

**بررسی روش استاندارد
تعیین انواع هیدروکربن
در محصولات نفتی مایع
با جذب سطحی
شناساگر فلورسانس**

شبکه آزمایشگاهی بر مدار شبکه‌سازی



طیف رامان، اثر انگشت مواد



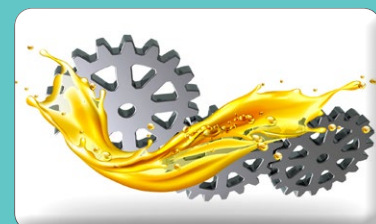
کاربرد روش امواج فراصوت در صنعت
فرآوری مواد غذایی



نقش آزمایشگاه در کنترل کیفیت مخازن
تحت فشار بدون درز(بخش اول)



کنترل کیفی عوامل موثر بر آزمون دانسیته
به روش غوطه‌وری در الکل
و تحلیل نتایج آن



سنجش میزان تولید کف در روغن‌ها و تاثیر
افزودنی‌های ضد کف

نویسندگان

نگین حقیقت نائینی^{*۱}عبدالرسول ارومیه‌ای^۲

*neginhn@yahoo.fr

کنترل کیفی عوامل موثر بر آزمون دانسیته به روش غوطه‌وری در الکل و تحلیل نتایج آن

واژه‌های کلیدی

دانسیته، کنترل کیفی، دانسیته به روش
غوطه‌وری در الکل، خطا.

چکیده

به‌طور معمول، پلیمرها دارای دانسیته «مشخصی» هستند که می‌تواند مقدار تقریبی از دانسیته یک ماده خاص را ارائه دهد. با این وجود، عوامل مختلفی می‌تواند بر دانسیته تأثیرگذار باشد، مانند بلورینگی، از دست دادن نرم‌کننده یا جذب حلال. همچنین اجزای همان نمونه ممکن است به دلیل تفاوت در بلورینگی، تاریخچه حرارتی، تخلخل و یا تغییرات در ترکیب مواد، مانند افزودن یک پرکننده یا رنگدانه، از نظر دانسیته متفاوت باشند. تنوع خواص بیشتر پلیمرهای مهندسی باعث گوناگونی کاربرد آن‌ها می‌شود. این تنوع خواص می‌تواند حاصل متفاوت بودن دانسیته پلیمرها باشد. در واقع بسیاری از پلیمرها با این عامل مهم شناسایی و طبقه‌بندی می‌شوند. همانند تمامی آزمون‌ها، این آزمون نیز دچار عدم قطعیت‌هایی است و در این مقاله سعی شده‌است عوامل مهم ایجاد خطا در این آزمون شرح داده شود.

وزن مخصوص یا دانسیته یک جامد، خاصیتی است که به راحتی برای شناسایی یک ماده، دنبال کردن تغییرات فیزیکی در یک نمونه، نشان دادن درجه یکنواختی بین واحدها یا نمونه‌های مختلف نمونه‌برداری و یا نشان دادن دانسیته متوسط یک ماده بزرگ اندازه‌گیری می‌شود. تغییرات در دانسیته یک ماده منفرد به دلیل تفاوت‌های موضعی در بلورینگی، نوع نرم‌کننده، جذب حلال یا دلایل دیگر است [۱].

دستگاه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری متعددی وجود دارد که با آن می‌توان دانسیته یک ماده را تعیین کرد. با تراشه MEMS^۴، اندازه‌گیری چگالی تشدید کننده به‌عنوان یک اصل به نسبت جدید استفاده می‌شود. با این حال، به‌طور معمول، حتی امروزه نیز از روش‌های اندازه‌گیری قدیمی‌تر مانند اندازه‌گیری معلق در هوا، اندازه‌گیری به کمک پیکنومتر و روش غوطه‌وری استفاده می‌شود. در روش غوطه‌وری، نمونه در مایعی که باید اندازه‌گیری شود، غوطه‌ور شده و شناوری آن با استفاده از ترازو و کیت دانسیته محاسبه می‌شود. با داشتن حداقل ضریب شناوری و حجم بدنه فرو رفته و دانسیته مایع، می‌توان دانسیته نمونه را اندازه‌گیری کرد. در این تحقیق، تنها به روش غوطه‌وری در سیال اشاره شده‌است. در این روش از ترازوهای تحلیلی و کیت دانسیته آن استفاده شده‌است.

