مطالعات علوم کاربردی در مهندسی

دوره ۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱

صفحات ۶۷-۵۵

Online ISSN: ۲۴۷۶-۴۵۰۷

Print ISSN: ۲۵۳۸-۲۰۵۵

www.irijournals.com

بررسی روش‌های بازیابی روغن از روغن کارکرده

فریبا جعفری

کارشناسی ارشد مهندسی شیمی پیشرفته، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده

روغن فرسوده به روغن مصرف شده‌ای اتلاق می‌شود که از کارتر اتومبیل‌ها به عنوان روغن سوخته بدست می‌آید و همچنین روغن‌های صنعتی که دورریز می‌شوند. حتی یک تعریف کلی‌تر روغن فرسوده را شامل تمام جریان‌هایی هیدروکربنی که از تولیدات نفتی، صنایع حمل ونقل، مخازن، پالایشگاه‌ها و صنایع پتروشیمی دورریز می‌شود، می‌داند. روغن مورداستفاده برای بازیابی از منابع متنوعی در بخش‌های حمل‌ونقل، ساختمان و صنعت تولید می‌شود و شامل روغن‌های روان کننده (روغن‌های موتور و گیربکس) و روغن‌های صنعتی (روغن‌های هیدرولیک و برش) است. روغن‌های استفاده شده از انبارهای غیر متمرکز گردآوری می‌شوند و در نهایت در مراکز مجاز تصفیه، نگهداری و دفع (TSDF) جمع آوری می‌شوند. هدف این مقاله بررسی روشها و شیوه‌های بازیابی انواع روغن‌ها از روغن‌های کارکرده و فرسوده است. به دلیل شرایط سخت آلودگی هوا و کیفیت نسبتاً ضعیف نفت استفاده شده به عنوان سوخت تنها قسمتی از سوخت‌های نفتی استفاده شده مصرف شده است. محصولات روغن پایه روانکار اصلاح شده MDO و آسفالت با محصولات پالایشگاه نفت خام در بازار آزاد رقابت می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: بازیابی روغن، روغن فرسوده، روغن فرسوده

مقدمه:

در انتخاب روغن همیشه دو موضوع را باید مورد توجه قرار داد، اول اینکه در همان ابتدای کار، روغن انتخاب شده باید دارای خصوصیات مناسب بوده باشد، و دوم اینکه کیفیت آن مطلوب باشد. برای اینکه مشخص شود روغن انتخاب شده از خصوصیات اولیه لازم برخوردار است، باید مسائل خاصی را مورد بررسی قرار داد. مثلاً اینکه باید دید روغن چه قسمت‌ها یا اجزایی را می‌خواهد روغن‌کاری کند این قطعات چه اندازه‌ای دارند، حرکت آن‌ها چگونه است، فواصل بین قطعات چه وضعی دارند، میزان بار، سرعت، و درجه حرارت چقدر است در این بررسی گرانروی روغن مسئله مهمی است که باید به دقت مورد توجه قرار گیرد. ضمناً باید دید که روغن چه ویژگی‌های خاصی را باید داشته باشد. برای مثال اگر در معرض تغییرات زیاد دما قرار می‌گیرد، شاخص گرانروی روغن اهمیت زیادی خواهد داشت. اگر روغن‌کاری در شرایط سرد انجام می‌شود، نقطهٔ ریزش روغن اهمیت زیادی خواهد داشت.

بعد از اینکه مشخص شد روغن از نظر فاکتورهای عمومی حائز شرایط لازم می‌باشد، باید کیفیت آن مورد بررسی قرار گیرد. ممکن است نوع روغن از نظر فاکتورهای عمومی در یک سطح باشند، اما از نظر کیفیت کاملاً با هم متفاوت باشند برای مثال اگر در ماشینی که نیاز به یک روغن هیدرولیک دارد و در دمای بالا کار می‌کند، روغن پایه ریخته شود، ممکن است برای مدتی کوتاه کار روغن رضایت بخش بوده و اشکالی هم پیش نیاید، ولی رسوبات ناشی از اکسیداسیون روغن به زودی تجمع خواهد داشت. از طرف دیگر اگر از یک روغن هیدرولیکی که کیفیت آن بالا بوده و حاوی مواد ممانعت کننده از اکسیداسیون باشد استفاده شود، این روغن برای مدت طولانی به طور رضایت بخشی کار خواهد کرد، وقتی صحبت از کیفیت روغن می‌شود، منظور فاکتورهایی است مثل مقاومت روغن در برابر اکسیداسیون، حفاظت قطعات در برابر سائیدگی، قدرت پاک کنندگی روغن، توانایی پراکنده سازی روغن، حفاظت قطعات از زنگ زدگی و خوردگی، جداپذیری از آب، مقاومت در برابر کف و غیره.

تعاریف:

در اینجا روغن فرسوده به روغنی دورریزی اتلاق می‌شود که با روش معمول و معقول قابل بازیابی و استفاده مجدد به عنوان روغن پایه باشد. دوباره بازگرداندن روغن فرسوده‌ترمی است که تمام فرآیندهای که در آن روغن فرسوده برای تولید یک محصول قابل استفاده، بکار می‌رود را در بر می‌گیرد. حال چه برای بازیابی روغن باشد چه برای استفاده از آن به عنوان سوخت. در حالی که بازیابی روغن تنها به روش اطلاق می‌شود که از روغن فرسوده به عنوان ماده اولیه برای روغن پایه استفاده می‌کنند. روغن‌های روان کننده فرسوده که در ایران به روغن سوخته معروف است برای سالیان متمادی است که بازیابی می‌شود، بخصوص در کشورهای آمریکای شمالی واروپا وسعت این کار در ایالات متحده در زمانهای مختلف به دلایل گوناگون با تغییرات زیادی همراه بوده است از جمله تغییرات فن‌آوری، تغییرات در نحوه و کیفیت تولی، تغییرات در بازار اقتصادی و قوانین دولتی.

