

STUDY OF LIQUID SOLVENT DEASPHALTING OF HEAVY RESIDUES

T. Jafari Behbahani, H. Talachi & M. Taymori

Research Institute of Petroleum Industry (RIPI), Tehran, Iran,
jafarit@ripi.ir

Abstract: In the 1970s, regulations in some countries forced users of heavy residue to limit pollutant emissions at industrial sites, also forced producers to upgrade their heavy products for export and domestic use. For this reason Iran as a producer, exporter and consumer has to develop new upgrading processes. The most common processes for upgrading heavy oil are catalytic processes, but existence of heavy metals, asphaltenes, sulfur and nitrogen compounds in heavy oil poses several serious problems in the process. Hence at first, the unwanted materials must be lowered to the acceptable limit in the feed. Of all the techniques conceived and tested to separate asphaltenes from oily feed, only one has been developed industrially, deasphalting by light solvents. In this study, deasphalting of vacuum bottom of Tehran and Arak refineries were evaluated using light alkane solvents such as n-pentane, n-heptane and L.S.R.G. (Light Straight Run Gasoline) and compared with propane deasphalting units in refineries. Results show that pentane and heptane are good solvents for asphaltene separation as well as nickel, vanadium, sulfur and nitrogen compounds but more efficient compared to propane. Finally, according to the qualitative and quantitative specification of produced DAOs using pentane, heptane and L.S.R.G. it was shown that liquid solvents are suitable feed for catalytic units (e.g. FCC) after unifying process.

بررسی استخراج آسفالتین از باقیمانده های سنگین نفتی با استفاده از حلال های مایع

ترانه جعفری بهبهانی، حسین طلاچی و محمد تیموری

چکیده: یکی از فرآیندهایی که جهت حذف آسفالتین از باقیمانده های سنگین نفتی بکار می رود، فرآیند استخراج با حلال های مایع است. در این تحقیق ضمن اشاره به فرآیندهای مختلف بهبود کیفیت، استخراج آسفالتین از باقیمانده های برج تقطیر در خلاء پالایشگاههای اراک و تهران با حلالهای مایع از جمله پنتان، هپتان و حلال L.S.R.G. مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور حلالهای مایع فوق الذکر در فرآیند استخراج آسفالتین در مقیاس آزمایشگاهی به کار گرفته شده است. نتایج بدست آمده با نتایج موجود در پالایشگاهها (حلال پروپان) مقایسه گردیده است. در نهایت با توجه به نتایج کیفی و کمی محصول بدست آمده بهترین حلال مایع به منظور تولید خوراک برای واحدهای F.C.C. و کک سازی پیشنهاد گردیده است. محصولات بدست آمده با استفاده از حلالهای پنتان، هپتان و L.S.R.G. در صورت انجام عملیات پیش تصفیه بر روی آنها خوراک مناسبی جهت واحدهای کاتالیستی خواهند بود.

واژه های کلیدی: آسفالتین زدایی، باقیمانده های سنگین، استخراج با حلال

تاریخ وصول: ۸۱/۱۲/۲۰

تاریخ تصویب: ۸۴/۱۱/۲۵

ترانه جعفری بهبهانی، پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده پالایش نفت، واحد ارزیابی نفت خام، jafarit@ripi.ir

حسین طلاچی، پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده پالایش نفت، واحد ارزیابی نفت خام،

محمد تیموری، پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده پالایش نفت، واحد ارزیابی نفت خام،

۱. مقدمه

در سالهای دهه ۱۹۷۰ آلودگی ناشی از مصرف سوختهای سنگین که منجر به انتشار اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و ذرات معلق می‌شد مورد توجه قرار گرفت و همین امر باعث کاهش تقاضای باقیمانده‌های سنگین نفتی و تلاش برای بهبود کیفیت و تبدیل این فرآورده‌ها به محصولات سبک تر گردید. این امر منجر به ایجاد و توسعه واحدهای تصفیه کاتالیستی در حضور هیدروژن جهت گوگردزدائی و حذف ترکیبات نیتروژنه از باقیمانده‌های سنگین گردید. همچنین بحران نفت در سال ۱۹۷۸ بسیاری از کشورها را به سمت ایجاد منابع جدید انرژی و استفاده بهینه از منابع موجود مثل گاز طبیعی، ذغال سنگ و بخصوص نفت کوره سوق داد که البته چنانچه ذکر شد کیفیت دو سوخت اخیر از نظر زیست محیطی باید قابل قبول باشد.

