

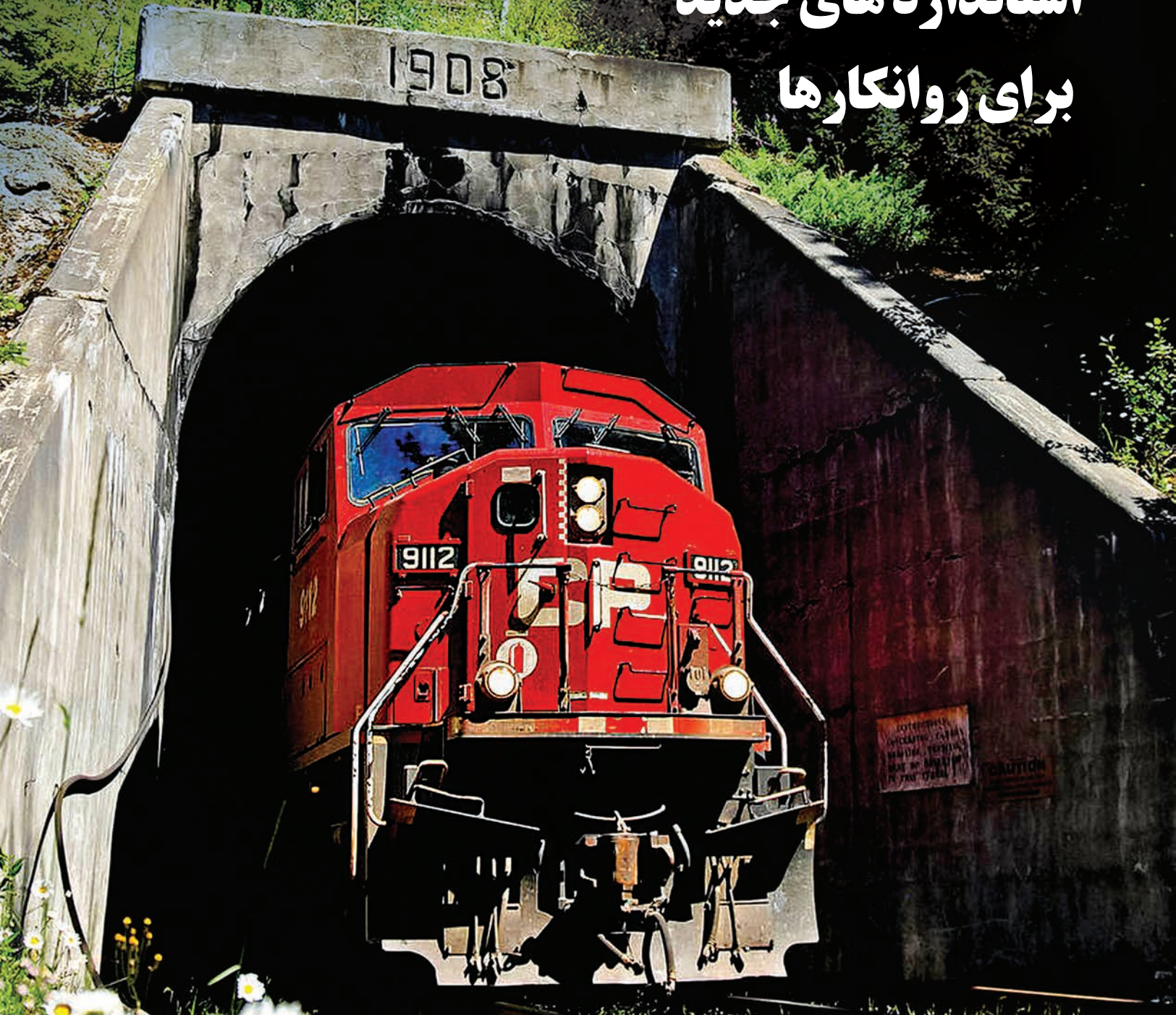


مجله علمی، تخصصی

افزون روان

شماره شانزدهم | سال دوازدهم | تابستان ۱۴۰۳

حمل و نقل ریلی؛ استانداردهای جدید برای روانکارها



دانایی کلید توانایی

بیست و پنجمین سالروز تاسیس شرکت افزون روان



۱۳۷۸/۰۴/۳۱

تلاش، توسعه، اشتغال آفرینی

شرکت
افزون روان



بسم الله الرحمن الرحيم

شرکت
افزون روان

مجله علمی، تخصصی افزون روان

دو فصلنامه سراسری

شماره شانزدهم، سال دهم، تابستان ۱۴۰۳

شماره ثبت: ۸۵۲۱۵

سردبیر و ویراستار:

دکتر مسعود تیموری

نظارت و هماهنگی:

مرتضی رضایی

نویسندگان:

زهره نادى زاده، پانته آحاجى بزرگى، نازىلا جعفرى فرجام

میشم رضایی، پریچهر شهناوی، مژگان صمدی

طراح گرافیک و صفحه آرا

علیرضا بهرامی، مرتضی رضایی

لینتوگرافی و چاپ:

چاپ رامتین

نشانی:

تهران، خیابان پاسداران، خیابان شهید جهانبخش نژاد،

پلاک ۱۰

تلفن: ۰۲۱-۲۳۵۵۹۹۹۹

فکس: ۰۲۱-۲۲۸۰۴۴۵۸



توالی‌های ACEA 2023
برای خودروهای سبک؛
تغییرات کلیدی و تاثیر آن بر
فرمولاسیون روغن موتور



تغییر شکل تقاضای
روغن موتور در اروپا



آینده صنعت روانکار
با حضور خودروهای برقی

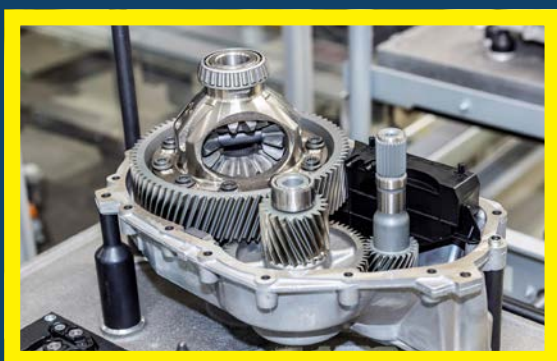
۱۸

تحولات در استانداردهای
مربوط به روانکاری‌های مورد
استفاده در لکوموتیو



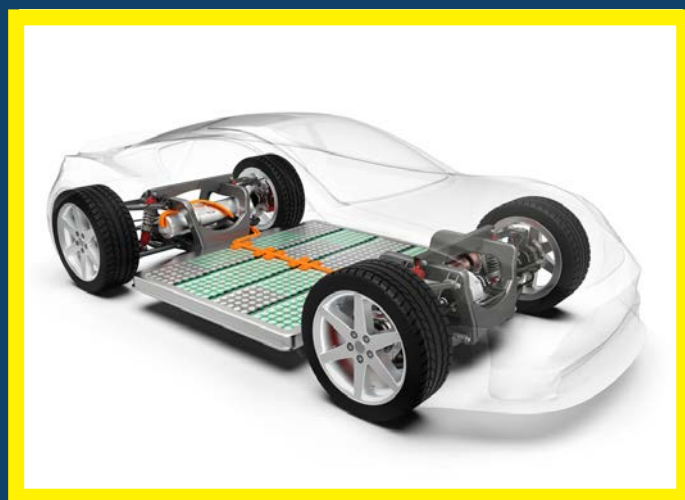
۲۸

روغن سیلندر و گوگرد سوخت؛ آیا TBN به تنهایی کافیت؟

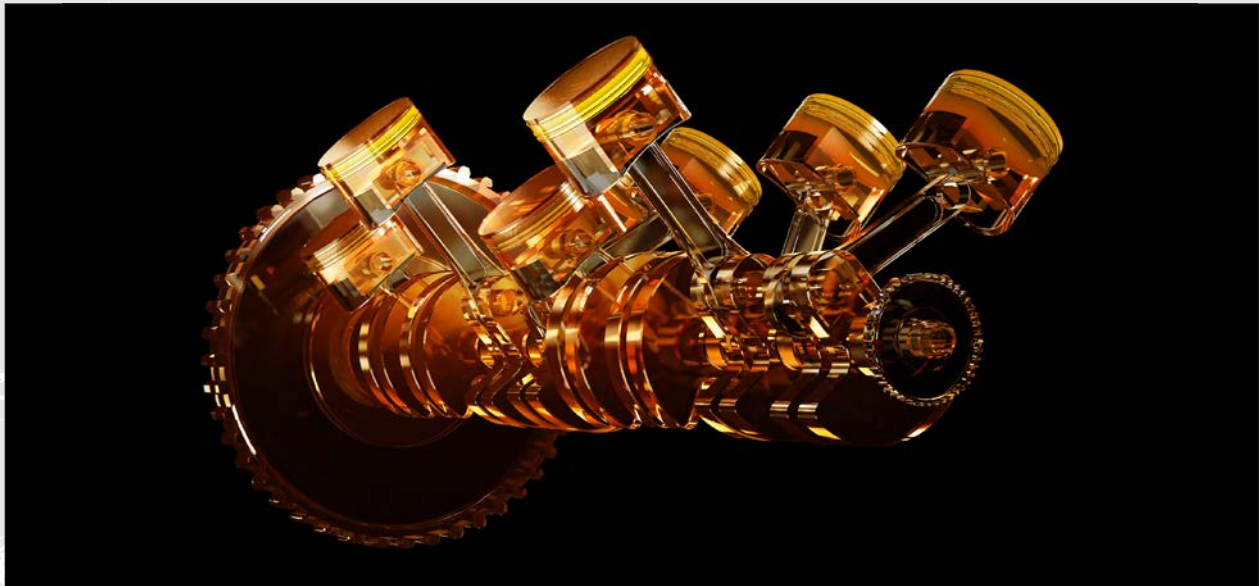


۳۶

وضعیت روغن‌های دنده اتوماتیک (ATF)
و خودروهای الکتریکی



توالی های 2023 ACEA برای خودروهایی سبک؛ تغییرات کلیدی و تاثیر آن بر فرمولاسیون روغن موتور



قابلیت استفاده تست های سخت افزاری (عملکردی)

در ابتدا ACEA پیشنهاد کرده بود که تست تمیز شوندگی موتورهای تزریق مستقیم بنزینی^۱ (EP6CDT) و همچنین تست پراکندگی روغن موتور دیزلی تزریق مستقیم در دمای متوسط (DV6C) را لغو کند، زیرا در آن زمان تصور می شد که این موتورها در طولانی مدت در بازار نمی مانند. با این حال، شورای هماهنگی اروپا^۲ (CEC)، که این روش های آزمایش را مدیریت می کند، به صنعت ابلاغ کرد که سخت افزار EP6CDT و DV6C برای چند سال دیگر تضمین شده اند به همین علت هر دوی این آزمایش ها در ویرایش سال ۲۰۲۳ حفظ شده اند.

همانطور که بحث های صنعتی در اوایل سال ۲۰۲۳ آغاز شد، ACEA اعلام کرد که مایل است تست های سایش موتور و سازگاری بیودیزل را بر اساس سخت افزار OM646LA مجدداً معرفی کند. این تست ها هر دوازده ویرایش ACEA ۲۰۲۱ حذف شده بودند. اکنون به نظر می رسد که این سخت افزار پس از سال ۲۰۲۶ در دسترس خواهد بود. در حالیکه کمیته فنی افزودنی ها^۳ (ATC) و انجمن فنی صنعت روانکارهای اروپا^۴ (ATIEL)، معرفی مجدد تست سایش را پذیرفتند، آنها استدلال کردند که پارامتر تمیزی پیستون در این آزمایش می تواند برای کاهش نیاز به آزمایش بیودیزل استفاده شود. از این رو، ACEA توصیه آنها را پذیرفت و فقط تست سایش OM646LA را مجدداً معرفی خواهد کرد.

بحث محدودیت مصرف سوخت

یکی از تغییرات کلیدی در توالی های جدید ACEA LD، معرفی طبقه بندی ACEAC7 است. به جز بهبود بیشتر مصرف سوخت، که با استفاده از درجه ویسکوزیته SAE 0W-16 امکان پذیر است، اکثر الزامات آن از ACEAC6 مشتق شده است. چشم انداز ACEA برای این طبقه بندی این بود که با شروع

انجمن خودروسازان اروپا (ACEA) از اوایل سال ۲۰۲۲ روی بازبینی توالی های روغن موتورهای سبک مشغول به کار است. به دنبال تلاش و همکاری قابل توجه بخش صنعت، توالی های اروپایی جدید روغن ACEA 2023 برای موتورهای سبک در شرف عرضه هستند. در ادامه پیامدهای اساسی که به دنبال توسعه این توالیها برای طراحان فرمولاسیون روغن موتور ایجاد می شود، بررسی خواهند شد.

مبحث مهم کربن زدایی و بهبود میزان سوخت در دستور کار شرکت های OEM قرار دارد و آنها را تحت فشار فزاینده ای گذاشته است. با در نظر گرفتن این موضوع، تعجب آور نیست که موضوع «کاهش مصرف سوخت» بزرگترین عامل محرک برای انجام آخرین بازنگری در توالی های خودروهایی سبک (LD) ACEA باشد.

یکی از تغییرات کلیدی که معرفی شده است، طبقه بندی جدید ACEAC7 است که از طریق گرید SAE 0W-16 با ویسکوزیته پایین، مصرف سوخت را بهبود می بخشد.

علاوه بر این فعالیت، نگرانی هایی در مورد در دسترس بودن سخت افزار آزمونهای لازم وجود داشت که باید برطرف می شد. علیرغم برخی تأخیرها، ACEA تا آگوست ۲۰۲۳ این موضوع را مرتفع نمود.

مبحث مهم کربن زدایی و بهبود میزان مصرف سوخت در دستور کار شرکت های OEM قرار دارد و آنها را تحت فشار فزاینده ای گذاشته است.

طبقه بندی جدید ACEA C7 که از طریق گرید SAE 0W-16 با ویسکوزیته پایین، مصرف سوخت را بهبود می بخشد.



ATC-PTS اتفاق نظر وجود نداشت، تجربه و تحلیل های آماری ارزیابی اولیه تایید کرد که ۵/۰ درصد ممکن است محدودیت خیلی شدیدی باشد و ۳/۰ درصد محدودیت معنی داری برای حمایت از چشم انداز اولیه ACEA است و این داده ها توسط ACEA پذیرفته شد. (محدودیت جدید برای تست JASO-FE + ACEA C7 در رده ۰.۳٪ تصویب شده است.) پیش نویس نهایی توالی های ACEA 2023 LD در اوایل ژوئن ۲۰۲۳ منتشر شد. ATC و ATIEL بازخوردها و پیشنهاداتی را ارائه کرده اند که جنبه نمایشی داشتند. خلاصه ای از الزامات تست موتور توالی های ACEA LD در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

فناوری های موجود ACEAC6، فرمولاسیون روغن ACEAC7 باید به راحتی قابل دستیابی و به سرعت در بازار پس از انتشار ACEA 2023 در دسترس باشد. در ابتدا ACEA برای آزمون بهبود مصرف سوخت یعنی JASO M366 محدودیتی بصورت ۰.۵٪ + (JASO-FE) برای روغن مرجع SAE 0W-20 پیشنهاد کرد. برخی از ذینفعان، از جمله شرکت اینفینیتوم، احساس کردند که با توجه به سایر آزمون های موتوری (مانند VW TDI و تست های توربوشارژر توپوتا) یا چالش های جدید به ویژه در مورد حفاظت موتور در برابر سایش برای درجه گرانی کم SAE 0W-16، این امر کاملاً بلندپروازانه است. در ژانویه ۲۰۲۳، ACEA پیشنهادی کم اهمیت از توالی های LD را پیشنهاد کرد و توضیح داد که اولین محدوده اعلامی برای JASO-FE صرفاً یک پیشنهاد است و از پیشنهادات جایگزین و جدید دیگر نیز استقبال می کند. متعاقباً، کمیته ی فرعی «تست های عملکردی»^۵ (ATC-PTS) نتایج آزمایش JASO-FE را در فناوری های مختلف افزودنی جمع آوری کرد. اگرچه در

جدول شماره ۱. فهرست توالی ACEA 2023 خودروهای سبک

Summary of ACEA 2023 Light-Duty Oil Sequences		ACEA Category								
		Full SAPS			Reduced SAPS					
		A3/B4-23	A5/B5-25	A7/B7-23	C2-23	C3-23	C4-23	C5-23	C6-23	C7-23
Performance Requirement	Test Method	≥3.5	≥2.9&≤3.5	≥2.9	≥3.5	≥3.5	≥2.6&≤2.9	≥2.3&≤2.6		
Gasoline	Gasoline DI Engine Cleanliness	CEC L-111-16 (EP6CDT)	X	X	X	X	X	X	X	X
	Low Temperature Sludge	ASTM D8256 (Sequence VH)	X	X	X	X	X	X	X	X
	Black Sludge	CEC L-107-19 (M271 EVO)	X	X	X	X	X	X	X	X
	Valvetrain Wear	ASTMD8350 (Sequence IVB)	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fuel Economy	CEC L-54-96 (M111)	-	X	X	X	X	X	-	-
		JASO FE M366 (Toyota 2ZR-FXE)	-	-	-	-	-	-	≥0.0%	≥0.3%
	Low Speed Pre-Ignition GDI Turbo	ASTM D8291 (Sequence IX)	-	-	X	-	-	-	X	X
Diesel	Chain Wear GDI	ASTM D8279 (Sequence X)	-	-	X	-	-	-	X	X
	DI Diesel piston Cleanliness & Ring Stick	CEC L-117-20 (VW TD13)	X	X	X	X	X	X	X	X
	DI Diesel Oil Dispersion at Medium Temp	CEC L-106-14 (DV6C)	X	X	X	X	X	X	X	X
	Diesel Engine Wear	GECL-99-08 (OM646LA)	X	X	-	X	X	X	X	-
	Turbocharger Compressor Deposit (Diesel)	CEC L-114-19 (Toyota 1KD-FTV)	-	-	X					X

Reintroduced Test

X Required Test

New ACEA Category

فرمول هایی که قبل از سال ۲۰۲۱ ساخته شده اند، عموماً تحت تأثیر آخرین بازنگری ACEA قرار نمی گیرند، زیرا بیشتر طبقه بندی های ACEA تغییر چندانی نکرده اند. در حالیکه تست OM 646 LA ACEA دوباره در 2023 وجود خواهد داشت

حتی اگر از توالی های ACEA LD حذف شده بود. این بدان معناست که ممکن است به آزمون های محدودی نیاز باشد. به هر حال، پکیج داده های احتمالی^۶ (CDP) برای ACEA 2021 اکنون باید بروزرسانی شود تا تست سایش OM646 نیز در آنها گنجانده شود. این بدان معنی است که صرف نظر از اینکه فرمولاسیون یک روغن موتور چه زمانی طراحی شده است، با این محدودیت جدید کل محصولات روغن موتور سبک باید تغییر کنند و این ممکن است مقداری زمان لازم داشته باشد. این فعالیت باید ظرف دو سال تکمیل شود، یعنی دوره ای که در طی آن روغن موتورهای دارای الزامات ACEA 2021 هنوز می توانند به بازار عرضه شوند.

نتیجه گیری

فرمول هایی که قبل از سال ۲۰۲۱ ساخته شده اند، عموماً تحت تأثیر آخرین بازنگری ACEA قرار نمی گیرند، زیرا بیشتر طبقه بندی های ACEA تغییر چندانی نکرده اند. در حالیکه تست OM646 LA دوباره در ACEA 2023 وجود خواهد داشت، احتمالاً فقط محصولات جدیدتر که بین سال های ۲۰۲۱ و امروز تولید شده اند، ممکن است به نتیجه ی این تست سایش نیاز داشته باشند و این ممکن است فقط برای محصولاتی باشد که صرفاً طبقه بندی های ACEA را هدف قرار می دهند، زیرا بسیاری از OEM های اروپایی تست سایش OM646 را در مشخصات داخلی خود در دو سال گذشته حفظ کرده اند.

منبع: <https://www.infineuminsight.com/en-gb/articles/new-acea-2023-sequences/>

تغییر شکل تقاضای روغن موتور در اروپا

یک استاندارد اروپایی است که محدودیت هایی را برای انتشار گازهای گلخانه ای مانند اکسیدهای نیتروژن (NOx)، ذرات معلق (PM) و تعداد ذرات (PN) تعیین می کند. شرکت های OEM اروپایی باید قوای محرکه ای برای خودروها طراحی و تولید کنند که این الزامات را برآورده نمایند.

سرعت تأثیر گذاری در بازار

اگرچه استاندارد Euro VI در سال ۲۰۱۴ به اجرا درآمد ولی مدت زیادی سپری شد تا تأثیر قابل توجهی در بازار داشته باشد. این به دلیل نرخ نوسازی خودرو در اروپا است. میانگین سنی یک کامیون در بزرگراه ها ۱۴/۲ سال است و تعداد کل وسایل نقلیه تجاری متوسط و سنگین در جاده های اروپا به ۶/۴ میلیون وسیله نقلیه می رسد. میانگین سنی یک اتوبوس ۱۲/۷ سال است و تعداد اتوبوس ها در مجموع حدود ۷۰۰۰۰۰ دستگاه است. اتوبوس ها در مقایسه با خودروهای متوسط و سنگین تجاری تعداد خیلی کمتری دارند. علاوه بر این، تقاضا برای روانکارهای مورد استفاده در اتوبوس ها نسبت به سایر وسایل نقلیه تجاری به طور معناداری کمتر است، زیرا هم حجم روغن موتور اتوبوس و هم مسافت های طی شده نسبت به کامیون ها خیلی کمتر است. در سال ۲۰۲۲، تولید خودروهای تجاری متوسط و سنگین ۲۹۹۱۷ دستگاه بوده است و از مجموعاً ۲۸۳۷۶ دستگاه نیز اتوبوس تولید شده است. با مقایسه این موضوع با تعداد کل خودروها در اروپا، مشخص می شود که تأثیر تولید خودروهای جدید بر ناوگان موجود، آرام و تدریجی است و سال ها طول می کشد تا تعداد خودروهای قدیمی کاهش یابد به عبارت دیگر، تأثیر بالقوه واقعی Euro VI بر محیط زیست با نسبت بالای خودروهای قدیمی که هنوز در گردش هستند، کاهش می یابد. به عنوان مثال، هشت سال پس از Euro VI، کامیون های قبل از Euro VI هنوز سه چهارم کل کامیون های موجود در جاده های اتحادیه اروپا و همچنین ۹۲ درصد از انتشار آلاینده های NOx را تشکیل می دهند.

