



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۳۲۴۹-۶

چاپ اول

ISIRI

13249-6

1st. Edition

پلاستیک ها - تعیین گرانیروی پلیمرهای
محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای
مویینه - قسمت ۶ :
پلیمرهای متیل متااکریلات

**Plastics – Determination of the viscosity
of polymers in dilute solution using
capillary viscometers – part 6 :
Methyl methacrylate polymers**

ICS:83.080.20

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International organization for Standardization
- 2 - International Electro technical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
- 4 - Contact point
- 5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
" پلاستیک ها - تعیین گرانروی پلیمرهای محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای مویینه -
قسمت ۶: پلیمرهای متیل متاکریلات "

رئیس:

جوادپور، سیروس
(دکتری مواد)

سمت و/یا نمایندگی

استاد دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز

دبیر:

منصوری، نادر
(لیسانس مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان فارس

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اکبری شاد، ارغوان
(لیسانس شیمی)

شرکت صنایع شیمیایی فارس

باصری، غلامرضا
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی

پذیرایی، محمد هادی
(فوق لیسانس شیمی)

شرکت رزین سازان فارس

پیروزی، پدرام
(لیسانس مدیریت)

شرکت پیراد

پناهی، بهرام
(لیسانس شیمی)

شرکت نفت پاسارگاد

تشکری، هادی
(لیسانس کشاورزی)

شرکت شیمیایی ساراوید

جلالی، پدرام
(لیسانس مهندسی مکانیک)

شرکت ایرتمپ

دیداری، کورش
(لیسانس شیمی)

شرکت سپیدان چشمه

شرکت رزین سازان فارس

دهقانیان، حمید
(لیسانس مهندسی شیمی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان فارس

شجاعتی، خاطره
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان فارس

ظل انوار، محمد علی
(لیسانس مهندسی برق)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان فارس

مصلائی، مهرداد
(فوق لیسانس شیمی)

شرکت شیراز جم گستر

نجیمی، مهدی
(لیسانس شیمی)

شرکت کاج شیمی

یزدانی، محمد رضا
(لیسانس شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با موسسه استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول کلی
۲	۵ اندازه گیری ها
۳	۶ دستگاه ها
۳	۷ حلال و مایع آزمون
۴	۸ دمای اندازه گیری
۴	۹ روش آزمون
۴	۱۰ بیان نتایج
۵	۱۱ گزارش آزمون
۶	پیوست الف (الزامی) کالیبراسیون ویسکومتر
۹	پیوست ب (الزامی) تعیین عدد گرانروی حدی
۱۰	پیوست پ (اطلاعاتی) کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد "پلاستیک ها - تعیین گرانروی پلیمرهای محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای مویینه - قسمت ۶ : پلیمرهای متیل متاکریلات" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط جامعه کنترل کیفیت استان فارس تهیه و تدوین شده و در هفتصد و پنجاهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۸۹/۱۱/۲۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی باتحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران درمواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استاندارد های ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO 1628-6 : 1990 , Plastics – Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscometers – part 6 : Methyl methacrylate polymers

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۳۲۴۹ است.

- قسمت ۱ : اصول کلی
- قسمت ۲ : رزین های پلی وینیل کلراید
- قسمت ۳ : پلی اتیلن ها و پلی پروپیلن ها
- قسمت ۴ : مواد قالب گیری و روزن رانی پلی کربنات
- قسمت ۵ : هموپلیمرها و کوپلیمرهای پلی استر گرمانرم
- قسمت ۶ : پلیمرهای متیل متاکریلات

پلاستیک ها - تعیین گرانروی پلیمرهای محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای مویینه - قسمت ۶: پلیمرهای متیل متاکریلات

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش اندازه گیری عدد گرانروی مواد پلیمری قالب گیری و روزن رانی متیل متاکریلات به شکل محلول رقیق شده است. این استاندارد برای هموپلیمرها و کوپلیمرهای متیل متاکریلات (MMA) و مخلوطی از این دو با حداقل ۸۰٪ جرمی متیل متاکریلات و تا ۲۰٪ جرمی از مونومرهای دیگر، با یا بدون افزودنی ها، چنان که در استاندارد ISO 8257-1 شرح داده شده است کاربرد دارد.

یادآوری - گرانروی محلول رقیق پلیمرها می تواند به عنوان یک عدد گرانروی حدی [17] نیز بیان شود (به پیوست ب مراجعه شود).

