



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی شیمی و نفت

آزمایشگاه فرآورده های نفتی

دکتر ایرج گودرزنی



فهرست:

مقدمه	۴
۱. خوردگی مس	۶
۲. نقطه ابری شدن	۹
۳. نقطه ریزش	۱۱
۴. ضریب شکست	۱۴
۵. فشار بخار رید	۱۸
۶. تقطیر	۲۲
۷. تقطیر در خلا	۲۶
۸. اندازه گیری گرانیروی با لزجت سنج موین	۳۴
۹. اندازه گیری گرانیروی به روش سیبولت	۳۸
۱۰. هیدرومتری	۴۱
۱۱. نقطه دود کنندگی	۴۴
۱۲. نقطه نرم شدن قیرها	۴۷
۱۳. اندازه گیری میزان نفوذ پذیری قیرها	۵۰
۱۴. اندازه گیری میزان نفوذپذیری گریس ها	۵۳
۱۵. کشش قیر	۵۷
۱۶. اندازه گیری نقطه اشتعال	۶۰
۱۷. اندازه گیری نقطه آنیلین	۶۳

آزمایشگاه نفت با این منظور طراحی و تجهیز شده است که دانشجویان با اندازه گیری ویژگی های نفت و ویژگی های فرآورده های آن آشنا شوند. آزمایشگاه نفت فراز و نشیب های زیادی را طی نموده است. در اوان تاسیس دانشکده دستگاههای مختلف در گوشه های انبار و در حقیقت انباشته شده بود. این دستگاه ها جمع آوری و مرتب شدند. محلی برای آنها در نظر گرفته شد. هر دستگاه مورد بررسی و سرویس قرار گرفت و سپس راه اندازی گردید. دستگاه های راه اندازی شده برای استفاده دانشجویان در قسمتی از آزمایشگاه قرار داده شد. بدین ترتیب آزمایشگاه نفت برای دانشکده راه اندازی و آماده سرویس شد و برای مدتی دانشجویان از این آزمایشگاه استفاده نمودند.

ولی بعداً در طول زمان مسئولین و سرپرستی آزمایشگاه دچار اختلالات فراوان گشت و در نتیجه خیلی از دستگاه ها از سرویس خارج شدند و داخل آزمایشگاه بسیار آشفته و با قیر و مواد دیگر آلوده شد و از حیز انتفاع خارج شد.

پس از آگاهی از وضع بسیار آشفته این آزمایشگاه تصمیم بر آن شد که مجدداً به آزمایشگاه نفت سر و سامانی داده شود و دستگاه های از کار افتاده مجدداً تعمیر و در سرویس قرار گیرد. پس از تلاش زیاد مجدداً دستگاه ها تعمیر و بازسازی شدند. در ضمن دستگاه های مدرن و جدیدی نیز سفارش داده شده بود که به آزمایشگاه اضافه شده و دستگاه های جدید نیز در سرویس قرار گرفت و مورد بهره برداری واقع گردید.

در مرحله بعد با مشاهده نارسائی های زیادی که در دستور کار آزمایشگاه مشاهده شد، تصمیم بر آن قرار گرفت که اصلاح و تدوین دستور کار مناسب در برنامه کاری قرار گیرد. هدف تدوین دستور کاری می باشد که دانشجو بتواند به راحتی آنرا دنبال کند و بدون هیچ اشکالی آزمایش را بطور ایمن و صحیح انجام دهد. برای این کار دستور العمل های لازم به دستیاران آزمایشگاه داده شد تا در اصلاح و تدوین مناسب دستور کارها مشارکت نمایند. با مواجه شدن با عدم اشتیاق برخی دستیاران به مشارکت در این امر از روش های دیگری نیز برای پیشبرد کار بهره گیری شد و در نهایت دستور کار حاضر برای آزمایشگاه نفت تدوین شد که در آن تلاش شده است با ارائه تصویر شماتیک و تصویر عکاسی دستگاه ها و بیان واضح روش کار، دستور کار مناسبی تهیه و در اختیار دانشجویان عزیز این مملکت قرار داده شود.

در تهیه این دستور کار لازم است از مشارکت و همکاری های صمیمانه دانشجویان زیر که به عنوان دستیار هر کدام سهمی در تهیه آن داشته اند تشکر نمایم.

از خانم مریم سعادت‌مند که با حوصله به راهنمایی‌ها گوش فرا می‌دادند و به همراهی همکار دیگرشان خانم شکوفه طیبی اصلاحات را اعمال می‌نمودند سپاسگزاری می‌شود. همچنین از آقای سعید صادق نژاد لیموئی که کل مجموعه را مطابق دستور العمل‌ها و راهنمایی‌ها، ردیف و مرتب نمودند و از آقای شاهین گودرزنی که داوطلبانه در تهیه عکس‌ها و تصویرها از دستگاه‌ها همت گماشتند، قدردانی به عمل می‌آید.

امید که این مجموعه موجب تسهیل استفاده دانشجویان از آزمایشگاه نفت و ارتقاء معلومات آنان در مورد مهمترین صنایع کشور یعنی صنایع نفت گردد و زمینه را برای ارائه خدمات موثرتر به مملکت فراهم نماید.

ایرج گودرزنی

مرداد ماه ۱۳۸۴

همچنین جزوه جدید با تصاویر به روز شده همراه با برگه داده‌ها و آزمایشهای شماره ۱۶ جهت اندازه‌گیری نقطه فلش و شماره ۱۷ جهت اندازه‌گیری نقطه آنیلین برای استفاده دانشجویان در وب‌سایت آزمایشگاه نفت قرار داده شده که تمام این کارها حاصل تلاش سرکار خانم صالحی بوده است.

ایرج گودرزنی

بهمن ماه ۱۳۸۶

خوردگی مس

Standard Test Method for Corrosion of Copper with Petroleum Products (ASTM D۱۳۰-۶۸)

تئوری

خوردگی عبارت از انهدام و فساد یا تغییر و دگرگونی در خواص و مشخصات مواد (عموماً فلزات) به علت واکنش آنها با محیط اطراف است. از آنجائیکه خوردگی موجب مشکلات اقتصادی، ایمنی و ضایعات، کاهش راندمان، اتلاف محصولات، آلودگی محصولات و... می شود، ارزیابی خوردگی و خسارات حاصل از آن اهمیت زیادی دارد.

در ضمن تهیه و یا کاربرد فرآورده های نفتی بواسطه وجود بعضی مواد شیمیایی و همچنین بالا بودن فشار و درجه حرارت، خوردگی هایی را در روی سطح دستگاههای پالایش و یا موتورهای ایجاد می کند. از جمله این مواد شیمیایی سولفیدها، اسید کلریدریک و همچنین هوا و رطوبت می باشد. سولفیدها بیشتر از تجزیه مواد آلی گوگرد دار بوجود می آیند و اسید کلریدریک در اثر هیدرولیز نمک هایش حاصل می شود. تشعشعات اتمی و محیطهای بیولوژیکی و وجود میکروارگانیسمها نیز بر روی خوردگی مؤثرند.

یکی از مهمترین علل خوردگی، وجود اکسیژن محلول در مواد است که به دو طریق فیزیکی (همزدن) و شیمیایی (اضافه کردن موادی مانند هیدرارین) می توان آن را از محلول خارج کرد.

از جمله روشهای کنترل خوردگی می توان به حفاظت کاتدی، حفاظت آندی، استفاده از پوششهای فلزی، آلی و معدنی اشاره کرد.

مس و آلیاژهای آن دارای کاربرد وسیعی برای لوله کشی، لوله های مبدلهای حرارتی و صفحه لوله ها، سخت افزارها، تانکها و... می باشند. بنابراین دانستن خوردگی مس در محیطهای مختلف برای ما مفید خواهد بود. همچنین مس تنها فلزی است که در مقابل خوردگی های مختلف از خود تغییر رنگ نشان می دهد.

وسایل مورد نیاز آزمایش

۱- دو نوار مسی براق به عرض ۱۲/۵mm و ضخامت ۳mm تا ۱/۵ و طول ۷۵mm

۲- دو لوله آزمایش برای ریختن نمونه و قراردادن نوارهای مسی در آن

۳- حمام آب گرم مجهز به ترموستات برای تنظیم دما در ۱۰۰°C

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرز نیا

۴- بمب فلزی که از جنس استیل ضد زنگ است و لوله آزمایش حاوی نمونه و نوار مسی در آن قرار می گیرد و به کمک نگهدارنده هایی در حمام به صورت کاملاً عمودی نگهداشته می شود.

۵- پایه برای نگهداشتن نوارهای مسی تا هنگام استفاده از سمباده برای جلادادن، حرکت نکنند.

۶- کاغذ سمباده که از جنس ورقه های سیاهرنگ و زبر کربید سیلیکون است.

۷- پلاک استاندارد برای تطبیق نوار مسی با آن و تشخیص درجه خوردگی آن

۸- چوب پنبه

۹- نفت و گازوییل به عنوان نمونه



شکل ۱: شکل دستگاه



روش انجام آزمایش

ابتدا دو نوار مسی را در پایه نگهدارنده بگذارید و سطح آن را سمباده بکشید بعد آن را برگردانید و سطح دیگر را نیز سمباده بکشید. بعد از سمباده کشیدن با دستمال تمیز سطوح مسی را تمیز کنید تا هیچ اثری از کاغذهای سمباده روی نوارهای مسی مشاهده نشود. سپس نوارها را در لوله آزمایش به طور جداگانه بگذارید و در یکی از لوله های آزمایش نفت و در دیگری گازوییل بریزید. به طوریکه نمونه تا روی نوار مسی را بپوشاند. لوله های آزمایش را با چوب پنبه ببندید و هر یک از لوله های آزمایش را در یک بمب جداگانه بگذارید. بمب ها را به کمک گیره ها در حمام قرار دهید. حداقل ۱/۵ ساعت نمونه ها در حمام بماند سپس با پنس نوار را خارج کرده و با یک دستمال یا پنبه نوار را خشک کنید و با پلاکهای استاندارد مقایسه کنید و نتیجه را گزارش کنید.

نکته: زاویه ای که نور به نوار فلزی مورد آزمایش و پلاک استاندارد می تابد باید 45° باشد تا عمل مقایسه دقیقتر انجام شود

تمیز کردن دستگاه:

پس از اتمام آزمایش بمب فلزی را به کمک حلال آزمایشگاهی شستشو داده و کاملاً خشک نمایید.

سؤالات

- ۱- اگر لبه های جانبی نوار براق نشوند چه اشکالی پیش می آید.
- ۲- آیا مدت باقی ماندن مواد مسی در بمب تأثیری در نتیجه آزمایش دارد.
- ۳- آزمایش خوردگی بیشتر وابسته به چه عواملی است.

نقطه ابری شدن

Standard Test Method for Cloud Point of Petroleum Oils.

(ASTM D ۲۵۰۰-۶۶)

هدف

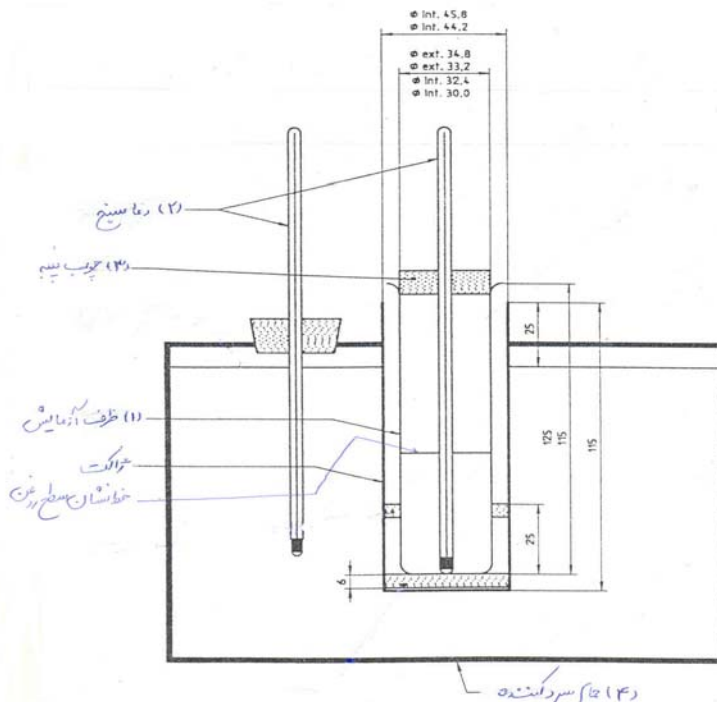
هدف از انجام این آزمایش تعیین نقطه ابری شدن محصولات نفتی است که نقطه ریزش کمتر از ۴۹°C دارند.

تئوری

منظور از نقطه ابری درجه حرارتی از مضر ۲°F (۱°C) می باشد که در آن درجه حرارت، در ته لوله آزمایشی که نمونه در آن قرار دارد، تحت شرایط کاملاً کنترل شده ابر یا کریستالهای واکسی ظاهر شود.

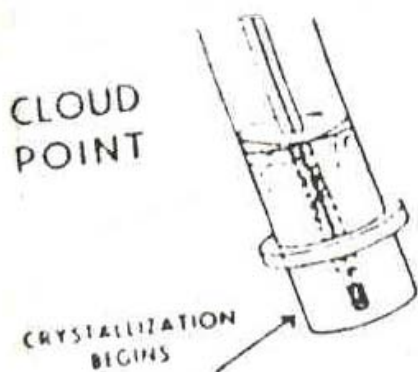
وسایل مورد نیاز آزمایش

- ۱- ظرف استوانه ای شیشه ای با انتهای تخت که نمونه در آن ریخته می شود.
- ۲- دماسنج
- ۳- چوب پنبه برای بستن ظرف آزمایش که سوراخ وسط آن برای قراردادن دماسنج تعبیه شده است.
- ۴- حمام سرد کننده
- ۵- نمونه که در این آزمایش روغن موتور است



روش انجام آزمایش

ظرف آزمایش را تا خط نشانه از روغن پر کنید. در ظرف را به وسیله چوب پنبه، که دماسنج در سوراخ آن قرار گرفته است، ببندید. موقعیت چوب پنبه و دماسنج را به گونه ای تنظیم کنید که حباب دماسنج در انتهای ظرف قرار گیرد. حمام سرد کننده را روشن کنید. ظرف نمونه را داخل حمام قرار دهید. در زمانهایی که درجه حرارت مضرری از 2°F (1°C) است ظرف آزمایش را از حمام بیرون بیاورید و تشکیل ابر را بررسی کنید و سپس ظرف را در حمام قرار دهید. توجه کنید هنگام برداشتن و گذاشتن ظرف در حمام، اغتشاشی در نمونه ایجاد نشود. این کار را تا زمانی تکرار کنید که اولین کریستالها، در اثر سرد شدن پیوسته، در انتهای ظرف دیده شود، این دما را به عنوان نقطه ابری یادداشت کنید.



نکته: زمان بیرون ماندن ظرف نمونه برای مشاهده نقطه ابری نباید بیش از ۳ ثانیه باشد. در غیر اینصورت نمونه گرم شده و خطا ایجاد می شود.

تمیز کردن دستگاه:

پس از اتمام آزمایش دماسنج را از ظرف محتوی ماده مورد آزمایش جدا نموده، نمونه را از ظرف خارج نمایید و ظرف و دماسنج را به کمک حلال مناسب شستشو دهید.

سؤالات

۱- آزمایش های نقطه ریزش و نقطه ابری به خصوص در مورد روغن موتور به کار می روند. نتیجه آنها چه اهمیتی دارد. توضیح دهید.

۲- چرا برای آزمایش نقطه ریزش و نقطه ابری موقعیت دماسنج متفاوت است.