صنعت حمل و نقل تجاری به سمت وسایل نقلیه با آلودگی کمتر در حال حرکت است. در اروپا از زمانی که اولین استاندارد آلاینده های EURO در سال ۱۹۹۲ به اجرا درآمد، تولید کنندگان تجهیزات اصلی (OEMs) در جهت افزایش پاکیزگی و کارایی سیستم محرکه خودروها گام برداشته اند. پویایی بازار روانکار توسط تعداد وسایل نقلیه موجود و تغییرات سخت افزاری هدایت می شود که بر تقاضا تأثیر می گذارد. البته تأثیر اعمال مقررات جدید و طراحی های سخت افزاری جدید معمولاً با تأخیر همراه است. درک جهت گیری های بازار و سرعت تغییرات برای ذینفعان این صنعت دارای اهمیت کلیدی است زیرا آنها به دنبال آماده سازی و انطباق با تغییرات هستند. آخرین استاندارد آلاینده های برای خودروهای تجاری Euro VI Step E است. این استاندارد تضمین می کند که جدیدترین کامیون ها و اتوبوس ها در جاده های اروپا از لحاظ انتشار آلاینده ها، از پاکیزه ترین آنها در جهان هستند. سطح کارایی Euro VI

تقاضا برای روانکارهای مورد استفاده در اتوبوس ها نسبت به سایر وسایل نقلیه تجاری به طور معناداری کمتر است، زیرا هم حجم روغن موتور اتوبوس و هم مسافت های طی شده نسبت به کامیون ها خیلی کمتر است.

	1990	2000	2010	2020	2030	
	Euro I (1992) CO, HC No, PM	Euro II (1996) limits power neutral	Euro III (2000) Transient test added smoke added	Euro IV (2005)	Euro V (2008)	Euro VI (2013) PN added Test updates Steady-state test: updated Transient test updated
NO _x (g/kWh)	8.0	7.0	5.0	3.5	2.0	0.4
PM (g/kWh)	3.36	0.25	0.10	0.02	0.02	0.01
PN ₂₃ (#/kWh)						6x10 ¹¹
						2x10 ¹¹

The Lubrizol Corporation

(D) Diesel | HC Hydrocarbons | PM-Particulate Mass | NO_x Nitrogen Oxides CO Carbon Monoxide (GDI) Gasoline Direct Injection | PN₂₃ Particulate Number (minimum particle size 23 nm) *includes HC



انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تجهیزات خارج از بزرگراه

در مورد ماشین آلات متحرک غیر جاده‌ای^۱ (NRMM) نیز کمیسیون اروپا انتشار آلاینده‌ها را معیار اصلی قرار داده است. برای این منظور کمیسیون اروپا طبقه‌بندی مرحله‌ای (Stage) را انتخاب نموده و مرحله یک (Stage ۱) را در سال ۱۹۹۷ وضع نموده است. آخرین استاندارد دی که سازندگان تجهیزات باید به آن پایبند باشند Stage ۷ است که در سال ۲۰۱۹ برای همه تجهیزات جدید تصویب شد،

البته با کمی تأخیر به دلیل تأثیرات همه‌گیر COVID-۱۹ در جدول زمانی اعمال شد. در مقایسه با استاندارد قبلی، محدودیت‌های PM و PN به طور قابل توجهی تشدید شدند. در نتیجه، انتظار می‌رود که شرکت‌های OEM فیلترهای ذرات دیزلی (DPF) را در طیف وسیعی از موتورهای دیزلی بکار بگیرند.

شکل شماره ۱: میزان SAPS براساس ACEA E sequence			
Heavy Duty (Based on ACEA E sequences)			
	Sulphated Ash	Phosphorous	Sulphur
LOW-SAPS	≤1.0%	≤0.08%	≤0.3%
Mid-SAPS	≤1.0%	≤0.12%	≤0.4%
High-SAPS	≤2.0%	-	-



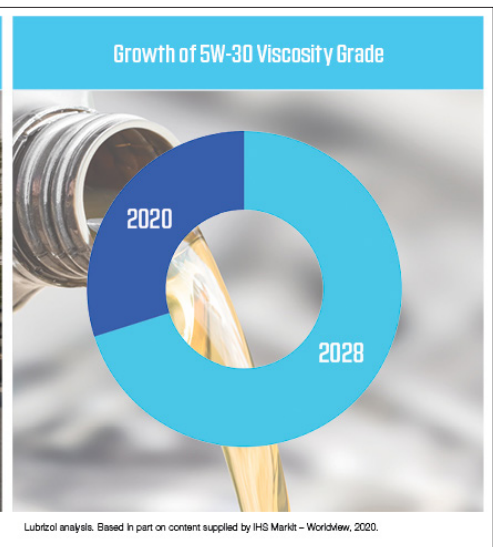
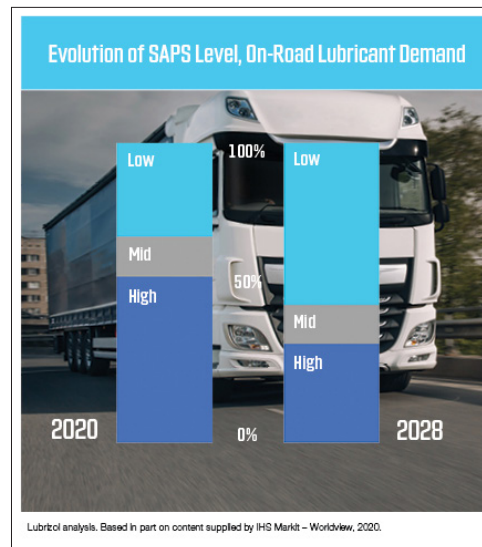
آماده شدن برای ACEA E8

در سال ۲۰۲۰، روان‌کننده‌های همخوان با مشخصات عملکردی LOW-SAPS ACEA E6 تقریباً یک سوم بازار اروپا را تشکیل می‌دادند. بر اساس برآوردها انتظار می‌رود رشد سهم بازار این سطح کیفی به بیش از نیمی از کل بازار باشیم، در حالی که بیش از یک سوم تقاضای روانکار در اروپا با درجه ویسکوزیته SAE 5W-30 یا درجات ویسکوزیته سبک‌تر خواهد بود. بازار روان‌کننده اروپا در حال ارتقاء به روانکارهایی با کارایی بالاتر است که نیازمند تغییرات در سخت‌افزار موتور می‌باشد. در طول یک دهه، سطح کیفی ACEA E6 مبنایی بوده است که بدون به خطر انداختن سایر مشخصات موتور (مانند طول عمر مفید موتور) الزام نصب اجباری سیستم‌های تصفیه گاز آگزوز را تعدیل نموده است. با این حال، نفوذ وسایل نقلیه مجهز به فیلتر ذرات دود آگزوز^۱ DPF و یا مجهز به سیستم کاهش کاتالیزوری انتخابی^۲ (SCR) سال به سال ادامه می‌یابد و تقاضا برای روان‌کننده‌های SAPS را افزایش می‌دهد. در حالی که محدودیت‌های شیمیایی با معرفی E6 بر روی روان‌کننده‌ها اعمال شد، تمرکز فزاینده بر راندمان و محدودیت‌های اعمالی برانتشار

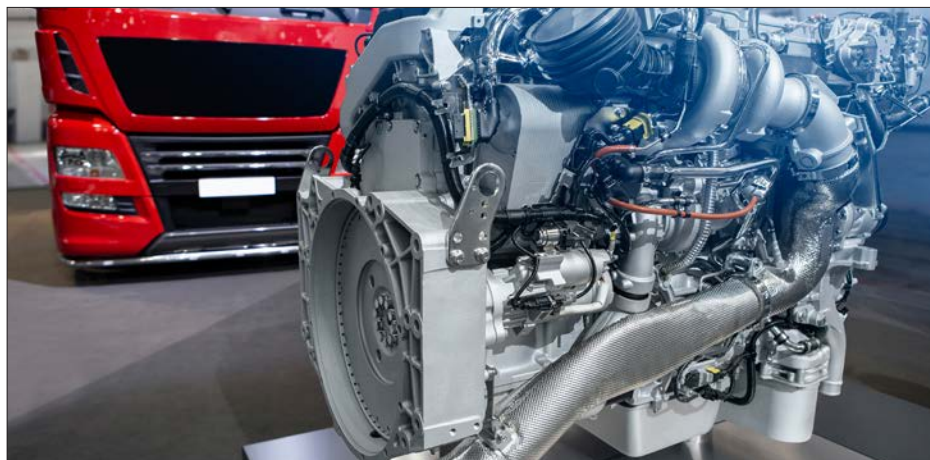
گازهای گلخانه‌ای منجر به تغییراتی در طراحی سخت‌افزار موتور شده است که به نوبه خود چالش‌های جدیدی را برای شرکت‌های OEM ایجاد می‌کند. بازار روان‌کننده به طور پیوسته توسط سخت‌افزار در خودروها ارتقا می‌یابد. در سال گذشته ACEA E8 با تغییراتی در توالی ACEA معرفی شد و در نهایت جایگزین ACEA E6 خواهد شد و منجر به افزایش قابل توجهی در عملکرد روان‌کننده خواهد شد. سه آزمون به این الزام افزوده شده است. دو آزمایش VOLVO T-13 و تست هوادهی روغن کاترپیلار در راستای سطح کیفیت API CK-4 هستند. علاوه بر این، تست دایملر OM471 جایگزین تست OM501LA می‌شود. این سه تست به ترتیب به ارزیابی عملکرد روان‌کننده در اکسیداسیون، هوادهی و تمیزی پیستون می‌پردازند.

گازهای گلخانه‌ای منجر به تغییراتی در طراحی سخت‌افزار موتور شده است که به نوبه خود چالش‌های جدیدی را برای شرکت‌های OEM ایجاد می‌کند.

در طول یک دهه، سطح کیفی ACEA E6 مبنایی بوده است که بدون به خطر انداختن سایر مشخصات موتور (مانند طول عمر مفید موتور) الزام نصب اجباری سیستم‌های تصفیه گاز آگزوز را تعدیل نموده است.



شکل شماره ۲: تقاضا برای روغن موتورهای Low, Mid, High SAPS را نشان می‌دهد.



بالا بردن کارایی روان کننده های نسل بعدی

شرکت های OEM دائماً در تلاش برای بالا بردن بهره وری و بهبود عملکرد احتراق هستند. تغییرات متالورژی پیستون یا توزیع و پیکربندی مجموعه ی رینگ می تواند به طور قابل توجهی شرایط کار روان کننده را تغییر دهد. رقابت و قوانین، دو اصلی هستند که می توان رد پای آنها را در تغییراتی که توسط OEM ها انجام می شود، دید. برای برآوردن نیازهای عملکردی ACEA E8 و همچنین مشخصات اصلی OEM ها، فناوری روان کننده و فرمولاسیون باید برای ارائه عملکرد قوی مورد انتظار تطبیق داده شود. در حالی که سخت افزار Euro VI در حال تبدیل شدن به نیروی محرکه در بازار است، از همین حالا OEM ها برای پاس کردن الزامات Euro 7 در حال آماده شدن هستند.

بر اساس مقررات جدید، محدودیتهای بیشتری در جهت کاهش میزان مجاز PM، NOx و PN وضع خواهد شد و همچنین چندین الزام جدید در خصوص انتشار گازهای آگروز معرفی می شوند. با ورود و معرفی ACEA E8، سطح عملکرد روان کننده ها در اروپا افزایش می یابد، و این به نوبه خود به OEM هایی که برای افزایش عملکرد آلایندهی تلاش می کنند کمک می کند تا با چالش های Euro 7 مقابله کنند. با توجه به معرفی آزمایش های جدید روان کننده های OM471، شامل VOLVO T-13 و COAT، روغن هایی با سطح کیفی E8 به پایداری اکسیداسیون، کنترل رسوب و کنترل هوادهی بسیار بیشتری نسبت به روان کننده های E6 نیاز دارند. آزمون OM471 یک تست دوام چالش برانگیز و ۶۰۰ ساعته است که روانکارها را در طیف وسیعی از ویژگی های عملکردی مانند کنترل رسوب پیستون و توربوشارژر، پایداری اکسیداسیون، آستر سیلندر، سایش سوپاپ و بلبرینگ و مصرف روغن مورد آزمایش قرار می دهد. به ویژه موارد کنترل رسوب و پایداری اکسیداسیون چالش برانگیز هستند و به انواع و میزان آنتی اکسیدانت ها، پخش کننده ها و پاک کننده ها بستگی دارند که باید با دقت انتخاب شوند. روان کننده های E6 یا روان کننده های تقویت شده E6، قادر به برآورده ساختن الزامات OM471 در تمام ویژگی های نیستند و نیاز به فرمولاسیون جدید احساس می شود. عملکرد روانکارها با ورود ACEA E8 و استاندارد Euro 7 باید بهبود می یابد. نکته مهم اینست که روغن موتور همچنان به عنوان عاملی کلیدی در فناوری پیشرفته تمیز تر نقش ایفا می کند و همه دست اندر کاران صنعت باید برای انتقال به سطح کیفی بالاتر آماده باشند.

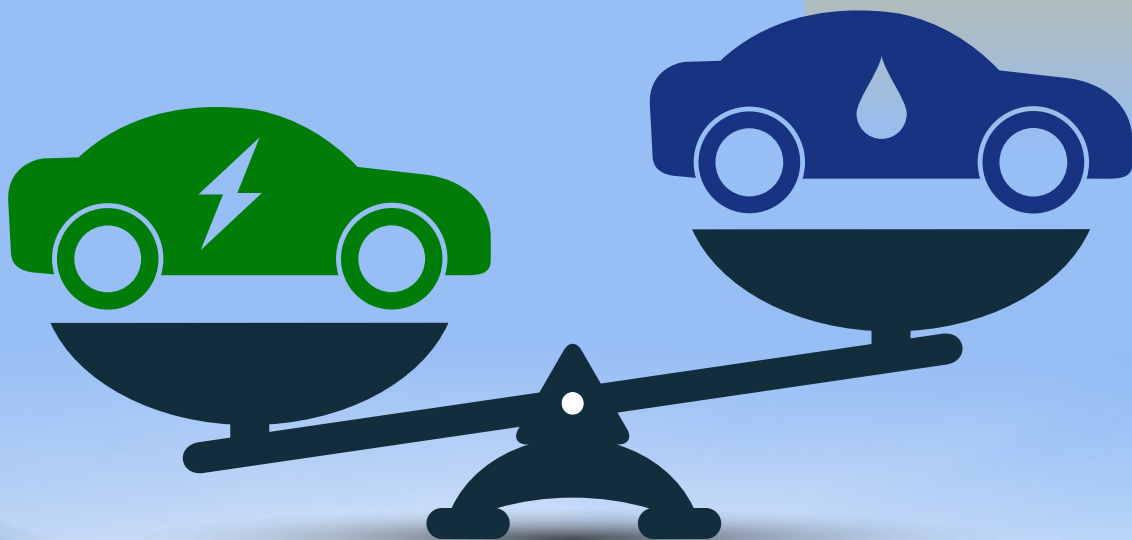
موتور OM471 تغییرات اساسی در طراحی نسبت به مدل قبلی OM501LA کرده است. در حالی که حجم موتور از ۱۱/۹ به ۱۲/۸ لیتر افزایش پیدا کرده، موادی که در ساخت پیستون استفاده شده اند از آلومینیوم به فولاد تغییر کرده اند تا به OM471 اجازه دهند با فشارهای سیلندر بالاتر کار کند. بارگذاری حرارتی پیستون برای ارائه بازده ترمودینامیکی بسیار بهبود یافته است. علاوه بر این، در ارزیابی دلایل گنجاندن OM471 در صنعت و مشخصات OEM و اثرات بالقوه ای که بر عملکرد روان کننده دارد، باید به این نکته توجه شود که موتور OM471 در الزامات E4 و ACEA E8 و همچنین در کامیون های مرسدس بنز DTFR، جایگزین OM501LA شده است. این یک تغییر قابل توجه در فناوری موتور است که بازتاب آن اکنون در آخرین نسل از پیشرانده که در ناوگان استفاده می شود، قابل مشاهده است. با افزایش فشار سیلندر و دمای بالاتر پیستون و توربوشارژر، روانکار موتور نیاز به ارائه پایداری حرارتی و اکسیداسیون بسیار بهتری نسبت به الزامات OM501LA دارد تا اطمینان حاصل گردد روغن های ACEA E4 و E8 عملکرد مناسبی را در سخت افزارهای استاندارد Euro VI ارائه میدهند. تست OM471 همچنین به مشخصات کلیدی OEM اضافه شده است و پارامترها براساس پاس/رد شدن ارزیابی می شوند که عملکرد روانکار را فراتر از ACEA E8 تضمین می کند. فرمول های روان کننده باید برای برآوردن نیازهای افزایش یافته در زمینه های تمیزی پیستون، عملکرد اکسیداسیون و تمیزی توربوشارژر تطبیق داده شوند.

برای برآوردن نیازهای عملکردی ACEA E8 و همچنین مشخصات اصلی OEM ها، فناوری روان کننده و فرمولاسیون باید برای ارائه عملکرد قوی مورد انتظار تطبیق داده شود. در حالی که سخت افزار Euro VI در حال تبدیل شدن به نیروی محرکه در بازار است، از همین حالا OEM ها برای پاس کردن الزامات Euro 7 در حال آماده شدن هستند.

آزمون OM471 یک تست دوام چالش برانگیز و ۶۰۰ ساعته است که روانکارها را در طیف وسیعی از ویژگی های عملکردی مانند کنترل رسوب پیستون و توربوشارژر، پایداری اکسیداسیون، آستر سیلندر، سایش سوپاپ و بلبرینگ و مصرف روغن مورد آزمایش قرار می دهد.

EV's VS ICV's

در سال های اخیر فناوری خودروهای برقی با سرعت در حال رشد و توسعه است و خودروهای احتراق داخلی نیز با چالش های انتشار آلاینده های زیست محیطی روبرو هستند. لذا افزایش سهم بازار برای خودروهای برقی تهدیدی جدی برای خودروهای احتراق داخلی و به تبع آن روغن موتور مورد استفاده در آن ها خواهد بود.



آینده صنعت روانکار با حضور خودروهای برقی



سهام حدود ۵۳٪، بیشترین سهم بازار را در صنعت روانکار به خود اختصاص داده که دلیل آن را می توان افزایش مصرف در خودروهای سنگین مانند اتوبوس، کامیون و سایر وسایل حمل و نقل عمومی دانست. به بیان دیگر روغن موتورهای دیزلی و روغن جعبه دنده بیشترین میزان مصرف در صنعت روانکار را به خود اختصاص داده اند. رشد اقتصادی در بازارهای نوظهور مانند چین، برزیل و هند منجر به بهبود حمل و نقل عمومی در این کشورها و به موازات آن افزایش تقاضا برای روانکارها شده است. خودروسازان سرمایه گذاری زیادی در بخش تحقیق و توسعه برای تولید روغن موتورهایی با عملکرد بالا و راندمان سوخت بهتر انجام داده اند، که این امر نیز به نوبه خود موجب افزایش رشد بازار شده است. بیشترین تقاضای روغن موتور مربوط به منطقه آسیا و پس از آن آمریکای شمالی و اروپا است. در سال های گذشته مهم ترین عامل رشد تقاضای بازار برای روغن های مورد مصرف در خودروها، میزان گسترش و استفاده از وسایل نقلیه در دنیا بوده است. بر همین اساس، یکی از تهدیدهای جدی بازار روانکارها گسترش استفاده و توسعه بازار خودروهای الکتریکی است که در حال حاضر به دلیل افزایش بی سابقه نرخ انرژی در دنیا، تقاضای این خودروها به طور قابل توجهی افزایش پیدا کرده است.

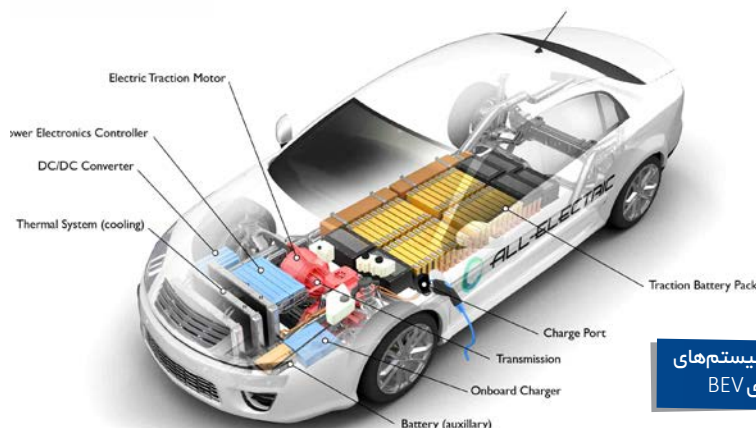
تاریخچه روغن های روانکار مدرن با شروع حفاری نفت در پنسیلوانیای ایالات متحده در قرن نوزدهم آغاز شد. در آن زمان از روغن ماهی به عنوان روان کننده برای ماشین های ریسندگی و بافندگی استفاده می شد، اما بعدها مشخص شد که مخلوط کردن آن با نفت خام عمر دستگاه را به بیش از ده سال افزایش می دهد. از آن زمان، روانکارها به سرعت با محصولات مبتنی بر نفت خام جایگزین شدند. در الگوی مصرف نفت خام حدود یک درصد از نفت خام ورودی به پالایشگاه ها به صنعت روانکار اختصاص یافته است. اندازه بازار جهانی روان کننده ها در سال ۲۰۲۱، حدود ۱۳۰ میلیارد دلار ارزش گذاری گردیده است. پیش بینی می شود این درآمد تا سال ۲۰۲۹ با نرخ رشد مرکب سالیانه ۳/۷ درصد به ۲۴۵ میلیارد دلار برسد. این رشد به دلیل تقاضای فزاینده مصرف روغن و گریس در وسایل نقلیه و تجهیزات صنعتی خواهد بود.

در بخش خودرو، روغن موتور رایج ترین نوع روان کننده مورد استفاده در موتورهای احتراق داخلی^۱ است. در سال ۲۰۲۱ بخش خودرو با

وسایل نقلیه الکتریکی

ظهور وسایل نقلیه الکتریکی^۲ (EV) عاملی بسیار مهم در بررسی آینده بازار روانکارهای بخش خودرو است. خودروهای الکتریکی انواع مختلفی دارند که در اینجا مختصراً معرفی می شوند:

وسایل نقلیه الکتریکی با باتری^۳ (BEVs) که به آنها "وسایل نقلیه تمام الکتریکی" گفته می شود، این وسایل فقط با برق کار می کنند و موتور بنزینی ندارند. BEV ها توسط یک یا چند موتور الکتریکی با باتری های قابل شارژ به حرکت در می آیند. در شکل ۱ اجزاء اصلی این گونه از خودروها نمایش داده شده اند:



شکل ۱. اجزاء و سیستم های اصلی خودروی BEV



نازیلا جعفری فرجام

کارشناس مهندسی محصول
شرکت افزون روان فرایند

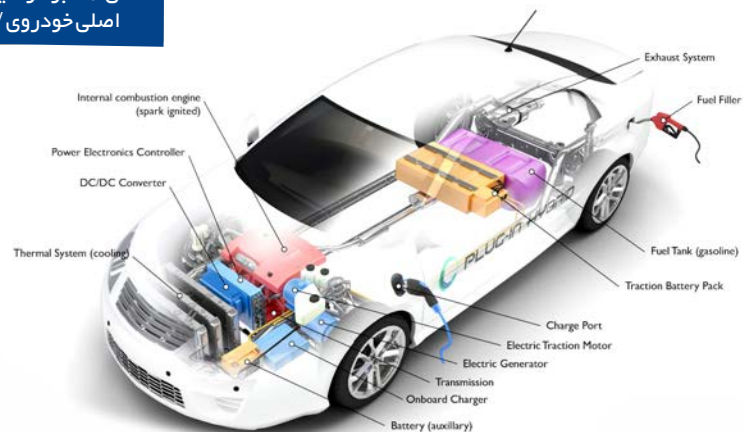
اندازه بازار جهانی روان کننده ها در سال ۲۰۲۱، حدود ۱۳۰ میلیارد دلار ارزش گذاری گردیده است. پیش بینی می شود این درآمد تا سال ۲۰۲۹ با نرخ رشد مرکب سالیانه ۳/۷ درصد به ۲۴۵ میلیارد دلار برسد. این رشد به دلیل تقاضای فزاینده مصرف روغن و گریس در وسایل نقلیه و تجهیزات صنعتی خواهد بود.