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۴۷ : سال ۱۳۸۶، فیلترهای متخلخل آزمایشگاهی - درجه تخلخل، طبقه بندی و نام گذاری

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹ سال ۱۳۹۰، پلاستیک ها - تعیین گرانروی پلیمرهای محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای مویینه - قسمت ۱: اصول کلی

2-2 ISO 3105 : 1976, Glass capillary kinematic viscometers -Specification and Operating instructions.

2-3 ISO 8257-1: 1987, Plastics - Poly (methyl methacrylate) (PMMA) moulding and extrusion materials - Part 1: Designation.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹ : سال ۱۳۹۰ اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می رود:

۱-۳

عدد گرانروی

VN

مقدار به دست آمده از معادله :

$$VN = \frac{1}{c} \left(\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} \right) \quad (1)$$

که در آن:

VN عدد گرانروی،

η گرانروی دینامیکی محلول تحت آزمون بر حسب میلی پاسکال ثانیه،

η_0 گرانروی دینامیکی حلال بر حسب میلی پاسکال ثانیه و

c غلظت پلیمر در محلول بر حسب گرم بر میلی لیتر است.

یادآوری یک - عدد گرانروی بر حسب میلی لیتر بر گرم بیان می شود.

یادآوری دو - اگر چگالی حلال ρ_0 و چگالی محلول ρ برابر باشند، در معادله ۱ ممکن است η با V و η_0 با V_0 جایگزین شود که V و V_0 به ترتیب گرانروی های کینماتیک محلول و حلال بر حسب میلی متر مربع بر ثانیه است (به بند ۱۰ مراجعه شود).

۴ اصول کلی

زمان عبور یک حلال و یک محلول پلیمری با غلظت مشخص در دمای $(25 \pm 0.05)^\circ C$ با داشتن غلظت مشخص شده در آن حلال اندازه گیری شده و سپس با استفاده از این مقادیر عدد گرانروی و عدد گرانروی حدی محاسبه می شوند.

۵ اندازه گیری ها

اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه معادله داده شده در بند سه، با استفاده از یک ویسکومتر لوله ای موینه مطابق بند چهار استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹-۱۳۹۰ به دست می آید. زمان عبور یک مایع به گرانروی آن بستگی داشته که توسط معادله پوازویل-هاگن باخ-کوات^۱ بیان می شود :

$$v = \frac{\eta}{\rho} = k(t - \Delta t) = kt - \frac{A}{t} \quad (2)$$

که در آن:

k ثابت ویسکومتر بر حسب میلی متر مربع بر مجذور ثانیه،

t زمان عبور بر حسب ثانیه،

Δt تصحیح انرژی جنبشی (تصحیح هاگن باخ) بر حسب ثانیه،

ρ چگالی مایع بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و

A پارامتر تصحیح انرژی جنبشی به نحوی که در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹-۱۳۹۰ سال ۱۳۹۰

تعریف شده است.

یادآوری - اگر تصحیح انرژی جنبشی Δt کمتر از 0.2% مقدار t باشد مقدار آن ناچیز می شود. برای ویسکومتر ابل هود 0C اگر زمان عبور t بیش از $270 s$ باشد می توان از پارامتر Δt چشم پوشی کرد. برای میکرو ویسکومترهای MI اگر t بیش از $70 s$ باشد، می توان از Δt چشم پوشی کرد.

۶ دستگاه ها (همچنین به بند پنج استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹: سال ۱۳۹۰ مراجعه شود)

۱-۶ ویسکومتر مویینه، نوع ابل هود معلق نوع 0C با قطر مویینه $0.36 mm$ و حباب با حجم $2 ml$ مطابق استاندارد ISO 3105 یا ویسکومتر میکرو ابل هود نوع MI با قطر مویینه $0.40 mm$ و حباب با حجم $0.75 ml$.

از هر ویسکومتر ارائه شده در استاندارد ISO 3105 می توان استفاده کرد به شرطی که نتایج حاصله، معادل با نتایج به دست آمده از ویسکومترهای یاد شده باشد.

۲-۶ زمان سنج، با دقت $0.1 s$ برای ویسکومتر ابل هود نوع 0C و با دقت $0.02 s$ برای ویسکومتر میکرو ابل هود نوع MI.

۳-۶ حمام ترموستاتیکی، با قابلیت نگهداری دما در $(25 \pm 0.05)^\circ C$.

۴-۶ فلاسک حجمی با یک خط نشانه، با ظرفیت $100 ml$ با یک درپوش شیشه ای.