نقطه ریزش

Standard Test Method for Pour point of Petroleum Products (ASTM D97)

هدف

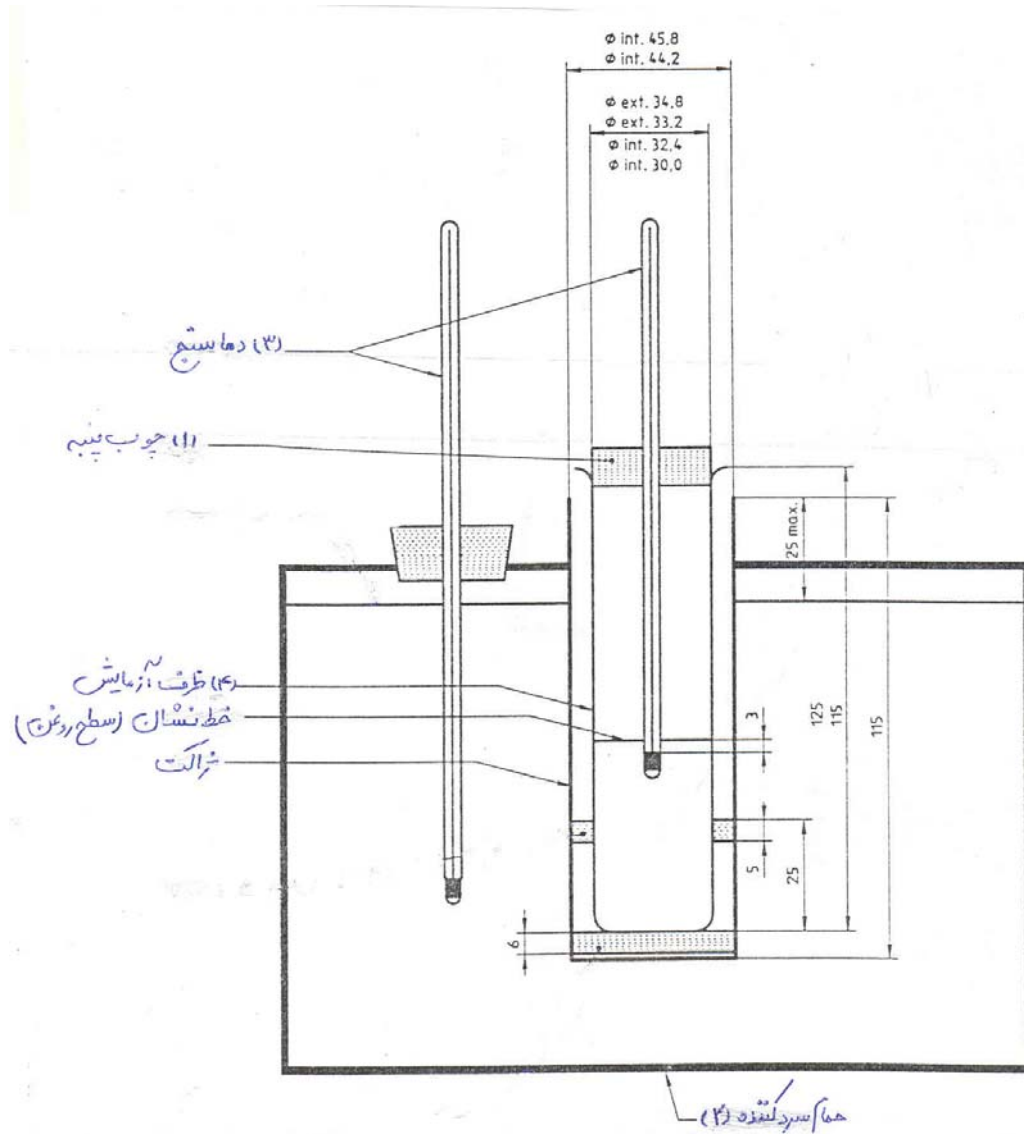
هدف تعیین نقطه ریزش محصولات نفتی است.

تئوری

نقطه ریزش یک نمونه نفتی نشان دهنده پایین ترین دمایی است که نمونه می تواند برای کاربردهای مشخص، کارایی داشته باشد. هرگاه نمونه نفتی بدون تکان دادن، سرد گردد به درجه حرارتی می رسیم که در آن میکروکریستالها شروع به تشکیل شدن کرده که خود باعث ایجاد کدورتی در نمونه شود، که به آن نقطه ابری گفته می شود. با ادامه عمل سرد کردن به درجه حرارتی می رسیم که در آن اگر لوله آزمایش را به حالت افقی قرار دهیم، نمونه دیگر در آن جابجا نشده و نمی ریزد، که به این نقطه، نقطه ریزش گفته می شود. حال اگر لوله آزمایش را به ملایمت گرم نماییم لحظه ای می رسد که نمونه در لوله سیالیت خود را باز می یابد، درجه حرارت مربوط به این تغییر حالت را نقطه جاری شدن گویند. درجه حرارت نقطه جاری شدن اغلب چند درجه بالاتر از درجه حرارت نقطه ریزش نمونه می باشد. دانستن این نقطه به شناسایی نسبت درصد پارافین ها در روغن یا نسبت درصد هیدروکربن های با نقطه انجماد بالا (به ویژه هنگام پمپاژ در زمستان) کمک می نماید.

وسایل مورد نیاز آزمایش

- ۱- چوب پنبه برای بستن ظرف آزمایش که سوراخ وسط آن برای قراردادن دماسنج است.
- ۲- حمام سرد کننده
- ۳- دماسنج
- ۴- ظرف استوانه ای شیشه ای با انتهای تخت که نمونه در آن ریخته می شود.
- ۵- نمونه که در این آزمایش روغن موتور است.



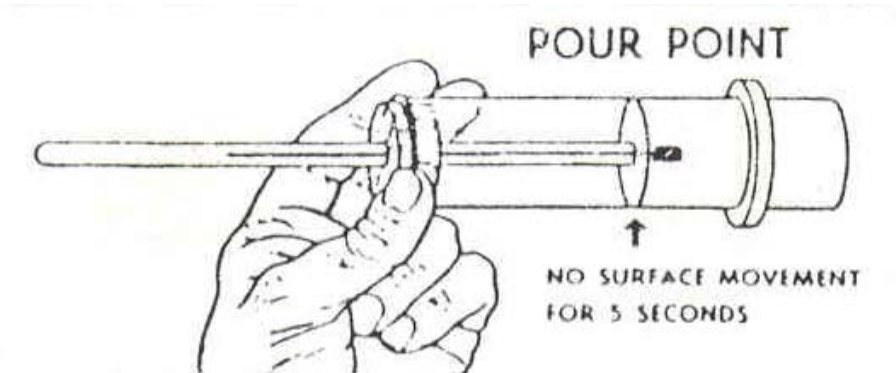
روش انجام آزمایش

ظرف نمونه را تا خط نشان از روغن موتور موردنظر پر کنید. در ظرف را به وسیله چوب پنبه، که دماسنج در سوراخ آن را گرفته، ببندید. موقعیت چوب پنبه و دماسنج باید به گونه ای تنظیم شود که حباب دماسنج دقیقاً زیر سطح نمونه باشد.

حمام سرد کننده را روشن کنید. ظرف نمونه را داخل حمام سرد کننده قرار دهید. در زمانهایی که درجه حرارت مضرری از ۳ است ظرف نمونه را از حمام بیرون بیاورید و در موقعیت افقی به مدت ۵ ثانیه نگه دارید و به دقت به نمونه نگاه کنید. در صورتیکه نمونه هر گونه حرکتی داشت، دوباره بلافاصله ظرف را در حمام قرار داده و این

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرزنیا

مشاهدات را برای دمای بعدی که 3°C پایین تر از دمای فعلی است، تکرار کنید. هرگاه ظرف در موقعیت افقی به مدت ۵ ثانیه قرار گرفت و هیچ حرکتی نداشت، دمای مشاهده شده را به عنوان نقطه ریزش روغن یادداشت کنید.



زمان بیرون ماندن ظرف نمونه برای مشاهده نقطه ریزش نباید بیش از ۳ ثانیه باشد. در غیر این صورت دمای نمونه افزایش می یابد و آزمایش خطا دار می شود.

تمیز کردن دستگاه:

پس از اتمام آزمایش دماسنج را از ظرف محتوی ماده مورد آزمایش جدا نموده، نمونه را از ظرف خارج نمایید و ظرف و دماسنج را به کمک حلال مناسب شستشو دهید.

سؤالات

- ۱- آیا مقدار نمونه داخل ظرف در نتیجه آزمایش تأثیری دارد. چگونه.
- ۲- چرا از شروع انجماد تا پایان آن دما ثابت نیست و کاهش می یابد.

ضریب شکست

Standard Test Method for Refractive Index of Viscose Materials

(ASTM D1۷۴۷)

هدف

هدف از انجام این آزمایش اندازه گیری ضریب شکست مایعات هیدروکربنی شفاف و یا ویسکوز با رنگ روشن و یا جامدات ذوب شده ای است که دارای ضریب شکست بین $1/33$ و $1/60$ در دمای 80 تا 100°C می باشند.

تئوری

ضریب شکست یک جسم نسبت به یک نور با طول موج معین برابر است با نسبت سرعت آن نور در هوا به سرعت نور در جسم مورد نظر. اگر این کمیت به صورت نسبت سینوس زاویه تابش به سینوس زاویه شکست معرفی شود، ضریب شکست نسبی نامیده می شود. در صورتی که محیط اولی خالص باشد، نتیجه اندازه گیری ضریب شکست مطلق می باشد که از نظر عددی برابر با حاصلضرب ضریب شکست نسبی در عدد $1/00027$ (ضریب شکست مطلق هوا) است.

ضریب شکست یکی از خواص فیزیکی است که می تواند همراه با سایر خواص جهت تعیین میزان خلوص هیدروکربنها و نیز تعیین ترکیب مخلوطهای آنها به کار رود. در یک جسم با ترکیب و درجه خلوص معین، سرعت نور با طول موج معین در یک دمای ثابت مقداری است ثابت و تنها با تغییر دما، تغییر می کند. این موضوع خود معیاری است دقیق برای سنجش درجه خلوص فرآورده هایی که در آزمایشگاهها و یا صنایع مختلف نفتی و شیمیایی به دست می آید که با کوچکترین تغییر ترکیب و یا وجود ناخالصی ضریب شکست تغییر می کند. بر ضریب شکست یک جسم دما، فشار و طول موج اثر می گذارند که همگی پارامترهای قابل کنترل هستند.

شرح دستگاه

رفراکتومتر: در این آزمایش از دو رفاکتومتر، یکی قدیمی و دیگری جدید، استفاده می شود. دستگاه جدید ضریب شکست را تا پنج رقم اعشار و دستگاه قدیمی تا سه رقم اعشار، اندازه گیری می نماید. دستگاه جدید رفاکتومتر نوع Abbe است که برای دقت بیشتر از نور تک رنگ لامپ سدیم استفاده می کند و در دستگاه قدیمی از نور سفید استفاده می گردد. در رفاکتومتر نمونه بین دو منشور قرار می گیرد. در رفاکتومتر Abbe منشور بالایی به منشور پایینی لولا شده است تا جداسدن منشورها جهت تمیز کردن و نیز وارد کردن نمونه به آسانی انجام شود. سطح

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرز نیا

منشور پایینی ناهموار است به طوری که وقتی نور به داخل منشور تابیده می شود این سطح به طور مؤثر منبع تعداد بی شماری پرتو می شود که در تمام زوایا از داخل نمونه عبور می کند. تابش در وجه مشترک نمونه و سطح صاف منشور بالا شکسته می شود. دو منشور آمیکی که نسبت به هم چرخش دارند، جهت جمع کردن پرتوهای با زاویه بحرانی واگرا با رنگهای مختلف به یک پرتو نور سفید که مسیر آن با پرتو D سدیم یکی است، مورد استفاده قرار می گیرند. عدسی مجهز به خطوط تنظیم است. در هنگام اندازه گیری، زاویه منشور تغییر داده می شود تا زمانی که وجه مشترک روشن - تیره به طور کامل سر خط منطبق شود، سپس وضعیت منشور از روی مقیاس ثابت تعیین می شود. با گردش آب و یا هر سیال دیگر از داخل مسیرهایی که اطراف منشور قرار دارند، دما کنترل می گردد.

وسایل مورد نیاز

۱- رفراکومتر جدید مجهز به کنترلر دما که با نور سدیم کار می کند.

۲- رفراکومتر قدیمی که با نور معمولی آزمایشگاه کار می کند.

۳- دماسنج

۴- بنزن، تولوئن و آب به عنوان نمونه

۵- جداول مربوط به ضریب شکست ایندکس





نمای دستگاه جدید(از راست به چپ:خنک کننده، رفراکتومتر، لامپ نور سدیم)

روش انجام آزمایش

در این آزمایش به طور جداگانه از دو رفراکتومتر برای اندازه گیری ضریب شکست استفاده می شود.

آزمایش ۱ به کمک رفراکتومتر قدیمی که با نور معمولی کار می کند و مجهز به کنترلر دما نیست:

ابتدا منشورهای شیشه ای دستگاه را با پنبه ای آغشته به تولوئن یا کلروفرم پاک کنید و صبر کنید تا این سطوح خشک شوند. نمونه مورد آزمایش را روی سطح منشور بریزید تا تمام سطح منشور را بپوشاند و جعبه منشور را ببندید. زاویه نور ورودی را توسط چرخاندن پیچ تنظیم پایین دستگاه طوری تنظیم کنید که روی صفحه دید، دایره ای با دو قسمت تاریک و روشن کاملاً مجزا از یکدیگر، مشاهده شود. وضوح فصل مشترک این دو نیم دایره را می توان توسط پیچ بالایی دستگاه بهتر کرد. عددی که روی مقیاس موجود در زیر دایره در مقابل خط مؤین است را به

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرزنیا

عنوان ضریب شکست نمونه یادداشت کنید و به کمک دماسنج نیز دمای نمونه را بخوانید. این آزمایش را برای ۲ نمونه دیگر نیز تکرار کنید.

آزمایش ۲ به کمک رفاکتومتر جدید که با نور سدیم کار می کند ومجهز به کنترلر دما است:

مقدار مقرر دمای حمام را روی 20°C قرار دهید و منتظر بمانید تا دما به 20°C برسد. دستگاه مولد نور سدیم را روشن کنید. مراحل ریختن نمونه و تنظیم صفحه دید را مانند آزمایش ۱ انجام دهید. عددی که از روی درجه بندی رفاکتومتر خوانده می شود مستقیماً به عنوان ضریب شکست گزارش نمی شود. این عدد ضریب شکست ایندکس است. با کمک جداولی که در اختیار دارید با داشتن ضریب شکست ایندکس، ضریب شکست را پیدا کنید و یادداشت نمایید. این آزمایش را برای ۲ نمونه دیگر نیز تکرار کنید.

تمیز کردن دستگاه:

وجه های منشور را به طور کامل به کمک پارچه مخصوص تمیز کردن لنز و یا به وسیله پنبه که با حلال مناسب آغشته شده است تمییز نمایید.

سؤالات

- ۱- چند نمونه از کاربردهای ضریب شکست را بیابید.
- ۲- تغییرات دما، تغییرات طول موج چه تأثیری بر ضریب شکست دارند. شرح دهید.
- ۳- دو دستگاه رفاکتومتر موجود را از نظر میزان خطا در نتایج آزمایش، مقایسه کنید.

فشار بخار رید

Standard Test Method for Reid Vapor pressure of Petroleum Product (ASTM D۳۲۳)

هدف

هدف از انجام این آزمایش اندازه گیری فشار بخار بنزین و سایر محصولات فرار نفتی که دارای فشار بخار کمتر از ۱۸۰kpa هستند، می باشد.

تئوری

فشاری که در آن مولکولها بتوانند در دمایی که هستند بر آن فشار غلبه کنند و از سطح مایع خارج شوند و به صورت گاز درآیند را فشار بخار گویند. اگر مقداری مایع را در ظرف مسدودی که دارای فضای خالی باشد، بریزیم، پس از مدتی مقداری از مایع تبخیر شده و وارد فضای خالی می شود. وارد شدن این ذرات مایع به این فضا، ایجاد فشاری می کند که فشار بخار رید نامیده می شود. به علت وجود هوا در محفظه دستگاه، فشار اندازه گیری شده، فشار بخار حقیقی نمونه نیست. در نتیجه فشار بخار حقیقی حدود ۵ تا ۹ درصد بیشتر از فشار بخار رید می باشد.

فشار بخار یک خاصیت مهم فیزیکی برای مایعات فرار می باشد. این آزمایش برای تعیین فشار بخار محصولات نفتی و نفت خام، در دمای 37.8°C ، که دارای نقطه جوش بالای صفر درجه هستند، به کار می رود.

فشار بخار نفت خام برای انتقال و ذخیره سازی آن و نیز انجام تصفیه اولیه پالایشگاهی، مهم می باشد. دانستن فشار بخار برای ایمنی در حمل و نقل مواد سبک نفتی، انواع مخازن و نیز تعیین ویژگیهای سوختهای موتور دارای اهمیت است. برای بعضی مواد که نقطه جوش بسیار پایین دارند و در فشار اتمسفریک نمی توان آنها را تقطیر نمود، دانستن این فشار بخار لازم است زیرا که زیاد بودن فشار بخار، اتلاف فراورده ها را زیاد می کند. از نظر کارایی ماده نفتی به عنوان سوخت، فشار بخار باید در محدوده خاصی باشد، در غیر این صورت آرام سوزی اتفاق نمی افتد.

فشار بخار یک برش نفتی را می توان مانند یک هیدروکربن خالص در نظر گرفت. تعادل مایع - بخار یک مخلوط پیچیده با اندازه گیری فشار بخار آن در دمای معین، مشخص می شود. تمایل مولکولها به فرار از فاز مایع به وسیله دستگاه رید اندازه گیری می شود. فشار بخار رید که در ۱۰۰ درجه فارنهایت اندازه گیری می شود، عبارت است از "مجموع فشارهای جزیی هیدروکربنهای سازنده برش و فشار جزئی هوا". چون حجم محفظه هوا استاندارد و معلوم

شده است، می توان رابطه ای بین فشار بخار رید و فشار بخار حقیقی مخلوط برقرار کرد. برای مخلوط هیدروکربنها و برشها در حالت ایده آل می توان از قانون راولت استفاده کرد.

بنزین مخلوطی است از گروههای مختلف هیدروکربنی که در مولکولشان بین چهار تا ده و گاهی تا دوازده کربن دارند. بررسی مشخصات بنزین ها از جمله فشار بخار آنها از نظر کاربردشان در موتور مطرح است. مواد فرار باعث سهولت راه اندازی موتور در زمستان می شوند. در تابستان نیز مقدار زیاد هیدروکربنهای سبک که به علت تشکیل سدی از بخار در لوله بنزین؛ باعث توقف موتور می شوند که در این حالت باید صبر کرد تا موتور سرد شود و سپس آن را راه انداخت.