در سال‌های گذشته مهم‌ترین عامل رشد تقاضای بازار برای روغن‌های مورد مصرف در خودروها، میزان گسترش و استفاده از وسایل نقلیه در دنیا بوده است. بر همین اساس، یکی از تهدیدهای جدی بازار روغن‌ها گسترش استفاده و توسعه بازار خودروهای الکتریکی است که در حال حاضر به دلیل افزایش بی‌سابقه نرخ انرژی در دنیا، تقاضای این خودروها به‌طور قابل توجهی افزایش پیدا کرده است.



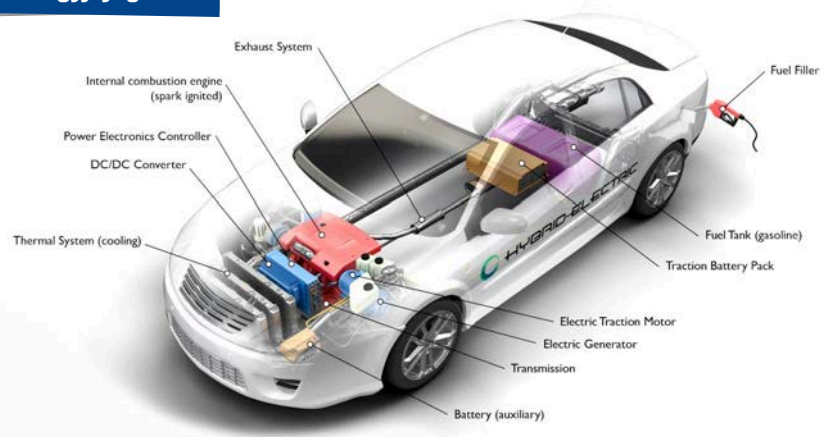
وسایل نقلیه الکتریکی هیبریدی پلاگین^۱ (PHEVs) که باتری‌ها انرژی موتور الکتریکی را تأمین می‌کنند. در این خودروها شارژ باتری می‌تواند با اتصال کابلی به درگاه‌های ویژه انرژی الکتریکی انجام گیرد. همچنین موتور احتراق داخلی (ICE) نیز با مصرف سوخت می‌تواند باتری‌ها را شارژ کند. به این ترتیب فواصل رانندگی طولانی‌تر می‌شود.

شکل ۲. اجزاء و سیستم‌های اصلی خودروی PHEV



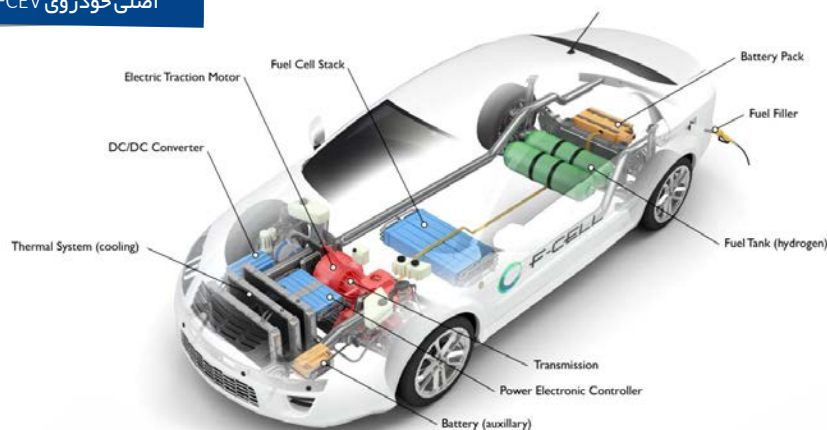
وسایل نقلیه الکتریکی هیبریدی^۲ (HEVs) گاهی اوقات به عنوان “هیبریدهای خود شارژ” شناخته می‌شوند. در این خودروها موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی وجود دارد ولی امکان اتصال کابلی و دریافت انرژی الکتریکی از شبکه برق وجود ندارد. این نوع خودروها علاوه بر این که از انرژی سوخت همچون بنزین استفاده می‌کنند، انرژی الکتریکی تأمین شده توسط باتری‌ها را نیز به کار می‌گیرند تا در نبود یا محدود بودن هر یک از آنها کارایی خودرو حفظ شود.

شکل ۳. اجزاء و سیستم‌های اصلی خودروی HEV



وسایل نقلیه الکتریکی پیل سوختی^۱ (FCEVs) که نیروی خود را به جای سوخت‌های فسیلی از گاز هیدروژن تامین می‌کنند و به این ترتیب تولید گازهای گلخانه‌ای را به صفر رسانده‌اند. یک FCEV از سیستمی مشابه وسیله نقلیه الکتریکی باتری دار برای راه اندازی وسیله نقلیه استفاده می‌کند.

شکل ۴. اجزا و سیستم‌های اصلی خودروی FCEV



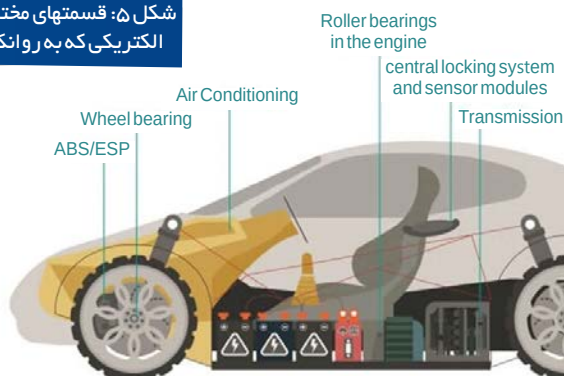
وسایل نقلیه الکتریکی خورشیدی^۲ (SEVs) خودروهای الکتریکی هستند که از سلول‌های فتوولتائیک مانند سلول‌های مورد استفاده در پنل‌های خورشیدی برای تبدیل انرژی گرفته شده از نور خورشید به انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند. انرژی خورشیدی برای شارژ کردن باتری استفاده می‌شود. با این وسیله نسبت به یک BEV استاندارد، امکان طی مسافت طولانی‌تری وجود دارد.



تفاوت‌های ساختاری خودروهای EV و ICE

بنابراین، در خودروهای الکتریکی نیازی به روان‌کننده‌های کلاسیک نیست اما به دلیل تنوع پیش‌راننده‌ها در این خودروها نیاز به انواع مختلف روانکارها و مواد افزودنی خواهد بود. این اجزاء شامل سیستم انتقال^۳، قفل مرکزی و سنسورها، رولبرینگ در موتور الکتریکی، تهویه مطبوع، بلبرینگ چرخ و سیستم‌های ABS^۴ و ESP^۵ است. این موارد در شکل ۵ مشخص شده‌اند.

شکل ۵: قسمت‌های مختلف خودروهای الکتریکی که به روانکار نیاز دارند



ساخت متفاوت خودروهای برقی در مقایسه با خودروهای با موتور احتراقی منجر به نیازهای متفاوتی برای روانکارها می‌شود. پیش‌راننده الکتریکی موجود در این خودروها برخلاف پیش‌راننده بنزینی یا دیزلی به قطعات متحرکی مانند پیستون و سیلندر نیاز ندارد.

وسایل نقلیه الکتریکی پیل سوختی (FCEVs) که نیروی خود را به جای سوخت‌های فسیلی از گاز هیدروژن تامین می‌کنند و به این ترتیب تولید گازهای گلخانه‌ای را به صفر رسانده‌اند.

وسایل نقلیه الکتریکی خورشیدی (SEVs) خودروهای الکتریکی هستند که از سلول‌های فتوولتائیک مانند سلول‌های مورد استفاده در پنل‌های خورشیدی برای تبدیل انرژی گرفته شده از نور خورشید به انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند.

1- Fuel Cell Electric Vehicles
2- Solar Electric Vehicle

3- Transmission System
4- Anti-Lock Braking
5- Electronic Stability Program

در حال حاضر هیچ تاییدیه و مشخصات کلی برای سیالات روانکار در خودروهای برقی وجود ندارد. روش های مختلف ساخت وسایل نقلیه الکتریکی، استاندارد سازی را حتی دشوارتر می نماید. بنابراین، روانکارهای فعلی برای خودروهای الکتریکی به صورت جداگانه با کاربردهای خاص سازگار می شوند.



خودرو در برابر سایش محافظت می کنند. در ساخت بسیاری از پیشراندهای EV از عناصری مانند آلومینیوم و مس استفاده می شود. مشاهده شده است که انواع خاصی از روانکارها سبب خوردگی و سایش این فلزات می شوند. لذا همواره در نظر داشتن سازگاری سیالات روانکار با اینگونه عناصر امری ضروری ست. خواص دی الکتریک برای روانکارها بدلیل تماس مستقیم با اجزای الکتریکی برای جلوگیری از اتصال کوتاه و جرقه نیز یکی از ضروریات است. در جدول ۱ تفاوت نیاز سیالات روانکار در موتورهای احتراقی، هیبریدی و الکتریکی توضیح داده شده است.

جدول ۱. تفاوت نیاز سیالات در موتورهای احتراقی، هیبریدی و الکتریکی			
سیال روانکار	موتورهای احتراقی	موتورهای هیبریدی	موتورهای الکتریکی
روغن موتور	لازم است	مورد نیاز است، بسته به نوع ساختار، روغن چند درجه ای مورد نیاز است	لازم نیست
سیستم های انتقال	لازم است	لازم است	لازم است، با الزامات جدید
گریس ها	لازم است	لازم است	لازم است، با الزامات جدید
روغن هیدرولیک	لازم است	لازم است	لازم است
سیالات کاربردی مانند مایع خنک کننده، روغن ترمز و غیره	لازم است	لازم است	به میزان زیادی مورد نیاز است

کافی هستند. به همین دلیل، در حال حاضر مایع های خنک کننده برای خودروهای الکتریکی در حال توسعه هستند.

یکی از دلایل اصلی سیستم های روانکاری مناسب در خودروهای الکتریکی، تفاوت بین روانکارهای سنتی ICE و روانکارهای EV است. سیالات روانکار EV برای تحمل دمای بالاتر طراحی شده اند.

یکی دیگر از جنبه های مهم سیالات روانکار EV توانایی آنها در تحمل بارهای بالا است. موتور الکتریکی در یک EV مقدار زیادی گشتاور تولید می کند که می تواند فشار زیادی را به چرخ دنده ها و یاتاقان ها وارد کند. سیالات روانکار EV فرموله شده اند تا این بارهای بالا را تحمل کنند و از سایش عالی برای قطعات متحرک خودرو محافظت کنند.

سیستم روانکاری در خودروهای الکتریکی وظیفه کاهش اصطکاک و سایش در قسمت های متحرک خودرو مانند چرخ دنده ها، بلبرینگ ها و موتور الکتریکی را بر عهده دارد. این موضوع به افزایش کارایی خودرو و همچنین افزایش طول عمر آن کمک می کند.

در خودروهای الکتریکی روانکارهای مختلف بطور اختصاصی برای پاسخگویی به نیازهای منحصر به فرد یک پیشرانده الکتریکی طراحی و فرموله شده اند. روانکارهای مورد استفاده در EV هابرای تحمل دمای بالا طراحی شده اند زیرا بواسطه ویژگی خاص این وسایل نقلیه در مقایسه با خودروهای ICE، ناچاراً ممکن است روانکارها در محیط هایی با دماهای بالاتر قرار گیرند. قرار گرفتن روانکار در دماهای بالاتر می تواند منجر به تسریع فرایند تجزیه شیمیایی آن شود. این روان کننده ها باید از نظر فیزیکی نیز در دماهای بالا پایدار تر باشند، یعنی بطور مثال قادر باشند ویسکوزیته خود را در دماهای بالا بخوبی حفظ کنند. همچنین، روان کننده های EV باید توانایی تحمل فشارها و تنش های بالا را نیز دارا باشند. گشتاور زیادی که توسط موتور الکتریکی تولید می شود باعث ایجاد فشار به چرخ دنده ها و یاتاقان ها می شود. این روان کننده ها با تحمل فشار بالا از قطعات متحرک

در حال حاضر هیچ تاییدیه و مشخصات کلی برای سیالات روانکار در خودروهای برقی وجود ندارد. روش های مختلف ساخت وسایل نقلیه الکتریکی، استاندارد سازی را حتی دشوارتر می نماید. بنابراین، روانکارهای فعلی برای خودروهای الکتریکی به صورت جداگانه با کاربردهای خاص سازگار می شوند.

مهم ترین نکات روانکاری در خودروهای برقی شامل موارد زیر است:

در خودروهای الکتریکی، جعبه دنده تا حد زیادی بدون تعویض دنده کار می کند و تنها یک یا دو مرحله ای است.

در جعبه دنده خودروهای برقی، گاهی اوقات سرعت های بسیار بالا رخ می دهد که در نتیجه فشار حرارتی و فیزیکی روی روغن افزایش می یابد. پس روغن جعبه دنده خودروهای الکتریکی به مقاومت حرارتی و استحکام بالایی نیاز دارد.

گریس های روان کننده در موتور الکتریکی، در بخش های کمکی و در سیستم قفل مرکزی استفاده می شوند. این گریس ها باید شرایط سخت کاری را در ماشین الکتریکی تحمل کنند. یعنی دماهای بالا و تنش های ناشی از سرعت چرخش ناگهانی و بالا را در بلبرینگ های موتور الکتریکی جذب کنند. در عین حال، گریس ها باید با بسیاری از مواد مانند مس، پلاستیک و قطعات الکترونیکی سازگار باشند.

برای کارایی باتری های خودروی الکتریکی، یک سیستم خنک کننده خوب ضروری است. سیالاتی مانند هوا و آب به سختی برای خنک سازی

فرمولاسیون روان کننده‌های EV

سیالات روانکاری EV معمولاً با روغن‌های پایه سنتزی، مانند پلی آلفاoleفین‌ها (PAOs) یا استرها فرموله می‌شوند. این روغن‌های پایه، پایداری حرارتی و اکسیداسیون بالاتری نسبت به روانکارهای مبتنی بر روغن معدنی دارند، که استفاده از آنها را برای دماها و فشارهای بالا در پیشرانده‌های EV مناسب می‌سازد. علاوه بر این، روغن‌های سنتزی معمولاً دارای شاخص ویسکوزیته (VI) بالاتری هستند، به این معنی که می‌توانند ویسکوزیته ثابتی را در طیف وسیعی از دماها حفظ کنند. این عامل برای روان کننده‌های EV بسیار مهم است زیرا در اینجا دما در پیشرانده تابعی از دمای محیط، سرعت و بار خودرو و وضعیت شارژ باتری بوده و می‌تواند بسیار متغیر باشد.

ملاحظات خنک کننده

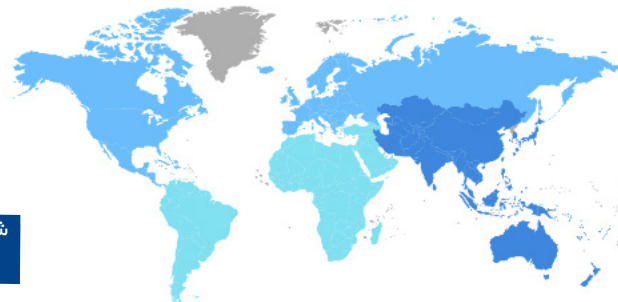
از آنجا که وسایل نقلیه الکتریکی به احتراق متکی نیستند، تصور عموم این است که گرمای زیادی تولید نمی‌کنند. به طور کلی گرما با حرکت اتم‌ها و مولکول‌ها تولید می‌شود. علیرغم اینکه در EV ها پدیده گرمایی احتراق صورت نمی‌گیرد ولی توجه به این نکته لازم است که خودروی الکتریکی توسط باتری حاوی الکترون تغذیه می‌شود. هنگامی که باتری در حال شارژ و دشارژ شدن است، حرکت الکترون‌ها در داخل آن باعث تولید گرما می‌شود. جدا از این مساله، سیستم‌های ترمز و شتاب مبتنی بر اصطکاک هستند که گرمای زیادی تولید می‌کنند. اکثر خودروهای الکتریکی دارای سیستم ترمز احیاکننده هستند که انرژی سیستم ترمز را به برق تبدیل کرده و دوباره باتری را شارژ می‌کند. باتری‌ها معمولاً در محدوده دمایی خاصی عملکرد مناسب دارند. اگر سیستم خنک کننده ای وجود نداشته باشد که باتری را در محدوده دمای کاری خود نگه دارد، از کار

می‌افتد. به همین دلیل است که یک وسیله نقلیه الکتریکی به سیستم خنک کننده نیاز دارد تا محدوده دمایی ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد همیشه حفظ شود. مایع خنک کننده در خودروهای الکتریکی نه تنها در زمان‌هایی که خودرو در حال حرکت باشد ضروری است بلکه برای محافظت از باتری در هنگام شارژ نیز استفاده می‌شود. مخصوصاً شارژ سریع با شارژرهای DC که گرمای زیادی تولید می‌کنند. در خودروهای الکتریکی از اتیلن گلیکول به عنوان خنک کننده استفاده می‌شود. این ماده شیمیایی کاربردهای تجاری و صنعتی زیادی دارد. اتیلن گلیکول قادرست گرمای بیش از حد ناشی از عملکرد سیستم‌های خودروی برقی را تا حد مناسبی کاهش دهد است. همچنین به عنوان مایع انتقال حرارت برای سیستم‌های تهویه استفاده می‌شود. این سیال با ساختاری قطبی (شبه آب)، قابلیت اختلاط با آب را دارد. نقطه جوش و انجماد پایینی داشته و کاملاً ارزان است. همچنین ماندگاری بالایی دارد.

بازار روان کننده‌های EV

طبق پیش‌بینی‌ها بازار جهانی، تعداد خودروهای الکتریکی از سال ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۸ بیش از ۲۵٪ رشد خواهد داشت و انتظار می‌رود این رشد به طور پیوسته ادامه داشته باشد. طبق گزارش مجمع جهانی اقتصاد^۱، در نیمه اول سال ۲۰۲۲، نزدیک به ۴/۳ میلیون خودروی برقی جدید با باتری (BEV) و خودروهای برقی هیبریدی پلاگین (PHEV) در سراسر جهان فروخته شده و این تقاضا رو به افزایش است. یکی از تولیدکنندگان برجسته خودرو در اروپا کشور آلمان است. این کشور میزبان برندهای بزرگ خودروسازی، از جمله فولکس واگن، مرسدس بنز، آئودی، بی‌ام‌و و پورشه است. اگرچه فروش عمومی خودرو در این کشور کاهش یافته، ثبت نام خودروهای برقی در چند سال گذشته به شدت رشد کرده است. این رشد با فشار و ترغیب دولت برای حرکت به سمت خودروهای تمام الکتریکی تا سال ۲۰۴۰ ادامه دارد. در آسیا و اقیانوسیه بازار سیالات خودروهای الکتریکی با افزایش تقاضا از سوی کشورهایمانند چین و هند روند صعودی خواهد داشت. انتظار می‌رود با افزایش تقاضا برای وسایل نقلیه الکتریکی و افزایش سرمایه‌گذاری‌های دولت برای افزایش این وسایل با هدف کاهش انتشار کربن، این منطقه شاهد رشد قابل توجهی باشد. شکل ۶ نرخ رشد بازار سیالات EV در مناطق مختلف جهان را بین سال‌های ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۸ را نشان می‌دهد.

■ High
■ Medium
■ Low



شکل ۶: نرخ رشد بازار سیالات EV
بر اساس منطقه ۲۰۲۳-۲۰۲۸

معمولاً تصور عمومی اینست که خودروهای برقی بدلیل عدم احتراق سوخت گرمای زیادی تولید نمی‌کنند، در صورتیکه این خودروها در حین شتاب گیری و ترمز و همچنین در هنگام شارژ باتری بدلیل شدت زیاد جریان الکتریکی، گرمای قابل توجهی تولید می‌کنند که نیاز به مایع خنک کننده را ضروری می‌سازد.



پیش بینی بیشترین مصرف کنندگان روانکار در مناطق مختلف جهان از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۳۰ به شرح جدول ۲ است:

جدول ۲: پیش بینی بیشترین مصرف کنندگان روانکار در مناطق مختلف جهان ۲۰۱۸-۲۰۳۰

کشور	منطقه	کشور	منطقه
 چین		 ایالات متحده آمریکا	
 هند		 کانادا	
 ژاپن		 آمریکای لاتین	
 برزیل		 آلمان	
 آرژانتین		 بریتانیا	
 عربستان سعودی		 سوئیس	
		 فرانسه	
		 روسیه	اروپا

طبق پیش‌بینی‌ها بازار جهانی، تعداد خودروهای الکتریکی از سال ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۸ بیش از ۲۵٪ رشد خواهد داشت و انتظار می‌رود این رشد به طور پیوسته ادامه داشته باشد. طبق گزارش مجمع جهانی اقتصاد، در نیمه اول سال ۲۰۲۲، نزدیک به ۳/۴ میلیون خودروی برقی جدید با باتری (BEV) و خودروهای برقی هیبریدی پلاگین (PHEV) در سراسر جهان فروخته شده و این تقاضا رو به افزایش است.



برای انطباق با تغییر چشم انداز، تولید کنندگان باید رویکرد خود را بر روی تحقیق و توسعه روانکارهای پیشرفته متناسب با کاربردهای خودروهای الکتریکی تغییر دهند.

پیامدهای ظهور وسایل نقلیه الکتریکی بر بازار روانکارها

تغییر تمرکز و نوآوری: برای انطباق با تغییر چشم انداز، تولید کنندگان باید رویکرد خود را بر روی تحقیق و توسعه روانکارهای پیشرفته متناسب با کاربردهای خودروهای الکتریکی تغییر دهند. تغییر چشم انداز، به تشویق نوآوری در زمینه هایی مانند گریس های تخصصی برای موتورهای الکتریکی، سیالات خنک کننده با دمای بالا و راه حل های بهبود یافته مدیریت حرارتی می پردازد.