۵-۶ ترازو، با دقت $0.1 mg$.

۶-۶ قیف فیلتر شیشه ای متخلخل، با قطر تخلخل حداکثر $40 \mu m$ (رده $40P$ به صورتی که در استاندارد ملی ایران شماره 10247 : سال 1386 شرح داده شده است).

۷-۶ دستگاه لرزاننده.

۷ حلال و مایع آزمون (همچنین به بند شش استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹: سال ۱۳۹۰ مراجعه شود).

۱-۷ حلال

کلروفرم، با خلوص آزمایشگاهی معلوم، تثبیت شده با کمتر از 1% (حجم/حجم) اتانول، درون یک ظرف شیشه ای قهوه ای رنگ و نگهداری شده در یک محیط تاریک.

۲-۷ نمونه

مهم است که نمونه معرف مواد تحت آزمون باشد.

۳-۷ غلظت محلول آزمون

غلظت محلول باید $26 g$ از پلیمر در یک لیتر محلول باشد.

۴-۷ آماده سازی محلول آزمون

مقدار $(0.26 \pm 0.05) mg$ از نمونه را درون یک فلاسک حجمی با دقت $0.1 mg$ وزن کنید. $50 ml$ کلروفرم اضافه کرده و نمونه را به طور کامل با تکان دادن حل کنید. سپس در دمای $(20 \pm 1)^\circ C$ با کلروفرم به حجم برسانید و دوباره تکان دهید. با پلیمرهای شامل افزودنی های افزایش دهنده گرانشی، نیاز به استفاده از اصلاح کننده فرآیند تهیه سازی محلول می باشد. این اصلاح کننده ها باید بین طرفین ذینفع مورد توافق قرار گیرد.

برای مواد شامل رنگ دانه ها و/یا افزودنی های خاص، مقدار وزن شده درون فلاسک حجمی باید افزایش یابد به نحوی که محلول آزمون شامل ۰/۲۶ g از هموپلیمرها و کوپلیمرهای متیل متاکریلات در ۱۰۰ ml باشد.

۸ دمای اندازه گیری

دمای اندازه گیری باید $(25 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ باشد.

۹ روش آزمون

یادآوری - برای اطلاعات بیشتر به بند هشت استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹ : سال ۱۳۹۰ مراجعه شود.

با استفاده از کیف فیلتر شیشه ای متخلخل، حلال (کلروفرم) یا محلول را به طور مستقیم درون لوله ویسکومتر بریزید. زمان جاری شدن حلال و محلول را در دمای $(25 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ در سه تا پنج بار عبور در یک ویسکومتر یکسان اندازه گیری کنید. اگر حداکثر اختلاف بین زمان های عبور بیش از ۰/۲ s برای یک ویسکومتر ابل هود نوع 0C و یا ۰/۳ s برای یک ویسکومتر میکرو ابل هود نوع MI باشد، آزمون را با همان محلول آزمون بعد از تمیز کردن ویسکومتر با حلال و خشک کردن آن تکرار کنید. در صورت استفاده از یک ویسکومتر غیر از ابل هود شرح داده شده در استاندارد ISO 3105، ممکن است روش اجرایی بالا به طور مناسبی اصلاح شود.

۱۰ بیان نتایج

یادآوری - برای اطلاعات بیشتر به بند نه استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹ : سال ۱۳۹۰ مراجعه شود.

عدد گرانیوی VN را بر حسب میلی لیتر بر گرم با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید (این معادله مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹ : سال ۱۳۹۰ می باشد ولی شامل تصحیح انرژی جنبشی است که برای به دست آوردن نتایج صحیح با استفاده از اندازه های ویسکومتر مشخص شده، ضروری است).

$$V.N. = \frac{1}{c} \left(\frac{v}{v_0} - 1 \right) = \frac{1}{c} \left(\frac{t - \Delta t}{t_0 - \Delta t_0} - 1 \right) \quad (3)$$

که در آن :

v گرانیوی محلول،

v_0 گرانیوی حلال،

t میانگین حسابی مقادیر به دست آمده برای زمان عبور محلول بر حسب ثانیه،

t_0 میانگین حسابی مقادیر به دست آمده برای زمان عبور حلال بر حسب ثانیه،

c غلظت محلول آزمون بر حسب گرم بر میلی لیتر،

Δt تصحیح انرژی جنبشی برای t (به پیوست الف مراجعه شود) و

Δt_0 تصحیح انرژی جنبشی برای t_0 (به پیوست الف مراجعه شود) است.