عوامل موثر بر آزمون دانسیته

و تکرارپذیری)، کلاس و دانسیته وزن‌های مرجع مورد استفاده برای کالیبره کردن ترازو یا ترازوی الکترونیکی قرار دارند [۵].

◆ لرزش میز

ارتعاشات یخچال‌ها، سیستم‌های تهویه و سایر تجهیزات که ارتعاش ایجاد می‌کنند، می‌تواند بر دقت تعادل تحلیلی تأثیرگذار باشد. از آنجایی که اندازه نمونه واقعا کوچک است، کوچکترین ارتعاش می‌تواند نمونه را دوباره مرتب و یا جابجا کند و یا بریزد، در نتیجه بر مقدار مواد موجود برای اندازه‌گیری و همچنین توزیع آن در تعادل، تأثیرگذار است. همچنین ارتعاشات کوچک می‌توانند ماشین ظرفشویی تعادل تحلیلی را مختل کنند. این اختلالات ممکن است نیاز به کالیبراسیون مجدد تعادل تحلیلی داشته باشد که می‌تواند به معنای از دست دادن زمان و هزینه از تلاش‌های تحقیقاتی مربوط باشد [۴].

◆ موقعیت ترازو

بیشتر ترازوها به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که در شرایط معمول، وزن‌گیری‌های دقیقی ارائه می‌دهند، اما اگر در موقعیت مناسبی قرار داشته باشند، سریع‌تر و دقیق‌تر عمل خواهند کرد [۶].

جریان هوا می‌تواند بر سازوکارهای پیچیده تعادل تحلیلی تأثیرگذار باشد، همان‌طور که دما و ارتعاشات می‌توانند اندازه‌گیری اندازه نمونه کوچک را تغییر دهند. تغییر در فشار هوا از طریق پنکه‌های سقفی، تهویه مطبوع و درهای باز نیز می‌تواند باعث شود تجهیزات حساس، اندازه‌گیری‌های اشتباه را نشان دهند [۴]. ترازو باید روی یک سطح صاف قرار گیرد. ترازوهای تعادلی دقیق، با فرض اینکه بار به موازات نیروی گرانش و عمود بر سکوی توزین اعمال می‌شود، مواد را وزن می‌کنند [۴ و ۶].

نمونه‌ها را در برابر آلودگی‌های محیطی، رطوبت و نوسانات دما محافظت کنید. برخی از ترازوها این شرایط را برای تعیین عدم قطعیت در نتایج، نظارت می‌کنند، اما همچنان باید آنها را تا حد امکان ثابت نگه دارید. اگر نمی‌توانید یک منطقه کم تردد برای آن پیدا کنید، از یک میز توزین استفاده کنید که لرزش‌ها را جذب می‌کند [۲].

◆ عدم خلوص و نوع سیال

سیال انتخابی چه آب و چه الکل باشد، باید از یک تأمین‌کننده معتبر تهیه و دارای گواهی باشد. برای اطمینان بیشتر می‌توانید خلوص سیال را با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی^۵ تعیین کنید.