استفاده دیگری که از فشاربخار می شود در طراحی موتورهای احتراق داخلی است. بدین ترتیب که برای افزایش بازده موتور باید نسبت تراکم را تا حد معینی بالا برد. اما اگر این نسبت از حد مجاز بالاتر رود پدیده ای به نام کوبش در موتور ایجاد می شود که صدایی شبیه کوبیدن چکش دارد و باعث گرم شدن بیش از حد موتور و افت قدرت آن می شود، که با کنترل فشار بخار و دما، در یک محدوده خاص می توان این نسبت را در محدوده معین، بدون ایجاد کوبش، افزایش داد.

شرح دستگاه و وسایل مورد نیاز آزمایش

۱- محفظه بخار: این محفظه ظرفی استوانه ای شکل با قطر داخلی $(51 \pm 3 \text{ mm})$ و طول $(254 \pm 3 \text{ mm})$ است.

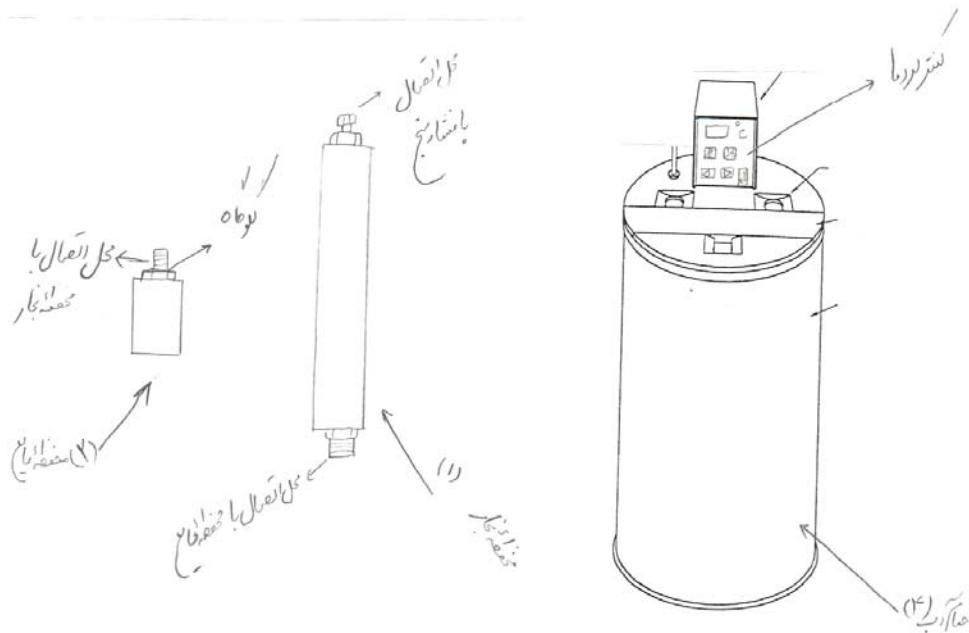
۲- محفظه مایع: ظرف استوانه ای شکل که قطر داخلی اش به اندازه قطر داخلی محفظه بخار است و نسبت حجم محفظه بخار به محفظه مایع بین $3/8$ تا $4/2$ متغیر است. قسمت فوقانی این محفظه به محفظه بخار متصل می شود و انتهای دیگرش نیز کاملاً تخت و بسته است.

۳- فشارسنج gauge: برای اندازه گیری فشار بخار رید، فشارسنج gauge به قسمت فوقانی محفظه بخار متصل می شود که قطر این فشارسنج بین 100 تا 150 mm متغیر است و از صفر تا $0/6 \text{ bar}$ درجه بندی شده است.

۴- حمام آب: آب داخل حمام باید به اندازه ای باشد که سطح فوقانی محفظه بخار، $25/4 \text{ mm}$ بالاتر از سطح آب باشد. این حمام مجهز به کنترلر دمایی است.

۵- آچار: برای اتصال محفظه ها و فشارسنج به همدیگر و جدا کردن آنها از یکدیگر

ع- بنزین به عنوان نمونه مورد آزمایش



روش انجام آزمایش

حمام را روشن کنید و مقدار مقرر درجه حرارت کنترلر را روی دمای $37/8^{\circ}\text{C}$ قرار دهید. سپس تا ابتدای گلوگاه محفظه مایع (به شکل ۲ توجه کنید)، بنزین بریزید. محفظه را به آرامی روی میز بکوبید تا اگر حبابهای هوا در آن بود خارج شود و خطایی در آزمایش به وجود نیاید. محفظه بخار را به محفظه مایع متصل کنید و با کمک آچار اتصال را محکم کنید. سپس فشارسنج را بالای محفظه بخار متصل کرده و با آچار اتصال را محکم کنید. پس از اینکه درجه حرارت حمام به دمای مورد نظر ($37/8^{\circ}\text{C}$) رسید، دستگاه متصل شده را در حمام قرار دهید. هر دو دقیقه یک بار، دستگاه را بیرون بیاورید. دستگاه را به طور مایل در دست بگیرید بطوریکه در یک دست محفظه مایع و در دست دیگر فشارسنج است. آن را تکان دهید، تا مطمئن شوید تعادل مایع - بخار برقرار است. سپس مجدداً دستگاه را در حمام قرار دهید. مدت زمان بین بیرون آوردن و گذاشتن مجموعه دستگاه در حمام نباید بیش از ۳۰ ثانیه به

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرزنیا

طول انجامد، زیرا دستگاه سرد می شود. عمل بیرون آوردن دستگاه از حمام و تکان دادن آن را آنقدر تکرار کنید تا عقربه فشارسنج قبل از بیرون آوردن دستگاه و پس از قراردادن دوباره آن در حمام یک عدد را نشان دهد. این فشار را به عنوان فشار بخار رید بنزین گزارش کنید.



نکته ها

- ۱- از نمونه هایی که قبلاً مورد آزمایش قرار گرفته اند نباید استفاده کرد. همچنین باید مراقب بود تا به نمونه پیش از آزمایش حرارت زیادی نرسد.
- ۲- اتصالات باید محکم بسته شده باشند تا هیچ گونه نشتی وجود نداشته باشد.

تمیز کردن دستگاه:

محفظه بخار و مایع را توسط پر کردن آن ها از بنزین و سپس آب با دمای بالای ۳۲ درجه سانتی گراد به طور کامل از نمونه پاک نمایید.

سؤالات

- ۱- اگر هوای اولیه داخل محفظه هوا دارای فشاری معادل ۲ یا ۳ اتمسفر می بود آیا در نتیجه آزمایش تغییری حاصل می شد. چرا؟
- ۲- در صورت استفاده مجدد از نمونه های مورد آزمایش چه خطایی ایجاد می شود.

تقطیر

Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products

(ASTM D۸۶)

هدف

هدف از انجام این آزمایش، تقطیر مواد نفتی و به دست آوردن مشخصات فنی و منحنی های مربوطه است.

تئوری

خصوصیات تقطیر (فراریت) هیدروکربنها اغلب تأثیر مهمی در ایمنی و عملکرد آنها، به ویژه در مورد سوختها و محلولها، دارد. فراریت مهمترین عامل تعیین کننده تمایل یک هیدروکربن به تولید بخارهای قابل انفجار است. فراریت برای سوختهای موتور و جت عامل مهمی می باشد که بر روشن کردن، گرم شدن در دماهای عملیاتی بالا، ارتفاعات یا هر دو مؤثر است. حضور اجزاء با نقطه جوش بالا در سوختها به طور قابل توجهی بر میزان تشکیل مواد جامد دور ریختنی حاصل از احتراق، مؤثر می باشد. از آنجایی که فراریت بر سرعت تبخیر اثر دارد، عامل مهمی در کاربرد بسیاری از حلالها به ویژه آنهایی که در نقاشی به کار می رود، می باشد. خصوصیات مواد نفتی اغلب شامل محدوده های تقطیر می باشد که نشان دهنده مناسب بودن محصولات از نظر فراریت می باشد.

در این آزمایش از اصطلاحات ویژه ای استفاده می شود:

- دمای تجزیه (Decomposition Point): دمای ترمومتر هنگامی که اولین نشانه های تجزیه حرارتی در نمونه مشاهده شود. (متصاعد شدن بخار از نمونه و تغییرات نامنظم و شدید دمای ترمومتر از نشانه های تجزیه حرارتی می باشد)

- دمای خشک (Dry Point): دمای ترمومتر هنگامی که آخرین قطره مایع از انتهای فلاسک تقطیر، تبخیر می شود. توجه شود که قطره هایی که روی جداره فلاسک و ترمومتر می باشند، شامل این تعریف نمی شوند. اغلب به جای دمای خشک دمای مربوط به نقطه پایانی استفاده می شود. دمای خشک برای موارد خاص استفاده از نفتا، به عنوان مثال کاربردهای آن در صنعت رنگ، به کار برده می شود. همچنین در مواردی که طبیعت نمونه به گونه ای است که اندازه گیری نقطه پایانی با دقت لازم برای آزمایش همخوانی ندارد، از دمای خشک استفاده می شود.

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرز نیا

- نقطه پایانی (Final Boiling Point, End Point): حداکثر دمایی است که ترمومتر در طول آزمایش نشان می دهد. اغلب این دما پس از تبخیر تمام مایع درون فلاسک حاصل می گردد. گاهی از واژه دمای حداکثر به جای نقطه پایانی استفاده می شود.

- نقطه جوش ابتدایی (Initial Boiling Point, I.B.P): دمای ترمومتر هنگامی که اولین قطره مایع از لوله خروجی کندانسور خارج می شود.

- درصد بازیابی شده (Percent Recovered): حجم برحسب میلی لیتر مایع جمع آوری شده در استوانه مدرج که به طور همزمان با خواندن دما، ثبت می شود.

- درصد بازیابی (Percent Recovery): حداکثر حجم مایع که در استوانه جمع آوری می شود.

- درصد باقی مانده (Percent Residue): حجمی که در نهایت در فلاسک تقطیر باقی می ماند.

- درصد بازیابی شده کل (Percent Total Recovery): مجموع درصد بازیابی و درصد باقیمانده

- درصد اتلاف شده (Percent Lost): تفاضل درصد بازیابی شده کل از ۱۰۰.

- درصد تبخیر شده (Percent Evaporated): مجموع درصد بازیابی شده و درصد اتلاف شده.

- دمای ترمومتر (Thermometer Reading): دمای بخار اشباع که در گردنه بالن، زیر لوله بخار اندازه گیری می شود.

دستگاه و وسایل لازم

۱- بالن با لوله جانبی

۲- استوانه مدرج به حجم ۱۰۰ میلی لیتر که باید در هر ۵ میلی لیتر روی استوانه نشانه گذاری شده باشد و بین درجات ۹۰ میلی لیتر و ۱۰۰ میلی لیتر در هر یک میلی لیتر نشانه گذاری شده باشد.

۳- دماسنج که باید مطابق استانداردهای ASTM کالیبره شده باشد. دماسنج در یک حفاظ قرار داده می شود. این حفاظ به گونه ای طراحی شده که دماسنج را در وسط دهانه بالن نگه می دارد.

۴- دستگاه تقطیر، این دستگاه دارای سه قسمت اصلی می باشد:

۴-۱- کندانسور (در این آزمایش از آب به عنوان مایع خنک کننده استفاده می شود)

۴-۲- گرم کن الکتریکی که حرارت آن قابل تنظیم است.

۴-۳- صفحه نگهدارنده بالن که بالن به طور کامل در آن ثابت می شود.

۵- گازوییل به عنوان نمونه

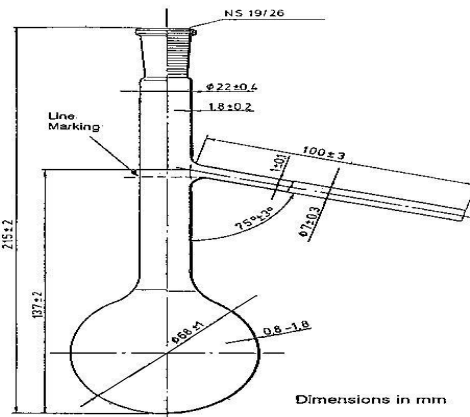


FIG. 1a Distillation Flask with Ground Glass Joint

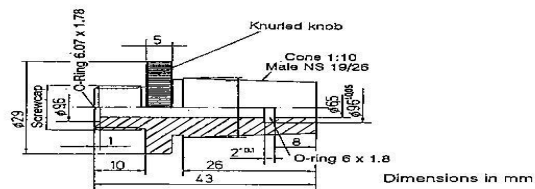


FIG. 1b PTFE Centering Device for Ground Glass Joint

روش انجام آزمایش

ابتدا ۱۰۰CC گازوئیل را با استوانه مدرج بردارید و در بالن بریزید. بالن را در محل مخصوص خود روی هیتر قرار دهید، بطوری که لوله جانبی بالن در سوراخ ورودی به کندانسور قرار گیرد. سپس با کمک نگهدارنده پلاستیکی که روی لوله جانبی قرار دارد، اتصال را محکم کنید. دماسنج را وارد بالن کنید به نحوی که حباب جیوه ای آن مقابل لوله جانبی بالن قرار گیرد، استوانه مدرج خالی را زیر لوله خروجی کندانسور قرار دهید. درجه هیتر را روی ۹ بگذارید و آن را روشن کنید. زمانی که اولین قطره از لوله خروجی کندانسور چکید، دمای متناظر را به عنوان Initial Boiling Point یادداشت کنید و سپس درجه هیتر را روی ۷ قرار دهید. هرگاه حجم مایع جمع شده در استوانه مدرج به ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ... رسید دمای متناظر با آنها را یادداشت کنید. وقتی آخرین قطره از لوله خروجی کندانسور چکید، دمای متناظر با آن را به عنوان Final Boiling Point یادداشت نمایید. سپس هیتر را خاموش کنید و منتظر بمانید تا بالن خنک شود. سپس محتویات بالن را در یک استوانه مدرج خالی ریخته و حجم آن را به عنوان حجم باقیمانده یادداشت کنید. اختلاف بین مجموع حجم باقیمانده و حجم جمع آوری شده در استوانه مدرج و ۱۰۰، بیانگر میزان اتلاف است آن را نیز یادداشت کنید.

تمیز کردن دستگاه:

پس از اتمام آزمایش اجزا متصل شده به بالن را از آن جدا نمایید. بالن، دماسنج و استوانه مدرج را با حلال مناسب (بنزین) شستشو دهید.

سؤالات

- ۱- منحنی دما برحسب حجم را رسم نمایید. از این منحنی چه استفاده هایی می شود.
- ۲- درجه حرارت ظرف کندانسور چه تأثیری دارد. آیا برای روغن می تواند هر دمایی داشته باشد.

تقطیر در خلاء

Standard test method for Distillation of Petroleum Products at Reduced Pressure

(ASTM D ۱۱۶۰)

هدف

این آزمایش روشی برای تقطیر برش های سنگین نفتی که اگر در فشار اتمسفریک تقطیر شوند، احتمال تجزیه آنها وجود دارد می باشد. محدوده مجاز برای فشار در آزمایش ۰,۱۳ تا ۶۰۷ کیلوپاسکال (۱-۵۰ mmHg) می باشد. در این آزمایش از نفت سفید به عنوان ماده تقطیر شونده استفاده می شود.

شرح دستگاه:

دستگاه آزمایش از نوع اتوماتیک بوده و شامل اجزای اصلی زیر می باشد

- ۱- فلاسک تقطیر
- ۲- ستون تقطیر
- ۳- سنسور دما
- ۴- ظرف جمع آوری کننده
- ۵- تله سرد
- ۶- دریچه سلونوید
- ۷- کنترلر PID
- ۸- کنترلر فشار
- ۹- پمپ خلاء (در شکل نیامده است)
- ۱۰- سیستم خنک کننده (در شکل نیامده است)

روش انجام آزمایش

۱- دو شاخه مربوط به هود و پمپ را به برق بزنید و هود را با زدن کلید On و سپس Reset روشن نمایید.

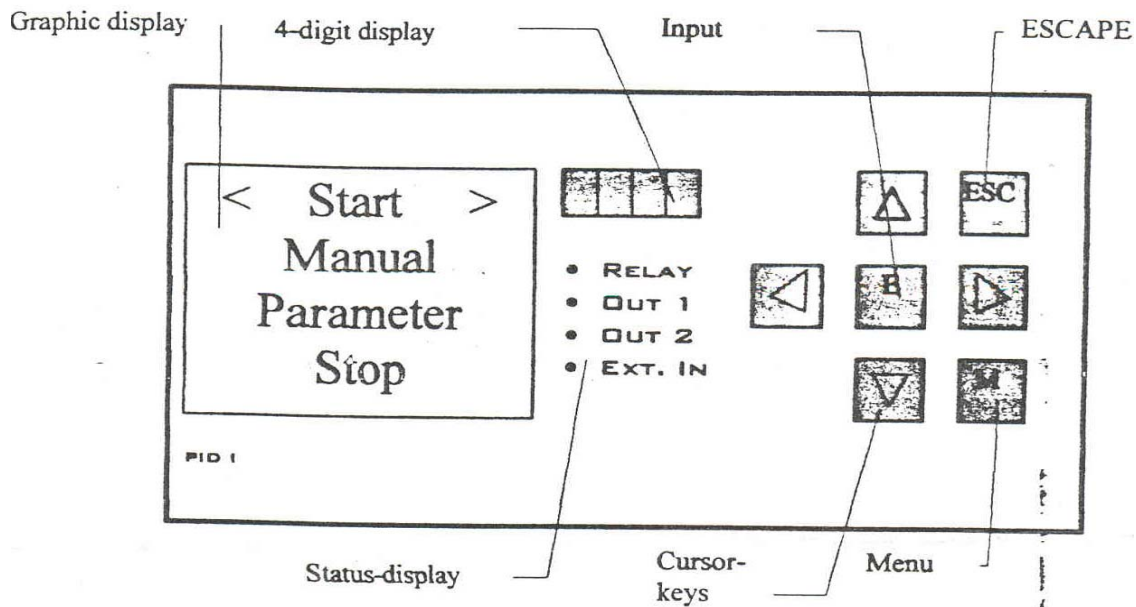
۲- پارامترهای دما و فشار را بصورت زیر تنظیم نمایید.