استقبال از فرصت های جدید: در حالی که کاهش تقاضا برای روانکارهای سنتی ممکن است چالش هایی را ایجاد کند، حرکت به سمت وسایل نقلیه الکتریکی فرصت های جدیدی را برای تولید کنندگان ایجاد خواهد کرد. همکاری با سازندگان خودروهای برقی و توسعه راه حل های پیشرفته روانکاری برای سیستم های کمکی در خودروهای الکتریکی می تواند بخش های جدیدی در بازار و جریان های درآمدی فراهم آورد.

ذکر این نکته در پایان لازم است که تغییرات دائمی در بازار نیازمند تحقیقات، نوآوری و همکاری های استراتژیک برای حرکت و همسویی با این تحولات است. با توجه به افزایش تقاضای بازار برای خودروهای برقی و نیاز به روانکارهای اختصاصی جدید، هر شرکتی که مایل به انجام تحقیق و توسعه است، می تواند راه های جدیدی برای رشد در این بازار در حال تحول را برای خود ایجاد کند.

با ورود خودروهای برقی که نیازمند روانکارهای جدید و متفاوت هستند، تقاضای کلی برای روغن های موتور سنتی کاهش خواهد یافت. سازندگان وسایل نقلیه الکتریکی در مقادیر کم همچنان برای سیستم های کمکی مانند سیستم های خنک کننده، الکترونیک قدرت و جعبه دنده ها به روانکار نیاز دارند. در آینده، پیشرفت های فناوری روانکارها احتمالاً بر روی توسعه مایعات تخصصی که به طور خاص نیازهای منحصر به فرد پیشرفته های الکتریکی را تامین می کنند، تمرکز خواهد یافت.

کاهش حجم بازار: گسترش وسایل نقلیه الکتریکی منجر به کاهش بازار روانکارهای سنتی مرتبط با موتورهای احتراق داخلی خواهد شد. این امر تقاضا برای روغن موتورهای معمولی و روانکارهای مرتبط را به طور قابل توجهی کاهش میدهد و بر میزان درآمد و سودآوری بازار تأثیر می گذارد.

در حالی که کاهش تقاضا برای روانکارهای سنتی ممکن است چالش هایی را ایجاد کند، حرکت به سمت وسایل نقلیه الکتریکی فرصت های جدیدی را برای تولید کنندگان ایجاد خواهد کرد.

منابع:

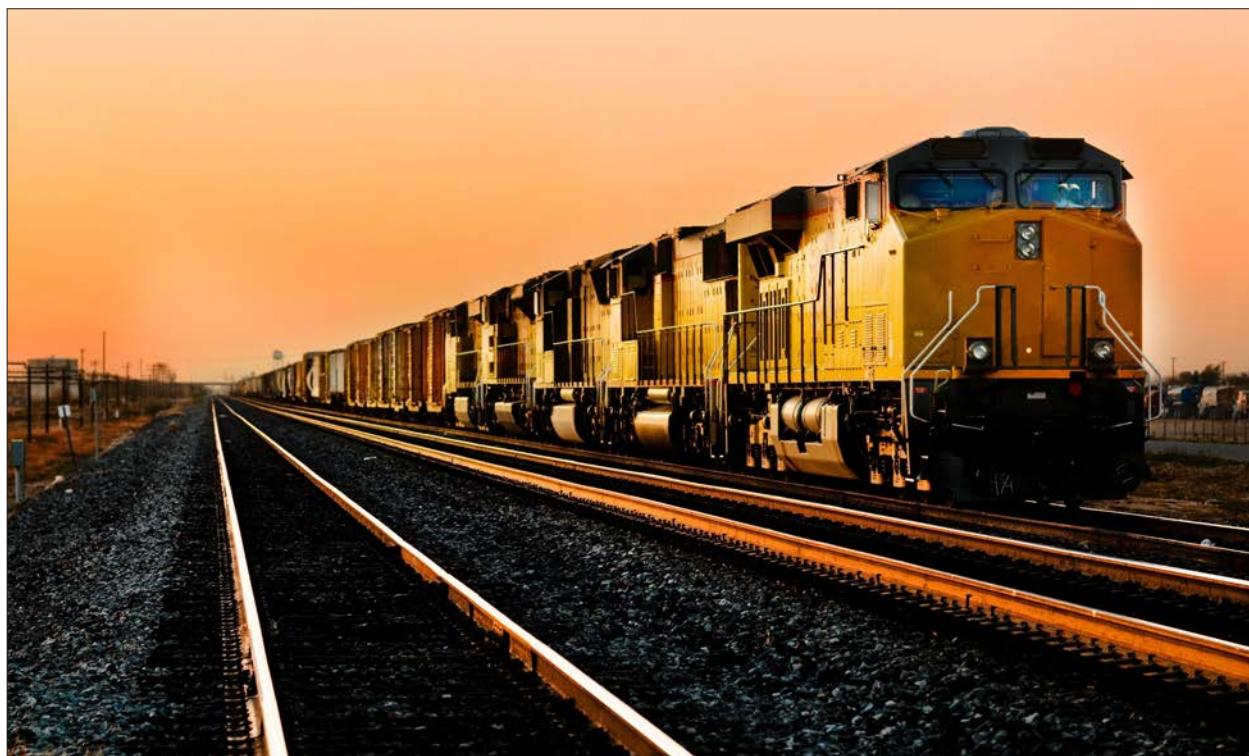
<https://www.power-sonic.com/blog/types-of-electric-vehicles>
<https://www.tribonet.org/industry-news/electric-vehicle-lubricants>
<https://www.alliedmarketresearch.com/lubricant-additives-market>
<https://www.linkedin.com/pulse/shrinking-lubricants-market-impact-evs>
<https://www.marketresearchfuture.com/reports/lubricant-additives-market-2179>
<https://addinol.de/en/products/lubricants-for-the-automotive-sector/oil-electric-cars/>
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-electric-vehicle-fluids-market/companies>

با توجه به اهمیت حمل نقل ریلی در جابه جایی مسافر و بار و نقشی که می تواند در کاهش آلاینده‌گی و سازگاری بیشتر با محیط زیست داشته باشد در این مقاله بر آنیم که به تحولات استانداردهای مربوط به روانکارهای مورد استفاده در لکوموتیو و راه آهن بپردازیم.



Locomotive Lubricants & Standards

تحولات در استانداردهای مربوط به روانکاری های مورد استفاده در لکوموتیو



در حال بهبودی است تا میزان آلاینده های کربنی (COX)، آلاینده های نیترژن (NOX) و آلاینده های ذرات ریز معلق کاهش داده شوند. در لکوموتیوها دو راه برای تامین انرژی حرکتی وجود دارد. یک راه استفاده از نیروی الکتریکی جریان مستقیم است و دیگری نیروی مکانیکی حاصل از کارکرد موتور دیزل. لکوموتیوهای الکتریکی جریان مستقیم را از خط انتقال نیروی برق دریافت کرده و جریان الکتریکی را مستقیماً به ترکشن موتور^۱ می فرستند تا توسط کار ترکشن موتورها، لکوموتیو به حرکت در آید. در لکوموتیوهای دیزلی وضعیت متفاوت است. در اینجا لکوموتیو با مصرف سوخت در یک موتور دیزلی، یک ژنراتور را به حرکت می اندازد و سپس انرژی الکتریکی حاصل از کار ژنراتور به ترکشن موتورها منتقل شده و لکوموتیو به حرکت در می آید. هر دو گونه لکوموتیوهای برقی و دیزلی به موفقیت های گسترده ای در سطح جهانی دست یافته اند. حمل و نقل ریلی در ایالت متحده امریکا نقش بسیاری مهمی در صنایع ایفا می کند و ۴۰ درصد حمل و نقل باری این کشور بر عهده بخش ریلی است. شکل ۱ نشان می دهد، صنعت راه آهن در جهان در حال رشد است و همچنین پیش بینی می شود تقاضای انرژی در بخش ریلی تا سال ۲۰۵۰ در برخی کشورها دو برابر شود [۲].

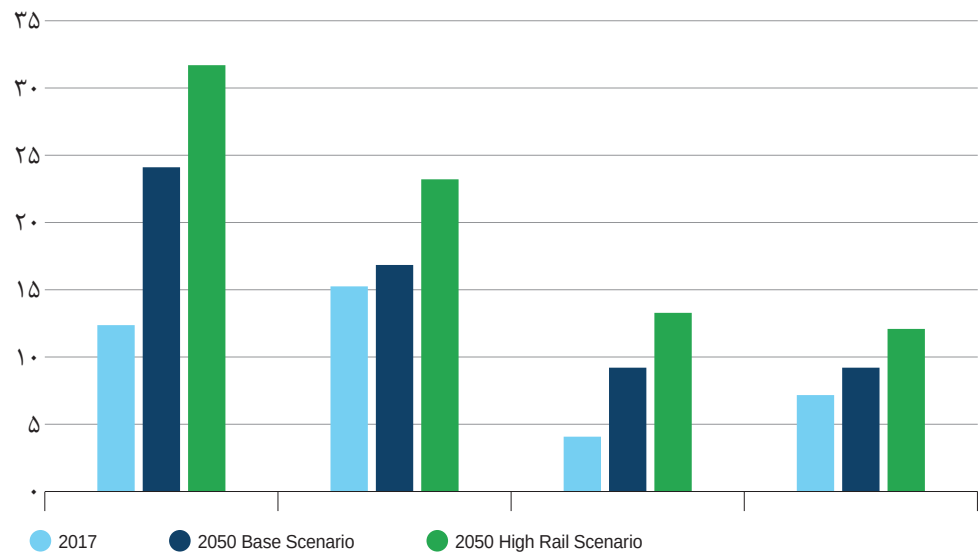
قطارها به عنوان یکی از کارآمدترین وسایل حمل و نقل زمینی از زمان ظهور لکوموتیوهای بخار شناخته میشوند و نمی توان از سهم آنها در انقلاب صنعتی و توسعه جامعه چشم پوشی کرد. علیرغم اینکه سهم آنها در حمل و نقل مسافر به دلیل پیشتازی صنعت هوانوردی به ویژه در دهه های انتهایی قرن بیستم در اکثر کشور های جهان کاهش یافته است، لکوموتیو ها هنوز سهم عمده ای را در جابجایی بار و کالا ایفا می کنند. خوشبختانه حمل نقل ریلی قادر است نقش مهمی را در پروژه جهانی (انتشار کربن خالص صفر) بازی کند که این امر به دلیل کارایی و پایداری نسبی بالای قطار ها است. برای مثال قطار ها قادر هستند یک تن کالا را تقریباً ۵۲۰ مایل تنها با مصرف یک گالن سوخت جابه جا کنند. از نظر کاهش میزان انتشار گازهای آلاینده، الزامات مربوط به عملکرد لکوموتیوها مستمراً



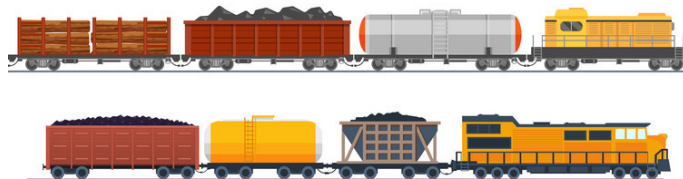
دکتر بانته آحاجی بزرگی

کارشناس تحقیق و توسعه
شرکت افزون روان

شکل شماره ۱: پیش‌بینی رشد تقاضای انرژی در صنعت حمل و نقل ریلی در مناطق منتخب را بین ۲۰۱۷-۲۰۵۰ نشان می‌دهد.



لکوموتیوها در مقایسه با سایر روش های حمل و نقل موجود، دارای سازگاری بالاتری با محیط زیست هستند. مطالعه ای که توسط اتحادیه حمل و نقل ریلی ایالات متحده^۱ انجام شده است حاکی از این است که اگر بارهای حمل شده روزانه که با کامیون حمل می شود با قطار حمل می شدند، انتشار گازهای گلخانه ای^۲ تا ۷۵ درصد کاهش می یابند.



حمل و نقل ریلی بار از باصرفه ترین روشها از لحاظ کاهش مصرف سوخت محسوب می شود

فعلی Tier 4 ارتقاء داده شده اند. از سال ۲۰۱۵، صنعت راه آهن ملزم به رعایت Tier 4 شده است. استانداردهای مربوط به موتورهای لکوموتیو محدودیت هایی را بر میزان ذرات معلق^۴ (PM)، انتشار کل هیدروکربن^۵، CO و NOx (THC) قرار داده است که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

با این حال، در سال های اخیر، آژانس حفاظت از محیط زیست^۳ (EPA) نیز مقررات سختگیرانه ای را برای لکوموتیوها وضع کرده است تا اثرات زیست محیطی آنها را به حداقل برساند. شروع این روند به سال ۱۹۹۷ بر می گردد زمانی که اولین استاندارد مربوط به انتشار الاینده ها توسط EPA تصویب شد. از آن زمان تاکنون موتورهای لکوموتیو به طور فزاینده ای در معرض یک سیستم چندلایه ای نظارت قرار گرفته اند و استانداردهای سختگیرانه انتشار گازهای گلخانه ای، از سطح ابتدایی Tier 0 به سطح

جدول شماره ۱: استانداردهای انتشار EPA برای لکوموتیوهای بالای ۲۳۰۰ اسب بخار را نشان می دهد.

Tier	MY	Date	HC	CO	NOx	PM
Tier 0 ^a	1973-1992 ^c	2010 ^d	1.00	5.0	8.0	0.22
Tier 1 ^a	1993 ^c -2004	2010 ^d	0.55	2.2	7.4	0.22
Tier 2 ^a	2005-2011	2010 ^d	0.30	1.5	5.5	0.10 ^e
Tier 3 ^b	2012-2014	2012	0.30	1.5	5.5	0.10
Tier 4	2015 or later	2015	0.14 ^f	1.5	1.3 ^f	0.03

a - Tier 0-2 line-haul locomotives must also meet switch standards of the same tier.

b - Tier 3 line-haul locomotives must also meet Tier 2 switch standards.

c - 1993-2001 locomotive that were not equipped with an intake air coolant system are subject to Tier 0 rather than Tier 1 standards.

d - As early as 2008 if approved engine upgrade kits become available.

e - 0.20 g/bhp-hr until January 1, 2013 (with some exceptions).

f - Manufacturers may elect to meet a combined NOx+HC standard of 1.4 g/bhp-hr.

لکوموتیوهای الکتریکی جریان مستقیم را از خط انتقال نیروی برق دریافت کرده و جریان الکتریکی را مستقیماً به ترکشن موتور می فرستند تا توسط کار ترکشن موتورهای لکوموتیو به حرکت در آید.

در راستای برآورده کردن این استانداردها، پیشرفت‌هایی در حوزه‌های مختلف فناوری از جمله سیستم‌های کنترل پیشرفته «stop-start»، کارآمدی موتورهای لکوموتیو با هدف افزایش راندمان سوخت و به حداقل رساندن زمان‌های کارکرد در جا^۱ صورت گرفته است. کمیسیون اروپا، استانداردهای سختگیرانه تری از Tier 4 بر روی انتشار آلاینده‌های حمل و نقل ریلی تصویب کرده است که در شکل ۲ نمایش داده شده است.

شکل شماره ۲: مقایسه محدودیت‌های انتشار MP و xON بین ایالات متحده و اتحادیه اروپا

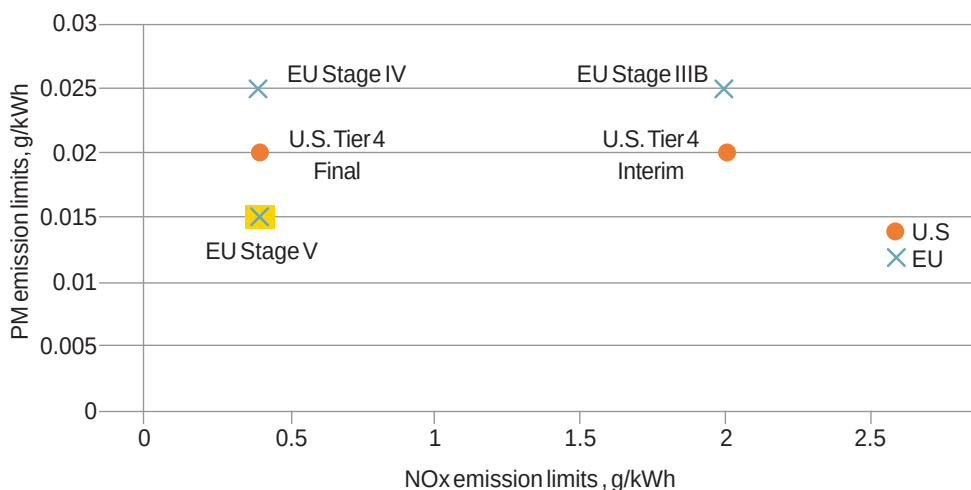


Figure 2: Comparison of PM and NOx emission limits between the U.S. and EU [4]. 2

مقررات برای آلاینده‌های لکوموتیوهای سوئیچ (لکوموتیوهای با قدرت زیر ۲۳۰۰ اسب بخار) کمی متفاوت است. طبق مقررات Tier-4، لکوموتیوهای سوئیچ مجاز به انتشار 2.4 g/bhp.hr هستند.

وظیفه مهم بر عهده دارد که از جمله آنها می‌توان روانکاری، خنک‌سازی و حفظ پاکیزگی با استفاده از حذف محصولات جانبی احتراق، رسوبات و همچنین خنثی‌سازی اسیدهای تولید شده حاصل از احتراق مانند اسید سولفوریک و اسید نیتریک را نام برد. روغن موتورهای معمولاً حاوی چندین جزء افزودنی شامل دیسپرنت‌ها، ضد سایش‌ها، مواد ضد اکسیداسیون، مواد پاک‌کننده، بهبوددهنده‌های شاخص گرانروی و کاهش دهنده‌های نقطه ریزش می‌باشند. این افزودنی‌ها برای بهبود عملکرد و افزایش بازه زمانی تخلیه و تعویض روغن طراحی شده‌اند.

به طور معمول، جز اصلی افزودنی‌های ضد سایش در بیشتر روغن‌ها، زینک دی‌تیوفسفات (ZDDP) است. با این حال، روغن‌های موتور راه آهن به طور سنتی بدون زینک فرموله می‌شدند. این امر به دلیل نگرانی در مورد آسیب بالقوه به روکش نقره‌ای یاتاقان‌ها^۲ است. در موتورهای شرکت Progress Rail بر خلاف موتورهای شرکت Wabtec از یاتاقان‌های نقره‌ای در موتور استفاده نمی‌شود. بنابراین در موتورهای Progress Rail الزامی به استفاده از روغن‌های بدون زینک نمی‌باشد. برای اینکه از سادگی عملیات اطمینان حاصل شود و از نیاز به مدیریت روغن‌های مختلف موتور خودداری شود برای ناوگان ریلی که ترکیبی از لکوموتیوهای EMD و GE را در اختیار دارد، استاندارد را بر اساس روغن بدون روی تدوین کرده‌اند. اگرچه EMD استفاده از نقره را در یاتاقان‌ها از سال ۲۰۰۰ متوقف کرده است. با این وجود هنوز ناوگانی که از این لکوموتیوهای دارای

روانکاری موتور دیزل

از آنجایی که موتور قلب لکوموتیو است، روانکاری آن اهمیت بسیار بالایی در عملکرد قطار و همچنین کنترل آلاینده‌ها دارد. موتورهای دیزلی لکوموتیو معمولاً توانایی تولید بین ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ اسب بخار را دارند. معمولاً امروزه بیشتر موتورهای لکوموتیو که توسط دو تامین‌کننده اصلی در ایالات متحده یعنی Progress Rail (که قبلاً EMD نام داشت) و Wabtec (که قبلاً GE نام داشت) ارائه می‌شوند ۴۵۰۰ اسبی هستند. قطعات و سیستم‌هایی که در بخش حمل و نقل ریلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دارای قدرت ۴۵۰۰ اسب بخار می‌باشد.

برای اینکه این موتورها در این سطوح قدرت عملکرد روانی داشته باشند روغن موتور باید کیفیت لازم برای روانکاری مناسب رینگ پیستون، آستری سیلندر، شاتون‌ها، یاتاقان‌های اصلی و سوپاپ‌های موتور لکوموتیو را داشته باشد. یاتاقان‌های توربوشارژر نیز در لکوموتیوها توسط روغن موتور روانکاری می‌شوند. روغن موتور چندین

به طور معمول، جز اصلی افزودنی‌های ضد سایش در بیشتر روغن‌ها، زینک دی‌تیوفسفات (ZDDP) است. با این حال، روغن‌های موتور راه آهن به طور سنتی بدون زینک فرموله می‌شدند. این امر به دلیل نگرانی در مورد آسیب بالقوه به روکش نقره‌ای یاتاقان‌ها است. یاتاقان‌های توربوشارژر نیز در لکوموتیوها توسط روغن موتور روانکاری می‌شوند.



با صنعت خودرو با هزینه های بسیار گزافی مواجه خواهد شد. دلیل این امر این است که لکوموتیوهای قدیمی نسبت به لکوموتیوهای نسل های جدیدتر روغن موتور بسیار زیادی مصرف می کنند. لذا در برخی از لکوموتیو ها که از موتور های دیزلی قدیمی استفاده می کنند مصرف بسیار بالای روغن آن ها در مقایسه با ماشین یا کامیون معمولی به عنوان یک عامل بازدارنده در استفاده از روغن سنتزی محسوب می شود. با این حال، استفاده از روغن های سنتزی در لکوموتیوهای جدیدتر می تواند منجر به دستیابی به زمان تعویض روغن طولانی تر^۴ ODI، افزایش مصرف سوخت و دوام و طول عمر بیشتر روغن گردد. صنعت خودرو شاهد حرکت به سمت روغن موتورها با ویسکوزیته پایین تر می باشد. امروزه روغن ها با گرید 15W-40 و 5W-30 حضور کمتری در بازار دارند، در حالی که محبوبیت فزاینده ای برای روغن های 0W-20 وجود دارد. سازندگان تجهیزات اصلی ژاپنی (OEM) قبلاً استفاده از روغن های درجه 0W-8 را نیز تأیید کرده اند و OEM های اروپایی در حال حاضر در حال انجام آزمایش روی روغن های 0W-12 برای صنعت راه آهن هستند. در صنعت حمل و نقل ریلی، به دلیل استفاده همزمان از لکوموتیوهای قدیمی و جدیدتر در داخل یک ناوگان، حرکت به سمت روغن هایی با ویسکوزیته پایین تر همراه با چالش است. با این حال، تلاش برای دستیابی به مصرف بهینه سوخت بقدری مهم است که به تنهایی ارزش کار بر روی روغن هایی با ویسکوزیته پایین تر برای لکوموتیوهای جدید را دارد.