همچنین توصیه شده‌است، در صورت امکان، پس از هر سری استفاده، سیال دور ریخته شود. تبخیر سریع و آلوده شدن و ظرف به ظرف شدن الکل، خلوص آن را به شدت کاهش می‌دهد و جدول دانسیته - دما به تدریج کاربرد خود

ترازوهای تحلیلی^۴ از رایج‌ترین ابزارهای توزین مورد استفاده در عملیات آزمایشگاهی به ویژه برای آماده‌سازی نمونه هستند. این عمل، وقت‌گیرترین فعالیت است و خطاهای سنجیدن در این مرحله می‌تواند منجر به از دست دادن زمان و هزینه شود. به این ترتیب، بسیار مهم است اطمینان حاصل کنید که ترازوهایتان نتایج دقیقی را ارائه می‌دهند. در آزمون اندازه‌گیری دانسیته به روش غوطه‌وری در الکل، از ترازوهای دقیقی استفاده می‌شود که نمایی از فرآیند کار در شکل (۱) آورده شده‌است. در این مقاله سعی بر آن است تا چند عامل مهم و تأثیرگذار که به شما کمک می‌کند نتایج دقیق‌تری از این ابزار به‌دست آورید، شناسایی و رفع شود [۲].



◆ عدم سلامت کارکرد ترازو

ترازوهای تحلیلی ابزار اساسی تحلیل کمی هستند که از آنها برای توزین دقیق نمونه‌ها و رسوبات استفاده می‌شود. ترازوها می‌توانند اندازه‌گیری‌های دقیق را تا چهار رقم اعشار، به‌عنوان مثال، ۰/۰۰۰۱ گرم، ارائه دهند. با توجه به ماهیت فوق‌العاده حساس این تجهیزات، عوامل متعددی وجود دارد که می‌تواند باعث خواندن اشتباه آنها شود [۴].

برای اینکه ترازو بتواند قرائت دقیقی داشته باشد، تجهیز باید کالیبره شود. کالیبراسیون بسیار حائز اهمیت است، زیرا دقت و کیفیت اندازه‌گیری‌هایی را که با ترازو ثبت می‌شوند، مشخص می‌کند. برای اطمینان از یکپارچگی نتایج اندازه‌گیری، باید فرآیندی مداوم برای سرویس و حفظ کالیبراسیون تجهیزات در طول عمر آن وجود داشته باشد. در نتیجه، همیشه اندازه‌گیری‌هایی قابل اعتماد، دقیق و قابل تکرار به‌دست خواهند آمد [۴]. این فرآیند می‌تواند در روش اجرایی نگهداری، تعمیرات و کالیبراسیون تجهیزات آن آزمایشگاه، با استفاده از یک برنامه «تعیین فواصل زمانی کالیبراسیون» مناسب، انجام شود.

بنابراین، توزین، مهمترین مرحله در کالیبراسیون وزنی است و بیشترین تأثیر را بر عدم قطعیت آزمون دانسیته دارد. نتایج توزین تحت تأثیر عوامل متعددی مانند ریزنمایی و حساسیت ترازو، کالیبراسیون ترازو (خروج از مرکز، خطی بودن

◆ چگونگی جابجایی نمونه

همیشه هنگام دست زدن به نمونه برای توزین، از دستکش یا انبر استفاده و از تماس دست برهنه با ترازو خودداری کنید. پس از صفر کردن دستگاه، حتی اثر انگشت شما می‌تواند به ظرف توزین جرم اضافه کند و بر دقت آن تأثیرگذار باشد. بنابراین، تمام اقدامات احتیاطی ممکن را انجام دهید.

◆ خطای آزمونگر

در بیشتر موارد، اندازه‌گیری‌های اشتباه به دلیل خطای کاربر است. یک کارشناس آزمایشگاه ممکن است به‌طور تصادفی یک نمونه را روی میز بگذارد و آن را در معرض واکنش با عناصر جوی قرار دهد. به همین دلیل است که بیشتر آزمایشگاه‌ها رویه‌های سختگیرانه‌ای برای حفظ استانداردهای جوی برای اطمینان از خواندن دقیق و موارد کمتر خطای کاربر دارند [۴].