۱-۲- تنظیم فشار:

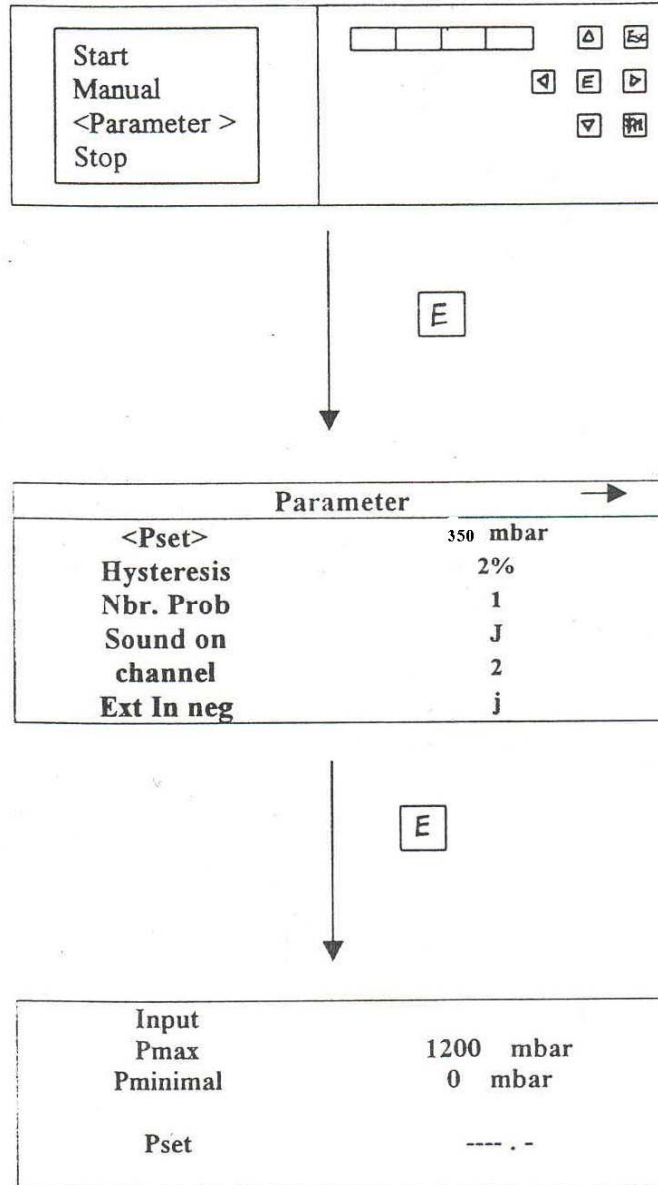
کلید on/off پشت کنترلر را روشن نمایید با کلید ▼ روی منوی Parameter رفته و کلید Enter را بزنید

سپس روی Pset کلید Enter را بزنید و فشار مورد نظر آزمایش را وارد نمایید. (برای نفت سفید ۳۵۰mbar

مناسب است)



شکل ۲



شکل ۳: مراحل تنظیم فشار

۲-۲- تنظیم میزانی گرمادهی:

ابتدا کلید on/off پشت کنترلر را در وضعیت On قرار دهید. با کلید ▼ روی Parameter رفته و کلید Enter را فشار دهید برای تنظیم سرعت گرمادهی سه انتخاب می توان داشت که پارامتر Ctrl.type معرف سه انتخاب می باشد.

۲-۲-۲- تنظیم دمای گرمکن (T_{Sabs}):

Ctrl.type را برابر با ۱ قرار دهید و با رفتن به صفحه اول منوی Parameter، در قسمت T_{max} ، با توجه به محدوده دمایی مجاز، حداکثر دما را وارد نمایید ($230^{\circ}C$ برای نفت سفید) سپس T_{min} را نیز که حداقل دمای مورد نظر برای فلاسک می باشد را رد نمایید. دمای مورد نظر برای گرمکن را با رفتن بر روی T_{Sabs} وارد نمایید.

۲-۲-۳- تنظیم اختلاف دمای بین گرمکن و فلاسک (T_{diff}):

در این قسمت Ctrl.type را معادل با ۲ قرار دهید. در صفحه اول منوی Parameter بر روی T_{max} رفته و حداکثر دمای مجاز برای فلاسک تقطیر را وارد نمایید (برای نفت سفید $230^{\circ}C$ مناسب است). به کمک کلید ▼ روی T_{diff} رفته و اختلاف دمای مورد نظر را وارد نمایید (در این جا ۱۰ مناسب می باشد). و کلید Enter را فشار دهید. سپس کلید Esc را زده و به صفحه اصلی منوی Parameter باز گردید.

۲-۲-۳- تنظیم اختلاف دمای بین گرمکن و فلاسک (T_{diff})

دوباره مانند حالت قبل دمای T_{max} و T_{min} فلاسک را در مکانهای مورد نظر وارد نمایید حال به صفحه دوم منوی Parameter بروید و در سمت Ctrl.type عدد ۲ را وارد نمایید. با برگشتن به صفحه اول در قسمت T_{diff} اختلاف دمای مورد نظر را وارد نمایید معمولاً عدد ۱۰ توصیه می شود.

۳- دمای خنک کننده را حداقل $30^{\circ}C$ پایین تر از دمای بخاری که در طول آزمایش بوجود می آید تنظیم نمایید. برای نفت سفید دمای کمتر از $70^{\circ}C$ مناسب است. برای این منظور پیچ تنظیم را روی دمای مورد نظر قرار دهید.

۴- مقدار ۲۰۰ میلی لیتر از نمونه را در فلاسک بریزید و سپس فلاسک را به اتصال کروی پایین ستون تقطیر متصل کرده و با قرار دادن گیره از اتصال این دو قسمت متصل شوید. سپس گرمکن را در زیر فلاسک قرار داده و اطراف فلاسک را با توری عایق بیوشانید.

۵- دقت کنید که تمامی شیرهای موجود و نیز اتصالات بسته باشند و هیچ گونه نشتی ای به بیرون وجود نداشته باشد. حال پمپ خلاء را روشن کنید.

۶- محتویات فلاسک را از نظر تولید کف بررسی کنید. در صورتی که نمونه کف کرد، اجازه دهید تا فشار سیستم به آرامی افزایش پیدا کند برای این کار به قسمت تنظیم فشار مراجعه کنید. سپس دوباره فشار و دستگاه را تا فشار مورد نظر کاهش دهید.

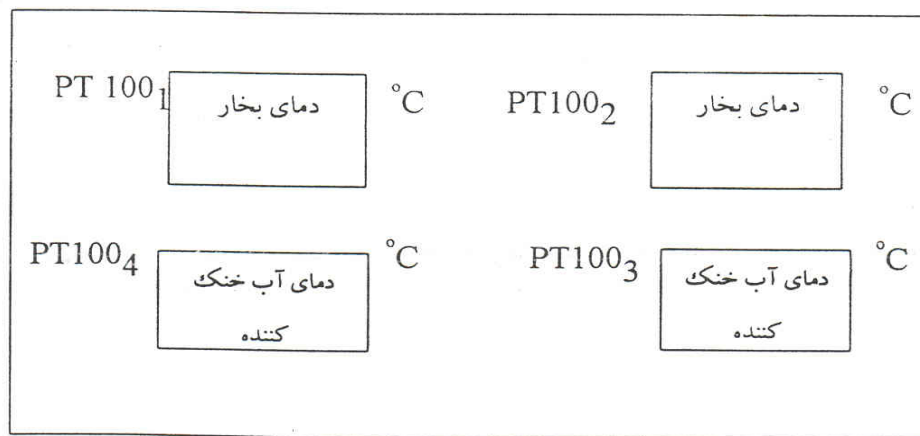
دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرزینیا

هر گونه اشتباه در رسیدن به فشار تقطیر و یا وجود یک افزایش فشار یکنواخت در سیستم در حالی که پمپ block off است، نشان دهنده نشستی در سیستم می باشد که در این صورت باید دستگاه را به شرایط اتمسفریک بازگرداند و دوباره اجزا را روغن کاری نمود.

۷- پس از اینکه فشار مورد نظر در سیستم برقرار گردید، گرمکن را روشن کرده و فلاسک را تا حد امکان سریع، بدون اینکه کف زایی نامطلوب در نمونه بوجود آید، گرم نمایید. جهت روشن کردن گرمکن روی منوی start رفته و کلید Enter را بزنید. به محض اینکه بخار و یا مایع برگشتی در گلوگاه فلاسک ظاهر شد، سرعت گرم کردن را به گونه ای تنظیم کنید که مقطره با میزان یکنواخت 6 ml/min ، وارد ظرف جمع آوری شود. جهت تنظیم سرعت گرم کردن در حین تقطیر در همان صفحه منوی start می توانید، سرعت را با تغییر پارامتر مناسب با توجه به انتخاب نوع روش گرم کردن اعم از توان مورد نظر، دمای مطلق گرمکن و یا اختلاف دمای بین گرمکن و فلاسک، تنظیم نمود.

۸- حال دمای بخار، زمان، فشار را در هر یک از درصدهای حجمی خوراک که در جمع آوری کننده جمع شده است را در برگ داده ها یادداشت نمایید.

در قسمت نمایشگر دما می توان دماهای مربوطه را مشاهده نمود.



۹- پس از اتمام کار برای متوقف کردن عملیات، پمپ را خاموش کرده و برای خاموش کردن گرمکن از منوی Stop کمک بگیرید. و صبر کنید تا دستگاه خنک شود.

هشدار: افزایش فشار (از بین بردن خلاء) در اجزای دستگاه توسط هوا، در حالی که دستگاه حاوی بخارهای داغ نفتی است می تواند منجر به آتش سوزی یا انفجار گردد.

تمیز کردن دستگاه:

مخزن جمع آوری کننده و فلاسک را برداشته و پس از خالی کردن محتویات آنها، مخزن جمع آوری کننده را در جای خود قرار دهید. حدود ۵۰ml از حلال تمییز کننده که می تواند تولوئن و یا سیکلو هگزان باشد را در فلاسک ریخته و فلاسک را در جای خود مستقر نمایید. حال در فشار اتمسفریک (پمپ خلا باید خاموش باشد) تقطیر حلال را شروع نمایید تا با عبور حلال از درون دستگاه، دستگاه تمییز شود.

محاسبات:

رسم منحنی تقطیر، تبدیل دماهای بخار به AET

اندازه گیری گرانروی با لزجت سنج مویین

Standard Test Method for Kinematics Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (ASTM D-۴۴۵)

هدف

هدف از انجام این آزمایش تعیین گرانروی سینماتیک محصولات نفتی مایع (مایعات نیوتنی)، توسط اندازه گیری زمانی که حجمی از مایع بر اثر نیروی جاذبه در یک گرانروی سنج شیشه ای مویین استاندارد جاری می شود، می باشد.

تئوری

گرانروی یک سیال مقاومت آن در برابر حرکت می باشد و خاصیتی است که سیال به واسطه آن در مقابل تنش برشی مقاومت می کند. نسبت تنش برشی به گرادیان سرعت یک مایع گرانروی دینامیک نامیده می شود که مقاومت در برابر جریان یا تغییر شکل مایع است. مقاومت در برابر جریان یک مایع تحت نیروی گرانش، گرانروی سینماتیک نامیده می شود بسیاری از محصولات نفتی و برخی از مواد غیرنفتی به عنوان روغن های روان کننده به کار برده می شوند و عملکرد درست دستگاه، بستگی به مناسب بودن مایعی که استفاده می شود، دارد. هر چه گرانروی روغنی که به منظور روان کاری به کار می رود زیادتر باشد، عمل روان کاری مطمئن تر خواهد بود. البته روغن روان کاری باید دارای گرانروی معینی باشد زیرا اگر روغن خیلی سبک و روان باشد احتمال انفجار خواهد داشت و اگر خیلی سنگین باشد مقداری از آن از بین می رود. گرانروی بسیاری از سوخته های نفتی برای تخمین شرایط بهینه ذخیره سازی و عملیاتی، مهم می باشد. گرانروی نفت از نظر حرکت و جریان آن در خطوط لوله اهمیت دارد. با افزایش فشار و دما مقدار گرانروی نفت کاهش می یابد. وجود گازهای حل شده در نفت خام موجب کاهش گرانروی می شود و نتیجه این کاهش، آسان شدن جریان آن در خطوط لوله است.

دستگاه و وسایل لازم

- ۱- ویسکومتر مویین شیشه ای و کالیبره شده
- ۲- نگهدارنده گرانروی سنج، جهت نگه داشتن ویسکومتر به طور عمودی
- ۳- حمام با دمای کنترل شده
- ۴- کرومومتر

۵- پوآر

۶- روغن موتور به عنوان نمونه

۷- جدول داده ها



شکل ۱: شکل سمت راست: ویسکومتر، سمت چپ: پوآر



شکل ۲: حمام با دمای قابل تنظیم

روش انجام آزمایش

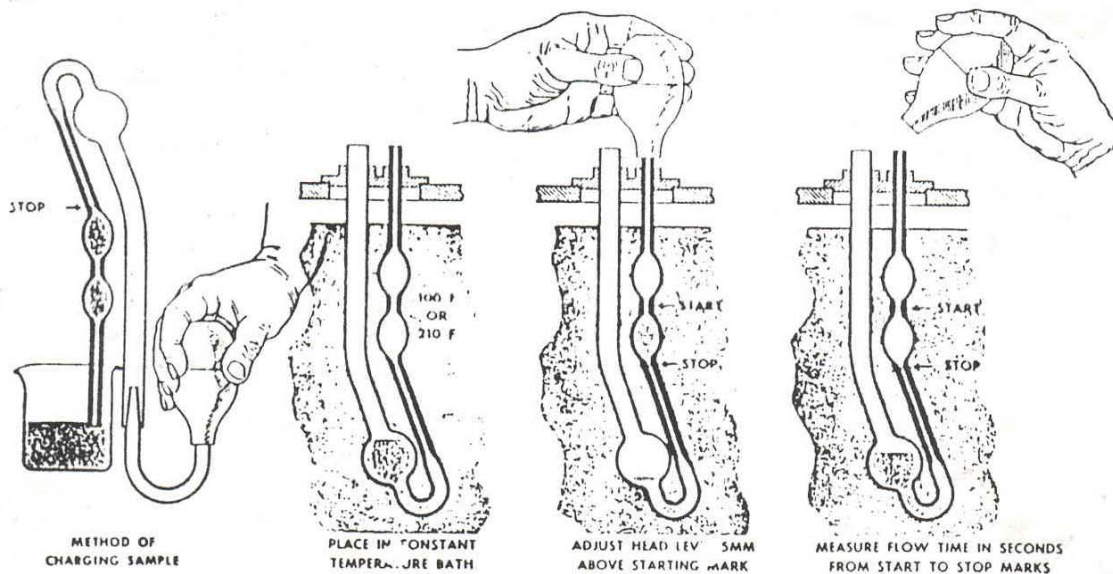
ابتدا حمام را روشن کنید و دمای حمام را روی $37/8^{\circ}\text{C}$ تنظیم کنید. یک ویسکومتر کالیبره شده را که گرانیوی سینماتیک تخمین زده شده را در برگرد (قسمت موین پهن تر برای مایعات با گرانیوی بیشتر و قسمت مؤین باریکتر برای مایعات با گرانیوی کمتر) انتخاب نمایید بطوریکه زمان جریان کمتر از ۲۰۰ ثانیه نباشد. پس از انتخاب ویسکومتر مناسب آن را با بنزین شسته و منتظر بمانید خشک شود. سپس دهانه باریک ویسکومتر را داخل ظرف محتوی نمونه کرده و دهانه دیگر را به پوآر متصل نمایید. به کمک پوآر روغن را وارد ویسکومتر کنید هرگاه تا نیمه جاب بزرگ ویسکومتر از نمونه پر شد پوآر را جدا کرده و به کمک نگهدارنده ویسکومتر را داخل حمام قرار دهید. حدود ۵ دقیقه صبر نمایید تا دمای روغن به دمای حمام برسد. سپس به کمک پوآر روغن را تا بالاتر از خط نشان اولی بالا بکشید (مراحل مطابق شکل زیر) به کمک کروномتر زمان لازم برای عبور مایع از خط نشان اول به دوم را برحسب ثانیه اندازه گرفته و یادداشت نمایید.