عوامل تعیین کننده ویژگی‌های روغن‌های صنعتی:

عوامل دیگری که باید مورد توجه واقع شود عبارتند از، شرایط ماشین، سازگاری با کلیه مواردی که روغن با آن‌ها در تماس است، شرایط محیط کار روغن، شرایط کار ماشین، روش روغن‌کاری، مدت تعویض روغن، و آثار فیزیولوژیکی روغن. بسیاری از روغن‌ها دارای ویژگی‌های مشترکی هستند، برای مثال می‌توان گفت که خاصیت کاهش اصطکاک، پایداری در مقابل

اکسیداسیون و مقاومت در برابر زنگ زدگی در روغن‌های مختلف مشترک است. در مقایسه روغن‌ها، اگر خصوصیات مشترک را حذف کنیم، آنچه باقی می‌ماند خصوصیاتی است که مختص آن روغن‌ها یا کاربردها بوده، و می‌توان آن‌ها را به پنج گروه تقسیم بندی نمود.

الف) خصوصیات مربوط به سیالیت که عبارتند از:

۱) ویسکوزیته.

۲) اندیس ویسکوزیته.

۳) سیالیت در دمای پائین.

ب) خصوصیات مربوط به کار در دمای بالا که عبارتند از:

۱) فراریت روغن.

۲) مواد باقی مانده در اثر تبخیر روغن.

۳) پایداری حرارتی روغن (در غیاب هوا).

۴) پایداری حرارتی روغن (در معرض هوا).

۵) مواد باقی‌مانده در اثر تجزیه شدن روغن.

ج) خصوصیات مربوط به اکسیداسیون روغن:

۱) عدم اشتعال.

۲) مقاومت در برابر اکسیداسیون.

۳) آسیب پذیری مواد ممانعت کننده.

۴) کیفیت کار موتور.

د) خصوصیات مربوط به هیدرولیز روغن:

۱) مقاومت در برابر هیدرولیز شدن به وسیله آب یا بخار.

۲) مقاومت در برابر مایعات بازی.

۳) مقاومت در برابر اسیدها.

ه) خصوصیات مربوط به حلالیت:

۱) حلالیت در آب.

۲) حلالیت در حلال‌های شیمیایی.

۳) حل شدن در مواد نفتی.

برای انتخاب روغن مناسب برای هر کاربردی، لازم است شرایط کاری که روغن در آن قرار می‌گیرد، به دقت مورد بررسی قرار گیرد. شرایط کار روغن در سیستم‌های مختلف به فاکتورهای گوناگونی بستگی دارد. از قبیل طراحی ماشین، شرایط عملیات و کیفیت نگهداری سیستم. مهم‌ترین فاکتورهایی که روی شرایط کار اثر می‌گذارند، عبارتند از: درجه حرارت کار، فشار، فلزاتی که با روغن در تماس هستند. وجود مواد آلوده کننده و نفوذ هوا در روغن‌کاری هر یک از ماشین آلات صنعتی و یا اجزاء آن‌ها که کلیه این موارد باید مورد بررسی قرار گیرد.

طبقه بندی کیفی روغن:

همانطور که در جدول مشخص می‌شود طبقه‌بندی روغن‌ها براساس مقدار خاکستر ایجاد شده و نوع موتور مورداستفاده تنظیم شده است. سطوح کیفیت روغن‌های دو زمانه بنزینی در حال تحول می‌باشد مثلاً سطح TC-W در سال ۱۹۸۹ به TC-W و در سال ۱۹۹۲ به TC-W تبدیل شده است. یکی ازطبقه‌بندیهای جدید جهت روغن موتورهای دو زمانه JASO ارائه شده است. شرکت‌های سازنده روغنهای دو زمانه می‌توانند از طریق PAJ جهت استاندارد فوق اقدام نمایند این سازمان زمان اجرای استاندارد جدید را از سپتامبر ۱۹۹۳ اعلام نموده است. طبقه بندی کیفی JASO در خصوص سطح کیفیت روغن‌های دو زمانه بحث می‌نمایند و روغن‌ها را از جهت پاک کنندگی، روانکاری، گرفتگی اگزوز و دودهای خروجی از اگزوز بررسی می‌نمایند.

جدول۱: طبقه بندی کیفی روغن‌های دو زمانه

علائم SAE/APIASTM	توصیف یا علائم صنعتی	کاربرد	میزان تقریبی خاکستر باقیمانده (گرم)	نوع طبقه بندی از لحاظ فاکتور خاکستر
TC-4 یاTD	BIA NMVA	قایق‌های بزرگ آب خنک	صفر	بدون خاکستر
TSC-3 یا TC	برای کارایی و دمای بالا	موتور سیکلت، موتور برق، اره موتوری (هوا خنک)	< 0.2	کم خاکستر
TSC-1,2 یاTA/B	معمولی موتورهای با حجم سیلندر 50CC	موتور گازبهای کوچک (هوا خنک)	0.2-0.5	با خاکستر بیشتر

ISO نیز در خصوص طبقه‌بندی روغن‌های دو زمانه فعال است. فرق اصلی طبقه‌بندی JASO با ISO این است که دز طبقه‌بندی ISO یک رده کیفی بالاتر نسبت به طبقه‌بندی JASO وجود دارد. خاصیت پاک کنندگی و محافظت از چسبیدن رینگ در این نوع روغن استاندارد بیشتر از JASO می‌باشد.

