www.icheh.com

ارزیابی نفت خام و روش های تفکیک

نفتی که از چاه بیرون می آید همواره مقداری آب و رسوبات گازی به همراه دارد. در واحد بهره برداری هدف آن است که این مواد را از نفت خام جدا کنند . نفت خام را به پالایشگاهها می فرستند (جهت تصفیه شدن) و یا اینکه از طریق ترمینال ها آن را صادر می کنند. می دانیم که پالایشگاهها بر اساس نوع خوراک آنها طراحی می شوند.

در این واحد ابتدا یک سری آزمایشات مقدماتی مثل اندازه گیری مقدارash, N_2,O_2,H_2O را روی نفت خام انجام می دهند. پس از آن به شناخت ترکیب نفت خام بااستفاده از ستون تقطیر و روش غیر پیوسته می پردازند.

دراین روش مقداری نفت خام را داخل Flask قرار داده و حرارت می دهند.

در بالای Flask ستون تقطیر قرار دارد و کمی بالاتر یک Condenser قرار گرفته است. در آنجا یک دماسنج قرار دارد که با استفاده از آن Cut point ها رامی توانیم بخوانیم و برش های مختلف را در زمان مناسب جدا کنیم . در مورد گازهای هیدرو کربوری سبک با استفاده از هوا مایع گازهایی مثل پروپان و بوتان را مایع می کنند. هر قدر عمل تقطیر ادامه یابد و جداسازی بیشتر صورت گیرد، هیدروکربورهای داخل سنگین تر می شوند، اما اگر دما از حد مشخص بالاتر رود عمل کراکینگ صورت می گیرد. چون هدف ما پی بردن به تفکیک نفت خام می باشد باید به شدت مراقب باشیم تا دما از یک حدی بالاتر نرود و کراکینگ صورت نگیرد. در ستون تقطیر آزمایشگاهی ابتدا NGL ، آب ، بنزین ، نفت سفید و گاز جدا می شوند.

در این مرحله هیدروکربورهای باقی مانده به شدت ویسکوز شده اند و باید از فرآیندهای دیگری برای ادامه عملیات استفاده کنیم. بعد از این مراحل هریک از ترکیبات بدست آمده را به واحدهای بعدی می فرستند تا آزمایشاتی برای تعیین مشخصات هریک از آنها انجام گیرد. روغن ها را نیز برای تصفیه به سایر واحدها می فرستند. دیواره ستون تقطیر ذکرشده در فوق را دو جداره و جیوه اندود می کنند تا از هدر رفتن گرما جلوگیری شود.

اگر بخواهیم نفت خام را صادر کنیم، باید خصوصیات آن مانند API، درصد ناخالصی و ویسکوزیته آن را تعیین کنیم.
اساس تقطیر نفت خام بر مبنای اختلاف نقطه جوش است و در تقطیر نفت خام نمی توانیم یک ترکیب را بطور خالص جدا کنیم. بهمین خاطر از محدوده نقطه جوش استفاده می کنیم: مثلاً برش $^{\circ}$C 65-15 یا برش ۱۰۰-۶۵ درجه سانتیگراد.

در این آزمایشگاه روشهای U.O.P, ASTM می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

www.icheh.com

تقطیر بصورت batch است و دمای حمام را تا C 20°- قرارمی دهیم تاگازهایی مثل متان و اتان و.... را جدا کنیم، بعداً طبق چارت تقطیر عمل تقطیر را انجام می دهیم تا درصد رانسبت به خوراک اولیه بدست آوریم.

اگر دما را به ۲۰۰ برسانیم فشار را باید پایین آوریم تا برشها Crack نشوند.بعد از تهیه برش ها آنها را به آزمایشگاه می فرستیم. مثلاً برا ی بنزین عدد اکتان مهم است و باید عدد اکتان تعیین شود.قیر و آسفالت و روغن را با دستگاه دیگری جدا می کنیم.

در این قسمت از دستگاههایی چون Separators، Reflox و Condenser استفاده می شود.

