

### فهرست مطالب

- ۲..... چالش‌های نوین در عرصه‌های کمپرسور هوا.....
- ۸..... روش‌های تولید روغن‌های پایه مرغوب.....
- ۱۲..... روغن‌های ترانسفورمر.....
- ۱۸..... سوخت دیزلی تجزیه پذیر.....
- ۲۲..... سیالات هیدرولیک قابل قبول از نظر زیست محیطی.....
- ۲۸..... پرسش و پاسخ.....
- ۲۹..... مقایسه سوخت گاز طبیعی فشرده با بنزین.....
- ۳۱..... مقایسه روش‌های مختلف آزمون روغن و ...

### چند یادآوری

- ۱ - کلیه پژوهشگران و کارشناسان، می‌توانند در حیطه‌های علمی مربوط به نشریه، با پیام بهران همکاری نمایند.
- ۲ - مطالب ارسالی باید بر یک روی کاغذ در قطع A4 نگاشته و در صورت امکان تایپ شده باشند.
- ۳ - مأخذ و منابع اصلی در تالیف، تدوین و ترجمه مطالب مشخص و در پایان مقاله معرفی گردند (ذکر سایر مراجع مربوط به موضوع، بر غنای مطالب خواهد افزود).
- ۴ - لازم است یک نسخه از اصل مطالب ترجمه شده به پیوست ارسال گردد.
- ۵ - پیام بهران، در انتخاب، ویرایش، اصلاح و خلاصه کردن مطالب فرستاده شده، آزاد است.
- ۶ - استفاده از داده‌های مندرج در این نشریه با ذکر مأخذ، مجاز است.
- ۷ - مطالب فرستاده شده بازگردانده نمی‌شوند.

### به نام خدا



دو ماهنامه پیام بهران

صاحب امتیاز:

شرکت نفت بهران (سهامی عام)

زیرنظر: سید جلال‌الدین سیدی

مدیر داخلی: حمیدرضا طبایی

شورای نویسندگان:

حجت ا. امانی دولت سرا - حمیدرضا طبایی

محمدرضا کیانی - حمیدرضا فراهانی

رامین معزی

محمدعلی آقازاده الستی

دبیر شورای نویسندگان: ثریا حداد

همکاران این شماره:

ناهید درودی - مهدی رازی فر - پرستوخورسند

هرمز گیل یانه - آمیتیس آسیایی

مهرداد معینی شاد - وحید صفوی نژاد

حروف چینی: منیژه وحدتی

نشانی: تهران - خیابان شریعتی

خیابان شهید وحیدی دستگردی (ظفر)، شماره ۴۷

صندوق پستی: ۱۶۳۳ - ۱۵۸۱۵

www.behranoil.com

پیام نگار (پست الکترونیکی):

E-mail: info@behranoil.com

تلفن تماس: ۳۰ - ۲۲۶۴۱۲۴

طرح روی جلد:

کمپرسور

# روش‌های تولید روغن‌های پایه مرغوب

## (بخش اول)

مهدی رازی فر  
کارشناس مهندسی و طرح‌ها - شرکت نفت بهران

### پیشگفتار

موتورهای جدید، برای کارایی بهتر خودرو، با تولید کمترین میزان آلاینده‌ها و با کاهش اتلاف در مصرف سوخت، به روغن‌هایی با کارایی بسیار بالا نیاز دارند. تولیدکنندگان روغن برای نیل به این منظور از روغن‌های گروه II و III با میزان شاخص گرانروی (VI) بالا، میزان ترکیبات اشباع بسیار بالا و گوگرد بسیار پایین استفاده می‌کنند. طبق تقسیم بندی API، روغن‌های پایه بر اساس مشخصات فیزیکی در ۴ گروه مطابق جدول (۱) طبقه بندی می‌شوند. در این جدول مشخصات فیزیکی و شیمیایی روغن‌های طبقه بندی شده API به همراه ترکیبات، فرآیندهای تولید و فن‌آوری شرکت Exxon Mobil برای این فرآیندها دسته بندی شده است.