دوره ۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، صفحات ۶۷-۵۵

پاکسازی محیط زیست از آلودگی روانکارها:

مطالعات دانشمندان نشان می‌دهد که در اثر ورود یک لیتر روغن در آب حدود ۳۰۰۰۰۰ لیتر آب آلوده می‌شود. با وجود یک لایه روغن بر سطح آب، فرایند فتوسنتز مختل شده و تولید اکسیژن کند می‌شود و این امر به نوبه خود منجر به تغییرات جبران ناپذیری در اکوسیستم آبی منطقه شده و شمار زیادی از گیاهان و جانوران منطقه را نابود می‌سازد.

زنجیره به هم پیوسته این گونه آسیبها به اندازه‌ای گسترده می‌شود که اکوسیستم خشکی محیط را نیز تحت تأثیر خود قرار داده و زنجیره حیات محیط زیست را به نابودی می‌کشاند.

برای از بین بردن اثرات زیان آور زیست محیطی روغن در طبیعت دست کم به بیست سال زمان نیاز داریم. هم اکنون فرایندهای بازیافت روغنهای فرسوده به طرز قابل توجه پیشرفت داشته است. آب آلوده به روغنها، در بافت بدن موجودات دریایی نفوذ کرده و از این طریق وارد بدن مصرف کنندگان این موجودات از جمله انسان می‌شود. خوردن ماهی صید شده از آب آلوده یکی از راههای ورود فلزات خطرناک (مانند سرب و فسفر) به بدن انسان است.

بی تردید تشریح تاثیرات مخرب روغن در طبیعت می‌تواند در مصرف صحیح و اصولی روانکار مثمرثمر واقع شود و از میزان آسیبهای زیست محیطی بکاهد. برای رسیدن به این اهداف حضور گسترده شرکتهای دولتی و خصوصی به منظور جمع آوری روغن‌های کار کرده از مراکز مصرف، ضروری است. از این طریق می‌توان از دسترسی سودجویان به روغنهای فرسوده جلوگیری کرده و با بازیافت و تبدیل روغنها به اجزای مفید، ضمن حفظ محیط زیست، صرفه جوئی قابل توجهی در اقتصاد ملی پدید آورد.

برای تشکیل روغن، می‌بایست نفت خام از زمین استخراج شود، سپس پالایش شده و به شکل روغن در موتور مورداستفاده قرار گیرد. با استفادهٔ پیاپی از روغن موتورها، کارآیی آن‌ها از دست رفته و تبدیل به مواد خطرناکی برای محیط زیست می‌شوند. از طرفی این مواد این قابلیت را هم دارند که دوباره به وسیله انجام فرآیندهای پالایشی و بازیابی مناسب تا مدتهای طولانی بصورت یک ماده مفید در داخل قطعات مکانیکی موتور مورداستفاده قرار گیرند بدون اینکه کوچکترین آسیبی به محیط زیست وارد سازند.

بکار گیری تعداد بیشماری از خودروها در شرکتها، ناوگان‌های اتوبوسرانی و تاکسیرانی، موجب افزایش چشمگیر روغن موتورهای کارکرده و مسائل مرتبط باآنها می‌شود. بطور کلی زمان تعویض روغن بر اساس اندازه گیری کیلومتر و زمان کارکرد تعیین می‌شود و می‌توان به صراحت اظهار داشت که بطور معمول تعداد دفعات تعوسض روغن بیش از حد استاندارد است. در شرکتی که از خودروهای بسیاری استفاده می‌کند اسن موضوع می‌تواند باعث ایجاد آسیبهای سنگین در زمینهٔ بهای پرداختی روانکار و ناشی از توقف خودرو شود. بنابراین بهترین روش انجام آزمایش بر روی روغن کارکرده به منظور صرفه جوئی در خرید روغن، کاهش تولید روغن فرسوده و پایین آوردن هزینه‌های عملیاتی است. علاوه یر این آزمایش روغن می‌تواند در حفظ منابع تولید روغن، کاهش آلودگی محیط زیست، عملکرد بهتر قطعات موتور، پایین آمدن هزینه‌های تعمیرات و نگهداری و خرید لوازم یدکی تأثیر بسزایی داشته باشد. طبق آمار ارائه شده در کشورهای پیشرفته حدود ۵۰ درصد از روغن‌های با پایه نفت خام، تصفیه و دوباره به بازار عرضه می‌شوند. این رقم برای کشوری مانند آلمان بالغ بر ۸۰ درصد تخمین زده شده است. هر چند مقدار روغن فرسوده نسبت به مقدار سایر ضایعات آلوده کننده زیاد نیست ولی چون دارای مواد افزودنی مضر می‌باشد، آب و خاک را آلوده می‌کند.