یکی از فرآیندهایی که جهت بهبود کیفیت باقیمانده های نفتی (مثل ته مانده برج تقطیر در خلاء) بکار می رود فرآیند آسفالتین زدائی با حلالهای پارافینی می‌باشد. محصول این فرآیند خوراک واحدهای روغن سازی و کاتالیستی با حضور هیدروژن یا بدون آن خواهد بود. در حال حاضر ایران نیز با توجه به حجم قابل توجه باقیمانده‌های سنگین پالایشگاهی، بخصوص ته مانده برج تقطیر در خلاء، و لزوم استفاده بهینه از آنها با تبدیل به فرآورده های سبک تر مجبور است فرآیندهای مختلف بهبود کیفیت را مورد استفاده قرار دهد. به همین دلیل در این تحقیق آسفالتین زدائی از باقیمانده برج تقطیر خلاء پالایشگاههای تهران و اراک با استفاده از حلالهای پنتان، هپتان و L.S.R.G. مورد ارزیابی قرار گرفته است.

آسفالتین زدائی با پروپان فرآیندی کاملاً شناخته شده در تولید روغن های روان ساز می باشد که اولین واحد صنعتی آن در سال ۱۹۳۴ ساخته شده است [۱]. در سالهای اخیر بوتان، مخلوط بوتان و پروپان، پنتان و حتی هگزان جهت تولید خوراک واحدهای کراکینگ کاتالیستی مورد استفاده قرار گرفته است [۲]. در این ارتباط تحقیقات زیادی در مورد تاثیر عوامل مختلف عملیاتی بر روی کیفیت و مقدار محصول تولیدی بعمل آمده است [۳ تا ۹]. فرآیند آسفالتین زدائی با حلال مایع، که تاکنون در ایران اجراء نشده است، در وهله اول نیاز به بررسی های آزمایشگاهی و تحقیقاتی جهت تعیین حلال مناسب و میزان بهبود کیفیت خوراک مورد استفاده دارد.

۲. فرآیندهای بهبود کیفیت باقیمانده سنگین نفتی

باقیمانده های سنگین حاصله از تقطیر نفت خام عمدتاً از سه قسمت روغن، رزین و آسفالتین تشکیل یافته است. بخش روغنی در پروپان مایع حل می شود، رزین ها (شامل رزین های سخت و نرم) در پروپان حل نشده ولی در پنتان حل می شوند و آسفالتین ها در پروپان و پنتان قابل حل نیستند.

طبق تعریف، آسفالتین‌ها به آن دسته از ترکیبات نفتی گفته می‌شود که در تولوئن محلول و در هپتان نرمال نامحلول هستند (نسبت حلال به خوراک ۴۰ به ۱) [۳]. فرآیندهای مختلفی جهت بهبود کیفیت فرآورده های سنگین حاصله از نفت خام وجود دارد که در همه آنها هدف بهبود نسبت هیدروژن به کربن می باشد. در بین تمام تکنیک‌های مورد استفاده جهت جدا سازی آسفالتین‌ها و رزین ها از خوراک‌های سنگین نفتی فقط یکی از آنها در مقیاس صنعتی توسعه یافته است و آن آسفالت زدایی با یک حلال سبک (هیدروکربنی یا الکلی) می باشد. سایر تکنیک‌ها مثل تقطیر در خلاء بسیار بالا، جذب اختصاصی روی جاذب‌های جامد، روشهای بیولوژیکی و استفاده از اشعه گاما هنوز در مراحل تحقیقاتی باقی مانده‌اند [۲].

در صورتی که از ته مانده برج تقطیر در خلاء بعنوان خوراک واحدهای کاتالیستی استفاده شود، وجود ترکیبات آسفالتینی، رزینی، گوگردی، نیتروژنی و فلزات سنگین باعث ایجاد مشکلاتی نظیر غیر فعال شدن کاتالیست در اثر ترکیبات گوگردی و نیتروژنی، رسوب کک بر روی سطح کاتالیست و رسوب فلزات سنگین بر روی کاتالیست و غیر فعال شدن آن خواهد گردید. بنابراین واضح است که جدا سازی آسفالتین‌ها و رزین‌هایی که حاوی ترکیبات گوگردی و نیتروژنی هستند یکی از راههای کاهش مشکلات واحدهای کاتالیستی می‌باشد. در عمل با سنجش پارامترهای زیر کیفیت باقیمانده‌های سنگین و محصولات را تعیین می نمایند.