می‌یابد. به غیر از روغن‌های گروه I که از روش استخراج با حلال به دست می‌آیند، سایر روغن‌های طبقه بندی شده از روش‌های کاملاً کاتالیستی یا تلفیقی از روش‌های استخراج با حلال و روش‌های کاتالیستی، حاصل می‌شوند.

امروزه تقریباً نصف بازار روغن‌های پایه پارافینی در آمریکای شمالی را روغن‌های پایه گروه II تشکیل می‌دهند. بسیاری از کارخانجات تولید روغن گروه I به واحد‌های تولیدی روغن‌های پایه گروه II تبدیل شده‌اند و گستردگی جهانی این تحولات بیش از ۵ سال طول نخواهد کشید. بازار جهانی مربوط به روغن‌های پایه گروه‌های II و III از حدود ۱۱ درصد در سال ۱۹۹۵ به حدود ۲۳ درصد تا ۲۰۰۲ رشد یافته است. بر اساس برنامه ریزی‌ها پیش‌بینی می‌شود که این رشد تا سال ۲۰۰۶ به ۳۲ درصد برسد که این امر رشد شایانی برای صنایع پالایشی در یک دوره ۱۱ ساله است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش شماره گروه استاندارد روغن، شاخص گرانروی روغن هم افزایش

جدول (۱): طبقه بندی روغن‌های پایه بر اساس مشخصات فیزیکی و شیمیایی

گروه IV	گروه III	گروه II	گروه I	طبقه بندی API
- - -	>120 >=%90(wt) <=%0.03	80<VI<120 >=%90 (wt) <=%0.03	80<VI<120 <%90 (wt) >%0.03	شاخص گرانروی ترکیبات اشباع مقدار گوگرد
	روش کاتالیستی	۱- روش Hybrid ۲- روش کاتالیستی	استخراج با حلال	روش‌های فرآیندی معمول
پلی آلفا الفین‌ها (PAO)	ایزو پارافین‌ها	نفتنیک‌ها - ایزو پارافین‌ها - نرمال پارافین‌ها	آروماتیک‌ها - نفتنیک‌ها - ترکیبات قطبی - ایزو پارافین‌ها - نرمال پارافین‌ها	ترکیبات اولیه
	LHDC/MSDW™ Wax Isomerization MAXSAT	Hybrid Technology RHC™ HDT™ All Catalytic Technology: LHDC MLDW™ MSDW™ MAXSAT™	EXOL N™ DILCHILL™ MAX-DEWAX™ Lube HYDROFINING™	فن‌آوری شرکت Exxon Mobil

هایدروکراکینگ / هایدروتريتینگ بسته به نوع نفت خام ۱۰ تا ۴۰ درصد بیشتر از فرآیندهای قدیمی استخراج با حلال است.

اخیراً تحقیقاتی درباره استفاده از فن‌آوری‌های پیشرفته هایدروتريتینگ در واحدهای استخراج با حلال به منظور بهبود خواص روغن موتور انجام شده است که به فرآیندهای هیبریدی (Hybrid) معروف هستند.

در فرآیند هیبرید با توجه به نوع خوراک اولیه یا بنا به نیاز می‌توان از هر یک از واحدها به تنهایی استفاده نمود به گونه‌ای که، برای برش‌های سبک‌فک- از واحد استخراج با حلال، بدون نیاز به مرحله کاتالیستی این فرآیند استفاده کرد. برای خوراک DAO<sup>۱</sup> حاصل از واحد آسفالت زدایی نیز می‌توان فک- از واحد تبدیل کاتالیستی و بدون مرحله استخراج با حلال استفاده کرد. در حالی که خوراک DAO از نظر ترکیبات آروماتیکی و مواد نیتروژنی غنی باشد، می‌توان از دو مرحله فرآیند هیبرید استفاده نمود.

