



پایان نامه ی کارشناسی ارشد شیمی آلی

عنوان پایان نامه

اصلاح شیمیایی خواص تریبولوژیک روغن آفتابگردان

و

بررسی خواص روانکاری بلندهای پلی ایزو بوتن و پلی آلفا الفین - ۱۰۰ با

یک روغن پایه گروه سه

استادان راهنما :

دکتر ابوالفضل سمنانی

دکتر حشمت الله صمیمی

توسط:

جواد اشرفی

خرداد ماه ۹۱

پاسکوزاری:

پاس و ستایش خداوندی را که از ازل تا ابد قابل اعتمادترین راهناو بی منت ترین راه گشاست. از اساتید راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر سمنانی و جناب آقای دکتر صمیمی که در طول تمامی مراحل انجام پایان نامه مریاری کردند و از راهنمایی های بی دریغ ایشان همیشه بهره مند بودم، بسیار پاسکوزارم. و از جناب آقای مهندس سگوری از شرکت پتروکیمیای سپاهن که در طول تمامی مراحل علمی انجام پایان نامه مریاری کردند تشکر می نمایم. از همسر عزیزم که همچون کوهی استوار مرا تا دستیابی به این مرحله حیات و مریاری نمود تشکر و قدر دانی می کنم.

تقدیم به :

ساحت مقدس حضرت ولی عصر (عج)

و

دو فرشته زندگی ام، همسر و فرزند عزیزم

چکیده :

خواص روانکاری روغن آفتابگردان از طریق اپوکسیداسیون و سپس تبدیل روغن اپوکسیده به روغن استیله شده دنبال شده است، اپوکسیداسیون از طریق واکنش روغن با هیدروژن پراکسید و استیک اسید در حضور سولفوریک اسید در حلال دی کلرو متان انجام شده است، در ادامه روغن اپوکسیدی توسط استیک اسید و کاتالیزور بور تری اکسید به روغن استیله شده تبدیل شده است. محصول نهایی توسط طیف مادن قرمز و رزونانس مغناطیسی هسته تایید شده است. خواص روانکاری آن اندازه گیری شده و تغییرات آن نسبت به روغن آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفته است که نسبت به روغن آفتابگردان نقطه ریزش، مقاومت اکسیداسیونی و گرانروی آن بهبود یافته است. در پایان کار روغن استیله شده با موفقیت در فرمولاسیون روغن دنده صنعتی استفاده شده است.

رفتار روانکاری دو سری از مخلوط های دوتایی شامل اس-۴ : پلی آلفا الفین-۱۰۰ یا اس-۴ : پلی ایزوبوتن مورد بررسی قرار گرفته اند. هر سری شامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ درصد از پلی آلفا الفین-۱۰۰ یا پلی ایزو بوتن باشد. نتایج نشان می دهد که با افزایش پلی آلفا الفین-۱۰۰، گرانروی، شاخص گرانروی و نقطه اشتعال افزایش و در یک خط راست ترقی می یابند. در حالیکه نقطه ریزش و عدد اسیدی کل و چگالی ویژه ثابت باقی می ماند. در مورد پلی ایزو بوتن، گرانروی در یک مسیر منحنی افزایش می یابد، شاخص گرانروی افزایش و سپس ثابت باقی می ماند، نقطه اشتعال کاهش و سپس ثابت باقی می ماند و دیگرخواص تغییرات قابل ملاحظه ای ندارند. خواص تغییر یافته مخلوط های ۱۵ و ۲۵ درصد از مخلوط اس-۴ : پلی آلفا الفین-۱۰۰ به ترتیب مشابه اس-۴ و اس-۸ می باشد. شرایط مشابهی برای ۵ و ۱۰ درصد مخلوط های اس-۴ : پلی ایزوبوتن وجود دارد. یک روغن موتور که بوسیله مخلوط ۱۵ درصد اس-۴ : پلی آلفا الفین ساخته شده است و یک روغن هیدرولیک که بوسیله مخلوط ۵ درصد اس-۴ : پلی ایزو بوتن ساخته شده است مشخصات خوبی را نشان داده اند.

کلید واژه : روغن گیاهی، روغن آفتابگردان، شاخص گرانروی، نقطه اشتعال، نقطه ریزش، اپوکسیداسیون، پلی

آلفا الفین-۱۰۰، پلی ایزوبوتن، بلندینگ، روغن پایه گروه سه، اس-۴.

فصل اول - مقدمه و مروری بر تحقیقات انجام شده

۱	۱-۱ کلیات.....	۱
۱	۲-۱ تاریخچه روانکاری.....	۱
۲	۳-۱ تعاریف اولیه روانکاری.....	۲
۳	۱-۳-۱ روانکاری یعنی چه؟.....	۳
۳	۲-۳-۱ روانکار چیست؟.....	۳
۳	۴-۱ ویژگی های مهم روانکارها.....	۳
۳	۱-۴-۱ گرانروی.....	۳
۴	۲-۴-۱ چگونگی اندازه گیری و گزارش گرانروی روغن.....	۴
۶	۳-۴-۱ نقطه ریزش.....	۶
۶	۴-۴-۱ نقطه اشتعال.....	۶
۶	۵-۴-۱ نقطه احتراق.....	۶
۷	۶-۴-۱ چربی، نرمی.....	۷
۷	۷-۴-۱ عدد خنثی سازی.....	۷
۷	۸-۴-۱ عدد نفوذپذیری.....	۷
۷	۹-۴-۱ نقطه آنیلین.....	۷
۷	۱۰-۴-۱ شاخص گرانروی.....	۷
۸	۵-۱ روغن پایه.....	۸
۹	۱-۵-۱ روغن پایه گروه یک.....	۹
۹	۲-۵-۱ روغن پایه گروه دو.....	۹
۹	۳-۵-۱ روغن پایه گروه سه.....	۹
۱۰	۴-۵-۱ روغن پایه گروه چهار.....	۱۰
۱۰	۵-۵-۱ روغن پایه گروه پنج.....	۱۰
۱۰	۶-۵-۱ روغن معدنی.....	۱۰
۱۱	۷-۵-۱ روغن های نیمه سینتتیک.....	۱۱
۱۱	۶-۱ روانکارهای معدنی.....	۱۱
۱۱	۱-۶-۱ انواع روغن پایه ی روانکاری.....	۱۱
۱۱	۲-۶-۱ روغن های پایه پارافینیک.....	۱۱
۱۲	۳-۶-۱ روغن های نفتنیک.....	۱۲
۱۲	۷-۱ روانکارهای سینتتیک.....	۱۲
۱۲	۱-۷-۱ ویژگی های روانکارهای سینتتیک.....	۱۲
۱۳	۲-۷-۱ انواع روغن پایه های سینتتیک.....	۱۳
۱۴	۳-۷-۱ هیدروکربن های سینتتیک.....	۱۴
۱۴	۴-۷-۱ پلی آلفالفین ها.....	۱۴