تحلیل نتایج آزمون

در جایی که مقتضی است و دسترسی وجود دارد، آزمایشگاه باید عملکرد خود را با نتایج آزمایشگاه‌های دیگر مقایسه و پایش کند. داده‌های فعالیت‌های پایش باید تجزیه و تحلیل شود و برای کنترل و در صورت کاربرد، به‌منظور بهبود فعالیت‌های آزمایشگاه به کار گرفته شوند. در صورتی که مشخص شود نتایج حاصل از تحلیل پایش، معتبر نیستند باید اقدامات مناسب برای پیشگیری از گزارش نتایج غیرصحیح انجام شود [۱۰].

جدول (۱) در استاندارد ASTM، براساس یک مطالعه بین آزمایشگاهی انجام شده در سال ۱۹۸۵، مطابق با تمرین E691، شامل چهار ماده آزمایش شده به روش غوطه‌وری در الکل توسط شش آزمایشگاه است. نتیجه هر آزمایش، براساس عملکرد دو کارشناس منفرد بود و هر آزمایشگاه، چهار نتیجه آزمایش برای هر ماده به‌دست آورد (هشدار: داده‌های جداول استاندارد را برای پذیرش یا رد مواد اعمال نکنید) [۱].

جدول (۱): اطمینان از اعتبار نتایج آزمون دانسیته به روش غوطه‌وری در الکل [۷].

نوع ماده	میانگین	S ^r	S ^R	r ^C	R ^D
پلی پروپیلن	۰/۹۰۲۳	۰/۰۰۱۳۹	۰/۰۰۲۳۹	۰/۰۰۳۹۳	۰/۰۰۶۶۹
LDPE	۰/۹۲۱۵	۰/۰۰۱۰۹	۰/۰۰۱۹۵	۰/۰۰۳۰۸	۰/۰۰۵۴۶
HDPE	۰/۹۶۷۸	۰/۰۰۱۲۶	۰/۰۰۱۸۹	۰/۰۰۳۵۶	۰/۰۰۵۲۹
ترموستها	۱/۳۱۳۰	۰/۰۰۱۶۰	۰/۰۰۲۱۷	۰/۰۰۴۵۳	۰/۰۰۶۰۸

را از دست داده و به مرور و پس از هر بار آزمون، خطا بزرگ و بزرگتر می‌شود [۷].

از دیگر خواص سیال که باید بررسی شود، کشش سطحی آن است. بدین منظور توصیه شده‌است برای کاهش کشش سطحی سیال با سیم اتصال دهنده و یا دیواره ظرف، ۳ قطره شوینده داخل سیال ریخته شود (تغییر دانسیته ناشی از افزودن شوینده به سیال قابل صرف نظر کردن است) [۶].

◆ تغییرات دمایی

کوچکترین تغییری در دمای اتاق می‌تواند تغییرات محسوسی در وزن نمونه ایجاد کند. بنابراین، برای به‌دست آوردن خواندن‌های دقیق در ترازو، به کنترل‌های دقیق دما نیاز است. در اینجا مثالی از چگونگی تأثیر دما بر نمونه آورده شده‌است: اگر دمای اتاق خیلی بالا باشد، نمونه می‌تواند منبسط شود یا مقداری از «وزن آب» خود را به دلیل تبخیر از دست بدهد. اگر دما خیلی پایین باشد، نمونه می‌تواند منقبض شود یا اجازه دهد که آب در ظرف نمونه متراکم شود. هر دو عامل می‌توانند بر دقت اندازه‌گیری ترازو تأثیرگذار باشند [۴]. شرایط دمایی ارائه شده در استاندارد ASTM D790 در حالت سختگیرانه در دمای 1 ± 23 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 50 ± 5 درصد است [۱، ۸ و ۹].