در برخی از لکوموتیو ها که از موتور های دیزلی قدیمی استفاده می کنند مصرف بسیار بالای روغن آن ها در مقایسه با ماشین یا کامیون معمولی، به عنوان یک عامل بازدارنده در استفاده از روغن سنتزی محسوب می شود.

یاتاقان های روکش نقره در حال خدمت وجود دارند. به همین دلیل شرکت های اصلی تولید کننده افزودنی مانند Infineum و Oronite همچنان به تقاضا برای بازار برای روغن موتورهای بدون زینک در صنعت پاسخ میدهند. به طور کلی مواد افزودنی روغن موتور برای بهبود خواص روغن پایه و اینکه محصول نهایی مشخصات مورد انتظار تولید کنندگان و تنظیم الزامات محیط زیستی را برآورده کند، ساخته شده اند. انجمن تعمیر و نگهداری لکوموتیو^۱ مشخصات روغن موتور نسل ۷ (LMOA) را معرفی کرده است این مقررات با الزامات Tier 4-EPA مطابقت دارد.

برای انتخاب یک روغن موتور لکوموتیو مناسب، نیاز است عوامل متفاوتی را در نظر گرفته شود. یکی از این عوامل میزان در صدوزنی گوگرد در سوخت میباشد. با توجه به سوخت مورد استفاده در صنعت ریلی، روغن با عدد قلیایی^۲ (BN) از ۹ تا ۱۳ برای خنثی سازی موثر سولفوریک اسید و سایر اسیدها تولید شده در طی فرآیند احتراق مناسب است. در آمریکای شمالی، روغن های نسل هفتم LMOA، با عدد قلیایی ۱۱ (BN) به عنوان روغن استاندارد در نظر گرفته می شود. در دیگر نقاط جهان با توجه به نوع سوخت و نوع موتور، از روغن های نسل ۷، ۶، ۵ (یا حتی ۴) استفاده میشود. روغن های نسل ۷ در مقایسه با روغن های نسل ۶، توانایی بیشتری در حفظ خواص بازی و کنترل اسید در روانکارهای لکوموتیو دارند. همچنین روغن های نسل هفتم برای پاسخگویی به سیستم های باز چرخانی گاز اگزوز^۳ (EGR) و مصرف بهینه روغن در موتورهای جدید شرکت GE موسوم به GEVO با سطح Tier 4 مناسب هستند. این روغن ها همچنین سازگاری مناسبی با سوخت حاوی گوگرد کم (کمتر از 500ppm) و سوخت های گوگرد بسیار کم (کمتر از 15ppm) دارند. انتظار می رود همگام با سختگیرانه تر شدن مقررات انتشار گازهای گلخانه ای، روند پیشرفت ارائه فرمولاسیون های جدید روغن موتور نیز ادامه یابد. طی چند سال گذشته، استفاده از روغن موتورهای سنتزی به جای روغن های معدنی در صنعت خودرو به دلیل عملکرد بهتر و ارائه دادن بازه زمانی طولانی تر تعویض روغن مرسوم شده است. این پتانسیل در صنعت راه آهن نیز کم و بیش وجود دارد. با این حال، صنعت راه آهن برای دستیابی به سطوح مشابه روغن موتور با کیفیتی معادل

صنعت تشکیل می‌دهد، بهینه سازی مصرف سوخت منجر به صرفه جویی قابل توجهی در هزینه‌های می‌شود. باید توجه داشت که تغییر از درجه ویسکوزیته SAE 40 یا 20W-40 در روغن‌های قدیمی به ویسکوزیته پایین تری مانند روغن‌های 5W-30 در روغن‌های جدید مستلزم ایجاد تغییراتی مهم و اساسی در موتور لکوموتیو خواهد بود. الزام کاهش انتشار آلاینده CO₂ می‌تواند در آینده حرکت به این سمت را توجیه نماید.

استفاده از روغن‌هایی با ویسکوزیته کمتر در لکوموتیوهای جدیدتر (که از موفقیت این روند در روغن موتور خودرو الهام گرفته است)، دستیابی به بهبود مصرف سوخت ۲ تا ۳ درصدی را امکان پذیر نموده است. برای صنعت راه آهن، با توجه به اینکه سوخت بخش عمده‌ای از هزینه‌های عملیاتی در این

جدول شماره ۲: مقادیر حدی اعمال شده بر روی روغن‌های موتور لکوموتیوهای در سرویس

Property	Condemning Limit	Test Method
Pentane Insolubles (maximum)	% (Generation 4LL with ASTM D-975 S500 or less fuel)	ASTM D7317
Kinematic Viscosity, cSt @100 °C (SAE 40)	Maximum 25% increase (above Fresh oil viscosity) Minimum 12.5 cSt	ASTM D445
Total Base Number (minimum)	4.0 (mg.KOH per gm)	ASTM D4739
Water (maximum)	0.2%	ASTM D6304
Soot, oxidation, sulfation, Nitration	Trendline. Instrument and software dependent. Must be correlated with Wabtec lab for reference	ASTM D7889, ASTM E2412
Wear metals & contaminants	Trend line	ASTM D 5185



استفاده از روغن‌هایی با ویسکوزیته کمتر در لکوموتیوهای جدیدتر (که از موفقیت این روند در روغن موتور خودرو الهام گرفته است)، دستیابی به بهبود مصرف سوخت ۲ تا ۳ درصدی را امکان پذیر نموده است.

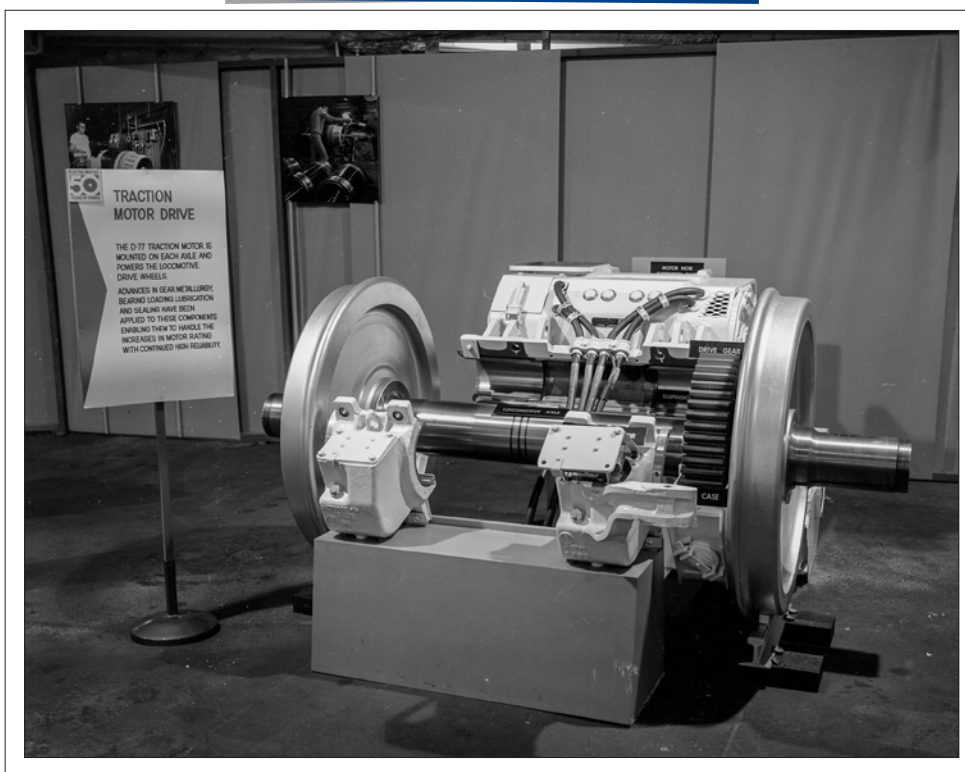
تاثیر گذارند. برای جلوگیری از مشکلات احتمالی، شرکت Wabtec برنامه‌ای جهت پایش منظم روغن موتور را پیشنهاد می‌کند که هر ۷ تا ۱۰ روز انجام می‌شود. براساس تحلیل نتایج آزمایش‌های روغن موتور می‌توان از این مورد اطمینان حاصل کرد که روغن بیش از طول عمر خود استفاده نشود.

تعویض روغن موتور لکوموتیو معمولاً در بازه‌های زمانی ۳ تا ۶ ماهه انجام می‌شود. عوامل متعددی از جمله میزان افت TBN، دوده موجود در روغن، رقیق شدن سوخت در روغن و اکسیداسیون در زمان تعویض روغن

جدول شماره ۳- زمان پیشنهادی برای تعویض روغن موتور برای سطح کیفی Generation4 در لکوموتیوهای Wabtec FD

TYPE OF SERVICE	OIL CHANGE PERIOD	MWHr/MONTH					
		7FDL16	7FDL12	7HDL16	GEVO16	GEVO12	P616LD
Severe	3Months	>400	>300	>600	>600	>400	>300
Medium	3to 6 Months	300to 400	225to 300	450to 600	400to 600	300to 400	225to 400
Moderate	6Months	<300	<225	<450	<450	<300	<225

نمایی از ترکشن موتور نصب شده بر روی یک محور لکوموتیو EMD



روغن جعبه دنده ترکشن موتور لکوموتیو

چرخ های لکوموتیوها توسط موتورهای الکتریکی که ترکشن موتور نیز نامیده می شوند حرکت می کنند. هر لکوموتیو معمولاً مجهز به چهار تا شش ترکشن موتور است (روی هر محور یک ترکشن موتور قرار دارد) که چرخ ها را به حرکت در می آورند. این ترکشن موتورها از طریق یک جعبه دنده به محور چرخ متصل می شوند. در این جعبه دنده ها از چرخ دنده های مخروطی به همراه چرخ دنده های پینیون استفاده می شود. ترکشن موتورهای می توانند هم با درایو AC و هم DC به حرکت در بیایند، اگر چه درایوهای AC به دلیل کنترل برتر کشش و کاهش الزامات نگهداری با استقبال بیشتری روبرو شده اند. مثل هر جزء مکانیکی دیگری، هدف اصلی روانکاری در این جان نیز به حداقل رساندن سایش، کاهش اصطکاک و بهبود کارایی کلی می

باشد. در مورد لکوموتیوها، روغن جعبه دنده ترکشن موتور روغن کاری یا تاقان های اصلی را هم انجام می دهد. به طور معمول روغن های سنتزی بر پایه پلی آلفا الفین ها با درجه ISO VG 460 به همراه افزودنی های فشار پذیر (EP) متوسط و ضد سایش استفاده می شود. مشخصات جدیدی که توسط Wabtec برای روغن جعبه دنده ترکشن موتور AC ارائه شده در جدول شماره ۴ نمایش داده شده است.

چرخ های لکوموتیوها توسط موتورهای الکتریکی که ترکشن موتور نیز نامیده می شوند حرکت می کنند. هر لکوموتیو معمولاً مجهز به چهار تا شش ترکشن موتور است (روی هر محور یک ترکشن موتور قرار دارد) که چرخ ها را به حرکت در می آورند.



جدول شماره ۴: مشخصات فنی روغن چعبه دنده لکوموتیوهای GE

PROPERTIES	DSOE32	TEST METHOD
Base Oil	(Polyalphaolefin IPAO)	
ISOVG	460	
Gravity, API	31.4	ASTM D-1298
Specific Gravity	0.867	ASTM D-1298
Pour Point, °C (°F) maximum	(-42)-44	ASTM D-97
Flash Point, °C (°F) minimum	(250)148(2)	ASTM D-1310
Viscosity, cSt at 40°C at 100°C, typical	414 to 506 45	D-44S ASTM D-445
Viscosity Index	159	ASTM D-2270
Rust Protection, ASTM D665A and 6658, Dis- tilled and Syn- thetic Sea Water	Pass	ASTM D-665
Copper Corrosion, 24 hrs. at 121°C	1B	ASTM D-130
Chemical Activity Analysis, FE8 Test	Poss/ Pass	FAG FE8
Wear Testing, FZG Scuffing Fail Stage	13+	DIN 51534
RBOT	1500 min	ASTM D-2272
.TOST Life, hrs	10,000+	ASTM D-943
TAN, new product, max_ mg KOH/g Oil	<1.0	ASTM D-664
Foaming Characteristics, Seq I, Seq II, and Seq 111	0/0/0	ASTM D-892
Hydrolytic Stability, 2-week test cycle. TAN, mg KOH/g Oil	<1.0	ASTM D-2619
Source of Supply: Exxon Mobil 111 Oil Company, USA		Mobil™ SHC 634
TEST METHODS1		
PERFORMANCE		RESULT
GE-Wabtec Building 50 Traction Motor Life Test		PASS
I PASS Locomotive Field Test		

قابل توجهی تا دو سال افزایش می دهد. اگر چه شرایط سرویس و آب بندی دنده در برابر گرد و غبار و آلاینده ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با این حال خود روغن می تواند در شرایط مناسب تا دو سال باقی بماند. وجود گرد و خاک یا ناخالصی ها می توانند منجر به آسیب احتمالی به چرخ دنده ها و بلبرینگ ها شوند. مانند روغن موتور، پایداری به توصیه OEM ها در مورد فواصل تعویض روغن چعبه دنده ای ترکشن موتور هم مهم است.

در فرمولاسیون این روغن ها از افزودنی EP که دارای ترکیبات گوگرد-فسفر فعال هستند به دلیل توانایی بالقوه آن ها در آسیب رساندن به فلزات زرد (برنز، برنج، و غیره) که در بسیاری از یاتاقان مورد استفاده قرار می گیرند، استفاده نمی شود. انتخاب روغن های دنده ستنزی بازه تعویض روغن را به میزان

اگر چه شرایط سرویس و آب بندی دنده در برابر گرد و غبار و آلاینده ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است، با این حال خود روغن می تواند در شرایط مناسب تا دو سال باقی بماند. وجود گرد و خاک یا ناخالصی ها می توانند منجر به آسیب احتمالی به چرخ دنده ها و بلبرینگ ها شوند.

گریس ها

علاوه بر روغن ها، گریس ها نیز در انواع سیستم های روانکاری لکوموتیو استفاده می شوند. به ویژه در مناطقی مانند بلبرینگ ها، ژنراتور، ترکشن موتور، یاتاقان های یوتیوب^۱، فن رادیاتور ها و یاتاقان های چرخ ها، گریس ها مناسب تر هستند. اندازه این بلبرینگ ها متفاوت است و طبیعتاً بسته به وضعیتشان میزان

بار و سرعت چرخش آن ها نیز متفاوت است. لذا انواع مختلفی از گریس ها با ترکیبات بهینه مخصوص هر کاربرد و محیط کار مورد نیاز هستند. در نتیجه، مشخصات متمایز گریس و توصیه هایی برای هر برنامه ارائه شده است. به طور کلی، گریس ترکشن موتور، گریس پایه لیتیومی با درجه NLGI 3 فرموله شده با روغن پایه معدنی است، در حالی که بلبرینگ های یوتیوب به گریس لیتیوم کمپلکس پایه سنتزی با NLGI 2 نیاز دارند. بطور مثال در جدول ۵ ویژگی های تعیین شده توسط شرکت GE برای یاتاقان ها ارائه شده است.

جدول ۵ ویژگی های تعیین شده توسط GE برای یاتاقان های غلتشی (بلبرینگ و رولر بیرینگ ها)

GE SPECIFICATION D6A2C17 - BALL AND ROLLER BEARING GREASE	D6A2C17	TEST METHOD
Operating temperature range	-20°C to +140°C	
Worked Penetration x 60 strokes, mm/10	220 to 250	ASTM D217/D1403 (NLGI 3)
Dropping Point, minimum	230°C (446°F)	ASTM D2265
Thickener Type	Lithium Complex	
Base oil	Mineral	
Base Oil Viscosity (cSt at 40°C)	115	ASTM D445
Viscosity Index	95 min	ASTM D2270
Color	Green	
Green Corrosion protection	Must pass	ASTM D1743



گریس های سنتزی معمولاً در کاربردهایی نظیر یاتاقان چرخ و ژنراتور هم استفاده می شوند. انتخاب بین گریس سنتزی یا گریس بر پایه روغن معدنی به عواملی از جمله عمر سرویس و شرایط محیطی عملیات و دمای فصلی بستگی دارد. بر اساس مطالعه ای که توسط RTA^۲ انجام شده است روانکاری منظم ریل ها می تواند منجر به کاهش قابل توجهی در هزینه سالانه سوخت می شود. این مطالعه نشان داد اگر روانکاری ریل صورت نگیرد قطار ها به طور متوسط به میزان ۵۹۰۰

گالن سوخت به ازای هر میلیون تن بار مصرف می کنند. با این حال مصرف سوخت با روانکاری مناسب می تواند تا ۳۱ درصد کاهش داده شود. مطالعه مشابه دیگری که توسط اداره راه آهن فدرال انجام شده است، مدعی است که سیستم های روانکاری ریل با عملکرد بالا به طور میانگین ۷/۷ درصد در میزان مصرف سوخت صرفه جویی می کنند. روان کننده ریل باید چندین الزام کلیدی را برآورده کند. این الزامات شامل کاهش اصطکاک به منظور جلوگیری از سایش زودرس چرخ و ریل، ایجاد چسبندگی لازم برای حرکت قطار، اطمینان از ایمنی لکوموتیو، برآورده کردن استاندارد های زیست محیطی (که قوانین زیست تخریب پذیر و غیر سمی بودن را در بر می گیرد)، عملکرد مناسب در شرایط محیطی متفاوت و به حداقل رساندن آلودگی صوتی

مصرف سوخت با روانکاری مناسب می تواند تا ۳۱ درصد کاهش داده شود. مطالعه مشابه دیگری که توسط اداره راه آهن فدرال انجام شده است، مدعی است که سیستم های روانکاری ریل با عملکرد بالا به طور میانگین ۷/۷ درصد در میزان مصرف سوخت صرفه جویی می کنند.

در طول ترمز و در پیچ های تند می باشد. برای رسیدن به این اهداف دوروش رایج وجود دارد. روانکاری فلنج چرخ و روانکاری ریلی. روانکاری فلنج چرخ یک سیستم روانکاری تعبیه شده در خود لکوموتیو است جایی که روان کننده روی فلنج چرخ های محور اول

در جهت حرکت توزیع می شود. در مقابل، روانکاری ریلی شامل یک سیستم تزریق کننده تعبیه شده روی ریل است که بصورت الکترونیکی کنترل می شود و گریس یا روانکارهای روغنی کاهنده اصطکاک را روی ریل تزریق می کند. به طور معمول، سیستم های روانکاری برای به حداقل رساندن سایش، ترکیبی از روانکاری فلنج و ریل را در مسیرهای منحنی اتخاذ می کنند.

تزریق گریس روی ریل جهت کاهش اصطکاک و سایش چرخ و ریل



معمولاً به عنوان معیاری از روانکاری مطلوب ریل و چرخ، میزان ضریب اصطکاک در قوس های تند باید روس سطح کناری ریل زیر ۲/۰ باشد و در موارد دیگر روی تاج ریل مقدار ضریب اصطکاک ۳/۰ تا ۴/۰ قابل قبول است. برای دستیابی به این سطح از عملکرد معمولاً از گریس های حاوی صابون های مختلف (مانند کلسیم، لیتیم) همراه با مواد افزودنی مانند گرافیت، تفلون و دی سولفید مولیبدن استفاده می شود. این افزودنی ها گریس ها را برای تحمل فشارهای بالاتر توانمند می کنند. فرمولاسیون تاحد زیادی به عواملی مانند هزینه، مکان های عملیاتی و دمای فصلی بستگی دارد.

نتیجه گیری

لکوموتیوها همواره به عنوان یکی از مقرون به

صرفه ترین وسایل حمل نقل که سازگاری مناسبی با محیط زیست دارند، معرفی شده اند. پیشرفت هایی که در حوزه طراحی موتور های دیزلی، بهبود کیفیت سوخت و روانکار رخ داده است در راستای برآورده کردن الزامات مربوط به انتشار آلاینده ها بوده است. روان کننده های بهینه شده، که برای شرایط عملیاتی خاص طراحی شده اند، باید کارایی مناسبی را برای روانکاری لکوموتیوها داشته باشند. یکی از روندهای نوظهور در روغن های لکوموتیو که هم راستا با صنعت خودرو می باشد، حرکت به سمت روغن موتور با ویسکوزیته پایین تر و یا روغن های دنده با درجه ISO VG کمتر می باشد که در جهت رسیدن به هدف مصرف بهینه سوخت از طریق کاهش اصطکاک است. تمایل به استفاده از گریس های سنتزی که خواص زیست تخریب پذیر مناسبی دارند در روانکاری یاتاقان ها افزایش یافته است. همچنین استفاده از روانکارهای ویژه ریل ها تاثیر مهمی در کاهش مصرف سوخت دارد.

همچنین، هم راستا با تغییر ویسکوزیته در روغنهای موتور و دنده پیشرفت هایی در حوزه فرمولاسیون گریس های سنتزی زیست تخریب پذیر و سیستم های افزودنی روانکارها نیز رخ داده است.

پیشرفت هایی که در حوزه طراحی موتور های دیزلی، بهبود کیفیت سوخت و روانکار رخ داده است در راستای برآورده کردن الزامات مربوط به انتشار آلاینده ها بوده است. روان کننده های بهینه شده، که برای شرایط عملیاتی خاص طراحی شده اند، باید کارایی مناسبی را برای روانکاری لکوموتیوها داشته باشند.

منابع:

- <https://railroads.dot.gov/rail-network-development/freight-rail/freight-rail-overview>
- <http://blog.midwestind.com/why-rail-lubrication-is-vital/>
- <https://www.aar.org/wp-content/uploads/2018/07/AAR-Railroads-Greenhouse-Gas-Emissions.pdf>
- https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-Stage-V_policy%20update_ICCT_nov2016.pdf
- <https://dieselnet.com/standards/us/loco.php>
- <http://www.railway-technical.com/trains/rolling-stockindex-1/diesel-locomotives/>
- <http://blog.spectrosci.com/ask-the-expert-oil-analysis-for-railroad-fleets>
- <http://www.railway-technical.com/trains/rolling-stockindex-1/train-equipment/electric-traction-control-d.html>
- <https://trn.trains.com/railroads/abcs-of-railroading/2017/03/the-fine-science-of-friction-control-12>
- <https://www.rtands.com/track-maintenance/frictionmanagement-railroad/>
- <https://evolution.skf.com/us/wheel-flange-lubrication-for-railway-systems/>
- http://www.lincolnindustrial.com/Catalogs/Uploaded/Catalog_88/Railroad_W-183-EN-0511.pdf

پیش بینی می شود که تصمیم سازمان بین المللی دریانوردی (IMO) از ابتدای ژانویه ۲۰۲۰ مبنی بر کاهش سقف گوگرد موجود در سوخت جهانی به نیم درصد، اثرات سلامتی و زیست محیطی قابل توجهی داشته باشد. نکته مورد بحث این است که اعمال این محدودیت باعث بروز چالش های زیادی در سراسر زنجیره تأمین می گردد که از جمله مهمترین آنها نیاز به روغن های سیلندر با عملکرد بالاتر است.