میزان آسفالتین

میزان رزین

میزان فلزات (V, Ni)

میزان گوگرد و نیتروژن

کربن باقیمانده

در شکل ۱ فرآیندهای مختلف بهبود کیفیت باقیمانده های سنگین بخوبی نشان داده شده است. آنچه در این مقاله مدنظر است فرآیند آسفالتین زدائی با حلال مایع می‌باشد.

۱-۲. فرآیند استخراج با حلال

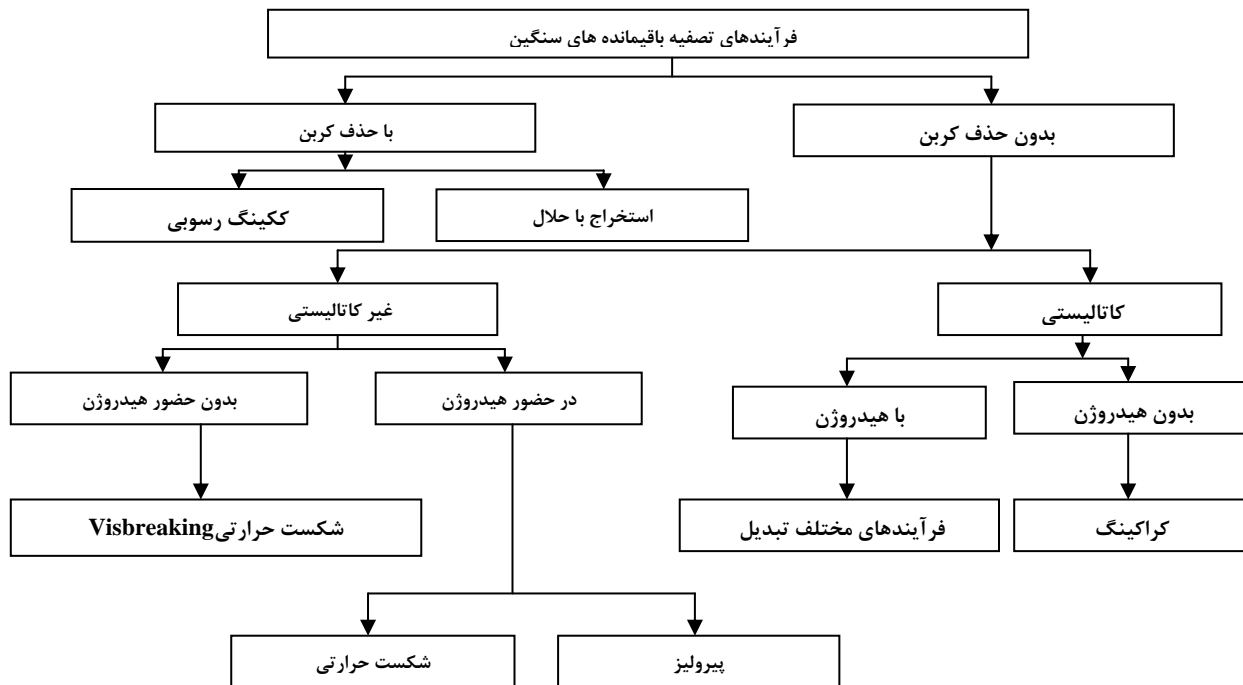
زمانی که باقیمانده های سنگین تحت فرآیند استخراج با حلال قرار می گیرد برخی خواص آن در جهت مطلوب کاهش و برخی دیگر افزایش می‌یابد که میزان کاهش یا افزایش بستگی به شرایط استخراج خواهد داشت. چنانچه ذکر شد تاکنون تحقیقات زیادی بر روی عوامل موثر بر استخراج انجام شده است که خلاصه نتایج آنها در این قسمت ارائه می شود.