هر گالن روغن فرسوده می‌تواند ۲۵۰۰۰۰ گالن از آبهای زیر زمینی را آلوده کند. و رسوب آن در خاک مانع نشر و نمو گیاهان می‌شود لذا دور ریختن آن در کشورهای صنعتی قانونا منع شده است. سوزاندن آن نیز خطرناک و مضر است زیرا روغن کارکرده مخلوطی ناهمگن از اجزایی با نقطه اشتعال پایین مانند بنزین و حلالهای سبکی است که سوختن آنها می‌تواند با انفجار توام باشد. از طرفی هر چند سوزاندن روغنها مانع آلودگی آب و خاک می‌شود ولی موجب آلودگی هوا می‌گردد زیرا دارای فلزاتی است که در اثر سوختن همراه با دود وارد هوا می‌شوند. به عنوان مثال اگر ۵۰۰۰۰۰ تن روغن فرسوده را بسوزانیم بیش از ۱۰۰۰ تن سرب وارد فضا می‌شود و به این رقم باید مواد حاصله از احتراق فسفر روی و غیره را که صدها تن می‌شود اضافه کنید.

حفظ منابع با ارزش نفتی

دلیل دوم حفظ منابع با ارزش و فیر قابل برگشت نفتی است. برای تولید هر بشکه روغن پایه موتور به هفتاد بشکه نفت خام نیاز است. از طرفی انرژی مورد نیاز برای تولید روغن بازیافتی یک سوم انرژی مورد نیاز برای تولید روغن پایه اولیه نفت خام است. بنابراین مصرف سوخته به عنوان عنوان سوخت بجز آلودگی محیط زیست، از دست دادن یک سرمایه با ارزش به حساب می‌آید. در حالی که از هر ۱۰۰۰ تن روغن کار کرده دارای ۶۰۰ تن روغن پایه می‌باشد. طبق برآوردها، اگر تمام روغن فرسوده کشورهای اروپایی برای بازاریابی مصرف شود، سهم تولید روغن پایه از روغن بازیافتی از ۱۵٪ کنونی به ۲۵٪ تا ۳۰٪ کل روغن مصرفی می‌رسد، در حالی که اگر تمام این روغن فرسوده را برای تولید انرژی بسوزانند تنها معادل ۲/.٪ انرژی مورد نیاز تأمین می‌شود. صنعت بازیابی روغن دارای امتیازات ویژه‌ای است، زیرا ماده اولیه آن در تمام کشورها داخلی است و با هزینه کم قسمتی از نیاز به روغن مصرفی را تأمین می‌کند و این موضوع هنگام بروز حوادثی مانند جنگ درخور اهمیت است. زیرا هنگام جنگ صنایع بزرگ و استراتژیک مانند پالایشگاهها زودتر هدف دشمن قرار می‌گیرند. ولی کارخانجات بازیابی نسبتاً کوچکتر و پراکنده‌تر هستند وهیدروکربنهای سبک تولید نمی‌کنند، بنابراین کمتر آسیب پذیرند و می‌توانند به طور موقت روغن مورد نیاز ارتش و صنایع را تأمین کنند.

روغن‌های فرسوده شامل روغن کارکرده موتور روغن کارکرده صنعتی امولسیونها مانند روغن برش و روغنهای حل شونده و روغنهای روشن (شفاف) مانند روغن‌های ترانسفورماتور می‌شود که کلاً جزء روغنهای روان کننده هستند.

روغن‌های روان کننده چه هستند و نقش آنها چیست؟

روغن‌های روان کننده به موادی اعم از جامد، نیمه جامد، مایع و گاز اتلاق می‌شود که بین دوسطح در حال سایش با یکدیگر قرار می‌گیرند، تا اصطکاک بین آنها را کاهش دهد بنابراین اولین و مهم‌ترین نقش روغنهای روان کننده کاهش اصطکاک است ونتیجه این کاهش اصطکاک کاهش سائیدگی و فرسودگی دستگاه است همچنین روغنهای روان کننده برای کاهش توان مصرفی کاهش و انتقال حرارت تولید شده آب بندی و ایزوله کردن در برابر مواد خارجی محافظت در برابر خوردگی و انتقال ناخالصیها از محیط عمل بکار می‌رود نقشهایی را که روغن روان کننده بر عهده دارد در تصاویر زیر به صورت شماتیک نشان داده شده است.

به منظور ساخت یک روغن که بتواند کلیه مشخصات لازم را برحسب عملکرد داشته باشد دو ماده اصلی به نام روغن پایه و مواد افزودنی را با یکدیگر مخلوط می‌نماییم روغن پایه که در حدود ۹۵ –۹۰ درصد روغن را بر حسب نوع روغن تشکیل

می‌دهد هم به صورت نفتی و یا مصنوعی یافت می‌شود. بعد از مخلوط شدن روغن با مواد افزودنی دیگر روغن حاصل می‌گردد مواد افزودنی تعدادی موادی شیمیایی با ترکیبات مخصوص هستند که افزون آنها به مقدار معین به روغن پایه روغن را ترمیم و تصحیح نموده و علاوه بر آن تعدادی مشخصه مخصوص که در روغن پایه وجود ندارد و یا ضعیف می‌باشد را به مجموع خواص روغن اضافه می‌کند.

روغن پایه می‌تواند از برش مواد نفتی باشد و یا به صورت مصنوعی تولید شود. آنچه که از برج تقطیر نفت خام در خلأ به عنوان برش روغن خارج می‌شود و خوراک دستگاههای روغن سازی می‌شود، مخلوطی از مواد سبک و سنگین روغن است و می‌باید مجدداً در شرایط دقیق‌تر تحت خلأ تقطیر گردد. در این مرحله هدف از تقطیر تنظیم نقطهٔ اشتعال و گرانروی برشها می‌باشد زیرا این پارامترها در مشخصه و تنوع برش روغن‌ها تأثیر خواهد داشت.