The test is a precise viscosity measurement of fluids.

$$225 \times 0.1200 = 27.0 \text{ Centistokes}$$

Where 225 seconds = Flow Time

0.1200 cs/sec = Viscometer Constant



محاسبات

گرانروی سینماتیک را با استفاده از زمان جریان اندازه گیری شده و ثابت ویسکومتر که روی آن درج شده است، توسط معادله زیر محاسبه کنید:

$$V = c \times t$$

V: گرانروی سینماتیک بر حسب $\frac{mm}{s^2}$

c: ثابت کالیبراسیون ویسکومتر

t: زمان جریان (s)

تمیز کردن دستگاه:

در اتمام کار برای تمیز کردن ویسکومتر بایستی لوله را به کمک اسید کرومیک شسته و سپس با آب مقطر و استن تمیز نمایید و در آخر با هوای خشک آن را خشک کنید.

سؤالات

- ۱- تغییرات ویسکوزیته نسبت به درجه حرارت و فشار چگونه است.
- ۲- ویسکوزیته ایندکس (VI) رقمی است که تغییرات ویسکوزیته روغنها را در اثر تغییرات درجه حرارت مشخص می کند. هرچه این رقم بالاتر باشد معرف این است که تغییرات ویسکوزیته نسبت به درجه حرارت کمتر می باشد. آیا یک روغن موتور مرغوب دارای VI بالاست یا پایین. در غیر این صورت چه مشکلاتی پیش می آید.

اندازه گیری گرانروی به روش سیبولت

Standard Test Method for Saybolt Viscosity of Petroleum Product (ASTMD۸۸)

هدف

هدف از انجام این آزمایش اندازه گیری گرانروی سیبولت به دو صورت فورال و یونیورسال است.

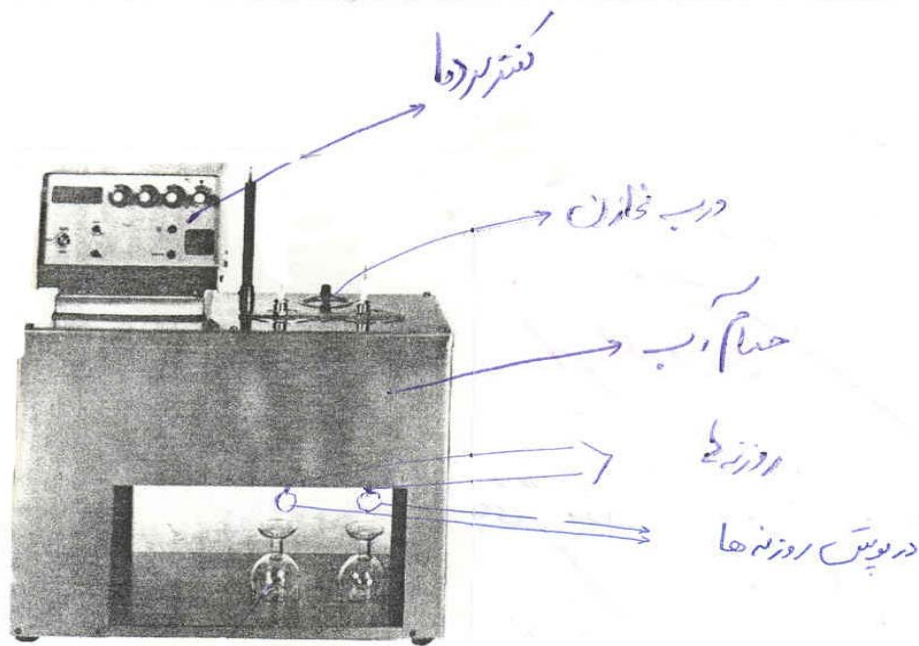
تئوری

در گذشته، گرانروی سینماتیک به وسیله گرانروی سنج سیبولت و بیان نتیجه برحسب ثانیه سیبولت یونیورسال (SUS) و نیز برحسب ثانیه سیبولت فورال (SFS) اندازه گیری می شد. امروزه این روش مانند گذشته استفاده نمی شود، اما دانستن چگونگی تبدیل این اندازه گیری ها به گرانروی سینماتیک مهم می باشد. هم چنین جدولهایی موجودند که این دو زمان را به یکدیگر تبدیل می کنند.

در این آزمایش زمان لازم برای جاری شدن ۶۰ میلی لیتر نمونه از اریفیس کالیبره شده گرانروی سنج فورال و یا یونیورسال سیبولت، تحت شرایط به دقت کنترل شده دما، به عنوان SUS و SFS اندازه گیری می شود. روزنه اریفیس فورال از یونیورسال بزرگتر می باشد و اغلب برای مواد با گرانروی بیشتر استفاده می شود. به طور کلی روزنه اریفیس باید به گونه ای باشد که نمونه بطور یکنواخت و بدون وقفه جاری گردد.

دستگاه و وسایل مورد نیاز آزمایش

- ۱- گرانروی سنج سیبولت که شامل حمام آب مجهز به کنترلر دما و دو مخزن می باشد که در انتهای هر کدام یک اریفیس قرار گرفته است و قطر این روزنه ها متفاوت می باشد.
- ۲- دو پیکنومتر که حجم ۶۰CC در جداره آنها علامتگذاری شده است.
- ۳- نمونه که در این آزمایش روغن موتور است.
- ۴- کرومومتر



روش آزمایش

ابتدا روزنه ها را به کمک درپوش روزنه ها ببندید. سپس دو مخزن را تا لبه از نمونه پر کنید. حمام را روشن کنید و مقدار مقرر دما را روی 70°C تنظیم کنید. درپوش مخازن را بردارید تا نمونه تحت فشار محیط، قرار گیرد. هر یک از پیکنومترها را در زیر یکی از روزنه ها قرار دهید. زمانیکه دما به 70°C رسید، درپوش یکی از روزنه ها را بردارید و زمان لازم برای پر شدن پیکنومتر زیر آن را تا خط نشان، با کرومومتر اندازه بگیرید. همین کار را برای روزنه دیگر نیز انجام دهید. برای دقت بیشتر این آزمایش را برای هر اریفیس حداقل سه بار انجام دهید سپس متوسط آنها را گزارش کنید.



سؤالات

- ۱- اگر در شروع آزمایش درپوش مخازن برداشته نشود چه مشکلی در طول آزمایش پیش می آید.
- ۲- به کمک جداول موجود در مراجع ASTM و نتایج آزمایش، ویسکوزیته سینماتیک روغن نمونه را پیدا کنید.

هیدرومتری

Standard Test Method for API gravity of Petroleum Products by Hydrometer method

(D ۲۸۷)

هدف

هدف از انجام این آزمایش تعیین دانسیته، دانسیته نسبی و API مواد نفتی و غیرنفتی مایع با حداکثر فشار بخار رید برابر ۱۷۹kpa است.

تئوری

دانسیته: جرم واحد حجم مایع است.

دانسیته نسبی (Sp.gr): نسبت جرم حجمی مایع در ۱۵°C به جرم آب هم حجم مایع در همان درجه حرارت است

که به صورت $Sp.gr \frac{60}{60^0 F}$ بیان می شود.

API: تابعی از $Sp.gr \frac{60}{60^0 F}$ است که به صورت رابطه زیر تعریف می شود:

$$API = \frac{141.5}{Sp.gr \left(\frac{60}{60^0 F} \right)} - 131.5$$

برای API لزومی به گزارش دما نیست.

دانسیته یک ماده تابع فشار و دما است که برای مایعات تابعیت فشار در دماهای بالا محسوس است. دانسیته،

Sp.gr و API فاکتورهایی برای تعیین کیفیت و قیمت مواد نفتی هستند. همچنین دانسیته از نظر تعیین ارزش

حرارتی سوخت، تعیین درصد هیدروژن سازنده های هیدروکربنی و تعیین نسبت کربن به هیدروژن مفید است.

وسایل مورد نیاز آزمایش

۱- استوانه هیدرومتری: نمونه مورد آزمایش در آن ریخته می شود و از جنس شیشه شفاف یا پلاستیک و یا فلز

می تواند باشد. (اگر از استوانه هیدرومتری پلاستیکی استفاده می کنیم باید پلاستیک در اثر تماس طولانی با نمونه

تیره نشود و همچنین باید مقاوم به اثرات رنگبری نمونه و یا موارد دیگر باشد) قطر داخلی استوانه باید حداقل

۲۵mm از قطر خارجی هیدرومتر بیشتر باشد و ارتفاع استوانه نیز باید به اندازه ای باشد که انتهای استوانه با انتهای

هیدرومتر حداقل ۲۵mm فاصله داشته باشد.

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرز نیا

۲- هیدرومتر: از جنس شیشه که درجه بندی آن براساس دانسیته یا دانسیته نسبی یا API است. توضیح درجه بندی هیدرومتر: نیروی شناوری نیرویی است که سیال ساکن به جسم غوطه ور و یا شناور در سیال وارد می کند. هیدرومترها براساس اصل شناوری درجه بندی شده اند. به همین منظور در انتهای هیدرومتر ساچمه های سربی قرار دارد. برای درجه بندی هیدرومترها، موقعیت سطح آب مقطر روی شاخه هیدرومتر با علامت ۱,۰۰ مشخص می شود که مبین چگالی واحد است. همچنین هیدرومتر را در مایعی با دانسیته مشخص ۵ قرار داده، عدد بدست آمده از رابطه زیر مختصات محل تماس شاخه هیدرومتر و سطح مایع است. با داشتن این دو عدد، درجه بندی هیدرومترها انجام می شود.

$$\Delta h = \frac{V}{a} \times \frac{S-1}{S}$$

که a: سطح مقطع شاخه هیدرومتر و V حجم غوطه وری است.

۳- دماسنج برای خواندن دمای نمونه

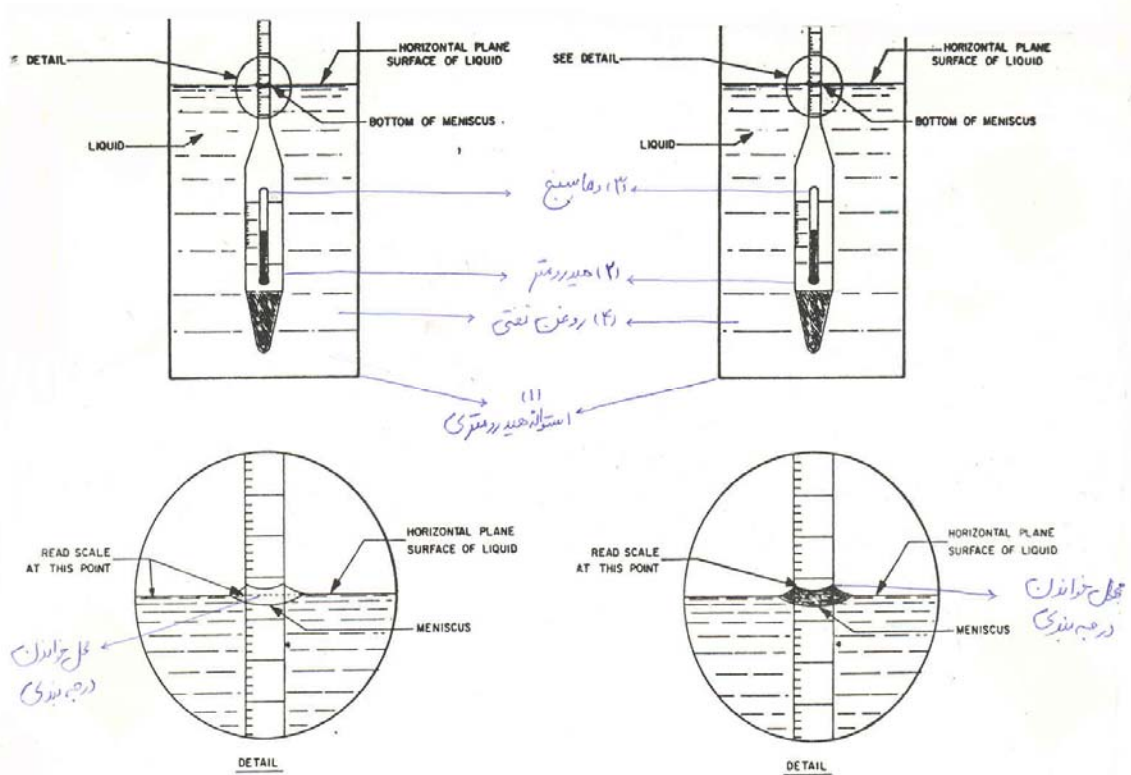
۴- نمونه که در این آزمایش روغن نفتی می باشد.



روش انجام آزمایش

حدود ۵/۶ حجم استوانه را از نمونه پر کنید. در صورت مشاهده حبابهای هوا، استوانه را به آرامی به زمین بکوبید تا حبابها خارج شوند. هیدرومترهای متفاوتی از نوع Sp.gr و API که بازه های مختلف دارند را در نمونه وارد کنید. هیدرومتری که در نمونه شناور بماند، هیدرومتر مورد نظر است و از روی درجه بندی آن، Sp.gr یا API نمونه را بخوانید. توجه کنید که هیدرومتر به استوانه نچسبد چون خطا ایجاد می کند.

طبق شکل زیر برای نمونه های شفاف محل تلاقی سطح مایع و شاخه هیدرومتری خوانده می شود ولی برای نمونه های مات بالاترین نقطه تماس نمونه روی هیدرومتر، گزارش می شود.



این آزمایش از حمام با درجه ثابت استفاده نشده است. از آنجائیکه آزمایش سریع انجام می شود فرض ثابت بودن دما در حین انجام آزمایش خطای زیادی ایجاد نمی کند. دمای نمونه با دماسنج اندازه گیری می شود.

تمیز کردن دستگاه:

در پایان آزمایش هیدرومتر ها را به کمک حلال مناسب آزمایشگاه های شسته و با پارچه خشک کاملاً خشک نمایید.

سؤالات

- ۱- دو هیدرومتر با درجه بندی مختلف (از بالا به پایین صعودی، از بالا به پایین نزولی) در اختیار دارید. چگونه می توان نوع هیدرومتر (Sp.gr یا API) را تعیین کرد.
- ۲- آیا مقدار نمونه تأثیری در نتیجه آزمایش دارد.

نقطه دود کنندگی

Standard Test Method for Smoke Point of Petroleum Products (ASTM D۱۳۲۲)

هدف

هدف تعیین نقطه دود کنندگی سوختهایی مانند نفت چراغ و سوختهایی توربین های هواپیما است.

تئوری

هرگاه یک ماده نفتی را در یک چراغ فتیله ای بریزیم و فتیله را آنقدر بالا ببریم که شعله شروع به دود کردن کند، طول شعله را در این موقعیت نقطه دود کنندگی آن ماده نفتی گویند. معمولاً سوختهایی آروماتیکی شعله پردودی دارند. هر چقدر نقطه دود کنندگی بالاتر باشد، سوخت بهسوزتر است.

دستگاه و وسایل مورد نیاز آزمایش

۱- دستگاه از قسمتهای زیر تشکیل شده است:

۱-۱- درب شیشه ای

۲-۱- مخزن استوانه ای که ماده نفتی را داخل آن می ریزید.

۳-۱- درپوش مخزن

۴-۱- خط کش میلیمتری که برای اندازه گیری طول شعله می باشد.

۵-۱- دودکش که در انتهای فوقانی دستگاه قرار دارد.

۶-۱- پیچ تنظیم برای بالا یا پایین آوردن فتیله

۷-۱- غلاف استوانه ای که مخزن سوخت در آن قرار می گیرد.

۸-۱- پایه دستگاه

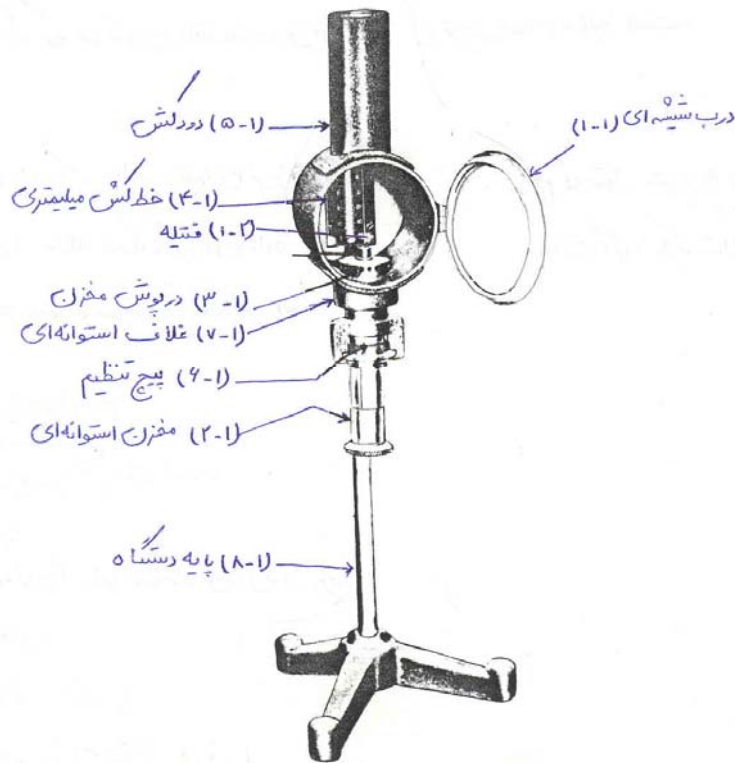
۲- وسایل مورد نیاز آزمایش:

۱-۲- فتیله که از جنس کتان بافته شده است.