همانطور که قبلاً اشاره شد در مورد نفت خام جداسازی مواد بصورت خالص بی معناست و فقط برشها جدا میشوند. دراینجا برای جداکردن برشهای C 65-15° ابتدا شیرها را باز کرده و پس از جدا کردن مواد، شیرها را می بندیم و عملیات تقطیر را (با توجه به دما) ادامه می دهیم .

اگر هیدروکربورها خیلی حرارت ببینند، عمل کراکنیگ صورت می گیرد و چون ما نمی خواهیم این کار صورت بگیرد، در اینجا با اعمال فشارهای مختلف عمل جداسازی انجام می پذیرد.

در بخشهای دیگر ستون تقطیر عمل روغنگیری انجام می پذیرد که این عملیات در حدود فشارهای بین یک تا ده میلی متر جیوه انجام می پذیرد.

با داشتن وزن هر برش و داشتن وزن خوراک اولیه می توان درصد وزنی هر برش و درصد حجمی هر برش را بدست آورد. همچنین می توان وزن مخصوص هر برش رانیز بدست آورد.

از پارامترهای دیگر قیمت گذاری نفت خام بر اساس منحنی تقطیر(که S شکل است) صورت می پذیرد و برای هر محصول تستهای ویژه آن محصول صورت می گیرد:

۱. عدد اکتان (gasolin)

۲. نقطه دودی (kerosine)

۳. در مورد روغنها باید عملیات تصفیه روغن صورت بگیرد.

همچنین در واحد نفت خام بخش تفکیک و ارزیابی ترکیبات C1-C 100 و ایزومرهای آنها وجود دارد. نفت خامی که گاز آن استخراج شده باشد به آن نفت مرده می گویند.

نفت پس از اینکه تصفیه شد به خطوط لوله منتقل می شود. قبل از اینکه نفت به خطوط لوله انتقال داده شوند، باید یک سری آزمایشات جهت تشخیص مشخصات نفت انجام گیرد تا شناسنامه نفت خام تعیین شود.

www.icheh.com

مـا بایـد بـه ایـن نکتـه تـوجـه داشته باشیم که نفت خام برداشت شده از مخازن به مرور زمان تغییر خاصیت می دهند و سنگین تر می شوند.

همچنین نفت خام موجود در خط لوله از ترکیب نفت مخازن مختلف است وخواص آن نیز معمولاً متفاوت است. بنابراین بررسی خواص متفاوت آن باید صورت گیرد.

در مرحله تقطیر ابتدا NGL بنزین جدا می شود و عناصر سبک دربالا جداسازی شده و عناصر سنگین در پایین ستون جمع آوری می شوند. با داشتن وزن اولیه و وزن مواد بدست آمده، درصد مواد مختلف بدست می آیند و از آنجا منحنی تقطیر رسم می شود.

روشهای آزمایشگاهی تقطیر عبارتند از: U.O.P،ASTM و I.P

از کارهای مهمی که در بخش تقطیر نفت خام صورت می گیرد عبارتند از:

۱. تعیین وزن مخصوص

۲. تعیینAPI

۳. درصد ناخالصی ها ، نظیر گوگرد، نیتروژن و غیره

۴. تعیین ویسکوزیته نفت

۵. سبک یا سنگین بودن نفت خام

۶. تعیین درصد فرآورده های نفتی

در روش های ASTM ستون تقطیر دارای حدود ۳۲-۳۰ سینی می باشد. این ستون بصورت دو جداره است. ایـن واحـد بصـورت batch عمل می کند. در بـالای ستون یک دماسنج قرار دارد که دما را نشان می دهد.

محدوده برای جمع آوری محصولات متغیر است.

از دمای C 20°- برای جمع کردن گازهای سبک نظیر متان تا دمای C 150° برای جمع آوری ترکیبات سنگین در انتهای ستون استفاده می شود.