شناخت هیدروکربورهای روغن پایه:

اکثر ترکیباتی که در مواد نفتی وجود دارد ترکیباتی از هیدروژن و کربن هستند. علاوه بر این ترکیبات که به نام هیدروکربورها نامیده می‌شوند ترکیبات دیگری نیز که شامل مقادیر جزئی گوگرد اکسیژن و نیتروژن هستند وجود دارد.

ابتدا لازم است هیدروکربورهای اصلی که از نفت خام حاصل می‌شود ارزیابی و شناسائی شود. این هیدروکربورها در سه گروه اصلی طبقه‌بندی می‌شوند و مشخصات هر روغن پایه بر حسب اینکه چه درصدی از آنها در روغن وجود داشته باشد تغییر می‌نماید.

گروه پارافینیک:

گروه پارافینیک شامل ترکیبات هیدروکربور اشباع شده خطی زنجیره‌ای و یا شاخه‌دار می‌باشند پارافین‌های شاخه‌دار که از نظر شیمیایی قابل توجه می‌باشند به مقدار زیاد در برش روغنهایی که از نفت خام پارافینیک به دست می‌آید وجود دارند. پارافین‌های زنجیره‌ای خطی که از وزن مولکولی بالایی برخوردار هستند نقطه ریزش را بالا می‌برند و باید توسط عملیات موم‌گیری جدا شوند.

روغن‌هایی که در آنها بیشتر هیدروکربورهای پارافینیک اجزاء تشکیل دهنده آنست دارای خواص زیر می‌باشند:

۱- وزن مخصوص کم برای گرانروی معین:

برای روغنهایی با گرانروی معین و یکسان آنکه وزن مخصوص کمتری دارد دارای هیدروکربورپارافیک بیشتری است. چنین روغنی در حد گرانروی روغنهای موتور دارای وزن مخصوص مابین ۸۸٪ تا ۸۹٪ می‌باشند.

۲- تغییرات کم گرانروی نسبت به درجه حرارت:

این خاصیت توسط مشخصه‌ای به نام اندیس گرانروی (Viscosity Index) نشان داده می‌شود. روغن‌هایی که از خانواده پارافین هستند اندیس گرانروی بالایی دارند. روغن‌هایی که بطور طبیعی دارای اندیس بالایی هستند مطلوب می‌باشند ولی امروزه با مصرف مواد افزودنی این مشخصه را بهبود می‌بخشند.

۳- فراریت کم برای یک گرانروی معین:

هر چه میزان هیدروکربورها پارافینیک بیشتر باشد محدوده تقطیر در حد بالائی است و نقطه اشتعال بالائی در یک گرانروی معین دارند.

٤- قدرت حلالیت کم:

یکی از مختصات روغنهای پارافنیک قدرت نسبی کم آنها برای حل کردن مواد حاصل از اکسیداسیون است. بدین ترتیب در مقابل اکسیداسیون را ته نشین می‌نماید. این مشخصه با نقطه آنیلین نشان داده می‌شود که برای پارافین‌ها حدود ۱۰۰ –۹۰ درجه سانتی‌گراد است.

گروه نفتینیک:

این دسته از هیدروکربن‌ها از این نظر که هیدروکربور اشباع شده، هستند مشابه پارافین‌ها هستند و از اتصال گروه‌های متیلن که در یک حلقه تنظیم شده‌اند تشکیل گردیده‌اند.

یک چنین حلقه کربنی بسته را به نام مونوسیکلیک و موقعی که بیشتر از یک حلقه باشد پلی سیکلیک نامیده می‌شود. این امکان وجود دارد که یک زنجیره پارافینی نیز به یک گوشه آن حمله کرده و نسبت اتمهای کربن جانبی به کربنهای داخل گروه به نحوی باشد که در مشخصات آن تأثیر بگذارد و بدین لحاظ در انتخاب آن برای یک روغنکاری مخصوص باید مد نظر قرار بگیرد. در روغنهائی که درصد مواد نفتنیک بیشتر است خواص زیر مشهود است:

۱- وزن مخصوص نسبی زیاد برای گرانروی معین، برای روغنهای موتور معمولاً در حدود ۰/۹ می‌باشد.

۲- تغییرات زیاد گرانروی نسبت به درجه حرارت، اندیس گرانروی نسبتاً پایین است و حدود ۶۰-۴۰ می‌باشد.

۳- فراریت زیاد نسبت به برش‌های پارافینی در یک گرانروی معین نقطه اشتعال آن‌ها نسبتاً پایین است.

٤- قدرت حلالیت زیاد نقطه آنیلین نسبت به پارافین‌ها پایینتر است و بدین سان اجزاء اکسید شده را در خود بیشتر حل می‌نماید و برای این مزیت است که در بعضی از مواقع با روغنهای پایه پارافین مخلوط می‌شوند. این قدرت حل کنندگی طبیعی می‌تواند تا اندازه‌ای به عمل پاک کنندگی مواد افزودنی کمک نماید و موقعی که روغن خیلی شدید اکسید شده است مفیدتر است.