در این فرآیند قسمتی از اکسترکت جذب واحد تبدیل کاتالیستی می‌شود و به ترکیبات روغنی تبدیل می‌گردد. مزایای این فرآیند عبارتند از:

- شاخص گرانیوی بالا
- رنگ شفاف

- مقادیر کربن باقیمانده کمتر نسبت به واحد استخراج با حلال

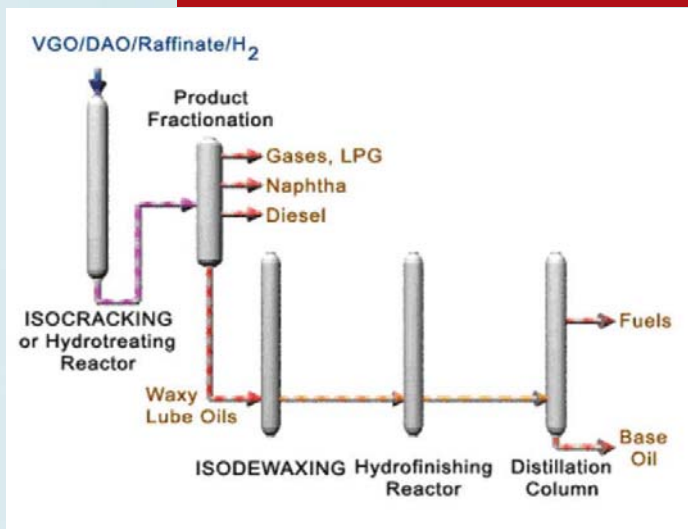
فرآیند هیبرید ظرفیت تولید روغن را که می‌تواند از واحد استخراج با حلال بدست آید، به میزان ۳۰ تا ۶۰ درصد افزایش می‌دهد که با توجه به نوع خوراک و کیفیت روغن پایه در این محدوده متغیر است. در ضمن بازده محصولات جانبی حدود ۵ الی ۳۰ درصد خوراک اصلی و میزان تقریبی آنها حدود ۱۵ درصد گاز، ۲۵ درصد بنزین و نفت سفید و ۶۰ درصد نفت گاز است.

۱- فرآیندهای تولید روغن‌های پایه گروه II و III (روغن‌های پایه مرغوب)

در نمودار (۱) به صورت کلی یک فرآیند کامل کاتالیستی برای تولید روغن‌های پایه با کیفیت بالا اشاره شده است. در بخش‌های بعدی به شرح قسمت‌های مختلف این فرآیند پرداخته خواهد شد.

۱-۱: فرآیند هایدروکراکینگ  
این فرآیند جایگزین فرآیند استخراج با حلال است. در این روش از طریق هیدروژن‌دار کردن ترکیبات پلی آروماتیکی روغن به ترکیبات حلقوی پلی نفتنی و شکستن حلقه‌های پلی نفتنی به نرمال پارافین‌ها و

نمودار (۱): فرآیند تمام کاتالیستی تولید روغن پایه مرغوب



ایزومریزاسیون نرمال پارافین‌ها در دما و فشار بالا صورت گرفته و شاخص گرانیوی روغن افزایش می‌یابد. برحسب نوع نفت خام، شاخص گرانیوی خوراک اولیه می‌تواند به ۱۰۰ تا ۱۲۵ (و حتی تا ۱۳۰ نیز) ارتقاء یابد. در این فرآیند بخش عمده گوگرد و نیتروژن و آروماتیک‌ها حذف می‌شوند. تجهیزات کلیدی این فرآیند باید برای فشار تقریباً برابر با ۲۰۰ بار و تا دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد طراحی شوند و میزان زیادی هیدروژن نیز مورد نیاز است. میزان بازدهی مجموعه‌های تولید روغن به روش

۱-De Asphalted Oil  
۲-Conradson carbon residual

روش اندازه واحد آروماتیک زدایی کوچکتر می شود و میزان محصول روغن بیشتر می گردد . در روش Hystart مواد خالص مومدار در یک دستگاه گوگردزدایی و نیتروژن زدایی (Hydrotreater) قبل از مرحله پالایش با حلال در شرایطی ملایم (دمای ۳۴۰ تا ۳۷۰ درجه سانتیگراد و فشار جزئی هیدروژن بین ۵۰ و ۷۰ بار) فرآوری می شوند. ترکیبات گوگردار محصول جانبی واحد آروماتیک زدایی (اکسترکت) کاهش می یابد و به نصب واحد تصفیه پایانی برای روغن پایه و یا واحد گوگرد زدایی برای محصول جانبی اکسترکت نیاز نخواهد بود . این فرآیند برای پالایشگاههایی که نفت خام نامرغوب ، حاوی روغنهایی با میزان بازدهی کم را فرآوری می کنند، دارای مزایای ذیل است:

