به خواص کیمیاوی که دارند می‌توانند آلودگی‌هایکه بالای منفذهای مبدل کتلستی رسوب نموده تعامل کرده وآن‌هارا پاک نمایند. این عملیه به طور موقت می‌تواند عملکرد مبدل کتلستی را بهتر نماید اما بزرگترین صدمه را به مبدل کتلستی وارد می‌کند. چون مبدل کتلستی از عناصر قیمتی ساخته شده است اولین کاریکه تیزاب می‌کند این فلزات را از بین می‌برد و هم سطح سرامیک را تخریش می‌کند و به مرور زمان مبدل کتلستی فرسوده شده و باعث بندش بیشتر منفذها می‌شود و هم سبب صدمه به سنسور آکسیجن شده که در نتیجه سیگنال غلط به سیستم فرستاده و باعث مختل شدن عملکرد انجن می‌گردد. بزرگترین عوارض دیگر اینکه توانائی تبدیل گازات مضر را به گازات بی ضرر ندارد و در این صورت سبب آلوده شدن هوا و محیط زیست می‌شود. بناءً از تمام دریوران و مستری‌ها لطفاً خواهشمندم که مبدل کتلستی خود را با تیزاب شستشو

ندهند جز ضرر فایده ندارد[39].

13. احیای مبدل کتلستی توسط مخلوط تینر و مایع هایدرولیک

استفاده از مخلوط مایع تینر و هایدرولیک برای پاک نمودن رسوبات مبدل کتلستی می‌تواند بسیار مؤثیر واقع شود چون تینر یک مایع حل کننده است، مواد چسپنده و رسوبات را از بین می‌برد و مایع هایدرلیک به دلیل ترکیبات خاص خود می‌تواند برای از بین بردن آلودگی‌ها و حفظ کیفیت مبدل کتلستی مؤثیر واقع شود.
برای اجرای این کار یک لیتر از مایع تنیر را با نیم لیتر مایع هایدرولیک مخلوط نموده خوب تکان دهید تا باهم یک محلول متجانس را بسازند بعداً یک طرف دهن مبدل کتلستی را ببندید و از طرف دیگر محلول آماده را بریزید اگر آلودگی زیاد باشد به مدت 15 الی 20 دقیقه آنرا نگهدارید تا که رسوبات خوب حل گردد. بار دوم طرف دیگر مبدل کتلستی را ببندید و از طرف دیگر مایع را بریزید بازهم به مدت ذکر شده صبر کنید تا زمانیکه رسوبات کاملاً حل گردد. بعداً آنرا خوب تکان دهید و خالی نمائید. در مرحله آخر با آب گرم شسته و توسط هوای گرم خشک نمائید بعداز خشک شدن در سلنسر وسایط نقلیه بسته نمائید[40].

14. احیای مبدل کتلستی با اسپری‌های پاک کننده فلتر

استفاده از اسپری‌های پاک کننده فیلتر دیزل (Diesel Particulate Filter Cleaner Report)، که به‌طور خاص برای انجن‌های دیزلی طراحی شده‌اند نیازی به جداسازی مبدل کتلستی از وسایط نقلیه ندارد. در این روش پس از آماه سازی اسپری، سنسور آکسیجن را باز نموده و پیپ اسپری را از طریق محل نصب سنسور آکسیجن وارد سیستم میکنیم. اسپری را به تدریج تزریق می‌کنیم تا کاملاً تخلیه شود. سپس وسایط نقلیه روشن نموده و به مدت 1 تا 2 ساعت در دور انجن (3000 – 2500) نگه داشته می‌شود، تا حرارت مبدل کتلستی به حدود 600 درجه سانتیگراد برسد. این عملیه باعث می‌شود که رسوبات کاربنی توسط عوامل اکسیجن دهنده موجود در اسپری شسته شوند. تا اینکه تمام اسپری تخلیه شود بعداً وسایط نقلیه را روشن نموده و به مدت یک الی دو ساعت به سرعت دریوری می‌کنیم تا اینکه تمام آلودگی‌های که توسط اسپری شسته شده است پاک گردد[41].
هنچنان باید تذکر داد که فورمولیشن این اسپری‌ها دارای محلل‌ها و و مرکبات فعال کیمیاوی مانند پراکسایدها یا نایتریت‌ها است که به صورت مایع پر فشار با چشپندگی بسیار بالا عمل می‌کند. این خصوصیا موجب تماس طولانی تر باسطح دیوارهای فلتر و نفوذ به داخل منفذهای آن قبل از تبخیر یا تجزیه حرارتی می-شود[42].