Marine Cylinder Oils

روغن سیلندر و گوگرد سوخت؛ آیا TBN به تنهایی کافیت؟



مقدمه

اکسیدهای گوگرد برای سلامت انسان ها مضر و موجب بیماری های ریوی و مشکلات تنفسی می شوند.

در مطالعه ای که در سال ۲۰۱۶ توسط فنلاند به کمیته حفاظت از محیط زیست دریایی سازمان بین المللی دریانوردی ارائه گردید؛ تخمین زده شده است که تاخیر در کاهش سطح SO_x حاصل از کشتی ها از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ منجر به بیش از ۵۷۰۰۰ مرگ زودرس در سراسر جهان خواهد شد. بنابراین تصمیم برای کاهش سطح گوگرد موجود در سوخت از ۳/۵ درصد به ۰/۵ درصد وزنی از آغاز سال ۲۰۲۰ تصمیمی صحیح بوده و به تشدید کنترل سطح گوگرد توسط IMO کمک می کند.

ذکر این نکته لازم است که معرفی سوخت با مقدار گوگرد زیر ۳/۵ درصد پدیده تازه ای نیست و قبلاً (از ژانویه ۲۰۱۵) در مناطق کنترل آلاینده گی^۱ (ECAS) که شامل مناطق دریای بالتیک، دریای شمال، شمال آمریکا (مناطق ساحلی تعیین شده ایالات متحده و کانادا) و منطقه دریای کارائیب ایالات متحده (در اطراف پورتوریکو و جزایر بکر ایالات متحده) است محدودیت های سخت گیرانه تری برای مقدار گوگرد به اجرا گذاشته شده است که طبق آن مقدار گوگرد سوخت از ۱ درصد به ۰/۱ درصد کاهش داده شده است. در شکل این مناطق مشخص شده اند. لذا این محدودیت جدید که در سطح جهانی برای مناطق خارج از مناطق کنترل آلاینده گی فعالیت می کنند اعمال می شود حتی ساده تر نیز هست.

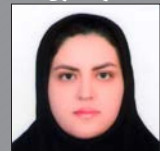
با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد حمل و نقل تجارت جهانی از طریق دریا انجام می شود نمی توان اهمیت حیاتی آن را نادیده گرفت. یکی از اصلی ترین سوخت های شیمیایی مورد استفاده در کشتی ها نفت کوره سنگین^۱ (HFO) می باشد که از تقطیر نفت خام بدست می آید و از آنجایی که نفت خام حاوی گوگرد می باشد پس از سوختن در موتور اکسیدهای گوگرد (SO_x) مضر را وارد اتمسفر می کند.

تلاش های بسیاری برای کاهش انتشار اکسیدهای گوگرد (SO_x) به منظور کاهش آلودگی هوا و ایجاد محیطی پاک تر به ویژه برای جمعیتی که در نزدیکی بنادر و سواحل زندگی می کنند در نظر گرفته شده است. اکسیدهای گوگرد منجر به بارش های اسیدی می شوند که برای جنگل ها، محصولات زراعی و گونه های آبی بسیار خطرناک بوده و حتی می توانند موجب اسیدی شدن آب اقیانوس ها شوند.



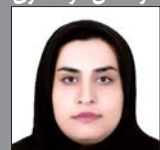
میشم رضایی

رئیس کنترل کیفیت و نمونه سازی



پریچهر شهناوی

کارشناس نمونه سازی



مژگان صمدی

کارشناس نمونه سازی

گروه نمونه سازی
شرکت نفت ری سان

1- Heavy fuel oil
2- emission control areas

شکل ۱ نقشه مناطق کنترل آلاینده‌گی ECA



گرفته است و نشان می‌دهد که چگونه افزودنی‌های کاربردی در روغن می‌توانند اثرات زیانبار تغییرات ویژگی‌های سوخت‌های ترکیبی را از طریق بهبود کارایی در کنترل رسوبات موتور و خصوصیتی که به دوام موتور کمک می‌کنند به طور موثر کاهش دهند. این افزودنی‌ها فراتر از فرمولاسیون روغن سیلندر معمولی هستند و نشان می‌دهند که صرفاً بهره‌گیری از ویژگی عدد بازی^۲ (BN) به تنهایی در سوخت‌های با ۰/۵ درصد گوگرد پاسخگو نیست.

مطالعه سوخت‌ها

مدت کوتاهی پس از پیاده‌سازی طرح کاهش مقدار گوگرد، موج نگرانی‌ها در مورد کیفیت سوخت‌های منطبق با معیارهای سال ۲۰۲۰ به راه افتاد. این نگرانی‌ها عمدتاً بر سازگاری، پایداری، ویژگی‌های احتراق، ویسکوزیته و نقطه ریزش متمرکز بودند. هدف از مطالعه سوخت‌ها تلاش برای غلبه بر این نگرانی‌ها و درک مفاهیمی بود که الزامات عملکردی و ویژگی‌های روانکار را تحت تأثیر قرار می‌داد.

به واسطه مشکلات دسترسی به نمونه سوخت‌هایی با مقدار گوگرد بسیار کم (VLSFO) که در حال توسعه هستند؛ سوخت‌هایی با مقدار گوگرد نیم درصد تجاری از چین تأمین شد و طیف وسیعی از سوخت‌هایی که در آزمایشگاه ساخته شدند نیز مورد استفاده مطالعاتی قرار گرفتند. این ترکیبات آزمایشگاهی از سوخت‌های با مقدار گوگرد بالا (HSFO) از منابع جهانی بدست آمده‌اند که پس از تقطیر به سوخت‌های با نیم درصد گوگرد تبدیل می‌شوند. در مجموع ۵ مورد VLSFO تجاری و ۵ مورد VLSFO آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

علی‌رغم اینکه صنایع باید سطح گوگرد موجود در سوخت در مناطق جغرافیایی ذکر شده در بالا را به زیر ۳/۵ درصد کاهش دهند اما تصمیم IMO مبنی بر کاهش سقف میزان گوگرد موجود در سوخت باعث بروز مباحثات و جنجال‌های فراوانی در مسیر تصویب این قانون گردید. علاوه بر این، گزارشات رسیده به IMO از طریق مشاورین بیانگر این است که سوخت‌های با مقدار گوگرد کمتر یا مساوی ۰/۵ درصد را می‌توان از طریق طیف وسیعی از فرآیندهای ساخت و اختلاط تولید کرد. بنابراین بیشترین بحث‌ها روی در دسترس بودن سوخت، تنوع سوخت و گزینه‌های جایگزین مانند سیستم تمیز کننده برای گازهای خروجی متمرکز شده است.

با توجه به اینکه که از سال ۲۰۲۰ سوخت مورد نیاز با مقدار گوگرد کمتر یا مساوی ۰/۵ درصد از طریق فرآیند اختلاط تولید می‌شود، نگرانی‌هایی در صنعت در مورد تنوع در اجزای اختلاط و تأثیری که این اجزا بر پایداری، سازگاری و قابلیت احتراق دارند بوجود آمده است. نگرانی شرکت لوپریزول به عنوان یک تولید کننده افزودنی روانکار اثرات تشکیل رسوب در محفظه احتراق می‌باشد.

برای جلوگیری از تشکیل رسوب بیش از حد در موتور که ممکن است بر رانندگی و دوام موتور تأثیر بگذارد روانکارهایی با عملکرد بالا مورد نیاز است. دغدغه اصلی طراحان موتورهای دیزل دوزمانه و شرکت‌های تولید کننده افزودنی و روانکار این است که چه ویژگی‌های عملکردی در روغن سیلندر هنگام استفاده از سوخت با مقدار گوگرد کمتر یا مساوی ۰/۵ درصد مورد نیاز خواهد بود.

در اینجا ویژگی‌های روغن موتوری که در فصل مشترک بین سوخت و اجزای موتور کار می‌کند، صرفاً روانکاری نیست و باید فراتر از روانکاری، خصوصیات مهم دیگری را نیز دارا باشد.

امروزه دسترسی به سوخت‌هایی با مقدار گوگرد بین ۰/۱ تا ۰/۵ درصد که سوخت‌های با مقدار بسیار پایین گوگرد^۱ (VLSFO) نامیده می‌شوند تنها به مناطقی بسیار کمی از جهان محدود شده است که بیشترین عرضه آن در چین است.

لوپریزول برخی از این سوخت‌ها را برای درک ویژگی‌های آن‌ها، اثرات آن بر رسوبات موتور و مهم‌تر از آن نحوه عملکرد روغن‌های سیلندر را از نزدیک بررسی کرده است.

در ادامه نتایج آزمایش بر روی این سوخت‌ها و روغن مورد بحث قرار

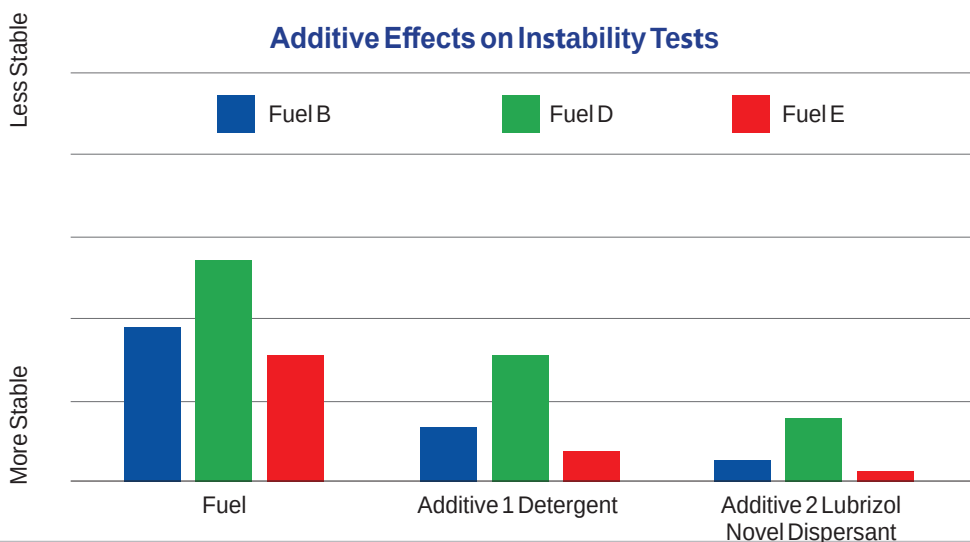
با توجه به اینکه که از سال ۲۰۲۰ سوخت مورد نیاز با مقدار گوگرد کمتر یا مساوی نیم درصد از طریق فرآیند اختلاط تولید می‌شود، نگرانی‌هایی در صنعت در مورد تنوع در اجزای اختلاط و تأثیری که این اجزا بر پایداری، سازگاری و قابلیت احتراق دارند بوجود آمده است. یکی از این نگرانی‌های مهم تشکیل رسوب در محفظه احتراق می‌باشد.



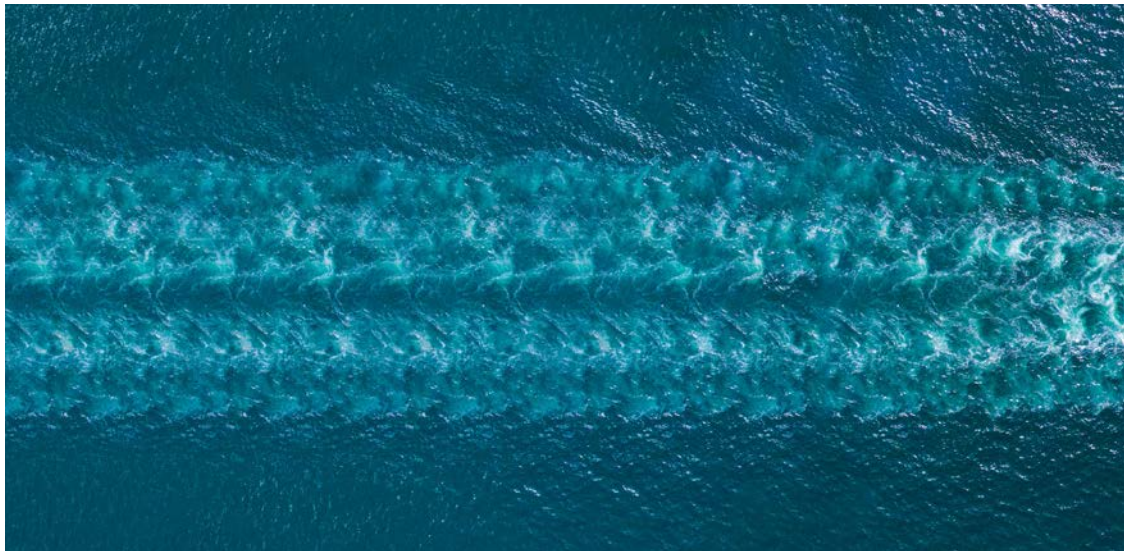
است موجب افزایش ریسک ناپایداری در ترکیب نهایی می شود. این ناپایداری می تواند بر سایر ویژگی های سوخت مانند احتراق و تمایل به تشکیل رسوب تأثیر بگذارد. ترکیب سوخت را می توان با تعیین مقدار اجزای سیر شده، آروماتیک، رزین و آسفالتین مشخص نمود. این اجزا با پایداری آسفالتین مرتبط هستند و بنابراین در شناسایی سوخت های با پتانسیل پایدار کمک می کند. پایداری VLSFO های تجاری با استفاده از یک تست آزمایشگاهی به منظور سنجش کمی پایداری مورد بررسی قرار گرفت. سه نمونه VLSFO تجاری ناپایدار مورد تست قرار گرفت: ادتیو ۱ یک دترجنت یا پاک کننده است که روی کنترل رسوب و پایداری آسفالتین موثر است. ادتیو ۲ یک دیسپرسنت جدید مخصوص شرکت لوبریزول که در کنترل رسوب و وارنیش و تثبیت آسفالتین موثر شناخته شده است. شکل ۱ نشان می دهد که دیسپرسنت جدید در پایداری سوخت موثر تر بوده یعنی در محفظه احتراق موجب پراکندگی بیشتر رسوبات می شود. پس از این مرحله تعدادی روان کننده سیلندر دیزل دریایی به منظور ارزیابی عملکرد از نظر کنترل رسوبات و حفاظت در برابر خوردگی در یک موتور دو زمانه تست شد که نتایج در زیر مورد بحث قرار می گیرد.

مشکل ناسازگاری مربوط به اختلاط مخازن سوخت موجود در زیر کشتی را می توان با تفکیک مخازن تا زمانی که سازگاری از طریق تست تایید شود مدیریت کرد. پایداری به این مفهوم است که هر سوخت یک محصول ثابت باشد. یکی از عوامل موثر در هر دو موضوع پایداری آسفالتین است. آسفالتین ها در همه پسماندهای نفت خام وجود دارند، که بسته به منشأ نفت خام، محتوا و ویژگی های متفاوتی دارند. آسفالتین ها مولکول های قطبی با وزن مولکولی بالا هستند و عمدتاً ساختار آروماتیک دارند. این مواد به تغییرات آروماتیسیته سوخت نهایی که در حین اختلاط تغییر می کند حساس هستند. ترکیب با یک جریان پالایشگاهی پارافینیک مانند جریان تقطیر سوخت گوگردی که در حال تبدیل به سوخت با ۰/۵ درصد گوگرد

شکل ۱. دیسپرسنت جدید لوبریزول به طور قابل توجهی پایداری هر سه VLSFO ناپایدار آزمایش شده را افزایش داده است.



مشکل ناسازگاری مربوط به اختلاط مخازن سوخت موجود در زیر کشتی را می توان با تفکیک مخازن تا زمانی که سازگاری از طریق تست تایید شود مدیریت کرد. پایداری به این مفهوم است که هر سوخت یک محصول ثابت باشد. یکی از عوامل موثر در هر دو موضوع پایداری آسفالتین است.



تست موتوری سوخت با گوگرد بسیار پایین

عدد بازی یا ظرفیت خنثی سازی، به یک مشخصه عملکردی مهم در روانکار سیلندر دیزل دریایی (MDCL) تبدیل شده و اساس دستورالعمل های انتخاب روغن OEM در رابطه با مقدار گوگرد را تشکیل می دهد.

طی فرآیند احتراق، گوگرد تحت واکنش های اکسیداسیون قرار می گیرد که منجر به تشکیل سولفوریک اسید می شود. زمانیکه دما در فضای احتراق به زیر نقطه شبنم می رسد اسید مربوطه متراکم (کننداس) شده و باعث خوردگی قطعات مهم موتور مانند دیواره سیلندر میشود که این خوردگی با انتخاب یک روغن MDCL با ظرفیت خنثی سازی اسید کافی به طور موثر کنترل می شود. هنگام کار بر روی سوخت با گوگرد بالا که در حال حاضر به طور متوسط در سطح جهانی دارای ۲/۷ درصد وزنی گوگرد است استفاده از روغن MDCL با عدد بازی ۷۰ و بالاتر توصیه می شود. برای تولید سوخت های با مقدار گوگرد کمتر از ۰/۵ درصد مقدار اسید تولید شده کمتر و پتانسیل خوردگی نیز کمتر می شود بنابراین روغن با عدد بازی کمتر برای کار با سوخت با مقدار گوگرد کم مناسب است زیرا مقدار بیش از حد مواد قلیایی می تواند به صورت رسوبات سخت سایشی بر روی تاج پیستون انباشته شود که این موضوع می تواند باعث پدیده های خراشیدگی سیلندر^۲ یا آینه ای شدن سطح سیلندر^۳ شود. روغن موتور هایی با عدد قلیایی ۴۰ برای کار با سوخت های با مقدار گوگرد ۱/۵ درصد ترجیح داده شده اند و از سال ۲۰۱۵ در مناطق کنترل آلایندگی با محدودیت سوخت های با یکدهم درصد گوگرد، عدد قلیایی بین ۱۵-۲۵ با قدرت محافظت بالا در برابر خوردگی سخت افزار های داخل موتور استفاده شده است. ادتیو هایی که بعنوان قلیا در روانکار استفاده می شود در جنت های فوق بازی^۱ هستند که به تمیز نگه داشتن موتور از رسوبات نیز کمک می کنند. یکی از مزایای روغن های با عدد بازی ۷۰ و بالاتر این است که ذاتا حاوی مقدار قابل توجهی مواد دترجنت می باشند که مانع تشکیل رسوب در HSFO می شوند. نوع دترجنت انتخاب شده (مانند سولفونات ها یا فئات ها) نیز بر این جنبه از عملکرد تأثیر می گذارد. در فرمولاسیون روغن موتور، کاهش عدد قلیایی به

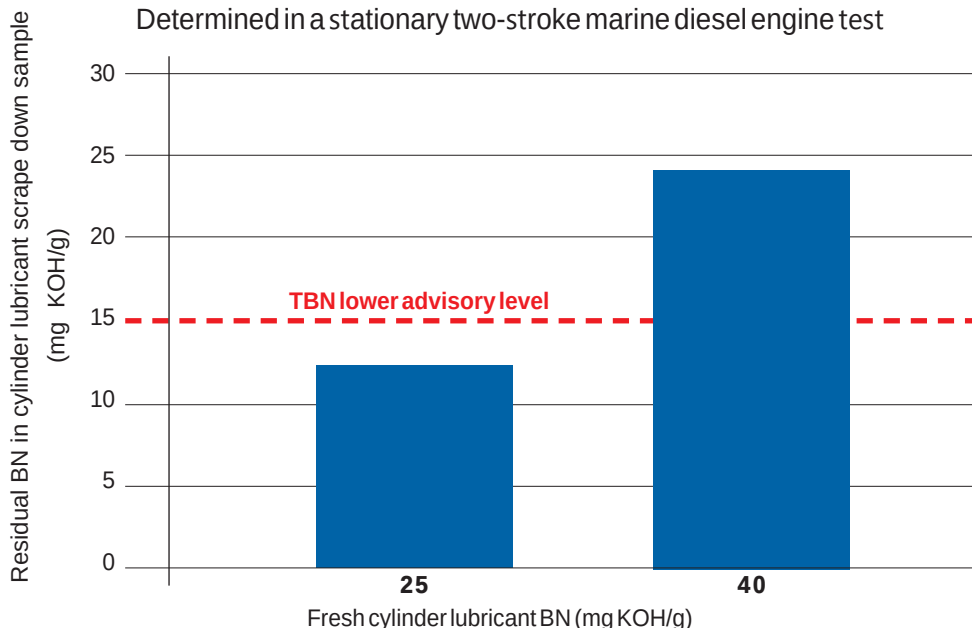
سادگی با تنظیم دترجنت فوق بازی و بدون افزودنی های کنترل رسوب اضافی، به شدت بر توانایی روانکار برای تمیز نگه داشتن موتور، حتی بدون در نظر گرفتن تغییرات سوخت بعد از سال ۲۰۲۰ تأثیر می گذارد. با توجه به محدودیت ذخایر بلندپینگ و فرآیندهای پالایشگاهی برای تولید سوخت مورد نیاز با مقدار گوگرد کم تر از ۰/۵ درصد، تغییر پذیری اجتناب ناپذیر است. این تغییر پذیری برای اپراتور کشتی ها در تعیین سازگاری بچ های مختلف از نظر تشکیل رسوب موتور که در آن داشتن روان کننده با ویژگی های عملکرد مناسب کلیدی است، چالش های مختلفی به همراه خواهد داشت. به منظور تعیین عدد قلیایی مناسب و الزامات کنترل رسوب روغن های MDCL هنگام استفاده از سوخت های با گوگرد کمتر از ۰/۵ درصد، شرکت لوبریزول طیفی از روغن های MDCL با عدد قلیایی ۴۰ و ۲۵ فرموله و در یک موتور دیزل دریایی دو زمانه با یک سوخت تجاری با مقدار گوگرد کمتر از ۰/۵ درصد تست کرد. برای نشان دادن اینکه آیا عدد قلیایی روغن موتور محافظت کافی در برابر خوردگی ارائه می دهد یا نه، عدد قلیایی نمونه ها در طول آزمایش هر ۲۵ ساعت در موتور اندازه گیری می شد. طبق دستورالعمل OEM برای محافظت در برابر خوردگی، عدد بازی باید حدود ۱۵ باشد. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است میانگین عدد قلیایی در روغن کار کرده با عدد قلیایی ۲۵ معادل ۱۲/۵ و برای روغن با عدد قلیایی ۴۰ معادل ۲۴/۲ می باشد.

طی فرآیند احتراق، گوگرد تحت واکنش های اکسیداسیون قرار می گیرد که منجر به تشکیل سولفوریک اسید می شود. زمانیکه دما در فضای احتراق به زیر نقطه شبنم می رسد اسید مربوطه متراکم (کننداس) شده و باعث خوردگی قطعات مهم موتور مانند دیواره سیلندر می شود که این خوردگی با انتخاب یک روغن MDCL با ظرفیت خنثی سازی اسید کافی به طور موثر کنترل می شود.

شکل ۲. آزمایش لوبریزول نشان می‌دهد که روان‌کننده سیلندر با عدد بازی ۴۰ از عدد بازی ۲۵ برای VLSFO مناسب‌تر است.