◆ نوع آزمون

حباب‌گیری در ابتدای آزمون تعیین دانسیته یا دانسیته پلیمرها باید با دقت و کامل انجام شود. توجه شود اگر نمونه، خود، دارای حباب و یا حفرات ریز است، نباید آزمون انجام شود. در صورت وجود حفرات توصیه می‌شود نمونه را به قطعات ریزتر مانند گرانول تبدیل کنید و سپس آزمون را انجام دهید. در واقع می‌توان گفت تاکنون، بزرگترین منبع خطا در اندازه‌گیری دانسیته، ترشوندگی محدود نمونه است. هنگامی که نمونه در مایع غوطه‌ور می‌شود، بسیار مهم است که تمام حباب‌های چسبیده به نمونه و تجهیزات حذف شوند. هر حباب باقیمانده موجب ایجاد خطا شده و محاسبه دانسیته را مخدوش می‌کند (حباب با قطر ۱ میلی‌متر باعث خطا به اندازه ۰/۵ میلی‌گرم می‌شود). توصیه شده‌است:

◆ از یک عامل مرطوب کننده یا مایعات آلی استفاده کنید (تغییر دانسیته که با استفاده از آب مقطر و با افزودن چند قطره ماده مرطوب کننده تغییر می‌کند را می‌توان نادیده گرفت).

◆ برای از بین بردن حباب‌های هوا از یک برس خوب استفاده کنید [۳].

همچنین باید توجه شود که اگر نمونه دارای تخلخل‌های زیادی باشد، دانسیته آن را می‌توان به‌صورت تقریبی محاسبه کرد. به هنگام غوطه‌ور شدن نمونه در سیال، هوای محبوس در این تخلخل‌ها به‌طور کامل خارج نمی‌شود و به همین دلیل، منجر به ایجاد خطا می‌شود [۶].

جدول (۲): عددهای بحرانی $f(n)$ بسته به تعداد تکرارها [۱۱].

n	f(n)	n	f(n)
۲	۲/۸	۲۵	۵/۲
۳	۳/۳	۲۶	۵/۲
۴	۳/۶	۲۷	۵/۲
۵	۳/۹	۲۸	۵/۳
۶	۴/۰	۲۹	۵/۳
۷	۴/۲	۳۰	۵/۳
۸	۴/۳	۳۱	۵/۳
۹	۴/۴	۳۲	۵/۳
۱۰	۴/۵	۳۳	۵/۴
۱۱	۴/۶	۳۴	۵/۴
۱۲	۴/۶	۳۵	۵/۴
۱۳	۴/۷	۳۶	۵/۴
۱۴	۴/۷	۳۷	۵/۴
۱۵	۴/۸	۳۸	۵/۵
۱۶	۴/۸	۳۹	۵/۵
۱۷	۴/۹	۴۰	۵/۵
۱۸	۴/۹	۴۵	۵/۶
۱۹	۵/۰	۵۰	۵/۶
۲۰	۵/۰	۶۰	۵/۸
۲۱	۵/۰	۷۰	۵/۹
۲۲	۵/۱	۸۰	۵/۹
۲۳	۵/۱	۹۰	۶/۰
۲۴	۵/۱	۱۰۰	۶/۱

با توجه به جدول (۱)، پس از محاسبه اختلاف بزرگترین از کوچکترین تکرار و مقایسه آن مطابق با روابط زیر، می‌توان نتایج را از نظر تکرارپذیری بررسی نمود که آیا توانسته است الزامات استاندارد را برآورد کند یا خیر.

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{range} = \max - \min$$

در نهایت باید range کوچکتر از $f(n)$ در S_r باشد که عدد بحرانی $f(n)$ را می‌توان با توجه به تعداد تکرارهای آزمون با استفاده از جدول (۲) تعیین نمود.