15. احیای مبدل کتلستی با مایع مخصوی (OXICAT)

یکی از روش‌های بسیارآسان و مهم دیگری که اصلاً نیازی به باز کردن مبدل کتلستی و سنسور اکسیجن ندارد و در حال حاضر، برای احیای مبدل کتلستی استفاده می‌شود افزودن محلول شستشو (OXICAT)، مبدل کتلستی و سنسور آکسیجن به تانکی تیل وسایط نقلیه است. این روش طوری انجام می‌شود که تانکی تیل حد اقل گنجایش 50 لیتر تیل را داشته باشد. اول مایع را به داخل تانکی می‌ریزیم بعداً از بالای آن 50 لیتر تیل را اضافه می‌کنیم و بعداز آن به دریوری حد اقل چندین ساعت ادامه می‌دهیم تا اینکه مبدل کتلستی، سنسور آکسیجن وحتی سلنسر که دود گرفته باشد کاملاً پاک گردد. این محلول سبب از بین بردن دود ناشی از احتراق ناقص وسایط نقلیه که برروی مبدل کتلستی و سنسور آکسیجن رسوب نموده، می‌شود. و به خاطر آزاد شدن و به دست رس قرار گرفتن شبکه لانه زنبوری مبدل کتلستی می‌تواند به طور موقت مشکل را بر طرف کند[43].

16. بحث

مبدل کتلستی وسایط نقلیه بعد از سپری نمودن 80 الی 100 هزار کیلو متر حتماً نیاز به تبدل احیا و شستشو دارد. تبدیل آن در بعضی کشورها خصوصاً افغانستان هزینه بالا دارد. به همین خاطر شستشوی مبدل کتلستی توسط محلول‌ها می‌توانند به باز گردان عملکرد آن کمک کند و لی احیا و شستشوی آن بعضی برتری‌ها و معایب را نیز دارد مثلاً شستن با تیزاب رسوبات و آلودگی آنرا حذف نموده اما ساختمان مبدل کتلستی را تخریش می‌کند و هم سبب کاهش عملکرد و یا عدم فعالیت همیشگی آن می‌شود.

استفاده از مایع تینر و مایع هایدرولیک به عنوان یک مایع مؤثر برای از بین بردن دود و رسوبات مبدل کتلستی استفاده می‌شود. این مایع به ساختار مبدل کتلستی آسیب نرسانده و عملکرد آنرا دوباره به حالت اولی آن بر می‌گرداند.

شستشو یا اسپری‌ها نظر به مایعات فوق از اهمیت ویژه برخوردار است زیرا که احیای مبدل کتلستی با اسپری نیاز به باز کردن مبدل کتلستی ندارد و می‌توان از آن در هر مکان به راحتی استفاده کرد و ضرر هم ندارد ولی عیبش این است که اثر بخشی کمتری دارد و نیاز به تکرار دارد.

احیای مبدل کتلستی با فارمیک اسید خیلی مؤثر است زیرا که نظر به منفی بودن انرژی آزاد گیبس یک عملیه خود به خودی است و هم به فلزات پلاتین، پلادیم و رودیم کمک می‌کند تا عملکرد بهتری داشته باشد و هم احیای مبدل کتلستی با فارمیک اسید سبب افزایش عمر مبدل کتلستی می‌شود. از مطالعه تمام روش‌ها به این نتیجه می‌رسیم که شستشو با مخلوط تینر و مایع هایدرولیک از همه بهتر می‌باشد.

17. زیابی عملکرد مبدل کتلستی بعد از احیا

عملکرد مبدل کتلستی بعد از حیا توسط روش‌های ذیل ارزیابی می‌گردد

ا. ارزیابی گازات خروجی از اگزوز وسایط نقلیه: توسط دستگاه انالایزر غلظت گازات خروجی از وسایط ارزیابی می‌گردد، بهبود عملکرد مبدل کتلستی زمان تایید می‌شود که این گازات نظر به قبل از احیا 80 الی 90 فیصد کاهش یافته باشد[22].