Lubricant Base Number Selection for VLSFO

Determined in a stationary two-stroke marine diesel engine test



base number cylinder lubricant provides adequate TBN retention 40

بنابر این لوبریزول به این نتیجه رسید که روغن با عدد قلیایی ۴۰ برای سوخت‌های با مقدار گوگرد کمتر از نیم درصد مناسب‌تر است زیرا دارای قلیاییت ذخیره کافی طبق دستورالعمل OEM و قابل استفاده برای انواع موتورهای خورنده‌تر و شرایط عملکرد سخت‌تر نسبت به نمونه‌های آزمایش شده در تست موتوری می‌باشد.

هائیز در تمیزی پیستون بسیار عالی هستند و چندین سال است که در موتورهای دیزلی سنگین استفاده می‌شوند، اما در روغن‌های سیلندر دریایی به منظور کنترل رسوب معمول نمی‌باشند.

دیسپر سنت‌ها بر اساس مزایا و کاربردهای شناخته شده خود مانند کنترل رسوبات، کنترل وارنیش و آسفالتین برای تست انتخاب شدند. همانطور که آزمایش انجام شده توسط لوبریزول بر روی سوخت‌های با گوگرد کمتر از نیم درصد نشان داد این مزایای عملکردی با چالش‌های عملکردی مورد نیاز برای سوخت‌های با گوگرد کمتر از نیم درصد مربوط به MDCLها در مقایسه با HFOهای فعلی همسوی می‌باشند.

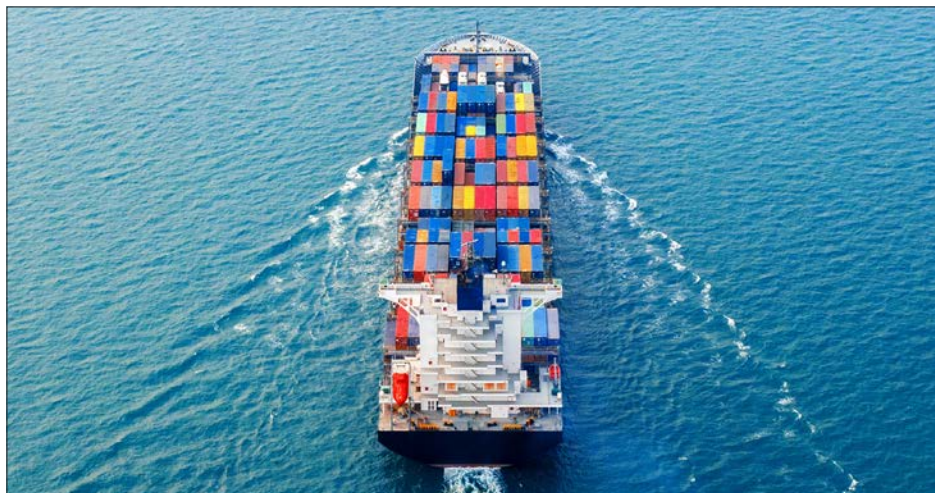
پس از غربالگری کارایی تعدادی از دیسپر سنت‌ها در تست‌های آزمایشگاهی دریایی، دو مورد از این دیسپر سنت‌ها برای ارزیابی بیشتر در تست‌های موتوری انتخاب شدند. یکی از آن‌ها دیسپر سنت پیشرفته لوبریزول است که در رفع رسوبات شیار پیستون و وارنیش موثر شناخته شده است و دیگری دیسپر سنت جدید لوبریزول است که در شکل ۱ پایداری بهتری در VLSFO تجاری از خود نشان داده است.

دیسپر سنت پیشرفته لوبریزول برای فرموله کردن یک روغن MDCL با عدد قلیایی ۲۵ در مقایسه با یک روغن معمولی MDCL با عدد قلیایی ۲۵ استفاده شد. روغن MDCL با عدد قلیایی ۲۵ با دیسپر سنت پیشرفته لوبریزول قدرت پاک‌کنندگی بیشتری در مقابل تشکیل رسوب در شیارهای رینگ و سطح پیستون نشان می‌دهد.

رویکرد مشابهی برای روغن MDCL با عدد قلیایی ۴۰ اتخاذ شد. عملکرد یک روغن MDCL معمولی با عدد قلیایی ۴۰ و روغن MDCL با عدد قلیایی ۴۰ که دارای دیسپر سنت جدید بود مقایسه شد. روغن MDCL با عدد بازی ۴۰ و دیسپر سنت جدید، کنترل رسوب پیستون و تمیزی سطح پیستون را بهبود بخشیده است.

بنابر این لوبریزول به این نتیجه رسید که روغن با عدد قلیایی ۴۰ برای سوخت‌های با مقدار گوگرد کمتر از نیم درصد مناسب‌تر است زیرا دارای قلیاییت ذخیره کافی طبق دستورالعمل OEM و قابل استفاده برای انواع موتورهای خورنده‌تر و شرایط عملکرد سخت‌تر نسبت به نمونه‌های آزمایش شده در تست موتوری می‌باشد. برای تمیز نگه داشتن موتور، دترجنت‌ها تنها مواد افزودنی در فرمولاسیون نیستند؛ دیسپر سنت





۳. تست موتوری لوبریزول نشان می دهد که یک MDCL با عدد بازی ۴۰ با دیسپر سنت جدید لوبریزول عملکرد بهتری برای سطح تمیزی مورد انتظار پیستون در سوخت با نیم در صد گوگرد را فراهم می کند.

Piston Cleanliness - Piston Lands



25BN MDCL

25BN MDCL
with Lubrizol
advanced
dispersant
technology

40BN MDCL

40BN MDCL
with
Lubrizol novel
dispersant

Acid neutralisation				
Compliant fuel performance				

اثر بخشی دیسپر سنت ها را از لحاظ عملکرد بهتر در زمینه تمیزی پیستون در مقایسه با MDCL های معمولی هنگام استفاده از سوخت با گوگرد نیم در صد نشان دادند. لوبریزول معتقد است که روغن مناسب و بهینه برای استفاده در VLSFO روغن با عدد بازی ۴۰ می باشد که به طور خاص با کارایی کنترل رسوب قوی برای جلوگیری از مشکلات تنوع سوخت مورد انتظار، طراحی و فرموله شده و برای استفاده در VLSFO ها تایید شده است.

نتایج در شکل ۳ شماره خلاصه شده است. علاوه بر این، نتایج نشان می دهد که روغن MDCL با عدد بازی ۲۵ و دیسپر سنت پیشرفته عملکرد بهتری را نسبت به فرمول بندی معمولی روغن MDCL با عدد بازی ۴۰ دارد.

نتیجه گیری

آزمایش انجام شده توسط لوبریزول نشان داد که روغن های MDCL با عدد بازی ۴۰ که قبلاً برای استفاده با سوخت هایی تا ۱/۵ درصد گوگرد ساخته شده بودند، ممکن است بسته به شرایط عملیاتی در کشتی هایی که VLSFO ها را می سوزانند، عملکرد مورد انتظار را ارائه نکنند. همچنین این آزمایش ها

منابع:

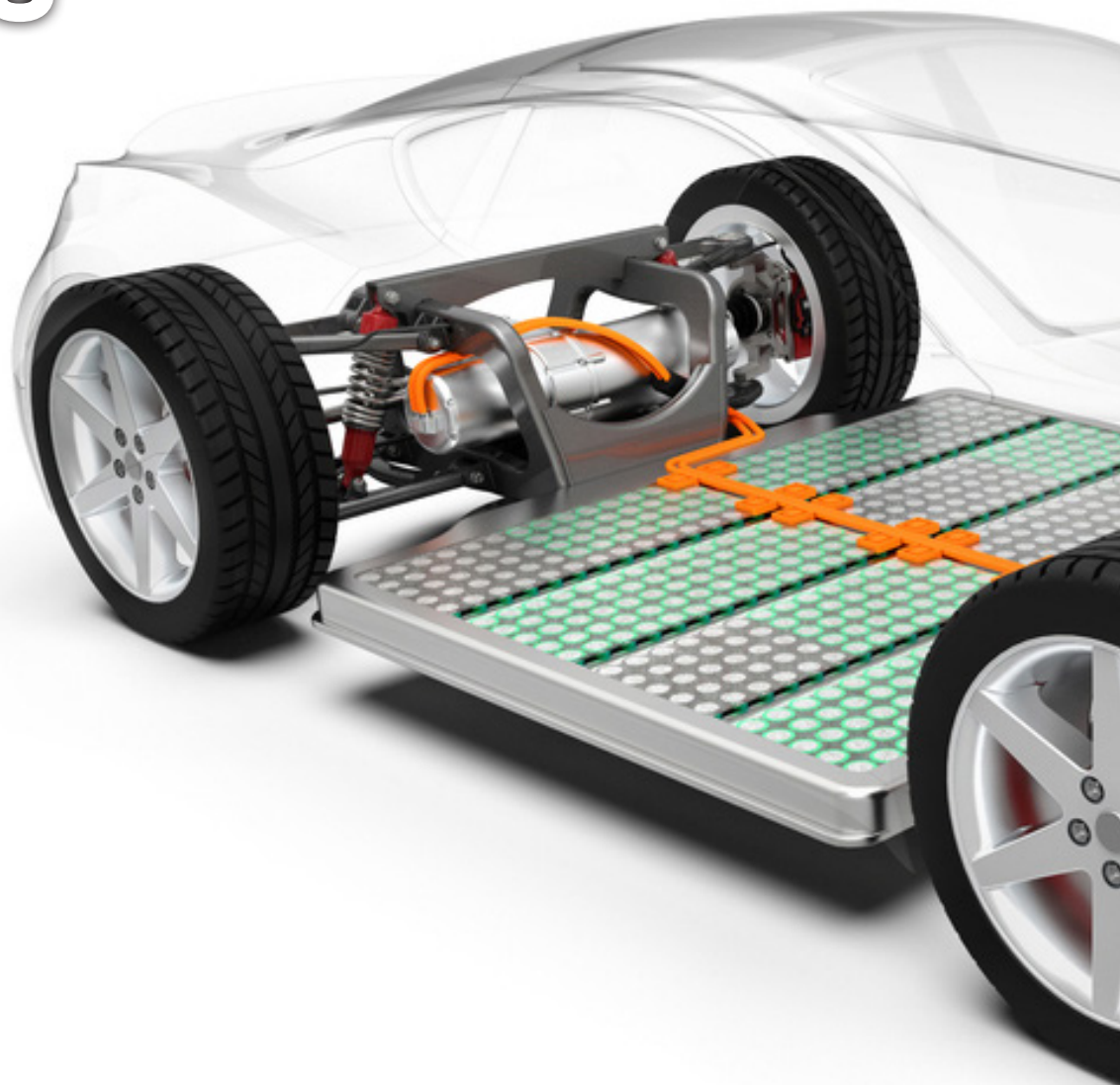
www.lubrizol.com

لوبریزول معتقد است که روغن مناسب و بهینه برای استفاده در VLSFO روغن با عدد بازی ۴۰ می باشد که به طور خاص با کارایی کنترل رسوب قوی برای جلوگیری از مشکلات تنوع سوخت مورد انتظار، طراحی و فرموله شده و برای استفاده در VLSFO ها تایید شده است.

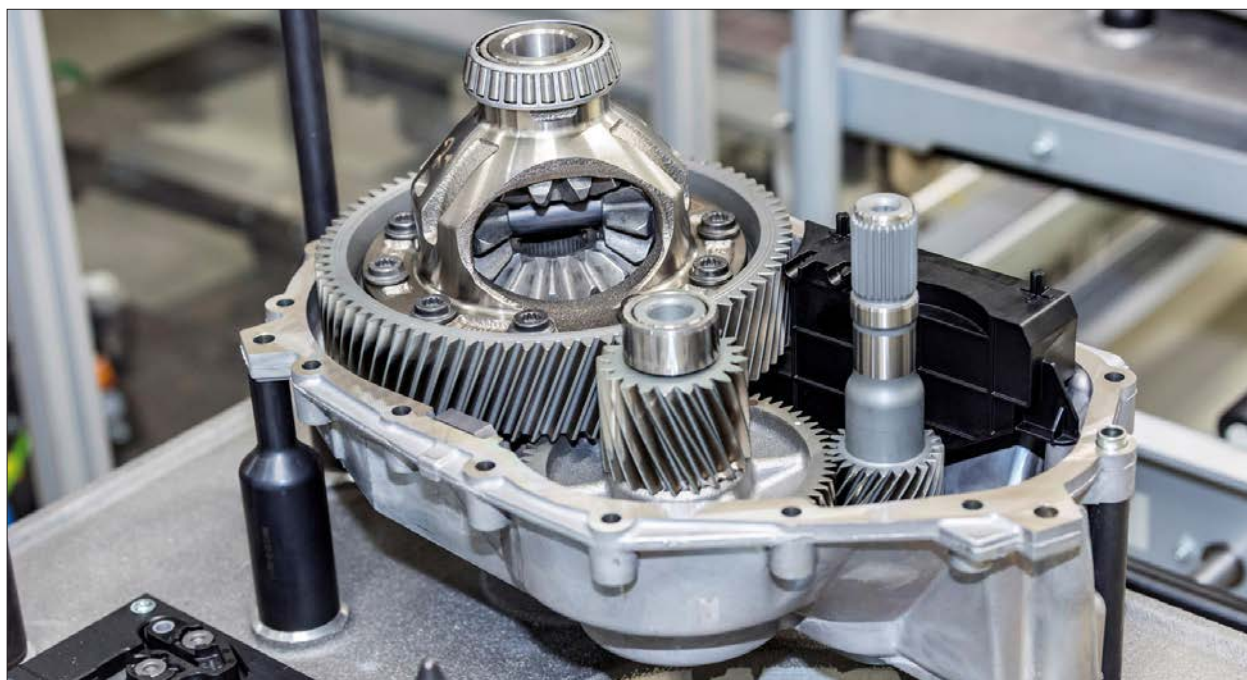
سیستم های انتقال اتوماتیک
چندین دهه است که در
خودروهای احتراق داخلی مورد
استفاده قرار می گیرند. با ورود
خودروهای برقی به بازار، انواع
سیستم های انتقال در آن ها مورد
استفاده قرار گرفته اند و در این
مقاله انواع روغن های ATF قابل
استفاده در این خودروها مورد
بررسی قرار می گیرند.



ATF's in EV's



وضعیت روغن های دنده اتوماتیک (ATF) و خودروهای الکتریکی



با کیفیت بالاتر نیاز باشد، از روغن های پایه سنتزی برای ساخت روغن های ATF استفاده می نمایند. در اینصورت عمر کارکرد و کارایی روغن مربوطه نسبت به روغن های معدنی بالاتر خواهد بود. صرف نظر از سنتزی یا معمولی بودن روغن دنده ATF، موتورهای احتراق داخلی^۲ (ICE) در انتشار ۲۳ درصد از گازهای گلخانه ای^۳ (GHG) نقش دارند که آن را به موضوعی بسیار نگران کننده ای تبدیل کرده است. بنابراین، با افزایش فشار توسط آژانس حفاظت از محیط زیست^۴ (EPA) برای کاهش انتشار CO₂، سازندگان تجهیزات اصلی^۵ (OEMs) در حال سرمایه گذاری برای ورود به فناوری های پیشران جایگزین در آینده هستند. جدول شماره ۱ اهداف هر شرکت خودروسازی را نشان می دهد و شکل شماره ۱ پیش بینی فروش جهانی خودروهای سبک^۶ (LDV) را نشان می دهد.

همانگونه که می دانیم در جعبه دنده خودروهای اتوماتیک، روغن^۱ (ATF) به عنوان روانکار دنده خودرو مورد استفاده قرار می گیرد. یک وظیفه مهم روغنهای ATF خنک کاری اجزای جعبه دنده (برای جلوگیری از گرمای بیش از حد) و نقش دیگر آنها انتقال نیرو و گشتاور لازم جهت تعویض دنده است. با این حال، روغن دنده با گذشت زمان می تواند آلوده و دچار افت کیفیت شود که در اینصورت باید تعویض گردد. با توجه به تنوع جعبه دنده ها، روغن های ATF مختلفی نیز وجود دارد. در مواردی که به روغن های



زهرا نادى زاده

سرپرست توسعه فرآورده ها
شرکت افزون روان

جدول شماره ۱. اهداف شرکت خودروسازی برای آینده

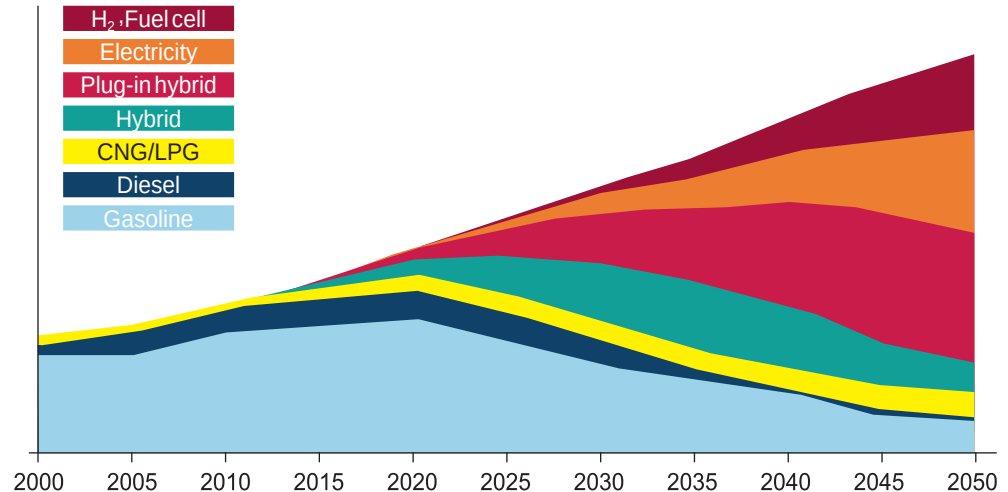
Volkswagen Group	By 2030 there will be at least one electrified version of each of the more than 300 VW Group models.
Volvo	Every car Volvo launches from 2019 will have an electric motor, placing electrification at the core of Volvo's future business.
General Motors	At least 20 new all-electric models will be brought to market by 2023-the next step towards a zero-emissions world.
Ford	Increase investments in electrification to \$11 billion by 2022 and expand electrified vehicle line-up with a total of 40 vehicles globally.
Honda	Striving to electrify two-thirds of global automobile unit sales in 2030.
Geely	Intelligent Power Strategy introduced, with a promise to launch 30 new energy models by 2020.
Toyota	Aiming to achieve annual electrified vehicle sales of 5.5 million units by 2030 as part of its 'Environmental Challenge 2050'.

1- Automatic Transmission Fluid
2- Internal Combustion Engines
3- greenhouse gases

4- Environmental Protection Agency
5- Original Equipment Manufacturers
6- Light-Duty Vehicle

شکل شماره ۱. فروش آتی LDV.

Technology share of global light-duty vehicle sales



مخلوط سوخت و هوا در آن فشرده می شود، کار می کنند. GCI با استفاده از شمع های گرم می کنند. فرایند کار این موتور ها بیشتر به تراکم متکی است تا جرقه زنی شمع؛ لذا میزان بازدهی و نرخ EPA این موتور ها بالاتر هستند. موتور های OOD قادرند با هر دو سوخت اکتان بالا و اکتان پایین کار کنند؛ این موتور ها عمدتاً با سوخت اکتان کم کار می کنند اما در صورت نیاز، از سوخت اکتان بالا نیز می توانند استفاده کنند. که این امر می تواند به کاهش GHG کمک کند. با بهبود مستمر این سیستم ها، به نظر می رسد که جعبه دنده های اتوماتیک برای سال های آینده همچنان غالب خواهند بود.

با اینکه در حال حاضر وسایل نقلیه ICE همچنان به رشد خود ادامه می دهند، ولی وسایل نقلیه الکتریکی از طریق الکتریکی سازی اجزای مختلف در قالب هیبریدی سازی موتور به سوی فتح بازار حرکت می کنند. خودرو های هیبریدی را می توان به انواع نیمه هیبریدی، هیبریدی و پلاگین هیبرید دسته بندی کرد. خودرو های نیمه هیبرید دارای منابع تقویت کننده قدرت الکتریکی هستند، اما قابلیت رانندگی فقط در حالت الکتریکی با این خوردها میسر نیست. خودرو های هیبرید دارای طیف وسیعی از قابلیت ها هستند و می توانند تمام ویژگی های هیبریدی را ارائه دهند، اما قدرت موتور الکتریکی و ذخیره باتری آنها محدود است. خودرو های پلاگین هیبرید یک هیبرید کامل با قابلیت شارژ مجدد باتری هستند که در هنگام استفاده از حالت فقط برقی، قدرت و سرعت بالایی را ارائه می دهند.

بدیهی است که فشار وارد بر OEM ها برای مطابقت با استانداردهای زیست محیطی سخت گیرانه جدید، باعث توجه بیش از پیش آنها به وسایل نقلیه الکتریکی (EVS) گردیده است.

شرکت های خودروسازی تلاش می کنند تا تولید و فروش خودرو های الکتریکی را افزایش دهند و از خودرو های ICE فاصله بگیرند. در حال حاضر، محبوبیت وسایل نقلیه هیبریدی به دلیل دارا بودن همزمان هر دو سیستم ATF و سیستم برقی، در حال افزایش است. پیش بینی می شود تا سال ۲۰۴۰، بازار جهانی LDV بیشترین رشد را در حمل و نقل حاصل از فروش خودرو های هیبریدی داشته باشد. خودرو های هیبریدی دارای موتور معمولی و موتور الکتریکی هستند که همچنان به تعویض منظم روغن نیاز دارند. پیش بینی می شود در سال های آینده استفاده از جعبه دنده هیبریدی افزایش یابد و استفاده و تولید جعبه دنده های اتوماتیک و دو کلاچه نیز افزایش چشمگیری خواهد داشت. برخلاف خودرو های دارای جعبه دنده دستی، خودرو های با جعبه دنده اتوماتیک به طور مستقل با استفاده از مبدل گشتاور که راحت و کاربردی است، دنده ها را تغییر می دهند. با این حال، توجه به این نکته حائز اهمیت است که توسعه EV ها در مرحله ابتدایی است، به همین علت با موانع مختلفی روبرو هستند که از رشد هموار آنها جلوگیری می کند. حمل و نقل، به ویژه حمل و نقل تجاری، عمدتاً توسط وسایل نقلیه ICE با استفاده از سوخت های مایع مبتنی بر نفت مانند بنزین و گازوئیل انجام می شود. سوخت های مایع مبتنی بر نفت تقریباً ۹۵٪ انرژی حمل و نقل را تشکیل می دهند و پیش بینی می شود علیرغم افزایش EVS و سلول های سوختی همچنان مصرف آنها بالا بماند. بنابراین، خودرو های ICE محتاطانه ترین و مطمئن ترین گزینه برای سال های آینده هستند که این موضوع به نوبه خود نیاز به بهبود مصرف سوخت موتور های احتراق داخلی برای کاهش انتشار گاز های گلخانه ای را افزایش می دهد.