واحد تفکیک و تقطیر نیمه صنعتی نفت خام :

پس از بهره برداری نفت خام از چاه و انتقال آن به مراکز بررسی، باید پتانسیل های آن را مورد بررسی قرار داد، به همین علت یک سری آزمایشات دقیق روی نفت خام انجام می گیرد تا بتوانیم مشخصات و ترکیبات موجود در نفت خام را ارزیابی کنیم.

www.icheh.com

این واحد در واقع ۲ کار عمده انجام می دهد.

۱. سرویس دهی به واحدهای دیگر و پتروشیمی

۲. پروژه های تحقیقاتی در مورد نفت و ترکیبات آن و سرویس دهی در مورد صادرات

نفت خام بر اساس استانداردهای موجود تقطیر وبعلاوه روی نفت خام مطالعاتی انجام می دهند و برشهای مختلف را جدا می کنند و مسائل مختلفی را نظیر درصد گوگرد، Flash point, Dew point و ... را بررسی می کنند.

در این واحد از یک دستگاه ، شبیه تقطیر استفاده می شود این دستگاه حدود ۶۵ سینی از نوع bubble cap دارد که در فشار اتمسفر کار می کند، همچنین می توان در شرایط خلاء نیز با آن کار کرد.

اصول کار دستگاه شبیه تقطیر بر اساس اختلاف در نقطه جوش ترکیبات مختلف می باشد. چون ترکیبات نفتی دارای برشهای مختلف با نقطه جوش متنوعی هستند.

در این دستگاه ستونی وجود دارد که ستون تقطیر نام دارد دمای آن از پایین به بالا در حال افزایش تدریجی است. ترکیبات سنگین در انتهای ستون و ترکیبات گازی در بالای ستون جمع می شوند.

اساس کار دستگاههای تقطیر به ۲ صورت می باشد که عبارتند از:

قسمت پیوسته (سیستم) Continous

قسمت (سیستم) Batch

در سیستم پیوسته (که اساس کار این دستگاه شبیه تقطیر است) همه محصولات جدا شده و هر کدام همزمان و در یک سیستم دقیق جمع آوری می شوند. یعنی می توان در یک لحظه تمام محصولات و برشهای نفتی را جمع کرد.

در سیستم Batch با توجه به اینکه در هر دمای خاصی یک ترکیب به دمای جوش می رسد با افزایش تدریجی دما هر محصول و برش خاصی به ترتیب جمع آوری می شود، پس زمان زیادتری لازم داریم.

اصولاً جهت مطالعات روی ترکیبات و برشهای نفتی ۲ روش عمده وجود دارد که عبارتند از:

۱. روش برج تقطیر

۲. روش استفاده از نرم افزار

www.icheh.com

البته استفاده از نرم افزار برای دقت محاسبه برشهای آن و خواص سیالی دقیق تر است. اما چون در صنعت به اتکای کارهای آزمایشگاهی پروژه ها را تعریف می کنند، لازم است که دریک مقیاس نیمه صنعتی این آزمایشات انجام شود تا بتوانیم نظر مسؤلین صنعت نفت را به خود جلب کنیم . مثلاً تولید ۲۰ بشکه به ۲۰ لیتردر یک مقیاس نیمه صنعتی .

از این ستون تقطیر برای کارهای تحقیقاتی، تولیدی و شبیه سازی و غیره استفاده می شود.

ظرفیت دستگاه حدود ۱۵ لیتر است. در قسمت بالایی بخارات را مایع می کنیم و سپس در پایین از طریق یک گیرنده آن را جمع آوری می کنیم.

از آب و یا الکل به عنوان مایع سرد کننده در سیستم استفاده می شود. در این میان یک سری تستهای جانبی روی نفت خام و یا فرآورده های نفتی انجام می دهند.

از جملـه کارهای دیگـــر تعیین دقت ریـزش گازوئیل است. تعیین رنگ نفت نیز از جمله کارهای دیگر است.