2. چک جراغ سنسور آکسیجن: توسط روشن شدن جراغ چک سنسور آکسیجن عملکرد مبدل کتلستی ارزیابی می‌گردد، طوریکه بهبود عملکرد مبدل کتلستی زمان قابل قبول است که چراغ چک وسایط نقلیه که توسط سنسور آکسیجن کنترول می‌شود بعد از احیا خاموش شود[44].

3. عملکرد بهتر انجن: بعداز احیای مبدل کتلستی مصرف سوخت باید به انداز 5 الی 15 فیصد کاهش یاید و همچنان کاهش بوی بد نامطبوع گازهای خروجی، نشانه‌های مستقیم عملکرد بهتر انجن بعداز احیای مبدل کتلستی می‌باشد[45].

18. نتیجه گیری

مبدل‌های کتلستی یکی از اجزای مفید و کار آمد در سلنسر وسایط نقلیه است که، نقش مهمی در پاک نگهداشتن هوا، عملکرد بهتر سنسور آکسیجن وکاهش مصرف سوخت ایفا نماید. نظر به افزایش جمعیت و وسایط نقلیه در افغانستان خصوصاً در شهر کابل آلودگی محیط زیست به یک نگرانی بسیار بزرگ تبدیل شده است. بناءً روش‌های شستشو و احیای مبدل کتلستی ضرورت بیشتر پیدا کرده است.

در این مقاله به بررسی روش‌های شستشو و احیای مبدل کتلستی پرداخته ایم و در نتیجه در یافتیم فارمیک اسید برای احیا و شستشوی مبدل کتلستی از ارزش بالای برخوردار است هم رسوبات و آلودگی را پاک نموده و عملکرد مبدل کتلستی را بهتر می‌کند و هم سبب تخریش مبدل کتلستی نمی‌گردد. همچنان استفاده از محلل های دیگر مانند تینر و

اسپری‌ها نیز به عنوان یک پاک کننده فوری و غیر مخرب در شستشوی مبدل کتلستی از اهمیت بالای برخوردار است. ولی استفاده از موادهای دیگرمانند تیزابهای قوی و آب داغ به کلی برای پاک نمودن مبدل کتلستی اجازه نیست زیراکه تیزاب‌ها فلزات پلاتین، پلادیم و رودیم را در خود حل نموده و سبب تخریب مبدل کتلستی می‌گردد و به مرور زمان مبدل کتلستی عملکرد خود را از دست داده ودیگر نمی‌توانند گازات مضر را حذف کنند.

به هرحال نظر به مصارف بالای که تعویض مبدل کتلستی دارد همگی نمی‌توانند هر وقت آنرا تبدیل کنند. به همین منظور احیا و شستشوی مبدل کتلستی حتمی و ضروری است و این کار نه‌تنها به عملکرد دو باره مبدل کتلستی و کاهش هزینه تبدیل آن کمک می‌کند بلکه برای حفظ کیفیت هوا، کاهش آلودگی، عملکرد بهتر انجن، کاهش مصرف سوخت و فعالیت بهتر سنسور اکسیجن نیز کمک می‌کند. در نتیجه این مقاله به عنوان یک منبع علمی و اکادمیک بخاطر شستشو و احیای مبدل کلیستی می‌تواند به پاکی محیط زیست و هم یک راهنما برای میکانیک‌ها، دریوران و مالکان وسایط نقلیه باشد تا هرکس بتواند به وقت معین مبدل کتلستی خود را شستشو و احیا نماید.

19. پیشنهادات

1. پیشنهاد می‌شود که مبدل کتلستی بعداز سپری شدن زمان معین احیا گردد.
2. هیچ گاه برای احیا مبدل کتلستی از مواد مخرب مانند تیزاب‌ها استفاده نکنید.
3. استفاده از فارمیک اسید نه‌تنها عملکرد مبدل کتلستی را بهتر می‌کند بلکه به مبدل کتلستی آسیب هم نمی‌رساند.
4. شستشو با مایعات دیگر مانند تینر و اسپری‌ها یک راهکار فوری و بی ضرر است.
5. برای میکانیک‌ها، دریوران و عموم شهروندان سمینارها و ورکشاپ‌ها دایر شود تاهمه به تبدیل، احیا و شستشوی مبدل کتلستی آگاه شوند.
6. از امارت اسلامی افغانستان تقاضا می‌گردد که شرایط تحقق را مساعد نماید تا مبدل‌های کتلستی که فعلاً در بازار به فروش می‌رسند چک شوند تا از موجودیت عناصر کتلستی آن اطمینان حاصل گردد.