۱۵	..... ۵-۷-۱ استرهای اسیدهای کربوکسیلیک
۱۸	..... ۶-۷-۱ فسفات استرها
۱۹	..... ۷-۷-۱ پلی آلکیلن گلیکول ها
۲۱	..... ۸-۷-۱ مخلوط روغن های سینتتیک
۲۱	..... ۸-۱ روانکارهای گیاهی
۲۱	..... ۹-۱ افزودنی ها
۲۱	..... ۱-۹-۱ پاک کننده ها و معلق کننده ها
۲۲	..... ۲-۹-۱ بهبود دهنده شاخص گرانروی
۲۲	..... ۳-۹-۱ مواد ضد اکسیداسیون
۲۲	..... ۴-۹-۱ نقش مواد ضد اکسیداسیون
۲۳	..... ۵-۹-۱ مواد ضدسائیدگی
۲۳	..... ۶-۹-۱ مواد ضد خوردگی و ضد زنگ زدگی
۲۳	..... ۷-۹-۱ مواد پایین آورنده نقطه ریزش
۲۴	..... ۸-۹-۱ مواد ضدکف
۲۴	..... ۱۰-۱ انواع کاربردها
۲۴	..... ۱۱-۱ بسپارها
۲۵	..... ۱-۱۱-۱ پلی آلفا الفین ها در روغن پایه
۲۷	..... ۲-۱۱-۱ پلی ایزوبوتن ها
۲۸	..... ۱۲-۱ برخی واکنش های انجام شده روی روغن های گیاهی
۲۸	..... ۱-۱۲-۱ اپوکسیداسیون روغن گیاهی
۳۰	..... ۲-۱۲-۱ باز شدن حلقه اپوکسید با نوکلئوفیل در حضور کاتالیزور
۳۰	..... ۳-۱۲-۱ فرمیل دار کردن و کربوکسیل دار کردن
۳۲	..... ۴-۱۲-۱ حلقوی شدن
۳۲	..... ۵-۱۲-۱ استیل دار کردن
۳۲	..... ۶-۱۲-۱ نیترو دار کردن
۳۲	..... ۷-۱۲-۱ بسپارش
۳۳	..... ۸-۱۲-۱ آریل دار کردن
۳۴	..... ۱۳-۱ مروری بر تحقیقات انجام شده
۳۴	..... ۱-۱۳-۱ اشاره به برخی تحقیقات در مورد اصلاح ساختار شیمیایی روغن های گیاهی
۳۷	..... ۲-۱۳-۱ اشاره به برخی تحقیقات انجام شده در مورد بلندینگ

فصل دوم - نتایج تجربی

۳۹	..... ۱-۲ مواد مورد نیاز
۴۱	..... ۲-۲ دستگاه ها
۴۲	..... ۳-۲ تستهای فیزیکی
۴۲	..... ۱-۳-۲ تعیین گرانروی با استفاده از روش استاندارد ASTM D-2161
۴۲	..... ۲-۳-۲ تعیین شاخص گرانروی با استفاده از روش ASTM D- 2270

۴۳	.....ASTM D- 92	۳-۳-۲ تعیین نقطه اشتعال با استفاده از روش
۴۳	.....ASTM D- 97	۴-۳-۲ تعیین نقطه ریزش به روش
۴۳	.....ASTM D- 974	۵-۳-۲ تعیین عدد خنثی سازی با استفاده از روش
۴۴	.....ASTM D- 1500	۶-۳-۲ تعیین رنگ به روش
۴۴	.....ASTM D- 1298	۷-۳-۲ تعیین چگالی به روش
۴۴	.....ASTM D- 892	۸-۳-۲ تعیین مقدار کف به روش
۴۴	.....ASTM D- 611	۹-۳-۲ تعیین نقطه آنیلین به روش
۴۴	.....ASTM D- 874	۱۰-۳-۲ تعیین میزان خاکستر سولفات به روش
۴۵	.....ASTM D- 2896	۱۱-۳-۲ تعیین خاصیت جدا پذیری آب از روغن به روش
۴۵	.....ASTM D- 2509	۱۲-۳-۲ آزمایش تیمکن به روش
۴۵	.....	۴-۲ روش ها
۴۵	.....	۱-۴-۲ تعیین خواص فیزیکی
۴۶	.....	۲-۴-۲ بررسی های طیفی
۴۶	.....	۳-۴-۲ اپوکسیداسیون روغن آفتابگردان
۴۶	.....	الف- اپوکسیداسیون با استفاده از پر استیک اسید
۴۶	.....	ب- اپوکسیداسیون با استفاده از پر فرمیک اسید
۴۶	.....	۴-۴-۲ تبدیل روغن اپوکسیدی به روغن متوکسی دار شده
۴۷	.....	۵-۴-۲ تبدیل یک مرحله ای روغن آفتابگردان به روغن استیله شده
۴۹	.....	۶-۴-۲ تعیین ساختمان روانکار حاصله
۴۹	.....	الف- طیف FTIR
۴۹	.....	ب- طیف ¹ HNMR
۴۹	.....	۷-۴-۲ فرمولاسیون روانکار با استفاده از روغن اصلاح شده
۴۹	.....	۸-۴-۲ روش بلندینگ
۴۹	.....	۹-۴-۲ فرمولاسیون روانکار با استفاده از بلندهای حاصله