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{range} < f(n) \times S_r$$

محاسبه عدم قطعیت آزمون دانسیته

روش وزن‌سنجی روش استاندارد است که هم توسط مؤسسات ملی متروлоژی^۷ و هم توسط آزمایشگاه‌های معتبر برای کالیبراسیون ابزارهای حجمی استفاده می‌شود. این روش شامل توزین ابزار تحت کالیبراسیون در صورت خالی بودن و دوباره در صورت پر شدن با مایع مناسب است. تفاوت به‌دست آمده در اندازه‌گیری‌های توزین، جرم مایع موجود را نشان می‌دهد [۵ و ۱۲]. معادله‌ای که در استاندارد ISO 4787 آورده شده‌است به شرح زیر است:

رابطه (۳)

$$V_0 = (I_L - I_E) \times \frac{1}{\rho_W - \rho_A} \times \left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_B}\right) \times [1 - \gamma(t - t_0)]$$

که در آن:

(V_0) : حجم در دمای مرجع (t_0) ، بر حسب میلی‌لیتر، (I_L) : نتیجه توزین ظرف پر از مایع بر حسب گرم، (I_E) : نتیجه توزین ظرف خالی بر حسب گرم، (ρ_W) : دانسیته مایع بر حسب گرم بر میلی‌لیتر در دمای کالیبراسیون (t) بر حسب درجه سانتی‌گراد، (ρ_A) : دانسیته هوا بر حسب گرم بر میلی‌لیتر، (ρ_B) : دانسیته وزن‌های مرجع مورد استفاده در هنگام اندازه‌گیری یا در هنگام کالیبراسیون ترازو که در حدود ۸/۰ گرم در میلی‌لیتر فرض شده‌است، (γ) : ضریب انبساط حرارتی مکعبی مواد دستگاه تحت کالیبراسیون بر حسب معکوس درجه سانتی‌گراد. (توجه: ضریب انبساط مکعبی به‌طور معمول ۳ برابر ضریب انبساط خطی برای ماده داده شده در نظر گرفته می‌شود)، (t) : دمای ابزار تحت کالیبراسیون، برابر با دمای مایع مورد استفاده در کالیبراسیون بر حسب درجه سانتی‌گراد فرض می‌شود، (t_0) : دمای مرجع که بر حسب درجه سانتی‌گراد است.

تمامی این عوامل تحت تأثیر یک زنجیره‌ای از عوامل هستند که در بخش (۱) به‌طور مفصل به آنها پرداخته شد و باید در محاسبه عدم قطعیت لحاظ شوند.

اندازه‌گیری دانسیته به روش غوطه‌وری، آزمونی مهم در بیشتر عملیات اندازه‌گیری صنعتی و تحلیلی است. ابزارهای حجمی در بسیاری از زمینه‌ها مانند شیمی، بهداشت، زیست‌شناسی و داروسازی استفاده می‌شوند. در چندین کاربرد در این زمینه‌ها، اندازه‌گیری حجم، قابل توجه و یا حتی حیاتی است؛ بنابراین، اطمینان از قابل اعتماد بودن مقادیر حجم اندازه‌گیری شده با استفاده از این ابزار مهم است. برای شناسایی و کاهش خطاهای احتمالی در جابجایی مایعات، کالیبراسیون ابزارهای حجمی با استفاده از روش‌های صحیح ضروری است. همچنین ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری ضروری است، زیرا این اطلاعات باید با نتیجه اندازه‌گیری نهایی همراه باشد تا به کاربر، اطمینان در اندازه‌گیری بدهد. ابزارهای حجمی را می‌توان با پر و یا خالی کردن، با استفاده از اندازه‌گیری حجم مرجع، یعنی با مقایسه دو حجم، کالیبره کرد؛ این یک روش ثانویه کالیبراسیون است. در بالاترین سطح زنجیره ردیابی، حجم را می‌توان با روش اولیه وزن کردن مقدار یک مایع مناسب که توسط ابزار حجمی موجود یا تحویل داده شده است، تعیین نمود، مشروط بر اینکه دما و دانسیته مایع مشخص باشد [۵].

در این مقاله، ارزیابی و شناسایی عوامل عدم قطعیت اندازه‌گیری بررسی شده است. سهم عدم قطعیت را می‌توان براساس محاسبات آماری مانند تعیین یک انحراف استاندارد تجربی ارزیابی کرد. معیارها و فرمول‌های پیشنهادی در این مقاله قطعاً کافی و جامع نیست. ارزیابی به‌صورت جداگانه توسط مترولوژیست در هر کاربرد و آزمایشگاه خاص انجام می‌شود.