20. مآخذ

[1] J. Kašpar, P. Fornasiero, and M. Graziani, «Use of CeO2-based oxides in the three-way catalysis,» Catalysis Today, vol. 50, no. 2, pp. 285-298, 1999.

[2] D. R. Tree and K. I. Svensson, «Soot processes in compression ignition engines,» Progress in energy and combustion science, vol. 33, no. 3, pp. 272-309, 2007.

[3] M. V. Twigg, «Catalytic control of emissions from cars,» Catalysis Today, vol. 163, no. 1, pp. 33-41, 2011.

[4] S. C. Beatrice Boccaa, Patricia Smichowski, Darı´o Go´mez, Sergio Caroli, «Monitoring Pt and Rh in urban aerosols from Buenos Aires, Argentina,» Science of the Total Environment, pp. 255-264, 2006.

[5] B. Bocca, S. Caimi, P. Smichowski, D. Gómez, and S. Caroli, «Monitoring Pt and Rh in urban aerosols from Buenos Aires, Argentina,» Science of the Total Environment, vol. 358, no. 1-3, pp. 255-264, 2006.

[6] C. a. Z. Cova, Alessio and Muñoz-Batista,, «= {Efficient scrap waste automotive converter Ru-based catalysts for the continuous-flow selective hydrogenation of cinnamaldehyde},» Green Chemistry, vol. 21, 2019.

[7] ح. نورانیان and ح. اسمعیلی، «مروری بر روش های تولید کاتالیست اگزوز خودرو،» فصل نامه سرامیک ایران، شماره 12, pp. 43 - 53, 1387.

[8] خ. بهرورزی «کنترل آلودگی خودرو با استفاده از کاتالیزور،» علوم زیست محیطی و دانش جغرافیا, 20, pp. 1 - 1380.

[9] F. Gudyanga, Minerals in Africa: Opportunities for the Continent's Industrialisation. CRC Press, 2020.

[10] J. B. Heywood and O. Z. Welling, «Trends in performance characteristics of modern automobile SI and diesel engines,» SAE International Journal of Engines, vol. 2, no. 1, pp. 1650-1662, 2009.

[11] ح. فرهنگیان، «کاهش آلودگی زیست محیطی با احیای کاتالیست خودرو به روش هیدروژناسیون مالیم،» شیمی سبز و فناوری های پایدار، شماره 10, pp. 34 -41, 1401.

[12] M. K. Khair and W. A. Majewsky, Diesel emissions and their control. SAE International, 2006.

[13] T. G. Adams, «Effect of exhaust system design on engine performance,» SAE Technical Paper, 0148-7191, 1980.

[14] M. Ebrahimnataj et al., «The effect of soot accumulation and backpressure of an integrated af-

ter-treatment system on diesel engine performance,» Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, vol. 147, no. 15, pp. 8435-8443, 2022.

[15] Y. Gülmez and G. Özmen, «Effects of Exhaust Backpressure Increment on the Performance and Exhaust Emissions of a Single Cylinder Diesel Engine,» Journal of ETA Maritime Science, vol. 9, no. 3, 2021.

[16] D. B. Kittelson, «Engines and nanoparticles: a review,» Journal of aerosol science, vol. 29, no. 5-6, pp. 575-588, 1998.

[17] R. J. Clarkson, «A theoretical and experimental study of automotive catalytic converters,» Coventry University, 1995.

[18] J. Merkisz, J. Pielecha, and S. Radzimirski, New trends in emission control in the European Union. Springer, 2014.

[19] B. Stickle, A. Rennhoff, C. A. Morris, and S. Fritts, «Catalytic converter theft: An examination of the elasticity of crime,» Crime Prevention and Community Safety, vol. 26, no. 2, pp. 139-156, 2024.

[20] K. Ahn, H. Rakha, and I. El-Shawarby, «Environmental Impacts of Catalytic Converter Malfunctions,» Transportation Research Record, vol. 2058, no. 1, pp. 79-88, 2008.

[21] J.-H. Lee, «Review on zirconia air-fuel ratio sensors for automotive applications,» Journal of materials science, vol. 38, no. 21, pp. 4247-4257, 2003.