فصل سوم - نتایج و بحث

۵۰	.....	۳-۱ اصلاح شیمیایی روغن آفتابگردان
۵۰	.....	۳-۱-۱ مقدمه
۵۰	.....	۳-۱-۲ خواص فیزیکی روغن آفتابگردان
۵۱	.....	۳-۱-۳ طیف FTIR روغن آفتابگردان
۵۲	.....	۳-۱-۴ طیف ¹ HNMR روغن آفتابگردان
۵۵	.....	۳-۱-۵ نتایج تبدیل روغن آفتابگردان به روغن پایه
۵۵	.....	۳-۱-۵-۱ خواص روغن حاصل از اپوکسیداسیون و متوکسی دار شدن
۵۶	.....	۳-۱-۵-۲ خواص فیزیکی روغن حاصل از اپوکسیداسیون و استیله شدن
۵۷	.....	۳-۱-۵-۳ طیف FTIR روغن پایه
۵۷	.....	الف) طیف FTIR روغن حاصل از واکنش اپوکسی- متوکسی دار شده
۵۷	.....	ب) طیف FTIR روغن حاصل از اپوکسیداسیون و استیله شدن

۵۸	..... ۶-۱-۳ طیف 1HNMR روغن پایه.....
۶۲	..... ۷-۱-۳ فرمولاسیون روانکار حاصل از روغن استیله شده ومقایسه خواص روانکاری آن با روغن دنده کونوکو.....
۶۳	..... ۸-۱-۳ نتیجه گیری در مورد اصلاح ساختار روغن آفتابگردان
۶۳	..... ۹-۱-۳ پیشنهادات.....
۶۳	..... ۲-۳ بررسی خواص روانکاری مخلوط های اس- ۴ و دو نوع بسیار.....
۶۳	..... ۱-۲-۳ مقدمه.....
۶۴	..... ۲-۲-۳ خواص فیزیکی اجزای مخلوط.....
۶۶	..... ۲-۲-۳ خواص فیزیکی بلندهای اس- ۴ و پلی آلفا الفین- ۱۰۰.....
۶۸	..... ۳-۲-۳ مقایسه خواص فیزیکی مخلوط های حاوی پلی آلفا الفین- ۱۰۰ با اس- ۶ و اس- ۸.....
۶۹	..... ۴-۲-۳ فرمولاسیون روانکار با استفاده از مخلوط ۱۵ درصد پلی آلفا الفین- ۱۰۰ و اس- ۴.....
۷۱	..... ۵-۲-۳ خواص فیزیکی بلندهای مختلف اس- ۴ و پلی ایزو بوتن.....
۷۳	..... ۶-۲-۳ مقایسه خواص فیزیکی مخلوط های حاوی پلی ایزو بوتن.....
۷۴	..... ۷-۲-۳ فرمولاسیون روغن هیدرولیک با استفاده از مخلوط ۵ درصد پلی ایزو بوتن.....
۷۶	..... ۸-۲-۳ نتیجه گیری در مورد بررسی خواص بلندها.....
۷۶	..... ۹-۲-۳ پیشنهادات در مورد بررسی خواص بلندها.....
۷۷	..... منابع و ماخذ.....

فهرست شکل ها

۵	..... شکل (۱-۱) ویسکومتر لوله موئین.....
۶	..... شکل (۲-۱) ویسکومتر با میله چرخنده.....
۱۴	..... شکل (۳-۱) روش های سنتز روغن های سینتتیک از اتیلن.....
۱۶	..... شکل (۴-۱) دی (۲-اتیل هگزیل) آدیپات.....
۱۶	..... شکل (۵-۱) دی اکتیل (۲ و ۴-تری متیل) آدیپات.....
۱۹	..... شکل (۶-۱) پلی آلکیلن گلیکول.....
۵۱	..... شکل (۱-۳) طیف FTIR روغن آفتابگردان.....
۵۲	..... شکل (۲-۳) طیف ¹ HNMR روغن آفتابگردان.....
۵۳	..... شکل (۳-۳) شکافتگی های طیف ¹ HNMR روغن آفتابگردان.....
۵۶	..... شکل (۴-۳) طیف FTIR روغن متوکسی دار شده.....
۵۷	..... شکل (۵-۳) طیف FTIR روغن استیله شده.....
۵۸	..... شکل (۶-۳) طیف ¹ HNMR روغن استیله شده.....
۶۰	..... شکل (۷-۳) شکافتگی های ¹ HNMR استیله شده.....
	..... شکل (۸-۳) نمودار های گرانی در ۱۰۰ درجه سلسیوس (□) و ۴۰ درجه سلسیوس (◇) شاخص
۶۶	..... گرانی (△) و نقطه اشتعال (×) نسبت به درصد وزنی پلی آلفا الفین-۱۰۰.....
	..... شکل (۹-۳) نمودار های گرانی در ۱۰۰ درجه سلسیوس (□) و ۴۰ درجه سلسیوس (◇)، شاخص
۷۲	..... گرانی (△) و نقطه اشتعال (×) نسبت به درصد وزنی پلی ایزو بوتن.....