۲-۲- نفت و گازوئیل به عنوان مواد سوختنی

۳-۲- کبریت

۴-۲- قیچی

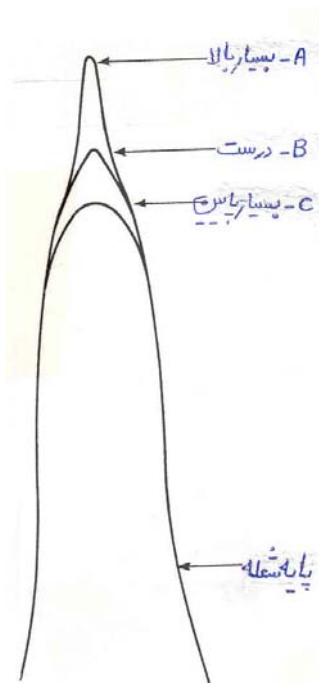


روش انجام آزمایش

ابتدا مخزن را با کمی بنزین بشوید سپس آن را از ماده سوختنی پر کنید. فتیله را آغشته به ماده سوختنی کنید و از سوراخ درپوش مخزن آن را وارد مخزن کنید. طول فتیله باید به گونه ای باشد که یک سرفتیله داخل ماده سوختنی باشد و سردیگر آن حدود 6mm بالاتر از لبه فلزی درپوش باشد. درپوش مخزن را به خوبی ببندید (توجه کنید سرفتیله نخ نخ نباشد. در صورت مشاهده این وضعیت سرفتیله باید قیچی شود) مخزن را تا انتهای بریدگی غلاف در دستگاه بالا آورید سپس به سمت راست بچرخانید تا ضامن در محل خود قرار گیرد. درب شیشه ای دستگاه را برداشته و فتیله را روشن کنید و مجدداً درب شیشه ای را در جای خود قرار دهید. پیچ تنظیم شعله را آنقدر بچرخانید تا طول شعله حدود 10mm شود و برای مدت 5 دقیقه، شعله را در همین حالت نگه دارید.

اندازه گیری نقطه دود کنندگی:

طول یک شعله را مطابق شکل روبه رو، می توان با سه اندازه مختلف بیان کرد که وضعیت درست، وضعیت B است.



چشمان خود را به طور کاملاً افقی در مقابل درب شیشه ای قرار دهید و با پیچ تنظیم شعله را تا حدی بالا ببرید که به مرز دود کردن برسد. برای مشاهده بهتر دود، کاغذ سفیدی را در بالای دودکش قرار دهید سپس طول صحیح شعله را از روی خط کش مدرج استاندارد بخوانید و به عنوان نقطه دود کنندگی یادداشت کنید. این آزمایش باید با دو نمونه نفت و گازوئیل به طور جداگانه انجام شود.

تمیز کردن دستگاه:

در پایان کار مخزن استوانه ای را از نمونه خالی نموده و به کمک حلال مناسب که معمولاً بنزین می باشد شستشو دهید. سپس آن را در معرض هوا قرار داده تا کاملاً خشک شود.

سؤالات

۱- مواد زیر را به ترتیب نقطه دود کنندگی مرتب کنید. (هگزان - بنزن - هگزین - سیکلو هگزان)

نقطه نرم شدن قیرها

Standard Test Method for Softening Point of Asphalts and Tar Pitches (ASTM D۳۶)

هدف

هدف از انجام این آزمایش اندازه گیری نقطه نرم شدگی قیر است.
نقطه نرم شدگی عبارت است از درجه حرارتی که در آن دما، دو گلوله فولادی از دو قرص قیر که به صورت افقی قرار دارند عبور کرده و در فاصله ۲۵ میلیمتری بیافتند.

تئوری

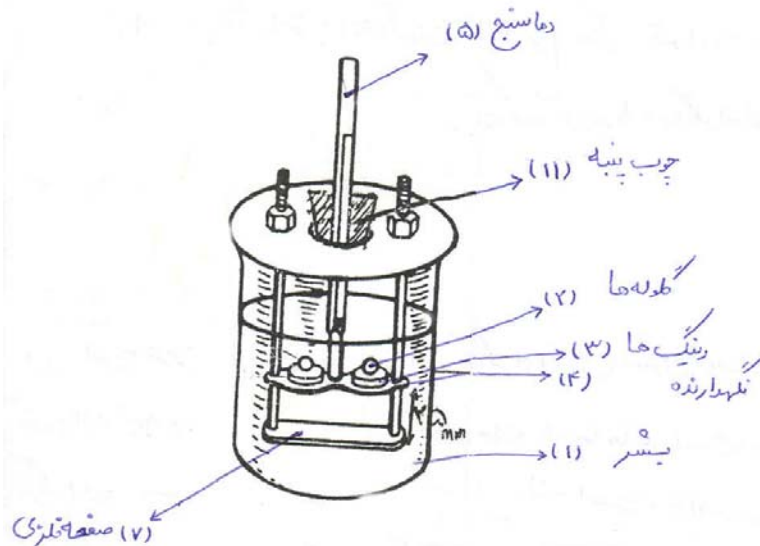
قیر سنگین ترین قسمت نفت خام است که از انتهای ستون تقطیر خلاً بدست می آید. قیر خالص، سیاه رنگ و یا قهوه ای تیره و در شرایط عادی به صورت جامد یا نیمه جامد است و در اثر حرارت به تدریج نرم می شود. قیر شامل ترکیبات پیچیده کربنی، آسفالتی و مواد روغنی است. بالا بودن میزان آسفالتن سبب سختی قیر می شود. یکی از کاربردهای مهم قیر استفاده از آن در جاده سازی است. دانستن نقطه نرم شدگی قیر در این مورد بسیار مهم است تا آسفالت (قیر و ماسه) متناسب با آب و هوای آن منطقه تهیه شود.

وسایل مورد نیاز آزمایش

- ۱- بشر
- ۲- دو گلوله فولادی به قطر ۹۵/۳mm که وزن آنها حدود ۳/۴۵-۳/۵۵gr باشد.
- ۳- دو رینگ که قیر در آنها ریخته می شود.
- ۴- نگهدارنده حلقه ها
- ۵- دماسنج
- ۶- بوته چینی برای ذوب کردن قیر
- ۷- یک صفحه فلزی که به فاصله ۲۵mm از حلقه ها قرار دارد.
- ۸- هیتر (on-off)
- ۹- کاردک
- ۱۰- پنس

۱۱- چوب پنبه

۱۲- قیر



شکل ۱

روش انجام آزمایش

به کمک کاردک مقداری قیر جامد بردارید و در داخل بوتله چینی بریزید به گونه ای که بوتله چینی تقریباً پر از قیر شود. هیتر را روشن کنید و بوتله را روی هیتر بگذارید تا قیر ذوب گردد. ضمن گرم شدن نمونه را هم بزنید تا از گرم شدن موضعی جلوگیری شود. سپس رینگ ها را روی کاغذ خیسی که روی میز قرار داده اید بگذارید و بوتله چینی حاوی قیر مایع شده را با پنس برداشته و قیر را داخل رینگ ها بریزید و سعی کنید سطح قیر در دو رینگ یکسان باشد. اگر روی لبه رینگ ها قیر ریخته شده، با کاردک لبه ها را تمیز کنید. حدود ۱۰ دقیقه منتظر بمانید تا قیر خنک شود و حالت جامد به خود بگیرد در غیر اینصورت آزمایش همراه با خطا خواهد بود. حلقه های حاوی قیر را روی نگهدارنده قرار داده و دو گلوله را در مرکز حلقه روی قیر قرار دهید و کمی فشار دهید. حدود ۴/۵ حجم بشر را آب بریزید و دستگاه را مطابق شکل صفحه قبل سوار کرده، روی هیتر بگذارید و هیتر را روشن کنید. دماسنج را به گونه ای قرار دهید که مخزن جیوه آن در سوراخ فاصله بین حلقه ها باشد و با چوب پنبه آن را محکم کنید.

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرزنیا

هنگامیکه گلوله ها در فاصله ۲۵mm افتاد، درجه حرارت را یادداشت کنید. ممکن است هر دو گلوله در یک لحظه نیفتند و درجه حرارت مربوط به هر یک متفاوت با دیگری باشد، در این صورت مقدار متوسط این دو درجه حرارت را به عنوان نقطه نرم شدن در نظر بگیرید.

تمیز کردن دستگاه:

پس از انجام آزمایش حلقه ها و گلوله ها را توسط حلال مناسب تمیز کنید. اجزای دستگاه را جدا کرده و ظرف حاوی مایع حمام را خالی کرده و ظرف حمام را توسط حلال آزمایشگاهی تمیز نمایید.

سؤالات

- ۱- سیال حمام گرم کننده با توجه به نمونه مورد استفاده چه مشخصاتی باید داشته باشد.
- ۲- اگر دماسنج بالاتر یا پایین تر از محل عنوان شده در متن قرار گیرد چه خطایی ایجاد می شود.

اندازه گیری میزان نفوذ پذیری قیرها

Standard Test Method For Penetration of Bituminous Materials

(ASTM D۵-۸۶)

هدف

هدف از انجام این آزمایش به دست آوردن میزان نفوذپذیری قیرهای جامد و نیمه جامد است.

تئوری

این آزمایش برای تعیین سختی نسبی قیرهای مورد استفاده در صنعت و راه سازی کاربرد دارد. براساس تعریف، قابلیت نفوذ قیر عبارت است از مسافتی برحسب دهم میلیمتر که یک سوزن استاندارد در مدت زمان معلوم، در قیر نفوذ می کند. درجه نفوذ در قیرها می تواند مشخص کننده عکس العمل قیر در مقابل ضربه های وارد شده به آن (Shock) و نیز مقاومت قیر در مقابل بار (Load) اعمال شده بر روی آن باشد. درجه نفوذ کمتر، نشانه قیر سخت تر و درجه نفوذ بیشتر نشانه قیر نرم تر است.

میزان درجه نفوذ قیر، عامل مهمی در کاربرد آن است. به عنوان مثال راه سازها مایلند قیری که در نقاط ترافیک و یا استاتیک مانند ایستگاههای اتوبوس استفاده می شود، درجه نفوذ پایین داشته باشد. براساس مطالعات صورت گرفته، معلوم شده است که درجه نفوذ کلیه قیرها، اگر آزمایش درجه نفوذ در درجه حرارتی برابر با درجه نرمی آنها انجام گیرد، برابر ۸۰۰ خواهد بود.

دستگاه و وسایل مورد نیاز آزمایش

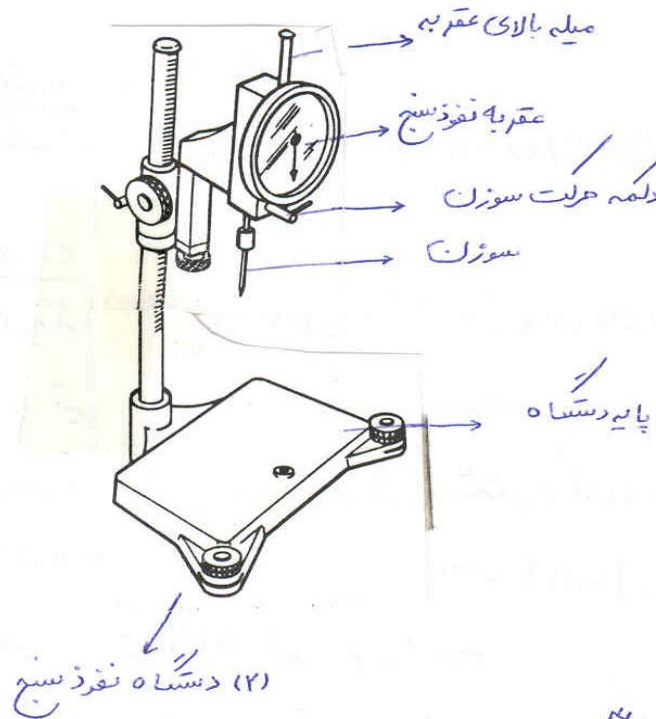
۱- وزنه استاندارد و سوزن استاندارد که مجموع وزن آنها می تواند 50 ± 0.1 gr و یا ۱۰۰ gr و یا ۲۰۰ gr باشد. سوزن از فولاد ضد زنگ آب داده شده و سخت ساخته شده است. طول آن تقریباً ۵۰ میلیمتر (۲in) و قطر آن ۱/۱۰۰ تا ۱/۰۲ میلیمتر (۰/۰۳۹۴ تا ۰/۰۴۰۲ اینچ) است.

۲- دستگاه سنجش نفوذپذیری، که اجازه می دهد سوزن به طور قائم (بدون مقدار قابل ملاحظه ای اصطکاک) در قیر حرکت کند و دارای صفحه مدرجی است که مقدار نفوذ را برحسب دهم میلیمتر بیان می کند.

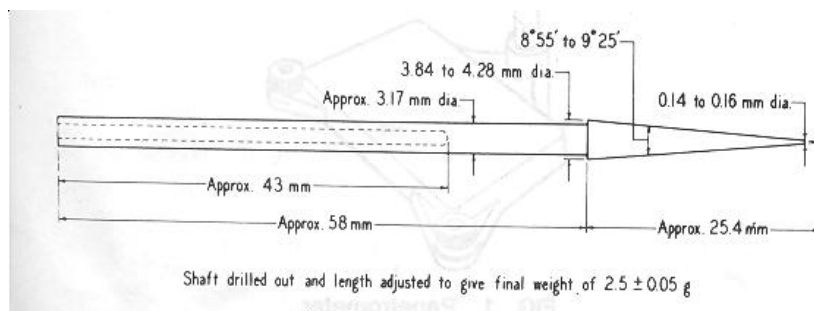
۳- بوته چینی برای ذوب کردن قیر

۴- زمان سنج که دقت آن ۰/۱ ثانیه در ۶۰ ثانیه است.

۵- هیتر



شکل ۱: دستگاه آزمایش



آماده سازی نمونه

ابتدا بوته چینی که حدود ۴/۵ آن حاوی قیر است را روی هیتر بگذارید و در حین گرم شدن آن را به هم بزنید تا از تجمع گرمای زیاد به صورت موضعی جلوگیری شود. نمونه را آنقدر گرم کنید تا کاملاً سیال شود. سپس بوته چینی را با آب سرد خنک کنید تا قیر کاملاً سفت و سرد شود.

آماده سازی دستگاه

دستگاه نفوذ سنج شامل یک صفحه مدرج و عقربه ای است که به انتهای آن میله ای عمودی متصل است. سوزن را با بنزین تمیز کنید. در امتداد میله عمودی، سوراخی قائم وجود دارد که سوزن استاندارد در آن قرار می گیرد. در امتداد این سوراخ قائم، دکمه ای وجود دارد که اگر آن را فشار دهید، می توانید سوزن را آزادانه در داخل حفره بالا و پایین ببرید. اگر این دکمه را فشار ندهید، این دکمه به عنوان نگهدارنده سوزن عمل خواهد کرد.

روش انجام آزمایش

ابتدا نمونه را آماده کنید. سپس بوته چینی حاوی قیر را روی پایه دستگاه قرار دهید. حال سوزن را با دست گرفته و با فشار دکمه آنقدر آن را پایین بیاورید که سوزن دقیقاً روی سطح قیر و کاملاً عمود بر آن باشد سپس دکمه را رها کنید. حال با فشار انگشت روی میله بالای عقربه نفوذسنج و تماس میله با سوزن، عقربه عددی را نشان می دهد، این عدد را به عنوان موقعیت اولیه یادداشت کنید. زمان سنج را روی ۵ ثانیه تنظیم کنید، هم زمان با شروع ۵ ثانیه دکمه را فشار دهید. پس از اتمام ۵ ثانیه انگشت را از روی دکمه بردارید. با فشار انگشت روی میله بالای عقربه و تماس میله با سوزن، عقربه نفوذسنج عددی را نشان می دهد، این عدد را به عنوان موقعیت نهایی یادداشت کنید. تفاوت بین موقعیت اولیه و موقعیت نهایی نشان دهنده میزان نفوذ سوزن در قیر است. آزمایش را برای ۵ ثانیه و ۶۰ ثانیه به طور جداگانه هر کدام ۳ بار انجام دهید. حال وزنه ۵۰ گرمی و سپس وزنه ۱۰۰ گرمی را به سوزن متصل کنید و آزمایشات بالا را تکرار کنید.

تمیز کردن دستگاه:

سوزن را به کمک محلول تولوئن و یا حلال دیگری تمییز کنید و با پارچه تمیز خشک کنید.

سوالات

۱- اگر قیر را بیشتر یا کمتر از حد معمول سرد کنید چه خطایی ایجاد می شود.

۲- آیا با زیادتیر شدن نفوذ مقاومت در برابر Shock و Load زیادتیر می شود.

اندازه گیری میزان نفوذپذیری گریس ها

Standard Test Method For Cone penetration of Lubricating Grease (ASTM D۲۱۷)

هدف

هدف از این آزمایش آشنایی با روش تعیین فاکتور نفوذپذیری گریس است. منظور از فاکتور نفوذپذیری، اندازه گیری مقدار مسافتی برحسب دهم میلیمتر است که یک مخروط استاندارد تحت شرایط معین از لحاظ زمان، دما و وزن در گریس نفوذ می کند.