۱-۱-۲. اثر نسبت حلال به خوراک و درجه حرارت

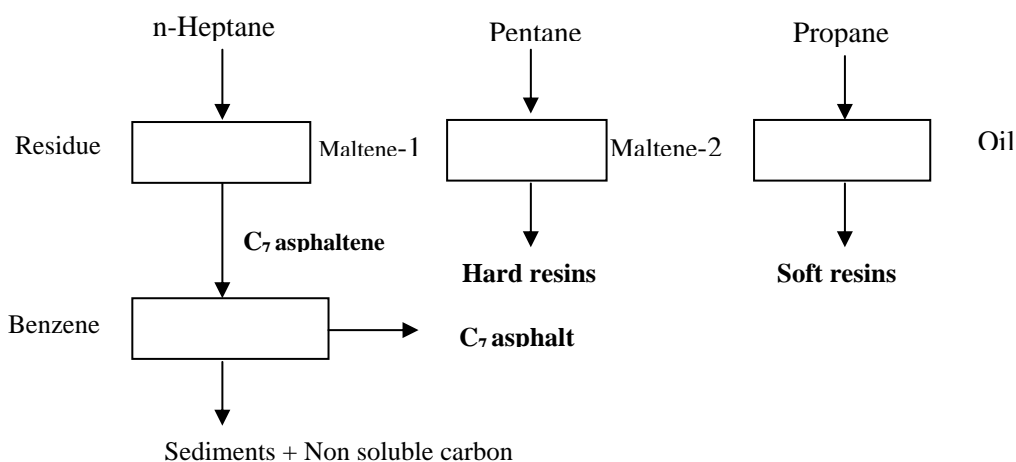
در دمای ثابت با افزایش نسبت حلال به خوراک، میزان روغن استخراج شده (Yeild)، و یسکوزیته روغن، میزان کربن باقیمانده،

اگر میزان روغن استحصالی ثابت باشد، با افزایش نسبت حلال و درجه حرارت، گراویته API و شاخص ویسکوزیته افزایش و ویسکوزیته، کربن باقیمانده، فلزات، گوگرد و نیتروژن آن کاهش می یابد [۴].

فلزات، گوگرد و نیتروژن روغن استحصالی افزایش می یابد در عوض شاخص ویسکوزیته و دانسیته API کاهش می یابد در صورتیکه نسبت حلال به خوراک ثابت باشد، با افزایش دما میزان روغن استخراج شده، ویسکوزیته، کربن باقیمانده، فلزات، گوگرد و نیتروژن کاهش و گراویته API و شاخص ویسکوزیته افزایش می یابد [۲].



شکل ۱. دسته بندی فرآیندهای مختلف بهبود کیفیت باقیمانده های سنگین نفتی



شکل ۲. میزان حلالیت باقیمانده های سنگین در حلالهای هیدروکربنی

از آزمایشات مختلف بصورت کیفی رسم شده است. چنانچه از شکل مشخص است هر چه حلال سبک تر باشد میزان آسفالتین و رزین جدا شده افزایش می یابد. بر اساس نوع استفاده ای که از محصول آسفالتین زدائی شده انتظار می رود، با ترکیب حلال های مختلف می توان به قدرت جدا سازی دلخواه برای تولید محصول مورد نظر دست یافت. روغن حاصله از استخراج با حلال سبکی مثل پروپان خوراک مناسبی برای واحدهای روغن سازی و روغن حاصله از

۲-۱-۲. تاثیر فشار

با افزایش فشار دانسیته حلال (بخصوص حلالهای سبک مثل پروپان) و در نتیجه میزان روغن حاصله افزایش یافته ولی کیفیت آن کاهش می یابد [۲].

۲-۱-۳. تاثیر نوع حلال و ترکیب آن

در شکل ۲ میزان حلالیت باقیمانده های سنگین در حلالهای هیدروکربنی سبک نشان داده شده است که بر اساس نتایج حاصله

آزمایشات انجام شده بر روی محصول روغن بدست آمده با استفاده از پنتان و هپتان و L.S.R.G. بر روی باقیمانده برجهای تقطیر در خلاء پالایشگاه تهران و اراک، و همچنین روش استاندارد مورد استفاده در جداول ۲ و ۳ ارائه گردیده است. همچنین نتایج مربوط به مرحله جداسازی رزین از روغن حاصله در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