فهرست طرح واره ها

۲۸	طرح واره (۱-۱) اپوکسید شدن پیوند دوگانه.....
۲۹	طرح واره (۲-۱) اپوکسید شدن روغن سویا با پر استیک اسید.....
۲۹	طرح واره (۳-۱) اپوکسید شدن با پر فرمیک اسید
۳۰	طرح واره (۴-۱) تشکیل اپوکسید و حمله نوکلئوفیل به آن.....
۳۱	طرح واره (۵-۱) فرمیل دار کردن و کربوکسیل دار کردن روی باند دوگانه
۳۱	طرح واره (۶-۱) حلقوی شدن پیوندهای غیر اشباع
۳۲	طرح واره (۷-۱) دی نیترودار کردن پیوندهای دوگانه
۳۳	طرح واره (۸-۱) واکنش سولفوردار کردن
۳۳	طرح واره (۹-۱) واکنش تشکیل استولید.....
۳۴	طرح واره (۱۰-۱) آریل دار کردن پیوندهای دوگانه روغن ها.....
۴۸	طرح واره (۱-۲) اپوکسیداسیون روغن آفتابگردان.....
۴۸	طرح واره (۲-۲) باز شدن روغن اپوکسیدی توسط استیک اسید و کاتالیزور.....

فهرست جدول ها

۳۹	جدول (۱-۲) مواد مورد استفاده، کاربرد و شرکت سازنده.....
۵۱	جدول(۱-۳) خواص روانکاری روغن آفتابگردان
۵۳	جدول (۲-۳) جابجایی پیک های طیف ¹ HNMR روغن آفتابگردان.....
۵۵	جدول(۳-۳) مقایسه خواص فیزیکی روغن آفتابگردان و روغن متوکسی دار شده.....
۵۶	جدول (۴-۳) مقایسه خواص فیزیکی روغن آفتابگردان با روغن استیله شده.....
۶۰	جدول(۵-۳)مقایسه جابجایی پیک های هیدروژن روغن آفتابگردان با روغن استیله شده.....
	جدول (۶-۳) اطلاعات مربوط به فرمولاسیون روانکار حاصل از روغن استیله شده
۶۲	ومقایسه خواص روانکاری آن با روغن دنده کونوکو.....
۶۵	جدول (۷-۳) خواص فیزیکی برخی از روغن های پایه گروه سه و پلی آلفا الفین.....
۶۶	جدول(۸-۳) خواص فیزیکی بلندهای اس - ۴ با پلی آلفا الفین - ۱۰۰.....
۶۹	جدول (۹-۳) مقایسه خواص فیزیکی مخلوط های حاوی پلی آلفا الفین - ۱۰۰ با اس- ۶ و اس- ۸.....
	جدول (۱۰-۳) اطلاعات مربوط به فرمولاسیون روغن موتور با پایه ۱۵ درصد اس- ۴ : پلی آلفا الفین - ۱۰۰
	ومقایسه خواص روانکاری آن با روغن موتور آ. پی. ای. اس. ام. ۵۰دبلیو ۴۰ شرکت پتروگن. خواص روانکاری
۷۰	روغن فرموله شده بعد از ۱۰۰۰۰ کیلومتر کارکرد نیز در کمانک درج شده است.....
	جدول (۱۱-۳) خواص فیزیکی بلندهای مختلف حاوی پلی ایزو بوتن بعنوان جزئی فرعی و اس - ۴
۷۲	بعنوان جزئی اصلی.....
۷۴	جدول(۱۲-۳)مقایسه خواص فیزیکی بلندهای ۵درصد و ۱۰ درصد پلی ایزوبوتن: اس- ۴ با اس-۶ و اس- ۸.....
	جدول (۱۳-۳) اطلاعات مربوط به فرمولاسیون روغن هیدرولیک ۵:۹۵ و مقایسه خواص روانکاری آن با
۷۵	شل تلوس تی ۳۲ از شرکت شل.....

فصل ۱

مقدمه و مروری بر تحقیقات انجام شده

۱-۱ کلیات

امروزه در کشورهای مختلف از جمله آلمان کشت دانه های روغنی برای مصارف روانکاری مورد توجه ویژه ای قرار گرفته است. دلیل این امر صرفاً اقتصادی و اکولوژیکی است، زیرا روغن های گیاهی می توانند در بسیاری از روانکارها جایگزین روغن معدنی شوند. و در مقایسه با روغن های معدنی خواص تریبولوژیکی (ضریب اصطکاک پایین، خاصیت بهینه و جلوگیری از سایش) خیلی خوبی از خود نشان می دهند. محدوده استفاده از این ترکیبات، به دلیل پایداری کم آنها در برابر اکسیدشدن حرارتی، فشار هیدرولیکی و خواص نامطلوب آنها، در سرمای زیاد نسبتاً محدود است. این محدودیت ها را می توان به تدریج به کمک مواد افزودنی، تغییر ژنتیکی گونه های جدید گیاهان و یا تغییر در ساختار شیمیایی کاهش داد. با انواع جدید روغن های آفتابگردان با میزان اولئیک بیش از نود درصد به نظر می رسد که ترکیب بندی روغن ها برای سطوح کیفیت بالاتر امکان پذیر باشد [۱]. با تغییر در ساختار روغن های گیاهی می توان خواص آن از جمله گرانروی، پایداری اکسیداسیون و... را بهبود بخشید. از جمله این واکنش ها، استری کردن باندهای دوگانه، اپوکسید کردن، آسیله کردن، هیدروژناسیون، حلقوی شدن و... می باشد. در قسمت اول این فصل به توضیحاتی در مورد ترکیبات روغن، آشنایی با روغن آفتابگردان، روغن های پایه و انواع آن و مفاهیم روانکاری و... می پردازیم.