از طریق دستگاه تقطیر وAD-4 یک منحنی، D-8 بدست می آید که از طریق نقطه جوش حاصل می گردد.(Automatic distillalion)

دستگاه پیلوت تقطیر

دستگاه موجود در این بخش می تواند چند شبکه تولید داشته باشد. به این شکل که به ۲ صورت پیوسته و بسته کار می کند، می توان حرارت را به صورت بخار ویا به صورت الکتریکی اعمال کرد. اگر از روش پیوسته استفاده شود دستگاه با یک سرعت ثابت تغذیه می شود. در این حالت در اواسط مسیر ستون تقطیر، نیزمحصول خواهیم داشت. ولی در سیستم بسته فقط محصول بالاسری را خواهیم داشت. دستگاه دارای ۱۵ سینی است.

ترکیبات نفتی را فقط تا حد خاصی می توان حرارت داد و اگر به حرارت بالاتری در بعضی جاها نیاز داشته باشیم می توانیم فشار خلاء را پایین بیاوریم. این سیستم این امکان را دارد که خلاء را تا ۱۰ میلی بار پایین آورد.

۵ مخزن در کنار دستگاه دیده می شود که هر یک از محصولات وارد آنها می شود. در این دستگاه به صورت یک در میان بین سینی ها دما داریم و نیز می توانیم با سرنگ نمونه برداری کنیم. به همین دلیل این دستگاه برای کارهای تحقیقاتی کاربرد زیادی دارد.

www.icheh.com

از آنجایی که سیستم بسته است (برای کاهش امکان خطر) با استفاده از سیستم تولید هوا مایع که هوا را در دمای C196°- مایع کرده است- ترکیبات سبک ترا ز C3 را به حالت مایع در می آورند. با استفاده از سیستم هوا مایع می توان از یک سری به همراه تجهیزات الکل برای مایع کردن گازهای سبک استفاده کرد.

دستگاه CHROMPACK برای جداسازی ترکیبات هیدرو کربوری به کار می رود.

دستگاه GC در این بخش یافت می شود که قبلاً شرح داده شد.واحد تقطیر و تفکیک نیمه صنعتی یکی از بخشهای مکمل مهندسی نفت است.

دستگاه پیلوت تقطیر بیشتر برای کارهای تحقیقاتی استفاده می شود. برای خنک کردن بخارات سبک از یک حمام استفاده می شود که تا دمای ۳۵ درجه زیر صفرخنک می کند.

هر قدر برگشت بیشتر باشد محصول خالص تر خواهد بود و زمان تقطیر در این صورت بیشتر می شود و تفاوت حالت Continous, batch در این است که در حالت های batch ورودی یکطرفه است و خروجی بطور پیوسته به بیرون می رود.

کاربردهای دستگاه پیلوت تقطیر (Fischer)

۱. شبیه سازی شرایط پالایشگاه

۲. تولید بعضی از محصولات ویژه درحد چند تن

۳. کارهای تحقیقاتی

۴. تحقیقات بر روی کاهش خسارت در تغییرات خوردگی

۵. پالایشگاهها

یکی دیگر از تفاوتهای روش Continous , batch این است که در روش batch ما در هر لحظه درستون تقطیر فقط یک برش داریم اما در روش پیوسته در هر لحظه در ستون تقطیر بطور همزمان چند برش نفتی خواهیم داشت .

دستگاه AD-4 (Automatic distillation) برای تبخیر هیدروکربورهای سبک به کار می رود.

انواع سینی های موجود در ستون تقطیر عبارتند از:

۱. perforated (مشبک)

۲. bubble cap

www.icheh.com

آزمایشگاه تفکیک: (separation lab)

در این آزمایشگاه در یک دستگاه تقطیر100 cm^3 از نمونه نفت را مورد تفکیک قرار می دهند و با استفاده از منحنی ها نقطه D-86 را بدست می آورند.

آزمایشگاه تصفیه روغن

در این آزمایشگاه کارهای زیر صورت می گیرد.