۴. دیدگاه اقتصادی

در مقام مقایسه اضافه کردن یک واحد آسفالت زدائی و FCC به یک پالایشگاه که دارای واحدهای تقطیر اتمسفریک و تقطیر در خلاء می باشد باعث افزایش سود دهی آن پالایشگاه خواهد گردید بعنوان مثال اضافه کردن آسفالت زدائی با پروپان برای یک پالایشگاه با ظرفیت نفت خام ۶ میلیون متر مکعب در سال باعث افزایش درآمد در حدود ۱۲/۶ میلیون دلار در سال شده است این رقم برای واحدهای استخراج با حلالهای بوتان و پنتان به ترتیب برابر ۲۶/۴ و ۵۷/۴ میلیون دلار در سال بالغ گردیده است [۳]. لذا استفاده از واحدهای آسفالت زدائی با حلالهای مایع از لحاظ اقتصادی کاملاً توجیه شده است. به منظور صرفه جویی در انرژی و هزینه، در حال حاضر در بخش بازیابی حلال واحدهای آسفالتین زدایی از تکنیک بازیابی حلال (از DAO) در شرایط فوق بحرانی، که حدود سی سال پیش توسط یک شرکت پالایشی امریکایی^۱ تحت نام فرایند رز^۲ ارائه شده، استفاده می گردد. در صورتی که هزینه جداسازی حلال به روش فوق بحرانی را ۱۰۰ فرض کنیم، هزینه جداسازی به روش معمول در فرایند تبخیر تک مرحله-ای، دو مرحله ای و سه مرحله ای به ترتیب ۱۷۰، ۲۸۰ و ۱۵۰ خواهد بود که تفاوت قابل ملاحظه ای با هم خواهند داشت [۶]. هر چه حلال مورد استفاده سنگین تر باشد (از نظر وزن مولکولی) بازیابی آن به روش فوق بحرانی اقتصادی تر خواهد بود [۲]. در واحدهای آسفالتین زدایی با پروپان استفاده از تکنیک فوق بحرانی از نظر اقتصادی مزایای چندانی نخواهد داشت و به همین دلیل بازیابی حلال در چنین واحدهایی کماکان به روشهای معمول (تبخیری) صورت می پذیرد. با توجه به امکان استفاده از روشهای جدید در بازیابی حلال و همچنین راندمان بالاتر تولید DAO (بعنوان خوراک واحدهای کاتالیستی) توسط حلالهای مایع نسبت به پروپان استفاده از حلالهای مایع در فرایندهای آسفالتین زدایی اقتصادی تر خواهد بود که در این بین قیمت پایین تر L.S.R.G. نسبت به بقیه حلالهای مایع (پنتان و هپتان) انجام تحقیقات بیشتر بر روی این حلال را توجیه می نماید. علاوه بر موارد مذکور در فرایند های صنعتی نسبت حلال به خوراک در حلالهای مایع کمتر از پروپان خواهد بود که از نظر اقتصادی و عملیاتی فاکتور مثبتی می باشد [۲].

استخراج با حلال سنگین (مثل بوتان، پنتان و یا هپتان) خوراک مناسبی برای واحدهای هیدروکراکینگ و کراکینگ کاتالیستی خواهد بود [۵ و ۶].

۳. بخش تجربی

از دستگاه مخلوط کننده - جدا کننده^۱ جهت آسفالتین زدائی خوراک های مورد نظر با حلالهای مختلف استفاده شده است. عمل استخراج در این دستگاه در سه مرحله صورت می پذیرد. ظرفیت هر مرحله ده لیتر است. ابتدا خوراک و حلال به نسبت مورد نظر در مخلوط کننده کاملاً مخلوط شده (به مدت یکساعت) و سپس وارد جدا کننده می شود، در جدا کننده پس از گذشت زمان (در این تحقیق یک ساعت) دو فاز روغن - حلال و حلال - آسفالتین بوجود می آیند که با دکانته کردن از هم جدا می شوند سپس حلال هر دو فاز جدا شده و روغن حاصله (DAO) مجدداً با حلال تازه مورد استخراج قرار می گیرد این عمل تا سه مرتبه تکرار می شود و آزمایش نهائی روی روغن بدست آمده از مرحله سوم انجام می گیرد. نسبت حلال به خوراک ۱۵ به ۱ و درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد بوده است. سپس روغن حاصله وارد مرحله تهیه رزین گردیده و با استفاده از روش تقطیر در خلاء رزین از روغن جدا می شود. روش مورد استفاده جهت جدا سازی رزین روش استاندارد ASTM D-1160 بوده است [۱۰].

۱-۳. خوراک

ته مانده های برج خلاء پالایشگاههای تهران و اراک در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است که مشخصات آنها در جدول ۱ خلاصه شده است.

۲-۳. حلال

پروپان از سالها پیش حلال مناسبی جهت آسفالتین زدائی در واحدهای روغن سازی بوده و کارهای تحقیقاتی زیادی در مورد آن انجام پذیرفته است و چنانچه قبلاً نیز ذکر گردید محصول حاصله از فرایند استخراج با حلال پروپان جهت واحدهای روغن سازی مناسب است. با توجه به نیاز کشور به تبدیل باقیمانده های سنگین به فرآورده های سبک، هدف این تحقیق بررسی فرایند آسفالتین زدائی در جهتی که خوراک مناسبی برای واحدهای کاتالیستی تهیه شود متمرکز بوده است. لذا از حلال های مایع مثل پنتان، هپتان و همچنین L.S.R.G. جهت آسفالتین زدائی استفاده شده است. از مزایای این حلالها (نسبت به پروپان) بالا بودن میزان روغن استحصالی از خوراک که همان خوراک واحدهای تبدیل کاتالیستی است و ساده تر بودن فرایند استفاده از آنها می باشد [۶]. نتایج

¹. Kerr McGee Corp.