۱-۲ تاریخچه روانکاری

تریبولوژی^۱ شاخه ای از علم و تکنولوژی است که به بررسی سطوح لغزنده بر روی یکدیگر می پردازد و شامل مطالعه و کاربرد اصول اصطکاک، روانکاری و سایش می باشد. لغت تریبولوژی بر گرفته از لغت " تریبو " به

1. Tribology

معنای سایش و " لوگوس " به معنای اصول می باشد. این واژه در سال ۱۹۶۸ میلادی توسط جاست^۱ در مجله نیو ساینس^۲ معرفی گردید. با این حال شواهد زیادی وجود دارد که بشر برای قرن های متمادی اصول تریبو لوژی را در موارد عملی بکار گرفته است [۲]. تا قبل از سال ۱۸۵۶ روغن مورد نیاز برای روانکاری چرخ های ارابه ها و از منابع روغن حیوانی مثل روغن نهنگ، گاو، خوک و غیره و همچنین روغن های گیاهی بدست می آمد ولی به دلیل این که مقاومت آنها پایین بود و سریعاً تجزیه و فاسد می شدند موارد استفاده شان محدود بود. هر چه کارها سنگین تر شد صنعت نیاز بیشتری به مواد جدید تر پیدا می کرد تا قادر باشند اصطکاک بین سطوح متحرک را کاهش دهند، ولی پس از استخراج نفت و پیشرفت سریع صنعت نفت در سال ۱۸۸۳ و بهبود فرایندهای تقطیر و تصفیه نفت خام روغن های نفتی تولید شده جایگزین روغن های چرب شد، و استفاده از روغن های صنعتی در روانکاری میسر گردید، و روانکارهای نفتی خیلی سریع برتری خود را نسبت به انواع دیگر روانکارها ثابت نمودند. در نتیجه استفاده از روغن های حیوانی، نباتی، ماهی و غیره برای روانکاری به تدریج منسوخ شد. همگام با پیشرفت صنایع نیاز به روانکارهای با کیفیت بالاتر بیشتر شد. در ابتدا سعی گردید با تصفیه بهتر روغن و افزودن مواد افزودنی جدیدتر و با کیفیت تر، روغن مناسب با طول عمر بیشتر تولید شود. ولی باز با افزایش نیازهای زندگی و پیشرفت علم و تکنولوژی و دست یابی بشر به تکنولوژی های جدید و تسخیر فضا و کرات دیگر نیاز به تولید روغن های متعدد نمایان گردید، که با تهیه و ساخت روغن های مصنوعی که از طریق فعل و انفعالات شیمیایی پیچیده به دست می آیند روغن هایی ساخته شده که قادر به تحمل بازه وسیعی از فشارها و درجه حرارت ها برای کاربرد های خاص خود باشند [۳].

۳-۱ تعاریف اولیه روانکاری

یک روانکاری را مناسب می گوئیم وقتی موارد زیر در آن رعایت شود:

۱- استفاده از روانکار مناسب.

۲- استفاده صحیح و بکار بردن مقدار مناسب روانکار.

۳- چک کردن و کنترل کردن در بازه های زمانی تعیین شده.

اگر از روانکار نامناسب استفاده شود و یا به صورت غیر صحیح از روانکار استفاده گردد، نتایج اغلب، بسیار نامطلوب تر از زمانی است که شما هیچ گونه روانکاری انجام نداده باشید. هیچ نوع روانکار جادویی وجود ندارد که تمامی نیازهای روانکاری را پوشش دهد و باعث صرفه جویی های غیر معمول نظیر افزایش عمر روانکارها و یا کاهش ضررهای ناشی از اصطکاک گردد. مانند همه محصولات دیگر، افرادی که در کار فروش روانکار هستند ادعاهایی در مورد قابلیت های محصول خود مطرح می کنند که تا کنون توسط تست ها و آزمایش های فنی تأیید نشده است [۴].

۱-۳-۱ روانکاری یعنی چه؟

روانکاری به عنوان علم تسهیل حرکت نسبی سطوح در تماس با یکدیگر تعریف شده است. روانکاری یعنی کاهش اصطکاک بین دو سطح با استفاده از یک ماده روانکار [۴].

۱-۳-۲ روانکار چیست؟

ماده ای جامد، نیمه جامد، مایع و یا گاز است که برای کاهش اصطکاک بین دو سطح در بین آنها قرار می گیرد و مهمترین مثال آن روغن های روانکار است [۴].

۱-۴-۱ ویژگی های مهم روانکارها

یک روانکار خوب باید دارای ویژگی های زیر باشد:

- ۱) دارای گرانیوی مناسب و ضریب اصطکاک بسیار کم باشد.
- ۲) در مقابل حرارت مقاوم باشد و اکسیده نشود.
- ۳) خاصیت پاک کنندگی مناسب داشته باشد و پس از کار مداوم، تحت تاثیر حرارت زیاد، مواد لجنی و رسوبات در لابه لای قطعات تشکیل ندهد.
- ۴) دارای شاخص گرانیوی بالا باشد.
- ۵) با ایجاد لایه نازکی از روغن بر روی سطوح متحرکی که با یکدیگر در تماس هستند، از ساییدگی و فرسودگی آنها جلوگیری نماید.
- ۶) در حین عملیات ایجاد کف ننماید.
- ۷) زنگ زدگی و خوردگی بر روی قطعات فلزی ایجاد نکند.
- ۸) با قطعات لاستیکی و پلاستیکی سازگاری کامل داشته باشد [۲].

۱-۴-۱-۱ گرانیوی^۱

مقاومتی که یک روغن نسبت به جاری شدن به علت اصطکاک داخلی مولکول های آن از خود نشان می دهد، گرانیوی نامیده می شود. گرانیوی روغن با تغییر دمای روغن، تغییر می کند و هرچه روغن گرمتر شود، گرانیوی آن کمتر می گردد. از این رو همواره باید گرانیوی روغن همراه با دمایی که گرانیوی در آن اندازه گیری شده، قید گردد. گرانیوی روغن معمولاً در دماهای چهل و صد درجه سلسیوس اندازه گیری می شود. از بین تمامی خواص روانکارهای مایع، گرانیوی مهم ترین آنهاست زیرا تعیین کننده مقدار اصطکاکی است که بین سطوح لغزنده ظاهر می گردد، فیلم روغن به اندازه کافی ضخیم می تواند دراجتناب از سایش به جهت تماس فلز به فلز تعیین کننده باشد. گرانیوی معمولاً با ویسکومتر^۲ اندازه گیری می شود که تعیین کننده سرعت جریان روانکار تحت شرایط استاندارد می باشد. هرچه سرعت جریان بالاتر باشد گرانیوی پایین تر است. این سرعت با عبارت سانتی پواز بیان می گردد. در بیشتر مایعات، گرانیوی با بالا رفتن دما به شکل

1. Viscosity
2. Viscometer

محسوسی کاهش می یابد. از آنجایی که تغییرات اندک گرانشی با نوساناتی در دما جهت حداقل نمودن تغییرات در اصطکاک منظور است، سیالات اغلب توسط عبارت شاخص گرانشی ارزیابی می شوند. هرچه شاخص گرانشی بالاتر باشد تغییرات در گرانشی به سبب دمایی کمتر خواهد بود [۵].