پی‌نوشت

۱. مسئول توسعه و تحقیق شرکت خاتم پلیمر
۲. مدیر عامل شرکت خاتم پلیمر
3. Microelectromechanical systems (MEMS)
4. Analytical Balances
5. Gas Chromatography (GC)
6. Gravimetric
7. National Metrology Institutes (NMIs)

مراجع

- [1] ASTM D792, "Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement", 2020.
- [2] Kevin Hill, "Getting More Accurate Results with Analytical Balances", Quality Scale Unlimited, 2017.
- [3] Mettler Toledo Analytical Balances Catalogue.
- [4] Quality Scales Unlimited Co., "Factors Affecting Analytical Balances", 2020.
- [5] "Guidelines on the Determination of Uncertainty in Gravimetric Volume Calibration", EURAMET Calibration Guide, No. 19, 2018.
- [6] Kern & Sohn GmbH Analytical Balance Catalogue.
- [7] میترا توکلی صابر، «آیا از نتایج آزمون دانسیته مطمئن هستید؟»، ماهنامه کنترل کیفیت، شماره ۷۰، صفحه ۵۶، دی ماه ۱۳۹۳.
- [8] ISO 1183-1, "Plastics — Methods for determining the density of non-cellular plastics — Part 1: Immersion method, liquid pycnometer method and titration method", 2019.
- [9] استاندارد ملی شماره ۱-۷۰۹۰، «پلاستیک‌ها - روش‌های تعیین دانسیته پلاستیک‌های غیراسفنجی - قسمت ۱: روش غوطه‌وری، روش پیکنومتر مایع و روش تیتراسیون»، ۱۳۹۸.
- [10] ISO/IEC 17025, "Testing and calibration laboratories", 2017.
- [11] ISO 5725, "Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – part 6: Use in practice of accuracy values", 2006.
- [12] ISO 4787, "Laboratory glassware - Volumetric glassware - Methods for use and testing of capacity", 2010.

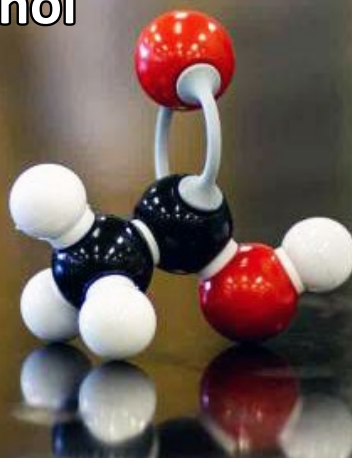
Authors

Negin Haghghat Naeini^{1*}
AbdolRasoul Oromiehei²

*neginhn@yahoo.fr

1. research and development manager at Khatam Polymer company
2. CEO of Khatam Polymer company.

Quality control of factors affecting the density test by immersion in alcohol and results analysis