موتور های احتراق تراکمی بنزینی^۱ (GCI) و سیستم هایی که نیازمند اکتان^۲ (OOD) هستند، جایگزین هایی هستند که ممکن است به عنوان رویکردهای غیر الکتریکی برای بهبود کارایی و کنترل انتشارات مضر عمل کنند. اکثر خودرو ها از موتور های احتراق جرقه ای^۳ (SI) استفاده می کنند که با ایجاد یک جرقه الکتریکی برای احتراق سوخت در محفظه احتراق که

در حال حاضر، محبوبیت وسایل نقلیه هیبریدی به دلیل دارا بودن همزمان هر دو سیستم ATF و سیستم برقی، در حال افزایش است. خودرو های هیبریدی دارای موتور معمولی و موتور الکتریکی هستند که همچنان به تعویض منظم روغن نیاز دارند. خودرو های هیبرید دارای طیف وسیعی از قابلیت ها هستند و می توانند تمام ویژگی های هیبریدی را ارائه دهند، اما قدرت موتور الکتریکی و ذخیره باتری آنها محدود است.

در مدل‌های هیبریدی مختلف، پنج ساختار تاکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند: موازی، سری، تقسیم قدرت^۱، جاده‌ای^۲ و ساختار پیچیده^۳. هر یک از این معماری‌ها از لحاظ عملیاتی دارای سیستم انتقال منحصربفردی بوده و مزایای خود را دارند. به عنوان مثال، هیبریدهای تقسیم قدرت منحصراً از یک جعبه دنده متغیر الکتریکی^۴ (EVT) استفاده می‌کنند، زیرا می‌توانند در هر دو حالت سری و موازی بخوبی کار کنند. هیبریدهای موازی از این لحاظ دارای مزیت هستند که می‌توانند از انواع متنوعی از سیستم‌های انتقال سنتی اصلاح شده مانند جعبه دنده متغیر پیوسته^۵ (CVT)، پلکانی اتوماتیک^۶ (AT)، کلاچ دوگانه^۷ (DCT) و دستی استفاده کنند. در حال حاضر، شرکت‌های خودروسازی از روغن‌های ATF مرسوم (معمولی) برای جعبه دنده‌های EVT و از روغن‌های CVT برای جعبه دنده‌های هیبریدی موازی استفاده می‌کنند. دلیل این امر این است که الزامات عملکرد روغن خودروهای هیبریدی به میزان زیادی شبیه به خودروهای ICE است و این امر نیاز به روغن‌های هیبریدی اختصاصی برای سیستم‌های هیبریدی را غیرضروری می‌کند. نکته مهم نگران‌کننده این است که خودروهای هیبریدی با موتور الکتریکی و جعبه دنده یکپارچه دارای روغن‌هایی هستند که با موتور الکتریکی در تماس هستند. در این موارد خواص الکتریکی روغن باید مورد بررسی قرار گیرد تا آگاهی کافی از میزان هدایت الکتریکی آن بدست آید.

جعبه دنده‌های دو کلاچه (DCT) در بازار در حال افزایش هستند و محبوبیت بیشتری دارند. سیستم جعبه دنده DCT با AT متفاوت است زیرا از صفحه کلاچ‌هایی مانند جعبه دنده دستی به جای اتکا به مبدل گشتاور استفاده می‌کند. در سیستم DCT با وجود اینکه دنده‌ها می‌توانند به طور خودکار تعویض شوند، گزینه‌ای برای استفاده از شیفترها برای تعویض دستی دنده نیز وجود دارد که تطابق پذیری این سیستم با حالت رانندگی را بیشتر می‌کند. گرچه سیستم جعبه دنده AT مشخصاً ساده‌تر و راحت‌تر است، اما گروهی از علاقمندان وجود دارند که DCT را ترجیح می‌دهند، زیرا می‌خواهند کنترل بیشتری بر روی تعویض دنده خود داشته باشند. تعداد این افراد روز به روز در حال افزایش است. در مقایسه با DCT، AT، کارآمدتر است زیرا از اجزای مکانیکی و عناصر

از آنجایی که سیستم‌های CVT معمولاً برای جعبه دنده‌های کوچک‌تر قابل استفاده هستند، آینده آنها به میزان رشد سیستم‌های DCT از یک سو و پذیرش وضعیت رانندگی سیستم‌های CVT از جانب مصرف کنندگان از سوی دیگر بستگی دارد

لغزنده کمتری استفاده می‌کند و از آزادی بالایی در نسبت‌های دنده برخوردار هستند. مزیت برجسته DCT این است که مصرف سوخت را بهبود می‌بخشد که OEM‌ها را به سمت تولید آن سوق می‌دهد. دو نوع DCT وجود دارد: کلاچ مرطوب و خشک. سیستم‌های کلاچ خشک در گشتاورهای کمتر و موتورهای کوچک‌تر کاربرد دارند و برای آنها از روغن‌های دنده دستی^۸ (MTF) استفاده می‌شود. سیستم‌های کلاچ مرطوب در گشتاورهای بالاتر کاربرد دارند و به روغن^۹ (DCTF) نیاز دارند که هم حفاظت دنده مشابه MTF را انجام می‌دهد و هم کنترل اصطکاک کلاچ مشابه سیستم ATF را تأمین می‌کند. سیستم‌های کلاچ مرطوب به دو نوع تک مخزنی^{۱۰} و دو مخزنی تقسیم می‌شوند. تک مخزن‌ها هر دو قسمت دنده‌ها و هم کلاچ را روانکاری می‌کنند ولی دو مخزن‌ها روانکار دنده از کلاچ جدا است. فعلاً محبوبیت طرح‌های تک مخزن در حال افزایش است، اما بدون شک نیاز است روغنی برای آن طراحی شود تا هم عملکرد دنده و هم کلاچ را همزمان بهبود بخشد. مخزن‌های جداگانه شامل استفاده از DCTF برای کلاچ و MTF برای جعبه دنده جهت دستیابی به عملکرد بهینه هستند. چالشی که باید به آن توجه داشت، کنترل لرزش هنگام تعویض دنده در گشتاورهای بالا است. برای دستیابی به ویژگی‌های مورد نیاز سیستم‌های DCT باید یک روغن متعادل که جمیع نیازمندی‌ها را تأمین نماید فرموله شود. به طور کلی، استفاده از DCT‌ها در حال افزایش است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۴ استفاده از آنها بر سیستم‌های AT غلبه کند که این موضوع اهمیت و لزوم توسعه روغن‌های DCT را بیشتر روشن می‌کند. با وجود این، در عین حال که انتظار می‌رود DCT بر بازار خودروهای پر قدرت غالب شود، پیش‌بینی می‌شود جعبه دنده‌های متغیر پیوسته (CVT) برای در بازار خودروهای کوچک و معمولی همچنان محبوب باقی بمانند. CVT یک جعبه دنده اتوماتیک است که از یک جفت قرقره با عرض متغیر به جای چرخ دنده استفاده می‌کند تا شتاب‌گیری روان و یکنواختی را هنگام رانندگی ارائه نماید. برخلاف CVT، AT تعداد بی‌نهایت نسبت دنده را امکان پذیر می‌کند و می‌تواند در باند توان بهینه کار کند. با این اوصاف، CVT به دلیل دشواری حفظ توان بهینه در بارهای بالاتر، عموماً برای خودروهای کوچک با موتورهای چهار سیلندر قابل استفاده است. به غیر از قابلیت‌های محدود توان، نقطه ضعف CVT عدم وجود حس تعویض دنده است که تجربه رانندگی را تغییر می‌دهد و برای برخی از رانندگان چندان خوشایند نیست. رانندگان CVT این احساس را شبیه به "بند لاستیکی" توصیف کردند و لغزش مداوم جعبه دنده را حس می‌کنند. با این حال، با نادیده گرفتن این جنبه حس غیر متعارف، CVT از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر از DCT است و به دلیل سادگی و راحتی در هنگام رانندگی، برای رانندگان معمولی مناسب است. همچنین انتظار می‌رود که CVT‌ها در حالیکه در سرعت‌های بهینه کار می‌کنند، مصرف سوخت را بهبود ببخشند. همچنین CVT‌ها ممکن است به قابلیت اطمینان و طول عمر موتور نیز کمک کنند زیرا در سیستم‌های CVT، موتور خودرو عموماً در سرعت بهینه و نسبتاً ثابت کار می‌کند.

در حال حاضر، برای جعبه دنده‌های CVT، از روغن مخصوص خودشان استفاده می‌شود که فرمولاسیون آن پیچیده‌تر از ATF‌های معمولی بوده و ویژگی‌های خاص تری دارد. روغن CVT با استفاده از روغن‌های پایه تمام سنتزی ممتاز، بهبود دهنده‌های اصطکاک، افزودنی‌های ضد سایش و بهبود دهنده‌های پایداری برشی برای بهبود طول عمر روغن ساخته

1- Power split
2- Through the road
3- complex
4- electric variable transmission

5- Continuous Variable Transmission
6- Stepped Automatic
7- Dual clutch

8- Manual Transmission Fluids
9- DCT Fluid
10- Single sump



خیلی زیاد باشد، خطر نشت جریان وجود دارد. این موضوع در صورت تماس فرد با قطعاتی که بار الکتریکی زیادی پیدا کرده اند می تواند بسیار خطرناک باشد. اگر روغن در عایق کاری بیش از حد مؤثر باشد، به طور بالقوه می تواند باعث ایجاد و تخلیه بار الکترواستاتیکی شود که اساساً با عملکردی شبیه به یک خازن می تواند به تجهیزات آسیب برساند. عوامل مهم دیگری که باید در نظر گرفته شوند عبارتند از اکسیداسیون، تجمع لجن و ویسکوزیته.

اکسیداسیون روغن را فاسد می کند و در نتیجه می تواند رسانایی را افزایش دهد. روغن هایی که مستعد اکسید شدن هستند، احتمال تجمع لجن را افزایش می دهند که این امر مانع از توانایی روغن برای خنک کاری مناسب و کاهش گرمای موتور می شود. ویسکوزیته همچنین نقش مهمی در هدایت حرارتی ایفا می کند زیرا روغن هایی با ویسکوزیته پایین امکان انتقال حرارت مناسب را بدون تجزیه و تخریب شیمیایی فراهم می آورند. یکی دیگر از مشکلات فنی که باید به آن پرداخته شود، چگالی انرژی باتری و ایمنی عملیات است. به طور کلی، باتری های کوچکتر و سبک تر کارآمدتر هستند و عملکرد کلی خودرو را بهبود می بخشد. بار شد وسایل نقلیه الکتریکی، فشار زیادی بر روی OEM ها در جهت افزایش تولید و ایجاد روغن های دنده هیبریدی اختصاصی آورده خواهد شد. برخی از زمینه های اصلی برای بهبود عبارتند از مقاومت الکتریکی حجمی بالاتر برای ایفای نقش به عنوان عایق، ظرفیت حرارتی بیشتر برای خنک کردن سیم پیچ ها و سازگاری با مواد مختلف جدید همانطور که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

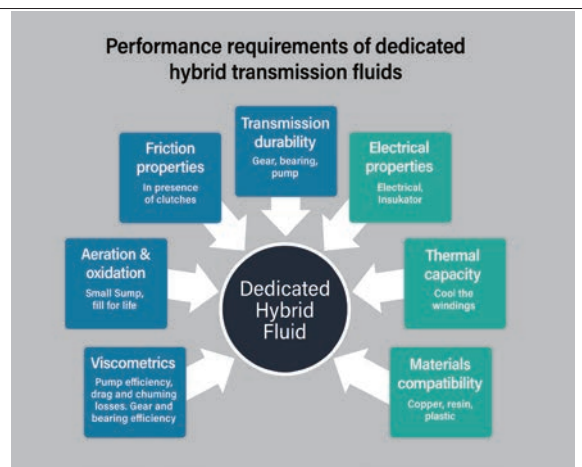
می شوند. در حالیکه ATF ها عمدتاً بر روی کنترل اصطکاک برای کاهش مقاومت در چرخ دنده ها تمرکز می کنند، روغن های CVT برای مقاومت در برابر اصطکاک و جلوگیری از لغزش تسمه ها روی سیستم قرقره فرموله شده اند. از آنجایی که سیستم های CVT معمولاً برای جعبه دنده های کوچک تر قابل استفاده هستند، آینده آنها به میزان رشد سیستم های DCT از یک سو و پذیرش وضعیت رانندگی سیستم های CVT از جانب مصرف کنندگان از سوی دیگر بستگی دارد.

پیش بینی می شود جدای از خودروهای هیبریدی، خودروهای الکتریکی^۱ (EV) نیز در آینده مورد توجه بیشتری قرار گیرند. در سال ۲۰۱۸، بیش از ۲ میلیون دستگاه خودروی الکتریکی در سراسر جهان فروخته شد که چین با ۱/۲ میلیون دستگاه پیشواست و پس از آن ایالات متحده در رده دوم قرار دارد. چین همچنین برای کاهش هزینه ها، در باز یافت باتری های لیتیوم EV پس از استفاده نیز پیشرو است. هر چند، صنعت باز یافت باتری ظرفیت دارد، اما باید در نظر داشت که در حال حاضر کمبود فناوری برای باز یافت برخی مواد مانند کبالت و نیکل نیز وجود دارد. به طور کلی، وسایل نقلیه EV آلودگی ناشی از استفاده از ICE را از بین می برند، اما این فناوری نوپا است و هنوز در حال توسعه است. خودروهای EV به دو گونه اصلی تقسیم بندی می شوند: وسایل نقلیه الکتریکی هیبریدی پلاگین^۲ (PHEV) و وسایل نقلیه الکتریکی با باتری^۳ (BEV). خودروهای PHEV مانند هیبریدهای معمولی هم دارای موتور الکتریکی و هم ICE هستند، یعنی می توانند با اتصال به درگاه خروجی شارژ شوند و با برق و یا بنزین کار کنند. خودروهای BEV صرفاً مبتنی بر انرژی الکتریکی هستند و در مقایسه با PHEV از نظر فنی در مراحل رشد اولیه ای تری به سر می برند. مسئله فنی فعلی که باید بیشتر به آن پرداخته شود، سازگاری روغن ها با ساختارهای سخت افزاری است زیرا در خودروهای الکتریکی از مواد مختلف و بسیار متفاوت تری در مقایسه با خودروهای احتراقی استفاده می شود. این بدان معنی است که خواص الکتریکی روغن باید برای برآورده کردن مشخصات اصلاح شود. برخلاف خودروهای استاندارد (احتراقی فعلی) که در ۱۲ ولت کار می کنند، سیستم های الکتریکی معمولاً با ۴۸ ولت (یا بالاتر) کار می کنند.

از همین رو، روغن باید بگونه ای طراحی شود تا از لحاظ قدرت رسانایی و ویژگیهای عایقی به حالتی متعادل برسد. بطور مثال اگر رسانش روغن

مسئله فنی فعلی که باید بیشتر به آن پرداخته شود، سازگاری روغن ها با ساختارهای سخت افزاری است زیرا در خودروهای الکتریکی از مواد مختلف و بسیار متفاوت تری در مقایسه با خودروهای احتراقی استفاده می شود. این بدان معنی است که خواص الکتریکی روغن باید برای برآورده کردن مشخصات اصلاح شود.

شکل شماره ۲۰. الزامات عملکردی روغن های دنده هیبریدی اختصاصی.



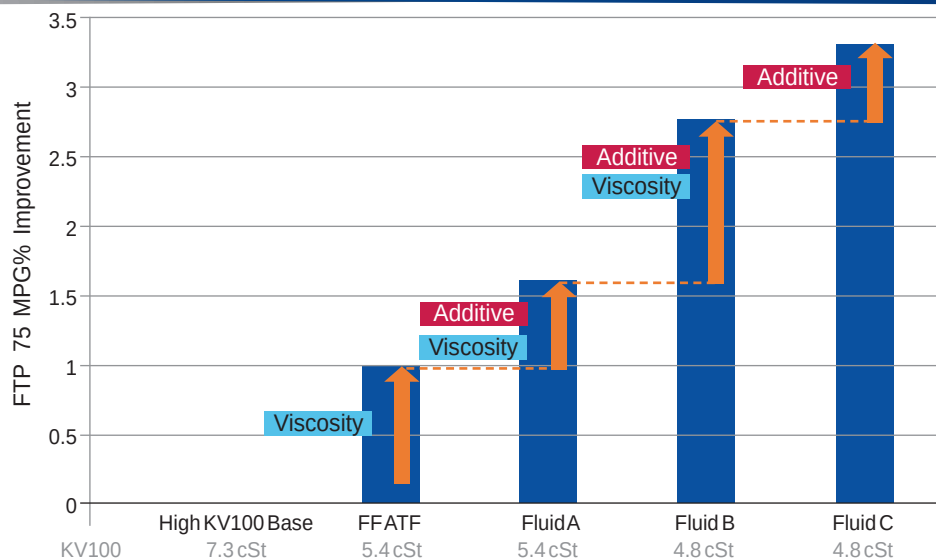
مطمئن شوند با کاهش دادن ویسکوزیته، علاوه بر افزایش طول عمر روغن، محافظت کاملی از سخت افزار سیستم جعبه دنده نیز حاصل می شود. ویسکوزیته روغن در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد از مقدار معمول ۵/۵ سانتی استوک به ۵/۴ سانتی استوک کاهش می یابد و احتمال دارد در آینده به مقادیر کمتری نیز کاهش داده شود. در شکل شماره ۳

تاثیر کاهش ویسکوزیته روغن بر روی میزان کاهش مصرف سوخت نشان داده شده است. همانگونه که از این شکل قابل مشاهده است روغن جعبه دنده A نسبت به روغن اصلی خط تولید کارخانه ای حدود ۰/۶٪ و روغن C حدود ۲/۳٪ در کاهش مصرف سوخت تاثیر داشته اند. لذا مشاهده می شود که هنوز امکان بهینه سازی و طراحی های جدید وجود دارد.

همچنین لازم است عملکرد یا به عبارتی اصطکاک، اکسیداسیون و کنترل سایش نیز اصلاح شود. مشخص شده است که استفاده از روغن های پایه با کیفیت بالاتر و قطبیت کمتر مانند روغن های گروه III، III+ و IV می تواند خواص

هدایت الکتریکی و حرارتی این روغن ها را ارتقا دهد. این روغن پایه های مرغوب برای عملکرد در روغن دنده مورد آزمایش قرار می گیرند. بسیاری از طراحان فرمولاسیون به دنبال افزایش دوام روغن هستند بطوریکه

شکل شماره ۲۰. نمودار مصرف سوخت در مقایسه با ویسکوزیته.



بسیاری از طراحان فرمولاسیون به دنبال افزایش دوام روغن هستند بطوریکه مطمئن شوند با کاهش دادن ویسکوزیته، علاوه بر افزایش طول عمر روغن، محافظت کاملی از سخت افزار سیستم جعبه دنده نیز حاصل می شود

منابع

- <https://www.aamcolorado.com/automatictransmission-fluid-overview/>
- <https://www.marketwatch.com/press-release/transmission-fluids-market-to-experiencesignificant-growth-during-the-forecastperiod-2017-2022-2019-08-13>
- <https://www.infineuminsight.com/en-gb/articles/transmissions/drivetrainelectrification/>
- https://www.researchgate.net/publication/332066412_Development_of_FuelEngine_Systems
- <https://www.infineuminsight.com/en-gb/articles/transmissions/hybridtransmissions/>
- <https://www.jstor.org/stable/26273483?seq=1>
- <https://www.cjponyparts.com/resources/dct-vs-automatic-transmissions>
- <https://www.infineuminsight.com/en-gb/articles/transmissions/shifting-technology/>
- https://www.interim4automotive.com/fileadmin/Redaktion/Downloads/CVTvsDCTfutureTrends0110_09.pdf
- <https://www.carfax.com/blog/CVT-pros-andcons>
- <https://www.valvoline.com/our-products/automatic-transmission-products/continuously-variable-transmission-fluid>
- <https://sfmagazine.com/post-entry/october-2019-the-china-electric-vehicle-industry/>
- <https://blog.ucsusa.org/josh-goldman/comparing-electric-vehicles-hybrid-vs-bev-vsphev-vs-fcev-411>
- <https://www.forbes.com/sites/uhenergy/2019/11/18/whats-happened-to-uselectric-vehicle-sales/#b6b36d079095>
- <https://www.lubrizoladditives360.com/evs-need-different-lubes/>
- <http://www.mrmarketresearch.com/globaland-china-electric-vehicle-bev-phev-industryreport-2019-2025-market-report.html>
- <https://insideevs.com/news/373589/global-evsales-in-august-2019/>
- <https://qz.com/1706084/chinas-ev-salesdeclined-16-percent-in-august>

AP 6237 A

نوع محصول: روغن پایه سنتزی (POE)

AP 6237A یک پلی‌ال استر اشباع با ویژگی‌های برجسته‌ای مانند پایداری اکسیداسیون عالی، مقاومت در برابر هیدرولیز بالا، زیست‌تخریب پذیری و خواص ویسکوزیته مناسب در سرما است. به همین دلیل، AP 6237A به عنوان یک روغن پایه سنتزی می‌تواند در فرمولاسیون‌های متنوع روانکارها از جمله گریس، روغن موتور، روغن دنده، سیالات هیدرولیک و سیالات فلزکاری مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، AP 6237A می‌تواند برای افزایش امتزاج‌پذیری PAOها و بسته‌های افزودنی در فرمولاسیون روغن‌های موتوری تمام سنتزی مورد استفاده قرار گیرد.



www.afzoonravan.com

Infineum P 6003

نوع محصول: بسته افزودنی روغن موتور بنزینی

Infineum P6003 یک بسته افزودنی mid SAPS با میزان خاکستر سولفاته 8/0% و فسفر 0/08% در سطح کیفی API SN می‌باشد که الزامات عملکردی روغن‌های موتور بنزینی مطابق با استانداردهای اروپایی C2-21، C3-21 و ACEA C5-21 را نیز برآورده می‌کند. این بسته افزودنی به همراه روغن پایه مناسب، تأییدیه شرکت‌های مطرح خودرو سازی از جمله Ford، Volvo، BMW، Mercedes Benz، Renault و ... را پوشش می‌دهد.

مزایا:

- قابل استفاده برای تولید روغن‌های موتور با درجات گرانی پایین مانند 0W-20 و 5W-20
- عملکرد عالی در کنترل مصرف سوخت با استفاده از افزودنی‌های کاهنده اصطکاک مناسب
- طراحی شده برای فرمولاسیون روغن موتورهای Mid SAPS جهت حفظ تمیزی موتور و کاهش انتشار آلاینده‌ها



روانکارهای دوستدار محیط زیست، عاملی موثر در تضمین بهره‌وری انرژی

صرفه جویی در هزینه‌ها و آینده‌ای پایدار هستند



www.afzoonravan.com