[22] R. M. Heck, R. J. Farrauto, and S. T. Gulati, Catalytic air pollution control: commercial technology. John Wiley & Sons, 2012.

[23] M. G. Mehrazin Omrani, Yao Liu, Simon Martinet, «Platinum group elements study in automobile catalysts and exhaust gas samples,» Environmental Pollution, pp. 1 - 9, 2019.

[24] S. M. Qureshi , Z. S. Naqvi, and A. Rahimi, «An overview of the studies carried out in the field of platinum metal recovery from,» Promotional scientific quarterly 47, pp. 77 - 92, 2014.

[25] A. Sappok, M. Santiago, T. Vianna, and V. W. Wong, «Characteristics and effects of ash accumulation on diesel particulate filter performance: Rapidly aged and field aged results,» SAE Technical Paper, 0148-7191, 2009.

[26] P. Lott, P. Dolcet, M. Casapu, J.-D. Grunwaldt, and O. Deutschmann, «The effect of prereduction on the performance of Pd/Al2O3 and Pd/CeO2 catalysts during methane oxidation,» Industrial &

Engineering Chemistry Research, vol. 58, no. 28, pp. 12561-12570, 2019.

[27] X. Cheng et al., «Thermal deactivation mechanism of the commercial Pt/Pd/Rh/CeO2-ZrO2/Al2O3 catalysts aged under different conditions for the aftertreatment of CNG-fueled vehicle exhaust,» Fuel, vol. 344, p. 128009, 2023.

[28] F. Ueda, S. Sugiyama, K. Arimura, S. Hamaguchi, and K. Akiyama, «Engine oil additive effects on deactivation of monolithic three-way catalysts and oxygen sensors,» SAE transactions, pp. 332-341, 1994.

[29] A. V. Porsin et al., «A Destruction Mechanism of a Three-Way Catalyst Due to a Failure of Fuel Supply in a Spark Ignition Engine,» Emission Control Science and Technology, vol. 7, no. 2, pp. 163-173, 2021.

[30] س. قنبری همدانی «بررسی و اندازه گیری آلاینده های زیست محیطی خروجی از اگزوز خودرو های.» طالعات علوم محیط زیست، دوره اول، شماره اول، 1395, 52 - 45 pp.

[31] D. Devaiah, L. H. Reddy, S.-E. Park, and B. M. Reddy, «Ceria–zirconia mixed oxides: Synthetic methods and applications,» Catalysis Reviews, vol. 60, no. 2, pp. 177-277, 2018.

[32] L.-P. Ma, H.-J. Bart, P. Ning, A. Zhang, G. Wu, and Z. Zengzang, «Kinetic study of three-way catalyst of automotive exhaust gas: Modeling and application,» Chemical Engineering Journal, vol. 155, no. 1-2, pp. 241-247, 2009.

[33] M. D. Argyle and C. H. Bartholomew, «Heterogeneous catalyst deactivation and regeneration: a review,» Catalysts, vol. 5, no. 1, pp. 145-269, 2015.

[34] C. H. Bartholomew, «Sintering and redispersion of supported metals: Perspectives from the literature of the past decade,» in Studies in surface science and catalysis, vol. 111: Elsevier, 1997, pp. 585-592.

[35] J. Nilsson et al., «Chemistry of supported palladium nanoparticles during methane oxidation,» Acs Catalysis, vol. 5, no. 4, pp. 2481-2489, 2015.

[36] F. Kapteijn, S. Stegenga, N. Dekker, J. Bijsterbosch, and J. Moulijn, «Alternatives to noble metal catalysts for automotive exhaust purification,» catalysis Today, vol. 16, no. 2, pp. 273-287, 1993.

[37] ح. فرهنگیان، «کاهش آلودگی زیست محیطی با احیای کاتالیست خودرو به روش هیدروژناسیون ملایم.» شیمی سبز و فناوریهای پایدار، 2022, 41-35 .vol. 4, no. 2, pp.

[38] N. G. G. Olga N. Kononova, Olga V. Dychko, «Ion exchange recovery of palladium (II) from nitrate weak acidic solutions,» Natural Science, vol. 1, 2009.

[39] H. B. T. J.-c. L. R. R. S. S. K. O. Ilyas‖, «Eco-threat Minimization in HCl Leaching of PGMs from Spent Automobile Catalysts by Formic Acid Prereduction,» American Chemical Society, 2017.