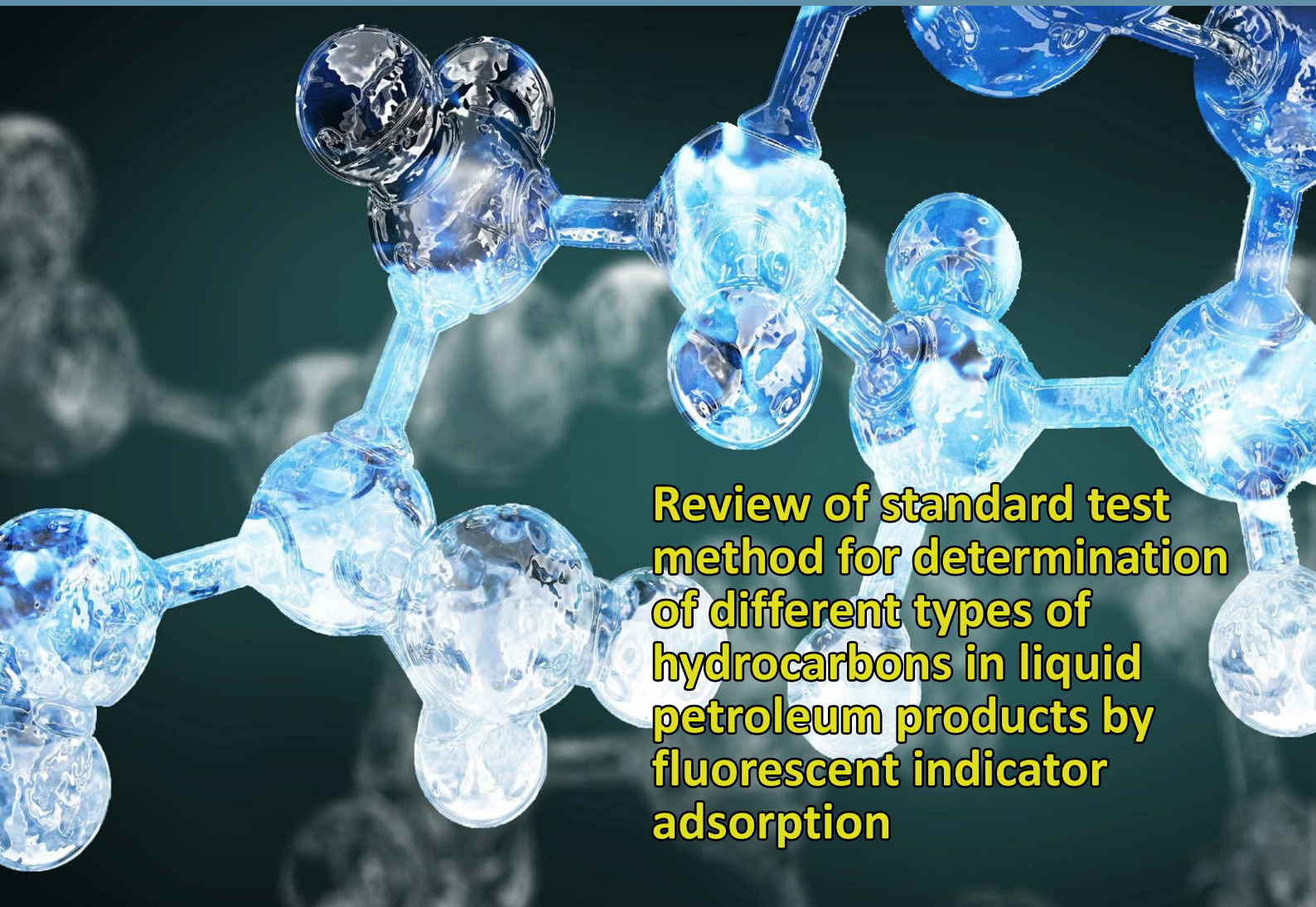
Abstract

Polymers typically have a "specific" density that can provide an approximation of the density of a particular material. However, various factors can affect the density, such as crystallinity, loss of softener or solvent absorption. Components of the same sample may also vary in density due to differences in crystallinity, thermal history, porosity, or changes in material composition, such as the addition of a filler or pigment.

The variety of properties of most engineering polymers causes differences in their applications. This can cause variety in density of polymers. In fact, many polymers are identified and classified by this important factor. Like all tests, this test also has uncertainties, and in this article, an attempt has been made to describe the important factors that cause errors and uncertainties in this test method.

Keywords

density test, quality control, density by alcohol immersion method, error, uncertainty measurement.



Review of standard test method for determination of different types of hydrocarbons in liquid petroleum products by fluorescent indicator adsorption



Raman Spectrum, Material's Fingerprint



Application of ultrasound technique in food processing



The Role of the Laboratory in the Quality Control of Seamless Gas Cylinders. (Part 1)



Quality control of factors affecting the density test by immersion in alcohol and results analysis



Measurement of foam production in oils and the impact of anti foam additives