². Rose process

1- Mixer settler

2- De Asphalting Oil

جدول ۱. مشخصات ته مانده برج های تقطیر در خلاء پالایشگاه های تهران و اراک

روش استاندارد	پالایشگاه اراک	پالایشگاه تهران	مشخصات
ASTM-D4052 [۱۱]	۱/۰۰	۱/۰۰	چگالی در ۱۵/۵۶ °C
ASTM-D189 [۱۲]	۲۰	۱۸	کربن باقیمانده (wt%)
ASTM-D445 [۱۳]	۳۶۰	۳۵۲	ویسکوزیته در ۱۰۰ °C (cSt)
IP-143 [۱۴]	۶/۰	۶/۳	آسفالتین (wt%)
ASTM-D2622 [۱۵]	۴/۳	۴/۱	گوگرد (wt%)
UOP 800 [۱۶]	۱۹	۲۰	نیکل (ppm)
UOP 800 [۱۶]	۶۳	۶۰	وانادیم (ppm)
ASTM-D3228 [۱۷]	۲۹۰۰	۲۸۷۰	نیترژن (ppm)
ASTM-D3228 [۱۷]	۱۳۰	۱۲۵	H/C (wt)

جدول ۲. مشخصات محصول روغن بدست آمده از ته مانده برج تقطیر در خلاء پالایشگاه تهران

روش استاندارد	حلال				مشخصات
	L.S.R.G.	هپتان	پنتان	پروپان	
-	۸۴	۸۵	۸۲	۴۷	میزان روغن حاصله (wt%)
ASTM-D4052	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۳	چگالی در ۱۵/۵۶ °C
ASTM-D189	۷/۲	۷/۳	۶/۲	۱/۷	کربن باقیمانده (wt%)
ASTM-D445	۱۱۲	۱۱۵	۱۰۳	۳۵	ویسکوزیته در ۱۰۰ °C (cSt)
IP-143	۱	۰/۰۵>	۰/۰۵>	۰/۰۵>	آسفالتین (wt%)
ASTM-D2622	۳/۷	۳/۷	۳/۷	۲/۵	گوگرد (wt%)
UOP 800	۹	۹	۸	۱	نیکل (ppm)
UOP 800	۱۵/۸	۱۵/۵	۱۵	۱/۶	وانادیم (ppm)
ASTM-D3228	۲۱۶۰	۲۱۸۰	۲۲۰۰	۱۱۰۰	نیترژن (ppm)
ASTM-D3228	۱۳۵	۱۳۵	-----	-----	H/C (wt)

جدول ۳. مشخصات روغن بدست آمده از ته مانده برج تقطیر در خلاء پالایشگاه اراک

روش استاندارد	حلال			مشخصات
	L.S.R.G.	هپتان	پنتان	
-	۸۵	۸۷	۸۱	میزان روغن حاصله (wt%)
ASTM-D4052	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۴	چگالی در ۱۵/۵۶ °C
ASTM-D189	۷/۳	۷	۵/۸	کربن باقیمانده (wt%)
ASTM-D445	۱۱۴	۱۱۲	۱۰۲	ویسکوزیته در ۱۰۰ °C (cSt)
IP-143	۱/۵	۰/۰۵>	۰/۰۵>	آسفالتین (wt%)
ASTM-D2622	۳/۵	۳	۳	گوگرد (wt%)
UOP 800	۱۰	۱۰	۷	نیکل (ppm)
UOP 800	۱۶	۱۶	۱۵	وانادیم (ppm)
ASTM-D3228	۲۲۰	۲۱۰۰	۲۲۰۰	نیترژن (ppm)
ASTM-D3228	۱۳۹	۱۴۱	-----	H/C (wt)

جدول ۴. مشخصات رزین استحصالی از روغن حاصله از عملیات استخراج آسفالتین توسط حلال L.S.R.G.