گروه آروماتیک:

هیدروکربورها در این نوع حلقوی بسته می‌باشند که مشخصه نیمه اشباع دارند. ترکیبات جانبی می‌تواند هیدروکربورهای زنجیره‌ای باشد و بدین سان تعداد بی‌شماری از ترکیبات مختلف بوجود می‌آید. این نوع ساختمان راحتتر از ترکیبات پارافینی نفتنیکی واکنش می‌دهند و به ترکیبات جانبی خورنده رزینی و آسفالتی تبدیل می‌شوند. نقطه آنیلین خیلی پایینی دارند زیرا قدرت حلالیت بالائی دارند و بدلیل نقاط ضعف یاد شده، زیاد مورد توجه قرار نمی‌گیرند و بالاخره خاصیت دیگران تشکیل امولسیون راحتر با آب بخاطر کشش سطحی کمتر می‌باشد.

همانطور که قبلاً ذکر گردید مقدار هر یک از هیدروکربورهائی که در گروههای مختلف هستند مشخصات کمی روغن پایه را معین می‌کند. مثلاً جدول زیر ترکیبات شیمیایی در سه نوع روغن پایه را نشان می‌دهد.

جدول ۲: سه نوع روغن پایه مختلف براساس ترکیب درصد مواد هیدروکربنی

نوع	کربن پارافین‌ها (٪)	کربن آروماتیک (٪)	کرلبن نفتنیک ها (٪)
الف	۵۰	۱۴/۲	۳۵/۸
ب	۵۸/۶	۷/۷	۳۳/۷
ج	۶۵/۸	۶/۳	۲۷/۹

اختلاف جزئی که در تقسیم تعداد اتم کربن در این سه نوع روغن وجود دارد اثر مهمی در مشخصه و خاصیت روغن دارد.

روغن‌های مصنوعی:

موتورهای مدرن امروزه اکثراً در شرایطی کار می‌کنند که از نظر تحمل فشار مسائلی را در روغنکاری بوجود می‌آورند که دیگر توسط روغنهائی با ترکیبات هیدروکربور قابل حل نمی‌باشد.

کمبود روغنهای موتور با نقطه ریزش خیلی پایین به اضافه تقاضا برای روغنهای با کیفیت بالا مثلاً برای صنعت هواپیمایی توسعه روغنهای مصنوعی را به دنبال داشته است. تغییرات کم گرانروی به ازاء درجه حرارت ثبات شیمیایی عمر زیاد و مقاومت در مقابل اکسیداسیون و همچنین در مقابل اشعه رادیو اکتیو از مشخصات این روغنهاست. در بعضی از مواد هم بعضی از مشخصات مخصوص آنها مانند آتش گیر نبودن، ثبات در مقابل حرارت و اکسیداسیون و رادیو اکتیویته بهتر از روغنهای معدنی هستند.

مواد افزودنی روغن موتور:

تمام روغنهای با کیفیت بالا، مجموعه‌ای از مواد افزودنی هستند که با درصد وزنی یا حجمی مشخص، به روغن پایه اضافه و با آن مخلوط می‌شوند تا بتوانند موتور را بر اساس مشخصاتی که توسط سازندگان موتور تعیین شده است، حفاظت کنند.

برای مثال یک روغن موتور با سطح مرغوبیت API CE حدود ۲۲ درصد ماده افزودنی دارد. یک روغن با سطح مرغوبیت API SH/CG-4 حتی ممکن است دارای درصد ماده افزودنی خیلی بیشتر از ماده افزودنی در روغن با سطح مرغوبیت API CE باشد تا بتواند موتورهای توربو شارژ دیزلی و یا بنزینی را که تحت شرایط بسیار سخت کار می‌کنند، حفاظت کنند.

مواد افزودنی پاک کننده – متفرق کننده:

این مواد افزودنی با روغن پایه مخلوط می‌شوند تا قطعات موتور را تمیز کرده و آلودگی تمیز شده و ذرات حاصل از احتراق را به صورت معلق در روغن نگه دارند. نتیجه این عمل جلوگیری از تشکیل لجن و ایجاد رسوب، روی قطعات مختلف موتور است. این مواد همچنین اسیدهای موجود در روغن را که در اثر اکسیداسیون روغن و همچنین احتراق سوخت‌های با کیفیت پایین ایجاد می‌شوند، خنثی می‌کند اگر این مواد مقدلر زیادی از آلودگی‌ها را در خود معاق نگه دارند و همچنین اسیدهای زیادی را خنثی کنند، به تدریج کیفیت آنها کاهش یافته و خاصیت خود را از دست خواهند داد. وجود این مواد در روغن، باعث ایجاد خاصیت قلیایی در آن می‌شود. این خاصیت را با عدد بازی کل TBN نشان می‌دهند.

مواد افزودنی پاک کننده که در روغن موتور به کار می‌روند، از انواع ترکیبات آلی – فلزی (فلزات کلسیم، باریم و منیزیم) هستند. این ترکیبات دارای دو خاصیت قلیایی، اسیدهای موجود در روغن را خنثی کرده، در نتیجه از خوردگی موتور جلوگیری می‌کنند. همچنین با ایجاد یک لایه روی ذرات آلودگی موجود در روغن، از چسبیدن این ذرات به قطعات موتور و در نتیجه تولید رسوب روی این قطعات جلوگیری می‌کنند. بعضی از انواع پاک کننده‌ها نیز باعث باردار کردن آلودگی‌های موجود در روغن می‌شوند. این عمل باعث می‌شود که این ذرات (آلودگی‌ها) یکدیگر را دفع کرده و از تجمع آنها و ایجاد لجن جلوگیری کنند.