تئوری

گریس یک مخلوط ژلاتینی است که از یک روغن پایه (روغن معمولی) تشکیل شده است. یک ماده غلیظ کننده در این روغن پخش شده است و روغن را به صورت ژلاتینی که شبیه به مخلوط امولسیون است در آورده است. گرانبوی روغن پایه گریس اهمیت دارد چون بر نرمی یا سفتی گریس اثر می گذارد، البته سفتی گریس بیشتر به مقدار ماده غلیظ کننده وابسته است. به طوری که با روغن پایه رقیق نیز، اگر ماده غلیظ کننده به اندازه کافی باشد می توان گریس سفت تهیه کرد. ماده غلیظ کننده گریس معمولاً صابون کلسیم، سدیم و یا آلومینیوم است که این نوع گریس را گریس صابونی می گویند. در گریس های غیرصابونی از گل بنتونیت^۱ - سیلیکا^۲ - کربن سیاه^۳ و انواع پلیمرها استفاده می گردد.

مهمترین مشخصه گریس، سفتی گریس است که تفاوت گریس را با روغنکاری های دیگر مشخص می کند زیرا گریس طبیعت نیمه جامد دارد. سفتی گریس در اثر انجام کار مکانیکی روی آن، تغییر می کند و میزان سفتی به پایداری ساختمان ژلاتینی گریس بستگی دارد. یک گریس ناپایدار ممکن است خیلی نرم شود یا حتی مثل مایع جریان یابد.

گریس در صورتی که هیچ استفاده ای از آن نشده باشد به آن گریس کار نکرده و در صورتی که از آن در وسیله ای استفاده شود؛ گریس کار کرده گفته می شود.

^۱ . Bentonite clay

^۲ . Silica

^۳ Carbon black

دستگاه و وسایل مورد نیاز آزمایش

- ۱- دستگاه نفوذ سنج که اجازه می دهد سوزن به طور قائم (بدون مقدار قابل ملاحظه ای اصطکاک) در گریس نفوذ کند و دارای صفحه مدرجی است که مقدار نفوذ را بر حسب دهم میلیمتر بیان می کند.
- ۲- سوزن مخروطی استاندارد
- ۳- تیغه برای صاف کردن سطح گریس
- ۴- کاردک
- ۵- ظرف نمونه که استوانه ای شکل و فلزی با سطح تخت است.
- ۶- زمان سنج
- ۷- نمونه که در این آزمایش گریس کار نکرده است.

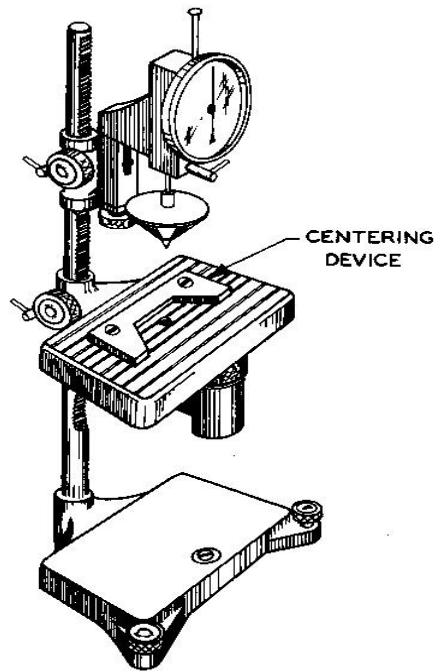
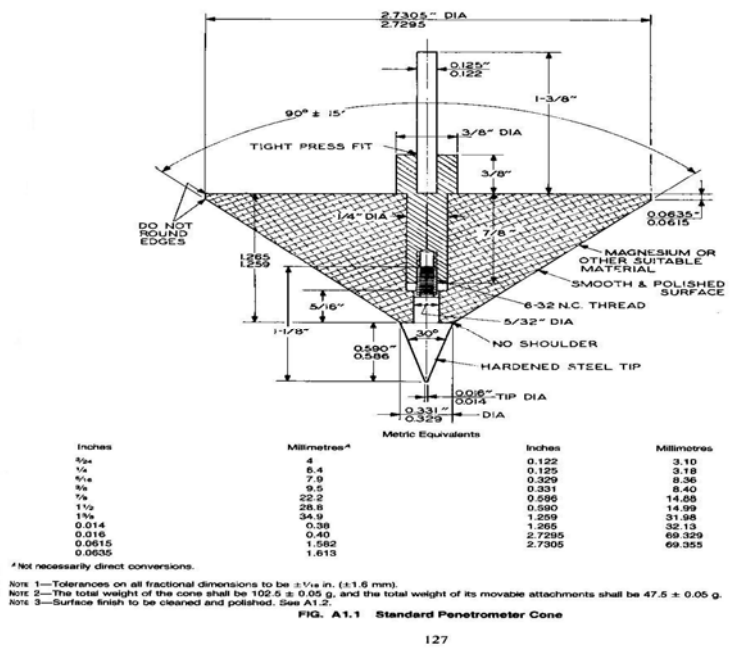


FIG. 1. Penetrometer

شکل ۱: شکل دستگاه



روش انجام آزمایش

۱. روش کار برای گریس کار نکرده:

ابتدا ظرف نمونه را از گریس پر کنید. سطح گریس را در ظرف نمونه با تیغه صاف کنید و اگر سوراخی در گریس دیده شد با کاردک مقداری گریس در محل سوراخ بریزید و با تیغه صاف کنید.

برای انجام آزمایش، سوزن مخروطی شکل را با پارچه کاملاً تمیز کنید و مانند شکل (۱) آن را به دستگاه نفوذسنج متصل کنید. ظرف نمونه را روی پایه دستگاه قرار دهید و نوک سوزن را کاملاً در مرکز و تماس بر سطح نمونه تنظیم کنید. با فشار انگشت روی میله بالای عقربه نفوذسنج و تماس میله با سوزن، عقربه عددی را نشان می دهد. این عدد را به عنوان موقعیت اولیه سوزن یادداشت کنید. زمان سنج را روی ۵ ثانیه قرار دهید و همزمان با شروع ۵ ثانیه دکمه ای که باعث حرکت سوزن به سمت پایین می شود را فشار دهید. پس از اتمام ۵ ثانیه انگشت خود را از روی دکمه بردارید. با فشار انگشت روی میله بالای عقربه نفوذسنج و تماس میله با سوزن، عقربه نفوذسنج عددی را نشان می دهد، این عدد را به عنوان موقعیت نهایی یادداشت کنید. تفاوت بین موقعیت ابتدایی و نهایی سوزن بیانگر نفوذپذیری گریس است. آزمایش را برای ۵ ثانیه و ۶۰ ثانیه به طور جداگانه هر کدام سه بار انجام دهید.

۲. روش کار برای گریس کار کرده:

در ابتدا باید گریس نو و کارنکرده را به گریس کار کرده تبدیل نمود. برای این کار از پیستون مخصوص استفاده می شود. برای این کار ابتدا باید پیستون را به ظرف گریس متصل کنید سپس شیر تخلیه دستگاه را ببندید. برای تبدیل گریس به گریس کار کرده باید در مدت ۱ دقیقه ۶۰ ضربه توسط پیستون به گریس بزنید. سپس پیستون را بالا آورده و شیر دستگاه را باز کنید تا گاز های حاصل از محیط خارج شوند. حال باز کردن پیستون را از ظرف حاوی گریس جدا کنید. بقیه مراحل اندازه گیری مانند روش گریس کار نکرده می باشد.

تمیز کردن دستگاه:

سوزن مخروطی شکل را به کمک حلال آزمایشگاهی تمییز کنید و سپس با پارچه تمیز، خشک کنید.

سؤالات

- ۱- عوامل مؤثر بر روی میزان نفوذپذیری گریس را بیان کنید.
- ۲- برای کاهش میزان خطا در آزمایش چه پیشنهاداتی دارید.
- ۳- چند نمونه گریس را در نظر بگیرید که تفاوت بین نفوذپذیری در دو حالت کار کرده و کار نکرده آنها از طریق آزمایش بدست آمده است. اگر مقدار این تفاوت نفوذپذیری تنها معیار سنجش مرغوبیت گریس باشد، کدامیک از این گریس ها مرغوب تر است.

کشش قیر

Ductility of Bituminous Materials

ASTM (D113-86)

هدف

خاصیت کشش پذیری قیر (Ductility) عبارت است از مقدار طولی که بتوان یک شکل مشخص از قیر را کشید قبل از آن که از هم گسسته شود، که این خود مقیاسی از قابلیت کششی قیر می باشد. اگر سرعت و دمای خاصی برای ماده مورد نظر توصیه نشده باشد آزمایش فوق در دمای $25 \pm 0.5^{\circ}C$ ($77 \pm 0.9^{\circ}F$) و با سرعت ثابت $5 \pm 0.5 \text{ cm/min}$ انجام می شود.

شرح دستگاه

دستگاه مورد آزمایش از بخش های زیر تشکیل شده است.

۱- حمام آب

از این حمام برای ثابت نگه داشتن دمای نمونه استفاده می شود و دامنه تغییرات دمای آن نباید بیشتر از $0.1^{\circ}C$ ($0.18^{\circ}F$) باشد. حجم آب درون حمام حداقل 1.0 lit و ارتفاع آب روی نمونه نیز حداقل 10 cm می باشد. نمونه ها باید در آب حمام غوطه ور باشند.

۲- حمام آب جانبی

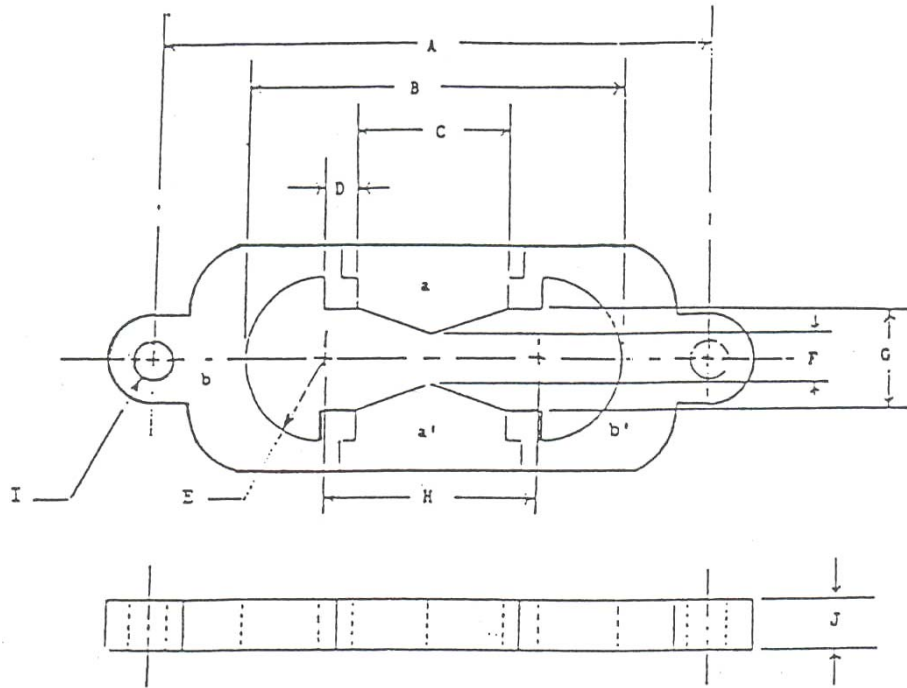
از این حمام برای رساندن دمای نمونه به دمای استاندارد آزمایش استفاده می شود.

۳- قالب

شکل و اندازه قالب در شکل ۱ نشان داده شده است. قطعات a و a' دو طرف قالب را تشکیل می دهند و قطعات b و b' جدا شونده می باشند.

۴- دستگاه کشنده

برای کشیدن نمونه های قیر از این وسیله استفاده می شود. که از یک الکتروموتور تشکیل شده که با سرعت ثابت 5 cm/min نمونه را می کشد.



- A—Distance between centers, 111.5 to 113.5 mm.
- B—Total length of brquet, 74.5 to 75.5 mm.
- C—Distance between clips, 29.7 to 30.3 mm.
- D—Shoulder, 6.8 to 7.2 mm.
- E—Radius, 15.75 to 16.25 mm.
- F—Width at minimum cross section, 9.9 to 10.1 mm.
- G—Width at mouth of clip, 19.8 to 20.2 mm.
- H—Distance between centers of radii, 42.9 to 43.1 mm.
- I—Hole diameter, 6.5 to 6.7 mm.
- J—Thickness, 9.9 to 10.1 mm.

شکل ۱: ابعاد قالب



شکل ۲: دستگاه کشنده شکل

روش انجام آزمایش

حمام را روشن کرده و آن را در 25°C ثابت نگه دارید. برای این کار پیچ تنظیم دما را روی عدد ۶,۲ قرار دهید. نمونه آزمایش را گرم کنید تا جایی که به حالت مایع درآید. در حین فرایند ذوب، نمونه را به کمک همزن، کاملاً مخلوط نمائید تا تمام نقاط شرایط مشابه دمایی داشته باشند، و از افزایش دمای موضعی نمونه (local over-heating) جلوگیری شود.

قطعات جداشونده قالب و صفحه نگه دارنده با لایه نازکی از مخلوط گلسیرین و دکسترین، تالک یا کائولن (خاک رس چینی) آغشته نمائید تا به راحتی از نمونه جدا شوند. ولی از آغشته نمودن دو قطعه انتهایی b و b' با پودر مخصوص خودداری نمائید.

قیبر را به آرامی در حالی که از یک انتهای قالب به انتهای دیگر می برید به داخل قالب بریزید تا آنجا که لبالب شود و تمام زوایای قالب پر گردد. قالب باید حدود ۱۰ دقیقه در دمای اتاق بماند و سپس آن را به درون حمام جانبی منتقل نموده و به مدت ۱۵ دقیقه صبر کنید تا دمای نمونه به دمای حمام برسد. سپس قطعات b و b' را از نمونه جدا نموده و با یک کاردک مقادیر اضافی را که بالاتر از سطح قالب ایستاده اند را ببرید و قالب را در محل مورد نظر در حمام اصلی بر روی گیره های مربوطه وصل نمائید. سپس موتور دستگاه کشنده را روشن نمائید و فاصله ای را که قیبر در آن پاره می شود را یادداشت نمائید این فاصله همان خاصیت انگمی قیبر می باشد. برای بدست آوردن جواب بهتر آزمایش را دوباره تکرار کنید و از دو نتیجه بدست آمده معدل بگیرید. آزمایش در حالتی قابل قبول است که در زمان پاره شدن، سطح مقطع پارگی به صفر میل نماید.

سوالات

- ۱- در حین آزمایش ممکن است که قیبر با کف حمام و یا سطح آب تماس پیدا نماید که در این صورت نتیجه آزمایش مورد قبول نخواهد بود. دلیل این امر چیست و راه حل مشکل فوق چه می باشد.
- ۲- آیا لزومی دارد که آزمایش با سرعت ثابت انجام بگیرد.
- ۳- مقدار خاصیت کشش قیبر تابع کدام یک از خواص فیزیکی ماده مورد آزمایش می باشد.

اندازه گیری نقطه اشتعال

Flash-Point (A.S.T.M: D ۹۳-۶۶)

هدف

منظور از انجام این آزمایش تعیین نقطه اشتعال فراورده های نفتی به کمک دستگاه (Ponsky-Nartens) می باشد.

تئوری

در درجات حرارت مختلف فراورده های نفتی مقداری تبخیر می گردند که شدت و ضعف تبخیر، وابسته به درجه حرارت و فراریت ماده نفتی می باشد.

Flash-Point برای سنجش شدت تبخیر مواد می باشد و درجه حرارتی است که بخارات جمع شده در روی مایع برای یک لحظه مشتعل می گردند (در مجاورت شعله) از موارد استعمال نقطه اشتعال می توان پیش بینی شرایط ایمنی که در حمل و نقل و نگهداری یک فراورده لازم است را نام برد. همچنین در تقطیر مواد اولیه روغن موتور (Lubricant) در فشار اتمسفر چون درجه حرارت فرایند بالا می باشد لذا احتمال تجزیه (Decomposition) روان کننده وجود دارد. Flash-Point می تواند درصد مواردی را که دارای نقطه جوش پایین در روغن هستند را مشخص نماید.

وسایل لازم

Pensky-Martenes

۱. دستگاه نقطه اشتعال

۲. پرینتر برای ثبت نتایج

روش کار

الف- ابتدا ظرف مخصوص نمونه، ترمومتر و همزن را خوب تمیز کنید بخصوص مطمئن شوید حلالی که برای تمیز کردن دستگاه بکار برده اید در موقع آزمایش در جدار ظرف باقی نمانده باشد.

ب- ظرف نمونه را تا خط نشانه از فراورده مورد آزمایش پر کنید و پس از گذاشتن همزن در آن، آنرا در قسمت تعبیه شده در دستگاه قرار دهید. ترمومتر را در جای خود قرار داده و در ظرف را ببندید.

ج- پرینتر را برای ثبت نتایج به دستگاه متصل کنید و سپس آن را روشن نمائید.