اگر از یک ویسکومتر با یک قطر موئینه کوچک تر استفاده شود به نحوی که تصحیح انرژی جنبشی کمتر از ۰/۲٪ زمان عبور باشد، برای محاسبه عدد گرانیوی می توان از معادله زیر:

$$VN = \frac{t - t_0}{t_0 c} \quad (4)$$

که در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹ : سال ۱۳۹۰ ارائه شده، با یک دقت یکسان استفاده کرد.

۱۱ گزارش آزمون

به بند ۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹ : سال ۱۳۹۰ مراجعه شود.

پیوست الف
(الزامی)
کالیبراسیون ویسکومتر

الف-۱ تجربه نشان می دهد که همیشه تعیین عدد گرانیروی محلول های هموپلیمر و کوپلیمر متیل متاکریلات، با استفاده از ویسکومترهای موجود در بازار به دلیل اختلالات ناچیز در قسمت موئینه، با دقت زیاد امکان پذیر نمی باشد. بنابراین توصیه می شود دقت ویسکومتر توسط مایعات کالیبره با گرانیروی سینماتیکی معلوم بررسی شود.

الف-۲ ثابت ویسکومتر k

از n -اندکان با رده خلوص آزمایشگاهی معلوم در دمای 25°C استفاده کنید. با یک ویسکومتر، سه تا پنج مرتبه زمان عبور را اندازه گیری و میانگین زمان عبور t را مطابق بند پنج استاندارد ISO 3105 تعیین کنید. ثابت ویسکومتر از معادله زیر محاسبه می شود:

$$k = \frac{V}{t} \quad (\text{الف-۱})$$

که V برای n -اندکان در دمای 25°C برابر $1,4675 \text{ mm}^2 / \text{s}$ است.

یادآوری- چگالی ρ ماده n -اندکان در دمای 25°C برابر $0,7365$ است.

الف-۳ تصحیح انرژی جنبشی Δt_0 و Δt

اگر تصحیح انرژی کمتر از $0,2\%$ زمان عبور باشد می توان از آن چشم پوشی کرد. ویسکومتر ابل هود نوع OC با این الزام مطابقت دارد اگر زمان عبور بزرگ تر از 270 s باشد (ویسکومترهای ASTM). ویسکومتر میکرو ابل هود نوع MI با این الزام مطابقت دارد اگر زمان عبور بیشتر از 70 s باشد. اگر زمان عبور کمتر از مقادیر مشخص شده در بالا باشد، یک تصحیح انرژی جنبشی باید برای ویسکومتر با استفاده از مایعات با گرانیروی پایین به عنوان استاندارد مشخص شود:

$$v_{25^{\circ}\text{C}} = 0.3142 \text{ mm}^2 / \text{s} \quad \text{دی کلرو متان (خلوص آزمایشگاهی)}$$

$$\rho_{25^{\circ}\text{C}} = 1.3163 \text{ g/ml}$$

$$v_{25^{\circ}\text{C}} = 0.3693 \text{ mm}^2 / \text{s} \quad \text{تری کلرواتیلن (خلوص آزمایشگاهی)}$$

$$\rho_{25^{\circ}\text{C}} = 1.4555 \text{ g/ml}$$

$$v_{25^{\circ}\text{C}} = 0.5257 \text{ mm}^2 / \text{s} \quad \text{تترا کلرو اتیلن (خلوص آزمایشگاهی)}$$

$$\rho_{25^{\circ}\text{C}} = 1.6144 \text{ g/ml}$$

زمان عبور هر مایع استاندارد با سه تا پنج بار عبور اندازه گیری و تصحیح انرژی جنبشی Δt_{si} برای هر مایع با استفاده از معادله زیر تعیین می شود:

$$\Delta t_{si} = t_{si} - \frac{V_i}{k} \quad (\text{الف-۲})$$

که در آن:

t_{si} زمان عبور i امین مایع استاندارد بر حسب ثانیه،

V_i گرانروی سینماتیک i امین مایع استاندارد بر حسب میلی متر مربع بر ثانیه و

k ثابت ویسکومتر بر حسب میلی متر مربع بر مجذور ثانیه است.

میان یابی خطی، با استفاده از روابط زیر، بین دو زمان عبور t_{s1} و t_{s2} برای مایعات استاندارد $i=1$ و $i=2$ (به شکل الف-۱ مراجعه شود)، تصحیح انرژی جنبشی Δt_0 را برای زمان جاری شدن t_0 حلال (کلروفرم) ارائه می دهد.