۱- اندازه گیری برشهای روغنی ،

۲- آسفالتین ،

۳- مقدار آب و نمک نفت و

۴- تعیین نقاط جوش برشهای سنگین

آزمایشگاه شناسایی هیدروکربورهای نفتی

محصول بالای ستون تقطیر و ترکیبات سبک را در اینجا آنالیز می کنند. در این قسمت از دستگاه GC استفاده می شود.

یک دستگاه دیگر نیز گروههای هیدروکربوری را شناسایی می کند. اما محدودیت دمایی دارد. نام این دستگاهPIONA Analyzer است و بالای $220^\circ C$ را نمی تواند اندازه گیری کرد.

چون هر کدام از برشهای نفتی دارای خواص منحصر بفرد است، با استفاده از منحنی های مخصوص که بصورت پیک هایی است به عنوان خروجی دستگاه(GC) محسوب می شود، می توان به این طریق برشهای نفتی را تعیین کرد.

واحد قیر و راهسازی

از قیر برای منظور های مختلفی استفاده می شود که می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. در راهسازی

۲. در قطعات الکتریکی برای اینکه اتصال کوتاه اتفاق نیفتد و برای عایقکاری نیز استفاده می شود.

۳. در درزبندی معمولاً بین قطعات بتونی یک لایه قیر می ریزند تا انبساط و انقباض آنها را کنترل کند و صدمه ای وارد نشود.

۴. در پوشش زیر بدنه اتومبیل و جلوگیری ازاکسید شدن قطعات استفاده می شود.

www.icheh.com

به طور کلی قیر را به ۳ طریق می توان تهیه کرد که عبارتند از:

۱. باقیمانده نفت خام در فرآیند پالایش در پالایشگاهها پس از اینکه به وسیله روشهای فیزیکی آب و مواد معدنی آنها جدا شده باشد .

۲. قیرهای طبیعی : که در اثر مهاجرت نفت خام به سطح زمین و تحت تاثیر هوازدگی و تبخیر به قیر طبیعی تبدیل می شوند.

۳. قیر زغال سنگ: قطران حاصل از عملیات کوره بلند است (قطرانCoaltar) اگر قطران را بدون وجود اکسیژن حرارت دهند بهPeech (قیرزغال سنگ) تبدیل می شود.

تقریباً بدترین نفت خام، بهترین نفت خام برای تولید قیر است. برعکس بهترین نفت خام (سبک ترین)

آنها، بدترین نوع برای تولید قیر است. آنچه که در ایران تولید می شود، نفت خام حدواسط است که چندان برای تولید قیر مناسب نمی باشد.

قیر جزء سیالات غیر نیوتینی است. همچنین می دانیم که تغییرات آن نسبت به دما بسیار زیاد است. از آنجا که قیر جامد وزن مخصوص بیشتری نسبت به قیر مایع دارد، در حین فرآیند ذوب در انجام عمل Convection motion ایجاد اختلال می کند. زیرا قیر جامد در زیر قسمت ذوب شده و داغ قرار می گیرد.

قیر را معمولاً برای مصرف در حلال های نفتی حل می کنند و یا از مخلوط آن بصورت امولسیون با آب استفاده می شود. وجود آسفالتن در قیر باعث می شود که حجم قیر بالا رود و وزن مخصوص آن پایین بیاید. همچنین آسفالتن باعث بالا رفتن ویسکوزیته قیر می شود و به آن حالت شکنندگی می دهد. وجود رزین در قیر نیز باعث چسبندگی قیر می گردد.

کاربردهای قیر زغال سنگی:

برای احیاء آهن از اکسید آهن استفاده می شود. زغال سنگ بدون حضور اکسیژن (پیرولیز) به کک تبدیل می شود(حرارت حدود $1100^{\circ}C$ است). قیر زغال سنگ که تحت این حرارت قرار گیرد به کک تبدیل می شود. در بالای برج تقطیر این گازها قطران می گردند و دوباره جداسازی روی آنها صورت می گیرد که به اینها Core Coke Pitch می گویند.

Pitch: به هیدروکربوری گفته می شود که بدون حضور اکسیژن تحت حرارت قرارگیرد.