۱-۴-۲ چگونگی اندازه گیری و گزارش گرانشی روغن

به عقیده انجمن مهندسين روانكار، گرانشی یک خاصیت بسیار مهم روغن می باشد. به خاطر اهمیت آن در روانکاری و ظاهر روغن، یکی از اولین پارامترهایی است که توسط آزمایشگاه های روغن اندازه گیری می شود. اما وقتی در مورد گرانشی صحبت می شود منظور واقعی چیست؟

گرانشی روغن های روانکار نوعاً توسط دو روش اندازه گیری و گزارش می شود، یا بر اساس گرانشی سینماتیک و یا بر اساس گرانشی مطلق (دینامیک). هرچند ممکن است توضیحات مربوط به این دو عبارت یکسان باشد اما اختلاف مهمی بین این دو وجود دارد. گرانشی سینماتیک روغن به عنوان مقاومت روغن در برابر جاری شدن و افتادن در اثر نیروی جاذبه می باشد. به عنوان مثال یک بشر را با روغن توربین و بشر دیگری را با روغن دنده غلیظ پر کنید. اگر هر دو بشر را کج کنیم کدام یک از روغن ها سریعتر از بشر خواهد ریخت؟ روغن توربین به خاطر سرعت جریان نسبی که توسط گرانشی سینماتیک روغن تعیین می شود سریعتر خواهد ریخت [۲].

اجازه دهید گرانشی مطلق را بررسی کنیم. برای اندازه گیری گرانشی مطلق، دو میله آهنی را در هر دو بشر وارد کنید. توسط میله روغن را بهم بزنید و در سرعت یکسان میزان نیروی لازم برای چرخش میله آهنی را اندازه گیری کنید. نیروی لازم برای بهم زدن روغن دنده در مقایسه با روغن توربین بیشتری باشد. بر اساس این مشاهده، چنین بیان می شود که بالاتر بودن نیروی لازم برای بهم زدن روغن دنده بدلیل غلظت و گرانشی زیاد آن نسبت به روغن توربین می باشد [۲].

در سیالات نیوتنی، گرانشی سینماتیک و مطلق با وزن مخصوص روغن مرتبط می باشند. برای سایر روغن ها از قبیل روغن های شامل بسپارهای بهبود دهنده شاخص گرانشی یا سیالات آلوده شده یا تجزیه شده، رابطه بین گرانشی و وزن مخصوص صادق نبوده و در صورت عدم آگاهی از اختلاف بین دو نوع گرانشی احتمال خطا بیشتر خواهد بود [۲].

روش های متداول برای اندازه گیری گرانشی سینماتیک در آزمایشگاه از ویسکومتر لوله موئین بهره می برد شکل (۱-۱). در این روش، نمونه روغن در داخل لوله موئین U شکل شیشه ای قرار می گیرد و نمونه توسط یک دستگاه مکش از داخل لوله حرکت می کند تا اینکه به نقطه شروع که بر روی لوله مشخص شده است برسد. عمل مکش متوقف شده و اجازه داده می شود تا نمونه در خلاف جهت مکش تحت تاثیر نیروی جاذبه حرکت کند. منطقه باریک لوله موئین سرعت جریان روغن را کنترل می کند. روغن های با درجات گرانشی بالا نسبت به روغن های با گرانشی پایین زمان طولانی تری را سپری می کنند. دستورالعمل های استاندارد انجام این روش ASTM D-445 و ایزو ۳۱۰۴ می باشند [۲].



شکل (۱-۱) ویسکومتر لوله موئین

به خاطر اینکه سرعت جریان در داخل لوله موئین بوسیله مقاومت روغن در برابر جاری شدن تحت تاثیر نیروی جاذبه تعیین می گردد این تست در حقیقت گرانروی سینماتیک روغن را اندازه گیری می کند. گرانروی نوعا بر حسب سانتی استوک برابر با مجذور میلی متر بر ثانیه در واحد اس آی^۱، گزارش می شود و از مدت زمان جریان روغن از نقطه شروع تا نقطه پایان و استفاده از ثابت کالیبراسیون روغن محاسبه می شود. در اغلب آزمایشگاه های روغن، روش ویسکومتر لوله موئین توضیح داده شده در ASTM D-445 به ویسکومترهای اتوماتیک تجاری تبدیل شده اند. که این ویسکومترها دارای تکرار پذیری و دقت بالایی نسبت به ویسکومتر های قبل از خود می باشند [۲].

گرانروی روغن بدون تعریف دمای مشخص بی معنی خواهد بود و عموما گرانروی در یکی از دماهای ۴۰ درجه و ۱۰۰ درجه سلسیوس گزارش می شود. گرانروی سینماتیک برای اغلب روغن های صنعتی با توجه به طبقه بندی آنها بر اساس گرانروی در استاندارد ایزو ۳۴۴۸ در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و در اغلب روغن های موتور با توجه به طبقه بندی روغن های موتور بر اساس گرانروی در اس آی ای جی ۳۰۰ در دمای ۱۰۰ درجه مد نظر می باشد بعلاوه دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس تداخل در اندازه گیری آلایندها در روغن موتور را کاهش می دهد [۲].