[40] C. A. K. A. Jeyakumar Nagarajan, Narayanasamy Bose & R. Rajkumar, «Effect of wash coat layers on conversion efficiency of catalytic converter in SI engine,» International Journal of Ambient Energy, no. ISSN: 0143-0750 (Print) 2162-8246, 2020.

[41] D. Zhang et al., «Failure Analysis and Reliability Optimization Approaches for Particulate Filter of Diesel Engine after-Treatment System,» International Journal of Automotive Manufacturing and Materials, pp. 2-2, 2025.

[42] A. Oloruntoba, Y. Zhang, and C. S. Hsu, «State-of-the-art review of fluid catalytic cracking (FCC) catalyst regeneration intensification technologies,» Energies, vol. 15, no. 6, p. 2061, 2022.

[43] N. Jeyakumar, C. Arumugam, B. Narayanasamy, and R. Rajkumar, «Effect of wash coat layers on the conversion efficiency of a catalytic converter in the SI engine,» International Journal of Ambient Energy, vol. 43, no. 1, pp. 1598-1606, 2022.

[44] A. Yasini and A. Abdi, «بررسی تأثیر حذف مبدل کتلیستی بر عملکرد سنسور اکسیجن و مصرف سوخت در انجن موتر,» vol. 9, pp. 158–172, 11/10 2024.

[45] V. Nadanakumar, S. J. Muthiya, T. Prudhvi, S. Induja, R. Sathyamurthy, and V. Dharmaraj, «Experimental investigation to control HC, CO & NOx emissions from diesel engines using diesel oxidation catalyst,» Materials Today: Proceedings, vol. 43, pp. 434-440, 2021.

بیوگرافی مؤلفین

پوهنمل عبدی محمد عبدی عضو کادر علمی دیپارتمنت کیمیا پوهنحی تعلیم و تربیه پوهنتون بدخشان می‌باشد. وی درسال 1384 شامل پوهنحی تکنالوجی کیمیاوی پوهنتون جوزجان گردیده و در سال 1388 به درجه لیسانس از پوهنتون نامبرده فارغ گردیده ودر سال 1389 بعد ا زسپری نمودن امتحان رقابتی به حیث عضو کادر علمی پوهنتون بدخشان پذیرفته شد. فعلا مصروف تدریس کیمیا در دیپارتمنت کیمیا پوهنتون بدخشان می‌باشد.

محترم پوهاند دوکتور اسرارالدین «گلزاد» فرزند باشی الدین «آخندزاده» در سال 1338 در قریه گلایی ولسوالی غنی خیل ولایت ننگرهار در یک خانواده متدین چشم به دنیا گشود. در سال 1345 شامل مکتب ابتدایه غنی خیل شده و در سال 1352 شامل لیسه ایمل خان گردیده . در سال 1356 شامل پوهنحی علوم طبیعی پوهنتون کابل و از آنجا با استفاده از یک بورس تحصیلی در بخش انجنیری به خارج از کشور اعزام گردیده و در سال 1363 اکادمی نفت و گاز و کیمیای آذربایجان را با اخذ دیپلوم ماستری به درجه اعلی و در ماه سنبله سال 1385 جهت اخذ دوکتورا به خارج از کشور اعزام گردیده که در ماه میزان سال 1388 مؤفقانه از تیزس دوکتواری خویش دفاع نموده است .
موصوف از سال 1375 تا 1384 به حیث آمر دیپارتمنت و از سال 1392 تا 1395 باحفظ حقوق استادی به حیث مسؤل امور محصلان و سر پرست ریاست پوهنحی آماده گی بخش کابل نیز ایفای وظیفه نموده است. از جمله فعالیت های علمی محترم پوهاند دوکتور اسرارالدین گلزاد و جود هشت کتاب درسی و (69) مقاله علمی – تحقیقی در مجلات ملی و بین المللی به نشر رسیده است و با داشتن 39 سال تجربه کاری خویش در مسلک انجنیری صنایع کیمیاوی نفت و گاز و کیمیای عضوی تدریس و خدمات شایسته را انجام داده است و فعلا هم به حیث استاد دیپارتمنت انجنیری صنایع کیمیاوی نفت و گاز ایفای وظیفه می نماید.