مواد متفرق کننده مورداستفاده در روغن موتور از نوع مواد پلیمری بدون خاکستر هستند و دو خاصیت دارند. با حل کردن اسیدهای موجود در روغن، خوردگی کنترل می‌شود، به طوریکه به اسیدها اجازه داده نمی‌شود با سطوح فلزی تماس حاصل کنند. همچنین این مواد آلودگی‌ها، ذرات کربنی، و لجن‌ها را در روغن به صورت معلق در آورده، از ایجاد رسوب جلوگیری می‌کنند.

استفاده از دو ماده افزودنی پاک کننده و متفرق کننده با هم، باعث می‌شود که خاصیت خنثی کنندگی و معلق نگه داشتن آلودگی‌ها در روغن خیلی زیاد شود، به طوری که اثر آن نسبت به زمانی که فقط یکی از این دو ماده افزودنی استفاده شود، بسیار زیادتر خواهد بود. همانطور که پیش از این گفته شد، به تدریج که مواد افزودنی اسیدها را خنثی کرده و آلودگی‌ها را در روغن معلق نگه می‌دارند، کیفیت خود را از دست خواهند داد. به همین دلیل است که پس از مدتی کارکرد، روغن باید تعویض شود.

مواد افزودنی ضد سایش:

این مواد افزودنی از سایش قطعات موتور که در اثر تماس فلز به فلز رخ می‌دهد، جلوگیری می‌کنند. همچنین قطعات موتور را از خوردگی توسط اسیدهای تولیدی در روغن نیز حفاظت می‌کنند. به طور کلی این مواد با ایجاد یک لایه روی قطعات موتور، آن‌ها را محافظت می‌کنند.

این مواد در اثر کارکرد زیاد، خاصیت خود را از دست می‌دهند و دیگر قادر به حفاظت قطعات نخواهند بود. یکی از معروفترین مواد افزودنی ضد سایش که در روغن موتور مورداستفاده قرار می‌گیرد، ماده افزودنی دیتیوفسفات روی (ZDDP) است. بعضی از مواد افزودنی ضد سایش در درجه حرارتهای کارکرد بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد تجزیه می‌شوند. به همین دلیل است که باید از مواد افزودنی ضد سایش کمکی در شرایط کارکرد درجه حرارت بالا نیز استفاده شود.

مواد افزودنی ضد اکسیداسیون:

این مواد از حمله اکسیژن به روغن پایه که باعث اکسید شدن روغن پایه و در نتیجه افزایش گرانروی آن (سفت شدن آن) می‌شود، جلوگیری می‌کنند. اگر در حین کارکرد، روغن سفت شود، نشان دهنده این موضوع است که عمل اکسیداسیون در روغن رخ داده است. درنتیجه اکسیداسیون، اسیدهای آلی تولید می‌شوند. اسیدهای تولید شده به یاتاقانهای مس – سرب حمله کرده و باعث خوردگی آن‌ها می‌شود.

با توجه به مطالب فوق، اکسید شدن روغن باعث سفت شدن آن می‌شود و در نتیجه روغن نمی‌تواند به راحتی جریان یافته و به تمام قطعات برسد. این امر منجر به افزایش سایش و درجه حرارت کارکرد ماشین خواهد شد. همچنین اکسید شدن روغن، باعث تولید اسیدهای آلی و در نتیجه ایجاد خوردگی در یاتاقانهای از جنس مس – سرب خواهد شد.

مواد افزودنی بهبود دهنده شاخص گرانروی Viscosity Index Improver (VII):

این مواد باعث کم شدن تغییرات گرانروی در برابر تغییرات درجه حرارت می‌شوند. به عبارت دیگر با افزایش این مواد به روغن، از شل شدن زیاد روغن، در اثر افزایش درجه حرارت و سفت شدن زیاد آن در اثر کاهش زیاد درجه حرارت جلوگیری می‌شود. این مواد در ساخت روغن‌های چند درجه مثل SAE W-30 یا SAE 14W40 مورداستفاده قرار می‌گیرند.

استرهای استایرن نیز به طور خیلی زیاد، در فرمولاسیون روغنهای دنده به کار برده می‌شوند. پلی متااکریلات ها دارای خواص جریان بسیار خوب دردرجه حرارت‌های پایین هستند و از تشکیل کریستال واکس نیز در روغن جلوگیری می‌کنند. در نتیجه باعث می‌شوند که نقطه ریزش روغن نیز پایین برود.

مواد افزودنی ضد زنگ:

این مواد باعث کاهش زنگ زدگی داخل موتور، از طریق خنثی کردن اسیدها و جلوگیری از رسیدن رطوبت به سطوح فلزی می‌شوند.

مواد افزودنی ضد کف:

این مواد افزودنی کشش سطحی روغن را کم کرده و اجازه می‌دهند که هوای حبس شده در روغن، از درون آن فرار کند. این عمل باعث جلوگیری از کف کردن بیش از اندازه روغن می‌شود. همچنین این مواد به علت کم کردن تماس روغن با اکسیژن، تا حدودی از اکسیداسیون روغن نیز جلوگیری می‌کنند

بهبود دهنده‌های اصطکاک:

این مواد باعث کاهش اصطکاک داخلی روغن می‌شوند. کم شدن اصطکاک نیز مصرف سوخت را کم می‌کند.

مواد افزودنی پایین آورنده نقطه ریزش:

نقطه ریزش روغن پایین‌ترین درجه حرارتی است که در آن درجه حرارت (تحت شرایط استاندارد آزمایش) روغن می‌توان جریان داشته باشد. بسیاری از روغنها دارای مقداری واکس محلول هستند. اگر این روغنها سرد شوند واکس‌های حل شده در آنها شروع به تشکیل کریستال می‌کنند.