یک روش کمتر متداول برای اندازه گیری گرانروی استفاده از ویسکومتر با میله چرخنده می باشد شکل (۱-۲). در این روش روغن در یک ظرف شیشه ای که در یک محفظه با دمای مشخص قرار گرفته ریخته می شود. میله چرخنده در داخل روغن با سرعت ثابت شروع به چرخیدن می کند و نیروی مورد نیاز برای چرخیدن میله اندازه گیری می شود. بر اساس مقاومت در برابر چرخش ناشی از فشار برشی روغن، گرانروی مطلق روغن قابل اندازه گیری است. گرانروی مطلق بر حسب سانتی پواز گزارش می شود. این روش عموماً به روش بروکفیلد^۳ معروف است و در استاندارد ASTM D-2983 بررسی می شود [۲].

1. SI
2. SAE j 300
3. Brookfield



شکل (۲-۱) ویسکومتر با میله چرخنده

گرانروی مطلق و ویسکومتر بروکفیلد، هرچند کمتر از گرانروی سینماتیک، در فرمولاسیون روغن موتور استفاده می شوند. برای مثال علامت دبلو که برای بیان مناسب بودن روغن ها برای استفاده در دماهای سردتر می باشند، براساس گرانروی بروکفیلد در دماهای مختلف می باشد [۲].

۳-۴-۱ نقطه ریزش^۱

پائین ترین دمایی که روغن در آن دما هنوز می تواند جاری شود را نقطه ریزش نامند. نقطه ریزش یا دمایی که در آن دما روانکار از جاری شدن متوقف می شود. این نقطه در ارزیابی خواص سیال در دمای پایین فاکتور مهمی تلقی می شود. بدین لحاظ فاکتور تعیین کننده ای در انتخاب یک روانکار بین یک گروه با خواص یکسان به شمار می آید [۱].

۴-۴-۱ نقطه اشتعال^۲

نقطه اشتعال، پائین ترین دمایی است که در آن، روغن به اندازه کافی به بخار تبدیل می شود و با هوا یک مخلوط قابل اشتعال می سازد، به طوری که با نزدیک کردن شعله آتش، روغن در یک لحظه مشتعل و سپس خاموش گردد. این آزمون برای اندازه گیری میزان آتش گیری و فرآر بودن روغن صورت می گیرد [۱].

۵-۴-۱ نقطه احتراق^۳

نقطه احتراق یا دمایی که در آن دما، یک روانکار به اندازه ای بخار تولید کند که در اثر شعله آزمایش مشتعل گشته و این اشتعال تا مدتی ادامه داشته باشد. نقطه احتراق معمولا بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سلسیوس بالاتر از نقطه اشتعال است [۲].

-
1. Pour Point
 2. Flash Point
 3. Fire Point

۱-۴-۶ چربی، نرمی^۱

چربی معمولاً اشاره ضمنی به توانایی نسبی فعالیت تحت شرایط روانکاری مرزی دارد. این عبارت بازگوکننده تمایل روانکار به مرطوب کردن و چسبیدن به یک سطح است. هیچگونه آزمایش قراردادی برای اندازه گیری چربی وجود ندارد. تعیین این فاکتور بطور عمده به روش قضاوت و تجربه استوار است. مطلوب ترین روانکار برای یک کاربرد مخصوص الزاماً لازم نیست که چرب ترین باشد. برای مثال، گریس های با الیاف فیبر بلند که چربی کمی در مقایسه با روغن های ماشین آلات دارند معمولاً برای بسته بندی رولبرینگ ها در ارجحیت هستند [۱].

۱-۴-۷ عدد خنثی سازی^۲

عدد خنثی سازی معیاری از محتوای قلیایی یا اسیدی بودن روغن های تازه بوده و شاخصی از سطح تنزل اکسیداسیون روغن های مصرف شده به شمار می آید. این عدد بطریقه تیتراسیون، روش شیمیایی تحلیلی استاندارد، تعیین شده و مشخص کننده مقدار میلی گرم هیدروکسید پتاسیم مورد نیاز جهت خنثی سازی یک گرم روانکار می باشد [۱].

۱-۴-۸ عدد نفوذپذیری^۳

عدد نفوذپذیری در مورد گریس ها بکار رفته و میزانی از مشخصه های فیلم گریس می باشد. آزمایش مربوطه عبارت است از سقوط یک مخروط استاندارد به داخل نمونه ای از گریس که تحت آزمایش واقع است. درجه بندی اشاره به عمق نفوذ دارد. عدد بیشتر نشانگر سیالیت بیشتر گریس خواهد بود [۲].

۱-۴-۹ نقطه آنیلین^۴

معیار و مقیاسی است برای نمایش قابلیت حلالیت یک محصول نفتی [۷].

۱-۴-۱۰ شاخص گرانروی^۵

یک خاصیت مهم دیگر روغن ها شاخص گرانروی آنها می باشد. این شاخص یک عدد و بدون واحد بوده و وابستگی گرانروی سینماتیک به دما را نشان می دهد. شاخص گرانروی از مقایسه گرانروی سینماتیک روغن مورد آزمایش در دمای ۴۰ درجه سیلسیوس با گرانروی دو روغن مرجع که یکی دارای شاخص برابر با صفر و دیگری دارای شاخص برابر با صد و دارای گرانروی یکسان با روغن مورد آزمایش در دمای ۱۰۰ درجه سیلسیوس می باشند. جداول مورد نیاز برای محاسبه شاخص گرانروی از گرانروی محاسبه شده در دمای ۴۰ درجه سیلسیوس و ۱۰۰ درجه سیلسیوس در استاندارد ASTM D-2270 ذکر شده است چنانچه روغن

1. Fatness, Softness
2. Neutralization Number
3. Penetration Number
4. Aniline Point
5. Viscosity Index

تغییرات گرانروی کمتری با دما داشته باشد در مقایسه با روغنی که این تغییرات بیشتر است شاخص گرانروی بالایی را خواهد داشت.