۱. میزان بازدهی روغن تولیدی ۱۰ تا ۱۵ درصد افزایش می یابد
۲. میزان بازدهی در واحد موم گیری ۲ تا ۴ درصد افزایش می یابد.
۳. باعث کاهش جزئی در شدت چرخش حلال در واحدهای پالایش با فورفورال یا NMP<sup>۵</sup> می شود که این امر باعث صرفه جویی در مصرف انرژی می گردد .
۴. محصول میانی اکسترکت تولید شده به صورت قابل توجهی گوگرد زدایی شده است (۶۰ تا ۸۰ درصد گوگرد گیری شده ) که این امر امکان استفاده از این محصول اکسترکت را به عنوان یک برش قابل اختلاط در روغن های سوختی فراهم می نماید .

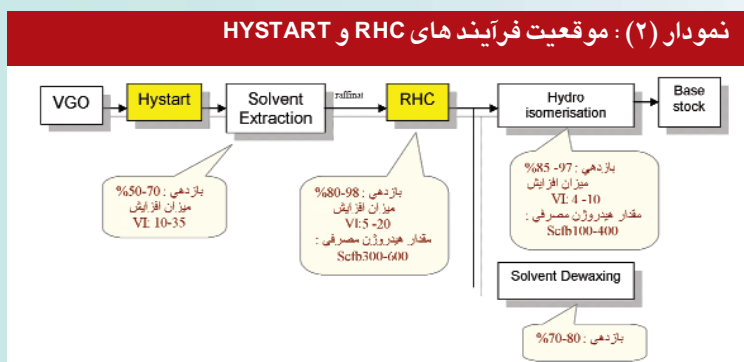
در این فرآیند با استفاده از کاتالیستهای ویژه می توان محصولاتی با شاخص گرانی بالتر از ۱۴۵ تولید نمود . به طوری که ترکیبات مومی از نوع (SLACK WAX) با تبدیل کاتالیستی این فرآیند و ایزومریزاسیون، همراه با دو مرحله تقطیر جزئی و بالا تبدیل می شوند که عمدتاً شامل ترکیبات ایزو پارافینی ، مقادیر جزئی از نفتن ها و حلقه های آروماتیکی به مقدار کمتر از ۰/۳ درصد وزنی هستند . خاصیت اصلی این روغن ها مشابه با روغن های سنتزی پلی آلفا الفین ها است و قابل مخلوط شدن با سایر روغن ها برای بسیاری از کاربرد ها هستند . از این نوع روغن ها برای تولید روغن های چند درجه ای با کیفیت بالا استفاده می شود .

گزینه های مختلفی برای رسیدن به این منظور وجود دارند که عبارتند از:

- الف) فرآیند Hystart که در آن کیفیت خوراک روغن (VGO)<sup>۳</sup> توسط عملیات هیدروژناسیون قبل از مرحله استخراج با حلال بهبود می یابد .
- ب) فرآیند RHC<sup>۴</sup> که بر مبنای عملیات هیدروژناسیون بعد از مرحله استخراج با حلال است و هزینه های سرمایه گذاری را به طرز قابل توجهی کاهش می دهد .