در ایـن واحـد هـم کارهـای تحقیقـاتـی و هـم کارهـای پروژه ای صورت می گیرد. مثلاً مشکلات موجود در پالایشگاههای داخلی مورد بررسی قرار می گیرند.

www.icheh.com

قیرها دارای مشخصاتی هستند که به آنها Penetration grade گفته می شود.

قیرهایی که بر اساس نفت خام مخلوط بدست می آیند دارای مشخصات ساختاری اند که براحتی نمی توان این مشخصات را پیدا کرد. Penetration gradeخواص قیر را به خوبی نشان نمی دهد.

معمولاً قیر رابصورت امولسیون در می آورند، امولسیون به این خاطر است که قیر و آب در هم حل نمی شوند، در اینجا ازemulsifier استفاده می شود. این دستگاه از یک طرف ذرات قیر و از طرف دیگر ذرات آب را در بر می گیرد و بدینصورت قیر بصورت امولسیون در می آید.

انواع emulsifier:

۱. ionic

۲. noniomc

۳. cationic

۴. رسی

ترکیب شیمیایی : هر قدر که در ستون تقطیر پایین بیاییم مشخصات منحصر به یک محصول خاص دربرشها مشخص می شود. تعداد هیدروکربورهای موجود در هر برش فرق دارد و خصوصیات شیمیایی این برشها کاملاً با هم فرق دارند. اگر بنزین دارای ۱۹ مولکول باشد، که این مولکولها همگی مختلفند، ممکنست خواص فیزیکی این مولکولها یکسان باشد ولی خواص شیمیایی اینها تفاوت دارند.

نظرات مختلف در مورد مواد تشکیل دهنده قیر:

دو نظریه در این مورد وجود دارد:

نظریه اول : Resin و Asphaltene

نظریه دوم : Saturate، Aromatic، Polar Aromatic و Asphaltene

برای هرکدام از اینها یک مشخصات خاصی وجود دارد که باید در محدوده های خاص خودش از آنها استفاده نمود.

یکی دیگر از کاربردهای قیر برای پوشش لوله های فلزی گاز و نفت و آب در روی زمین که مرطوب بوده و یا در زیر زمین می باشد. هر قدر نسبت C/H بیشتر باشد قیر بهتری خواهیم داشت.

آسفالتن: مولکولی است که حجم زیادی را در بر می گیرد ومانند اسفنج متبلور است.

www.icheh.com

برای پمپاژ کردن قیر نیاز به محاسبات ویژه و پیچیده ریاضی داریم.

ارزیابی قیر هایی که در راه سازی مصرف میشود، سه خصوصیت دارد.(۸۰٪ قیر برای راهسازی استفاده می شود).

۱. Pain grade

۲. Viscosity grade

۳. Performance grading

بهترین نفت خام، نفت خام پارافینی است که برای تهیه هیدروکربورهای سبک کاربرد دارد. در آمریکا ۱۵ پالایشگاه برای تولید قیر طراحی شده است اما در ایران متاسفانه چنین پالایشگاهی وجود ندارد.

سابقه استفاده از قیر به دروانهای قدیم بر می گردد که قیر از طریق شکستگیهای سطح زمین و درزها به سطح زمین راه پیدا می کرد. مردم از آن به عنوان ۲ وسیله اصلی و عمده استفاده می کردند که عبارتند از:

۱. چسبندگی زیاد

۲. ضد زنگ بودن

از بالای برج تقطیر به پایین نسبت C/H (نسبت کربن به هیدروژن) افزایش می یابد، یعنی ترکیبات سنگین تر را خواهیم داشت. در واقع ترکیبات آروماتیک افزایش می یابد.

در قسمت Vaccum bottom : قیرهای نفتی دارای مولکولهای خیلی زیادی هستند.

قیرهای قدیمی ایران منشاء طبیعی داشته اند و از حوالی کردستان تهیه می شده اند.

تهیه کننده: دکتر قاسم العسکری – عضو هیئت علمی دانشگاه صنعت نفت