از ته مانده برج تقطیر در خلاء پالایشگاه تهران

رزین	روغن	مشخصات
۴۳/۶	۵۶/۴	راندمان تولید (wt%)
۳/۵۶	۲/۵۱	گوگرد (wt%)
۰/۰۵>	۰/۰۵>	آسفالتین (wt%)

۵. نتیجه گیری

- در محدوده ۳۷ تا ۵۲ در صد و میزان وانادیم حدود ۲۵ در صد است.
۶. نتایج آنالیز گوگرد با سه حلال مایع نشان دهنده توزیع گوگرد در ترکیبات مختلف یک باقیمانده سنگین می باشد. بطوریکه غلظت گوگرد در روغن، رزین و آسفالتین بتدریج افزایش مییابد.
۷. مطابق شکل ۲ استفاده از حلال های مایع منجر به وارد شدن قسمتی یا تمامی فاز رزینی به فاز روغن می گردد. از طرف دیگر چنانچه در شکل نیز مشخص است محصول حاصله از استخراج توسط پرو پان تقریباً عاری از مواد رزینی و آسفالتینی می باشد. لذا با توجه به تمرکز عمده نیکل ، وانادیم و نیتروژن در فازهای رزینی و آسفالتینی (مطابق نتایج) واضح می باشد که میزان این ترکیبات در محصول حاصله از استخراج با پروپان کمتر از محصول استخراج با حلالهای مایع خواهد بود.
۸. نتایج سنجش نیتروژن برای DAO های مختلف نشان دهنده تمرکز بیشتر ترکیبات نیتروژنی در ترکیبات رزینی و آسفالتینی می باشد. این تمرکز در صورت استفاده از پروپان بیشتر است.
۹. کیفیت DAO حاصله با افزایش تعداد کربن حلال مورد استفاده کاهش یافته است ولی چنانچه ذکر شد بطور کلی جهت استفاده این محصولات بعنوان خوراک واحدهای کاتالیستی و کراکینگ در حضور هیدروژن ، نیاز به عملیات پیش تصفیه با هیدروژن وجود خواهد داشت تا مشخصات خوراک مثل میزان کربن باقیمانده ، نیتروژن ، گوگرد و فلزات به مقدار مورد نظر کاهش یابد .
۱۰. در صورت لزوم می توان با ترکیب حلالهای سبک تر (مثل بوتان یا پنتان) با حلالهای سنگین (مثل هپتان و L.S.R.G.) به یک حلال با قدرت جدا سازی دلخواه دست یافت .
۱۱. کمیت بالا و کیفیت قابل قبول DAO تولید شده با حلالهای مایع، فرآیندهای استخراج با حلال های مایع را جهت تولید خوراک واحدهای کاتالیستی ایده آل می سازد .
۱۲. چنانچه انتظار می رود نسبت H/C خوراک پس از فرآیند آسفالتین زدایی افزایش یافته است.
- نتایج آزمایشات حاصله در این تحقیق بیانگر این مطلب است که استفاده از حلالهای مایع جهت تولید خوراک واحدهای F.C.C. و کک سازی موجب افزایش راندمان تولید محصول می باشد.

مراجع

- [1] Sequeira, A. Jr., *Lubricant Base Oil and Wax Processing*, Marcel Dekker, New York, 1994 .
- [2] LE page, J.F., chatila, S.G., Davidson, M., *Resid and Heavy Oil Processing, Editions Technip*, Paris, 1992
- [3] Peramanu, S., Clarke, P.F., Pruden, B., "Flow Loop Apparatus to Study the Effect of Solvent, Temperature and Additives on Asphaltene Precipitation", *Journal of petroleum science & Engineering*, 23, 1999, pp133-143