در اغلب روغن های صنعتی پارافینیکی تصفیه شده با حلال، عموماً شاخص گرانروی در محدوده ۹۰ تا ۱۰۵ قرار دارد. حال آنکه اغلب روغن های تصفیه شده با کیفیت بالا، روغن های سینتتیک و روغن هایی که شاخص گرانروی آنها بهبود یافته است این شاخص بیشتر از ۱۰۰ خواهد بود. در حقیقت روغن های سینتتیک از نوع پلی آلفا الفین ها دارای شاخص از ۱۳۰ تا ۱۵۰ می باشند [۵].

۱-۵ روغن پایه^۱

روغنی که به عنوان یک پایه برای روانکار به حساب می آید و پس از اضافه کردن مواد افزودنی به آن، روانکار نهایی به دست می آید روغن پایه نامیده می شود. روغن پایه ها از لحاظ حجمی مهمترین جزء تشکیل دهنده روانکارها می باشند و از لحاظ وزنی به طور متوسط بیش از نود و پنج درصد ساختار یک روانکار را تشکیل می دهند. در برخی از روانکارها (روغن های کمپرسور و هیدرولیک) نود و نه درصد روغن را روغن پایه و یک درصد آن را مواد افزودنی تشکیل می دهند. از طرفی، برخی دیگر از روانکارها مانند سیالات فلزکاری، گریس ها یا روغن دنده های صنعتی شامل حدوداً سی درصد مواد افزودنی هستند [۷].

روغن پایه را می توان از منابع نفتی یا غیر نفتی به دست آورد. بیشتر روغن پایه مصرفی در جهان امروزه از پالایش نفت خام به دست می آید. از آنجا که بخش عمده ای از روغن پایه های مورد استفاده در تولید روانکارها از منابع نفتی به دست می آید، صنعت روغن پایه به عنوان قسمتی از صنایع نفت به شمار می رود. ویژگی های روغن های پایه به دست آمده از نفت وابسته به نوع نفت خام و عملیات پالایش است. روغن های پایه نفتی اجزاء شیمیایی خود را چه مطلوب و چه نامطلوب از نفت خامی که از آن طی فرایند پالایش به دست آمده اند، به ارث می برند. از آنجا که نفت خام حاوی ترکیبات مختلفی از قبیل هیدروکربن های پارافینیک، نفتنیک و آروماتیک و همچنین ترکیبات گوگرددار می باشد، روغن پایه ها نیز متشکل از این ترکیبات هستند [۷].

روغن پایه که بخش عمده ی روغن موتور را تشکیل می دهد روانکاری قسمت های متحرک را انجام می دهد تا اصطکاک کاهش یابد. ولی از آنجایی که روغن پایه به تنهایی برای حفاظت موتور کافی نمی باشد، بنابراین از مواد دیگری به منظور جلوگیری از خراب شدن روغن پایه تحت شرایط دمایی موتور و هم چنین حفاظت بیشتر موتور استفاده می نمایند. انواع روغن های پایه که در تولید روغن های مختلف استفاده می گردند عبارتند از :

۱-۵-۱ روغن پایه گروه یک

نوع رایج و متداول روغن پایه است که در تولید انواع روانکارهای موتوری، صنعتی و گریس بکار برده می شود. در این نوع روغن پایه میزان گوگرد بیشتر از سه درصد بوده و هیدروکربن های اشباع شده آنها کمتر از نود درصد می باشد و شاخص گرانروی آنها بین ۱۲۰-۸۰ است. مواد آروماتیک از جمله ترکیبات دیگری است که در این نوع روغن پایه ها یافت می شود. به دلیل تاثیر منفی مواد آروماتیک در عملکرد روانکارها و کاهش شاخص گرانروی این ترکیبات عموماً بوسیله عملیات تولید روغن پایه، از برش نفتی جدا می شود. در جهان بیش از ۱۲۰ واحد تولیدی سالانه حدود ۴۰ میلیون متر مکعب (حدود ۶۵ درصد کل تولید روغن های پایه) جهان را تولید می کنند. شرکت هایی مانند شل^۱ و موبیل^۲ علاوه بر تامین نیازشان، بخشی از تولیدات خود را در بازار عرضه می نمایند. در نقاط مختلف دنیا شرکت های بزرگ دیگری از جمله سینوپک^۳ چین، عربستان سعودی، آمریکای لاتین از تولیدکننده گان روغن پایه هستند [۸].

۱-۵-۲ روغن پایه گروه دو

تعداد تولیدکنندگان این نوع روغن پایه، بسیار محدود است و غالب تولیدکنندگان آنها شرکت هایی مانند شورون^۴ آمریکا می باشند. در سنگاپور، ژاپن و کره جنوبی نیز شرکت هایی این نوع روغن پایه را تولید می کنند. میزان درصد گوگرد موجود در روغن پایه گروه دو کمتر از دو درصد و مواد هیدروکربنی اشباع شده آنها بیشتر از نود درصد و شاخص گرانروی آنها در حدود ۱۲۰-۸۰ می باشد. روغن پایه گروه دو به واسطه نزدیک بودن مشخصات، به عنوان جایگزین روغن های پایه گروه یک تلقی می شوند [۸].

۱-۵-۳ روغن پایه گروه سه

با توجه به مشخصه هایی از جمله شاخص گرانروی بالاتر از ۱۲۰ و میزان فراریت پایین آنها، اصولاً در تولید روغن های موتوری بنزینی کاربرد وسیعی دارند. همانند گروه دو تولیدکنندگان این نوع روغن ها در دنیا محدود بوده و چند شرکت بزرگ از جمله یوباس^۵ کره جنوبی، شل، پترو^۶ کانادا و نست^۷ کشور فنلاند و چند شرکت آمریکایی این روغن ها را تولید می کنند به نحوی که میزان تولید آنها شش درصد کل تولیدات روغن پایه را در بر می گیرد [۹].

-
1. Shell
 2. Mobile
 3. Synopec
 4. Chevron
 5. Ubas
 6. Petro Canada
 7. Nest