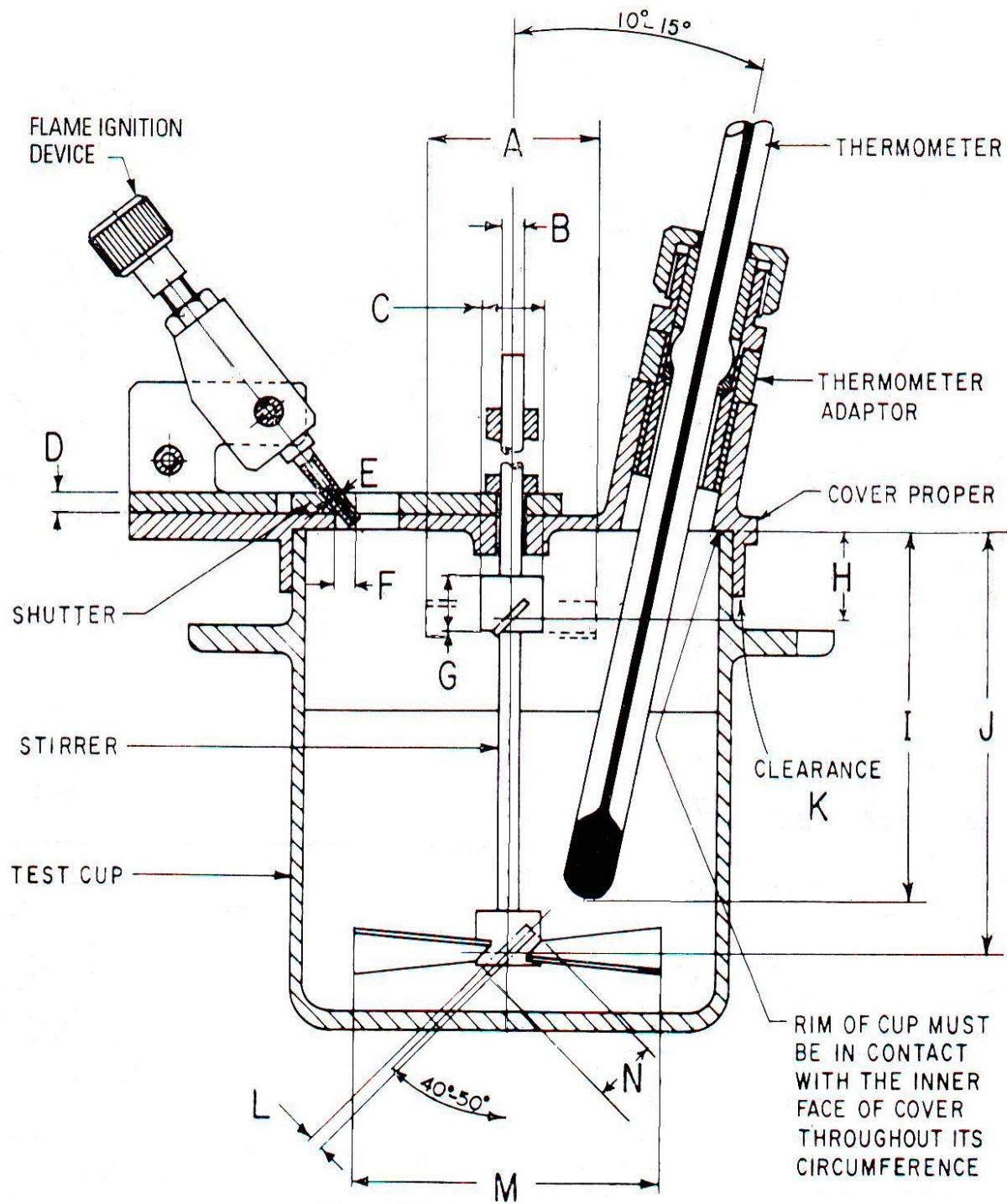
و- دستگاه را روشن نموده و پس از دادن برنامه گرم شدن به آن آزمایش آغاز می گردد.

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرز نیا

نکته: در حین انجام آزمایش به عملکرد دستگاه با توجه به دمای نمونه مورد نظر و روش اندازه گیری نقطه اشتعال دقت کنید.

سؤالات

۱. نقطه اشتعال فرآورده های داده شده را بدست آورید.
۲. آیا رابطه ای بین Flash-Point یا فاکتورهای نظیر فشار بخار، گراویتی و نقطه جوش وجود دارد؟ شرح دهید.
۳. در واحد تفکیک پارافین و روغن موتور که به همراه هم تشکیل (Lubricant) را می دهند از حلال هایی نظیر مخلوط (بنزین، متیل اتیل، کتون و) استفاده می کنند و سپس بوسیله تقطیر، حلال را از هر یک از این دو فرآورده جدا می کنند. آیا در این واحد آزمایش Flash-Point می تواند مفید باشد؟
۴. آیا پایین بودن Flash-Point شرایط ایمنی سهلتری را ایجاد می کند؟ چرا؟
۵. آیا پاک نشدن ظرف نمونه از حلال مورد استفاده برای شستشو ظرف در نتیجه آزمایش چه تأثیری دارد؟ این تأثیر در چه جهتی است؟



تعیین نقطه آنیلین

Aniline-Point (A.S.T.M D ۶۱۱-۶۴)

تعریف

نقطه آنیلین عبارت است از پایین ترین درجه حرارتی که آنیلین و نمونه مورد نظر با هم مخلوط می شوند و تشکیل یک فاز را می دهند.

هدف

منظور از انجام این آزمایش تعیین نقطه آنیلین موادی است که در آنها این نقطه بین نقطه جوش (Bobble Point) و نقطه انجماد مربوط به مخلوط آنیلین و نمونه قرار دارد.

تئوری

نقطه آنیلین (Aniline Point) از جمله آزمایش هایی است که مشخص کننده خواص فیزیکی و شیمیایی مختلفی مانند درصد مواد آروماتیک، Diesel -Index، K.B.N. و می باشد. که روابط برخی از این خواص در ادامه آمده است.
درصد مواد آروماتیک از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$Aromatik(VoL1\%) = 692 + 12.15 + (Sp.Gr \times An.Pt) - 784(SpGr) - 10.4(An.Pt)$$

فاکتور D.I. مشخص آرام سوزی یک ماده نفتی می باشد که از رابطه زیر بدست می آید:

$$Diesel Index = \frac{(An.Pt^{\circ}F)(Gracity - A_0P_0I)}{100}$$

فاکتور KNB مشخص قدرت حل کنندگی فراورده می باشد که تابعی از نقطه جوش و دانسیته و نقطه آنیلین فراورده می باشد و روابط و منحنی های مربوط بدان در کتاب نلسون بصورت زیر داده شده است:

$$K.B.N. = \text{Kauri Butanol Number} = F (\text{API, TB, An. Pt})$$

$$50 < K.B.N.$$

$$K.B.N. = 99.6 - 0.8 \cdot GG - 0.177 A + 0.0755 (340 - B)$$

$$50 > K.B.N.$$

$$K.B.N. = 117.7 - 1.0 \cdot GG - 0.249 - A + 0.10 (340 - B)$$

شرح دستگاه آزمایش

در این آزمایش دو نوع دستگاه برای تعیین نقطه آنیلین مورد استفاده قرار می گیرد. یک نوع ساده دستی است که از دو لوله آزمایش و یک دماسنج و سیخک بهم زن تشکیل شده است. دیگری دستگاهی است معروف به (Thin Film Apparatus) که مشتمل بر یک بشر ۶۰۰ ml بعنوان حمام گرم کننده، یک ظرف لوله ای کوچک تر حاوی ماده نفتی و آنیلین و یک بهم زن و یک لامپ جهت روشن کردن محلول می باشد. حمام گرم کننده نیز دارای یک بهم زن مغناطیس با روکش تفلون می باشد.

در داخل ظرف های گرم کننده و محلول دماسنج هایی جهت مشخص کردن درجه حرارت وجود دارد. سیستم گرم کننده دستگاه، الکتریکی بوده و در ضمن برای سرد کردن آن از یک لوله ماریچ که در داخل آن آب سرد جریان دارد استفاده می شود.

طریقه انجام آزمایش

این آزمایش به دو طریق انجام می گیرد که بستگی به نوع فرآورده نفتی دارد:

(a) (Aniline-Point-a) عبارت است از حداقل درجه حرارت برای بدست آوردن یک فاز از حجم های

مساوی از نمونه و آنیلین

(b) (Nixed-Aniline Point-b) عبارت است از حداقل درجه حرارت لازم برای بدست آوردن یک فاز از

مخلوط حاصل از دو حجم آنیلین و یک حجم نمونه و یک حجم نرمال هپتان می باشد.

روش (a) برای فرآورده های روشن و روش (b) برای فرآورده های نیمه رنگی و تیره بکار می رود.

روش عمل برای (a) و (b) یکی است فقط در قسمت (a) ۱۰ ml آنیلین و ۱۰ ml فرآورده را با هم مخلوط

می کنیم ولی در (b) ۱۰ ml آنیلین را با ۵ ml نرمال هپتان مخلوط می نماییم.

دستور کار آزمایشگاه نفت دکتر ایرج گودرز نیا

تذکر- روش (b) برای فراورده هایی که در آنها آنیلین موجود در مخلوط در نقطه آنیلین کریستاله می شود نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

طرز کار

مخلوط را در لوله آزمایش ریخته و آن را در جای خود قرار دهید. دماسنج را طوری در داخل آن قرار دهید که با بدنه لوله تماس پیدا نکند.

ابتدا آزمایش را با سیستم دستی انجام داده و سپس آن را با سیستم اتوماتیک بترتیب زیر تکرار کنید:

ابتدا سرعت بهم زن را آنچنان تنظیم کنید که جریان یکنواخت از مخلوط (فراورده - آنیلین) را در روی محفظه لامپ بریزد. اگر چنانچه فراورده از نوع تیره است سرعت پمپ را آهسته تر کنید. بطوریکه مخلوطی که بوسیله پمپ در روی محفظه لامپ میریزد تولید قشر نازکی کند.

ولتاژ را نیز آنچنان تنظیم کنید که نور کافی برای روشن کردن مخلوط بدهد. سرعت گرم کردن بایستی حدود $1-2^{\circ}\text{C}$ در هر دقیقه باشد پس از اینکه در اثر گرم کردن دو فاز یکی شدند گرم کن را خاموش کرده و جریان آب سرد را برقرار کنید بطوری که مخلوط با سرعت $0.5-1^{\circ}\text{C}$ در هر دقیقه سرد شود و در ضمن نور لامپ را ضعیف تر کنید.

در لحظه ای که اولین توده ابری در داخل لوله آزمایش ظاهر می گردد و هاله ای در اطراف نور ضعیف لامپ مشاهده می شود، درجه حرارت را یادداشت کنید و این درجه حرارت همان نقطه آنیلین می باشد. این عمل گرم و سرد کردن را حداقل سه بار انجام دهید تا که نقطه آنیلین نسبتاً دقیقی بدست آورید. تذکر-۱- در موقع سرد کردن سرعت بهم زن را کمی بیشتر کنید .

تذکر-۲- آنیلین ماده سمی است و از اینرو نباید آن را با دهان به داخل پی پت مکید بلکه بایستی از مکنده لاستیکی استفاده کرد.

سئوالات و محاسبات

۱. Mixed Aniline Point, Aniline Point را تعریف کنید و مقادیر آنها را برای فراورده های نفتی

داده شده بر حسب F پیدا کنید.

۲. KBN (Kauri Butanol Number) را شرح دهید و با استفاده از کتاب نلسون (صفحه ۱۵۳) مقدار آن را پیدا کنید و همچنین در صورت امکان Key Number of Solvent را بدست آورید (صفحه ۴۶).

۳. Catane Index, Diesel Index را تعریف کنید و این مقادیر را با استفاده از IP۲۱۸-ASTMP ۹۷۶ و IP۲۱ برای فراورده های داده شده پیدا کنید.

۴. آب را می توان به عنوان مایع درون حمام قرار داد یا نه چرا؟

۵. یکی از موارد استعمال نقطه آنیلین محاسبه مقدار تقریبی حرارت احتراق فراورده های سوختی می باشد که مثلاً برای سوخت های هواپیما طرز محاسبه آن طبق IP۱۹۳-ASTMD ۱۴۰۵ می باشد که یکی از پارامتر های آن بدست آوردن Aniline Gravity Product است که حاصلضرب نقطه آنیلین و چگالی بر حسب API می باشد. برای سوخت جت ۴ - Jp می توان مقدار حرارت احتراق را (بدون احتساب گوگرد) از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$Q_p \text{ (Net)} = 41815 + 0.2456 (A \times G)$$

اگر درصد وزنی سولفور موجود در فراورده باشد مقدار احتراق چنین است:

$$Q = Q_p \text{ (Net)} - 0.01 (S) + 10.6 (S)$$

که A: نقطه آنیلین بر حسب °F

G: چگالی بر حسب API

$Q_p \text{ (NET)}$: حرارت احتراق (بدون احتساب گوگرد) بر حسب ژول بر گرم

Q: حرارت احتراق (با احتساب گوگرد)

با استفاده از معادلات فوق حرارت احتراق کامل فراورده زیر را بدست آورید:

Sample: Jp-۴ Fuel, Aniline Point, A: ۱۴۰ °F

Gravity: G-۵۵,۱ API, Sulphure Content, S= ۰,۲ %W

۶. چرا آنیلین را برای این منظور انتخاب کرده اند (از نظر مکانیسم مولکولی بررسی شود)

۷. با در نظر گرفتن سؤال فوق نقطه آنیلین موارد زیر چنین است علت اختلاف مقادیر نقطه آنیلین را در چه می دانید.

Hydrocarbon		$^{\circ}\text{C}$ An.Pt
Paraffins	C_6H_{14}	۶۹,۱
Olefines	C_6H_{12}	۲۲,۸
Aromatic	C_6H_6	-۳۰
Cyclo-Naphthene	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}$	۳۴

۸. آیا بالا بودن An.Pt باعث آرام سوژی است یا به عکس؟

۹. بالا بودن درصد حجمی Aromatic چه معایب و محاسنی دارد؟

۱۰. با بدست آوردن An.Pt پارامترهای زیر را در مورد هر یک از مواد آزمایش حساب کنید.

An.Gr (a)

Aromatic (%VOL) (b)

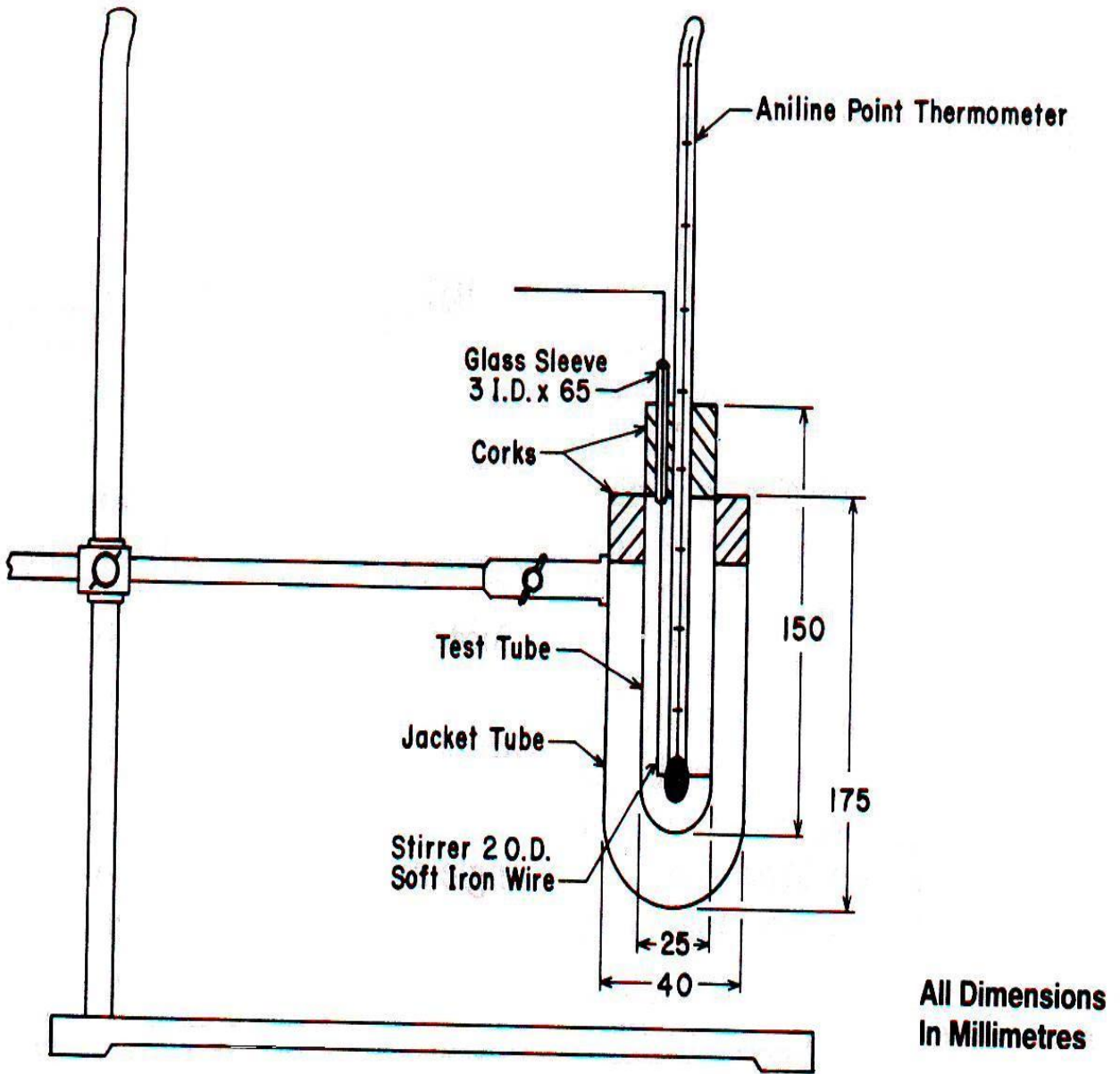


FIG. A1.1 Aniline Point Apparatus (Method A)