۱. راندمان تولید محصول روغن در فرآیند آسفالتین زدایی توسط حلالهای مایع بیشتر از حلالهای گازی است . راندمان متوسط تولید DAO توسط سه حلال برای هر دو خوراک مورد استفاده در حدود ۸۴ درصد است که در مقایسه با حلال پروپان که ۴۷ درصد است حدود ۱/۸ برابر بیشتر است. اگر چه میزان روغن استحصالی در فرآیند آسفالتین زدایی توسط حلالهای مایع بسیار بیشتر از پروپان است ولی کیفیت روغن حاصله در استخراج با پروپان چنانچه در جداول مشخص است ، بهتر است . علت بالا بودن میزان روغن حاصله در فرآیند اول حمل مواد رزینی توسط حلال های مایع به فاز روغنی می باشد که در مورد پروپان این اتفاق نمی افتد (شکل ۲) .
۲. همانگونه که در جداول نتایج مشاهده می شود اگر چه میزان کربن باقیمانده در محصول تولیدی فرآیندی که توسط حلال گازی انجام می شود بسیار کمتر از کربن باقیمانده در محصول تولیدی فرآیندی که توسط حلال مایع انجام می شود ولی با توجه به کمیت بالای روغن حاصله از فرآیند آسفالتین زدایی با حلالهای مایع، و با توجه به اینکه میزان بالای کربن باقیمانده در فرایندهای FCC، هیدروکراکینگ و ککینگ نا مطلوب نیست می توان نتیجه گرفت DAO استحصالی از فرآیند آسفالتین زدایی با حلالهای مایع خوراک مناسبتری برای فرایندهای فوق الذکر می باشد.
۳. در فرآیندهای روغن سازی محصول روغن حاصل از آسفالتین زدایی با حلال گازی (پروپان) مناسبتر است زیرا حلال گازی توانایی بهتری جهت استخراج پارافینها به صورت منحصر به فرد دارد و رزینها را در فاز آسفالتین باقی می گذارد .
۴. با استفاده از فرآیندهای استخراج با حلال مایع می توان رزین ها را نیز از باقیمانده های سنگین جدا نمود . بدین منظور ابتدا عملیات استخراج با حلال هپتان صورت می گیرد . DAO حاصله در این مرحله حاوی روغن و کل رزین ها می باشد. در مرحله دوم DAO حاصله با حلال پنتان مورد استخراج قرار می گیرد که باقیمانده آن رزین های سخت خواهد بود . DAO حاصله از مرحله دوم با پروپان مورد استخراج قرار می گیرد و باقیمانده آن رزین های نرم خواهد بود (شکل ۲). بنابراین توسعه فرآیندهای استخراج با حلالهای مایع پارافینی امکان تولید فرآورده های نظیر رزین که مصارف گوناگونی دارد را ایجاد می نماید . فرآورده های حاصله از فرآیندهای آسفالتین زدایی و استخراج با حلالهای مایع عبارتند از روغن ، رزین و آسفالتین .
۵. میزان نیکل و وانادیم موجود در DAO حاصله از حلالهای مایع مورد بررسی نشان دهنده وجود عمده نیکل و وانادیم در فاز رزینی و آسفالتینی می باشد. به طوریکه میزان نیکل در DAO

- [4] Onukwuli, O.D., Onyia, I.M., Ekuman, E.O., "Solvent demetallization of atmospheric and vacuum residue", *Petroleum Science and Technology*, vol. 17, no. 1&2, 1999, pp. 37-49
- [5] Billon, A., and etal, "Heavy Solvent Deasphalting+HTC- A New Refining Rout for Upgrading of Residues and Heavy Crudes", *Proceeding of the word Petroleum Congress*, 1984, pp. 35-45
- [6] Dang, G.S., Rawat, B.S., "Role of Solvent Deasphalting in Processing Petroleum Residues in Refineries", *Chemical Engineering World*, vol. xxx, no. 9, September 1995, pp. 85-89
- [7] Bousquet, J., Labourol, T., "Deasphated oils acceptable FCC feed in Europe", *oil & Gas Journal*, April 1987, pp. 62-68.
- [8] Billon, A., parries, J.P., "SDA key to upgrading heavy crudes", *oil & Gas Journal*, Jan. 24, 1977, pp. 43-47
- [9] Speight, J.G., Long, R.B., Trowbridge, T.D., "Factors Influencing the separation of asphaltenes from heavy petroleum feed stocks", *FUEL*, vol. 63, May 1984, pp. 616-620
- [10] ASTM D-1160, Standard Test Method for Distillation of petroleum products at Reduced pressure, *Annual Book of ASTM standards*, Vol. 05.01, 2004
- [11] ASTM D-4052, Standard Test Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter, *Annual Book of ASTM standards*, Vol. 05.02, 2004
- [12] ASTM D-189, Standard Test Method for conradson carbon Residue of petroleum products, *Annual Book of ASTM standards*, Vol. 05.01, 2004
- [13] ASTM D-445, Standard Test Method for kinematic viscosity of Transparent and opaque Liquids (the calculation of Dynamic Viscosity), *Annual Book of ASTM standards*, Vol. 05.01, 2004
- [14] IP-143, "Asphaltenes precipitation with normal heptane, " IP standards for petroleum and Its Products, part I, section 1, 1970, pp. 576-579
- [15] ASTM D-2622, Standard Test Method for sulfur in petroleum products by wavelength Dispersive X-ray Fluorescence spectrometry, *Annual Book of ASTM standards*, vol. 05.02, 2004, pp-19-24
- [16] UOP Method 800, 79, Vanadium, Nickel and Iron in Petroleum oils By Atomic Absorption spectrophotometry, *Universal oil products Company lab*, 1979
- [17] ASTM D-3228, Standard Test Method for Total Nitrogen In Lubricating oils and Fuel oils, *Annual Book of ASTM standards*, Vol. 05.02, 2004