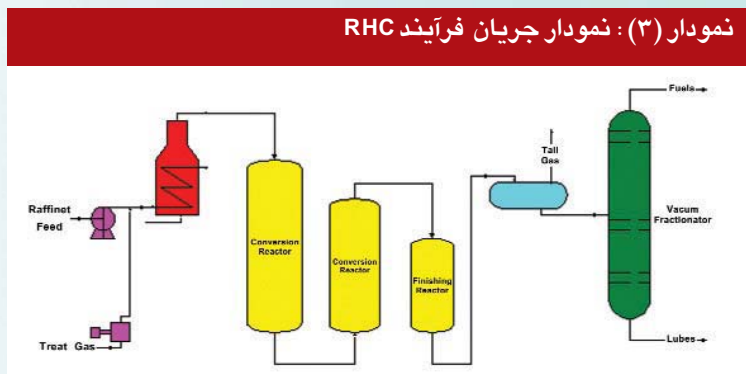
#### ۱-۱-۱ : فرآیند Hystart

تصفیه هیدروژنی خوراک واحد آروماتیک زدایی به روش حلال را فرآیند HYSTART می گویند . در این



۳-Vacum Gas Oil  
۴-Reffinate HydroConversion or Hydro isomerisation  
۵-N-Methyl Pyrrolidone

### نمودار (۳): نمودار جریان فرآیند RHC



خصوصیات روغن تثبیت می شود. محصولات تولید شده سپس برای موم زدایی به واحد موم گیری با حلال فرستاده می شوند. پس از عبور خوراک از واحد RHC میزان ترکیبات اشباع و شاخص گرانشی آن به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

محصولات خروجی از RHC در طبقه بندی گروه دو (API II) قرار می گیرد اما به دلیل بالاتر بودن شاخص گرانشی و پایین تر بودن فراریت محصول بدست آمده، در مقایسه با روغن های گروه II، باعث می شود تا آنتبار روغن های (Group II-plus) گروه دو مثبت نامگذاری کنند.

از مزایای مهم این فرآیند هزینه سرمایه گذاری پایین و امکان ادغام آن با فرآیند موجود، یعنی استخراج با حلال است. از مزایای مهم دیگر آن اینست که در این فرآیند فقه-

برش های انتخاب شده روغن ارتقاء داده می شود. همان طور که در نمودار (۴) نیز نشان داده شده است، واحد RHC فقه- برش های انتخابی از برج تقطیر در خلأ را به صورت مؤثر فرآوری می کند و هر برش انتخابی، محصول روغنی خاصی را تولید می کند.

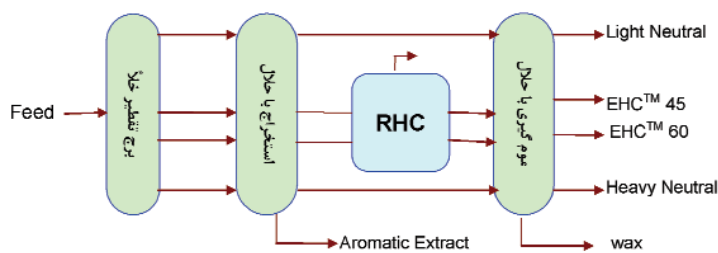
ادامه دارد.....

۶-Hydroconversion



۱-۱-۲: فرآیند RHC  
این فرآیند توسط شرکت اکسون مورد مطالعه قرار گرفت و برای اولین بار در سال ۱۹۹۹ در ایالات متحده آمریکا به اجرا گذاشته شد. موفقیت این طرح به دلیل این است که با هزینه پایین می توان محصول حاصل از ترکیب این فرآیند را با یک واحد پالایش با حلال روغن را به روغن پایه گروه II ارتقاء داد (یعنی تبدیل روغن پایه گروه I به روغن پایه گروه II). جریان فرآیند

### نمودار (۴): نحوه محصول گیری از واحد RHC



معمول و بازدهی ها در نمودار (۲) نشان داده شده است. اطلاعات زیر نشان دهنده عملکرد عمده این واحدها است. تفاوت های مشهود در بازدهی و VI به تفاوت های در منشأ نفت خام بر می گردد.

روند جریان این فرآیند در نمودار (۳) مشهود است. همان طور که ملاحظه می شود پس از ورود خوراک رافینیت به واحد RHC شاخص گرانشی و میزان ترکیبات اشباع در راکتور های تبدیل هیدروژنی ارتقاء می یابد و سپس در راکتور تصفیه با هیدروژن،