شکل ساختمانی این کریستالها به نحوی است که مقداری روغن در داخل آنها به دام می افتد. وقتی این کریستالها به اندازه کافی رشد کنند، باعث می‌شوند که روغن از حالت مایع بودن خارج شود. مواد افزودنی پایین آورنده نقطه ریزش از تشکیل کریستالها د رروغن جلوگیری کرده، باعث می‌شوند که روغن در درجه حرارتهای پایین یخ نزند و به خوبی جریان داشته باشد.

نتیجه گیری:

در سیستم روغنکاری ممکن است انواع مختلفی از خورگی بوجود آید. یکی از بدترین انواع خوردگی موجود در سیستم، خوردگی حاصل از اسیدهای آلی است که در روغن تولید می‌شود. این اسیدها به سطوح یاتاقانها حمله کرده و باعث خوردگی آن‌ها می‌شوند. مواد افزودنی بازدارنده خوردگی یک لایه روی سطوح فلزی ایجاد کرده و از رسیدن اسیدهای آلی به سطوح فلزی جلوگیری می‌کنند. در نتیجه از خوردگی سطوح فلز جلوگیری می‌شود. برای تولید روغن موتور، در پالایشگاههای باقی‌مانده برج خلأ به واحد تصفیه روغن فرستاده می‌شود. جریان‌های حاصل از تقطیر در مراحل مختلف تولید روغن مانند واکس زدائی، استخراج با حلال و عملیات نهایی تبدیل به روغن با گرانروی های مختلف می‌شوند. اگر روغن با گرانروی بالا نیاز بود از باقی مانده برج خلأ استفاده می‌شود. هدف از جداسازی این جریان‌ها و تولید محصولات گوناگون اولاً انعطاف پذیری در

تولید محصول روغن مطلوب از مخلوط کردن روغن‌هایی با خصوصیات متفاوت و ثانیاً بهینه ساختن شرایط عملیاتی برای مراحل واکس زدائی و استخراج با حلال است.

مراجع

۱. مجتبی شریفی نیاسر؛ دکتر غلامرضا وکیلی نژاد؛ مهندس مسعود قدمی؛ مقاله پژوهشی ارائه شده در هفتمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران؛ به نقل از نشریه نفت پارس –شماره ۱۶ – سال دوم – آبان ۸۳

۲. ماهنامه تخصصی، علمی، آموزشی نفت پارس – شماره ۲۲ –سال دوم – اردیبهشت ۸۴- صفحه ۱۶ به نقل از مقاله آل لیوگنر- ترجمه محمود ترکی

۳. پایان نامه کارشناسی ارشد: بررسی اثر قطره سازی برعملکرد برجهای RDC جهت استخراج آروماتیکها از برشهای نفتی توسط حلال فورفورال- صفحه ۲۰ – ۸: حسین حاجیان بزری

4. Used Motor Oil Collection and Recycling; American Petroleum Institute. http://www.recycleoil.org/Usedoilflow.htm (accessed March 1, 2003)

5. Used Oil Recycling Rate Report; California Integrated Waste Management Board. http://www.ciwmb.ca.gov/UsedOil/RateInfo/Annual.htm (accessed March 3, 2003)

6. California Health and Safety Code, Section 25250.1; California Department of Toxics Substances Control. http://www.dtsc.ca.gov/LawsRegulationsPolicies/hs_code.html (accessed February 23, 2003)

7. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology; 4th ed., John Wiley: New York, 1996, Vol. 21.

8. Ennis, J., Vice President, Supply and Distribution, DeMenno/Kerdoon. Personal communication; September 2002.

9. ۱۹۹۹Fuels Report; California Energy Commission. Docket Proceeding No. 99-FR-1. http://www.energy.ca.gov/FR99/index.html (accessed March 13, 2003)

10. Pyziak, T.; Brinkman, D. W. J. Soc. Tribol. Lubr. Eng.1993, 5, 339.

11. Evergreen Oil;http://www.evergreenoil.com (accessed June 4, 2002)

12. Bill Wahbeh, Director, Environmental Health and Safety, Evergreen Oil, Personal communication; September 2002.

13. Lubricants World Base Oil Capacity Chart; Lubricants World Magazine, 2002.

14. ISO 14040 Guidelines; International Organization for Standardization (ISO). http://www.iso.ch (accessed January 3, 2003)

15. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A “Code of Practice”; Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). http://www.setac.org/lca.html (accessed January 4, 2003)

16. GaBi Software System for Life Cycle Engineering; IKPUniversity of Stuttgart and PE Europe, 2001, CD-ROM.

17. Tillman, A.; Ekvall, T.; Baumann, H.; Rydberg, T. J. Cleaner Prod. 1994, 2 (1). [Crossref,[

18. Life-Cycle Impact Assessment: The State-of-the-Art; Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). http://www.setac.org/lca.html (accessed January 3, 2003)

19. Vermont Used Oil Analysis and Waste Oil Furnace Emissions Study; Vermont Agency of Natural Resources, Vermont Depart ment of Environmental Conservation: Waterbury, Vermont,1996.

20. Miller, C. A.; Ryan, J. V.; Lombardo, T. Report EPA-600/R-96-019. J. Air Waste Manage. Assoc.1996, 46, 742−748. [Crossref,[

21. Toxics Release Inventory 2000; U.S. Environmental Protection Agency. http://www.epa.gov/triexplorer (accessed March 3, 2002)