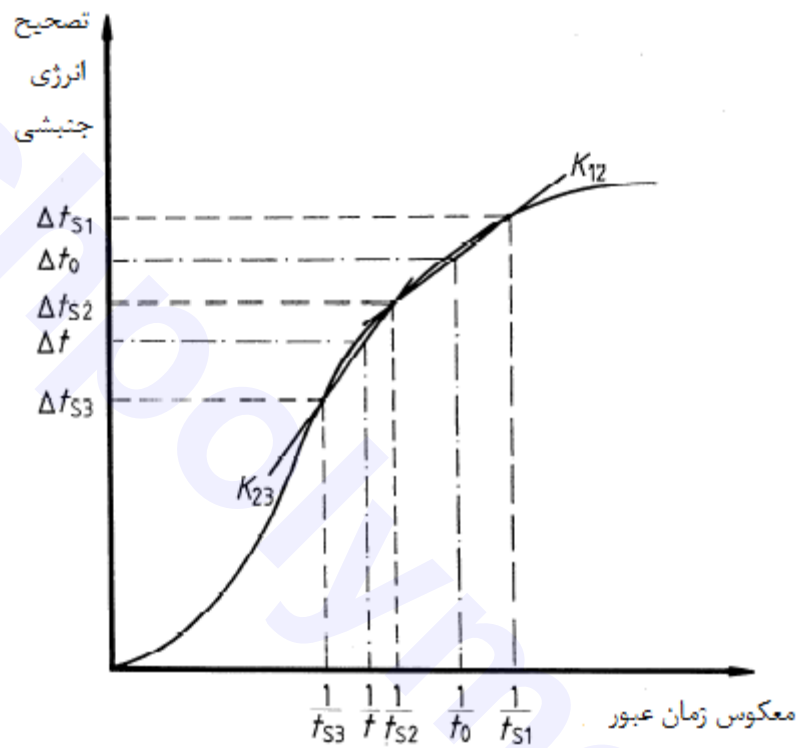
$$\Delta t_0 = \Delta t_{s1} - K_{12} \left(\frac{1}{t_{s1}} - \frac{1}{t_0} \right) \quad (\text{الف-۳})$$

$$K_{12} = \frac{\Delta t_{s1} - \Delta t_{s2}}{\frac{1}{t_{s1}} - \frac{1}{t_{s2}}} = \frac{\Delta t_{s1} - \Delta t_0}{\frac{1}{t_{s1}} - \frac{1}{t_0}} \quad (\text{الف-۴})$$

در حالت مشابه، درون یابی خطی با استفاده از معادلات زیر بین t_{s2} و t_{s3} برای زمان عبور t محلول آزمون، Δt را می دهد:

$$\Delta t = \Delta t_{s2} - K_{23} \left(\frac{1}{t_{s2}} - \frac{1}{t} \right) \quad (\text{الف-۵})$$

$$K_{23} = \frac{\Delta t_{s2} - \Delta t_{s3}}{\frac{1}{t_{s2}} - \frac{1}{t_{s3}}} = \frac{\Delta t_{s2} - \Delta t}{\frac{1}{t_{s2}} - \frac{1}{t}} \quad (\text{الف-۶})$$



شکل الف-۱: تصحیح انرژی جنبشی به عنوان تابعی از معکوس زمان عبور

پیوست ب

(الزامی)

تعیین عدد گرانروی حدی

عدد گرانروی حدی $[\eta]$ برای متیل متاکریلات بر حسب میلی متر بر گرم از مقادیر به دست آمده در یک غلظت مشخص با استفاده از معادله زیر محاسبه می شود:

$$[\eta] = \sqrt{\frac{2}{c} \left[\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c} - \frac{\ln\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)}{c} \right]} \quad (\text{ب-۱})$$

که در آن :

η گرانروی دینامیکی محلول بر حسب میلی پاسکال ثانیه،

η_0 گرانروی دینامیکی حلال بر حسب میلی پاسکال ثانیه و

c غلظت پلیمر در محلول بر حسب گرم بر میلی لیتر است.

پوست پ
(اطلاعاتی)
کتابنامه

[1] BAUER, H., and MEERENDER, G., Precise viscosity measurements of Newtonian liquids with $\nu < 1 \text{ mm}^2 / \text{s}$ for the selection of suitable Standards. *Rheologica Acta* 23: 514-521 (1984).

[2] BILLMEYER, F.W., Jr., *Journal of Polymer Science* 4: 83 (1949).