



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۳۲۴۹-۱

تجدید نظر اول

۱۳۹۴

INSO

13249-1

1st. Revision

2016

پلاستیک‌ها - تعیین گرانیروی پلیمرهای
محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای
مویینه - قسمت ۱ : اصول کلی

**Plastics – Determination of the viscosity of
polymers in dilute solution using capillary
viscometers – part 1 : General principles**

ICS:83.080.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
"پلاستیک‌ها - تعیین گرانروی پلیمرهای محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای مویینه -
قسمت ۱: اصول کلی"
(تجدید نظر اول)

رئیس:

جوادیپور، سیروس
(دکتری مهندسی مواد)

سمت و/یا نمایندگی

هیئت علمی دانشگاه شیراز

دبیر:

منصوری، نادر
(لیسانس مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان فارس

اعضا:

(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بازرگان لاری، رضا
(دکتری مهندسی مواد)

هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت

بهمنی، مجتبی
(فوق لیسانس شیمی)

دانشگاه فنی و حرفه‌ای رجایی شیراز

جلالی، پدram
(لیسانس مهندسی مکانیک)

شرکت ایمن تهویه کاژه

جمالی، راضیه
(لیسانس مهندسی صنایع)

شرکت تابش گستران

دیداری، کورش
(لیسانس شیمی)

شرکت سماء پلاست

زارع، مسعود
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

شرکت سپیدپارس شیراز

سمیعی، سهیل
(دکتری مهندسی شیمی)

هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی داراب

طلعتی‌نیا، سیامک
(لیسانس شیمی)

آزمایشگاه همکار شرکت پلیمر پارس

شرکت توسعه صنایع پلاستیک ایران

فرهادی، مریم
(فوق لیسانس صنایع پلیمر)

مسئول کنترل کیفیت کارخانه پسماند شهرداری شیراز

گل کاری، مسیح
(فوق لیسانس پلیمر)

کارخانجات صنایع پلیمر پارس

محمدی، شیرین
(لیسانس صنایع پلیمر)

هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

محمدی، محمدکاظم
(دکتری شیمی)

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی شیراز

مرادی، ندا
(لیسانس شیمی)

شرکت آب‌نهلان خلیج فارس

مردانه، راضیه
(لیسانس شیمی)

اداره کل استاندارد استان فارس

مصلائی، مهرداد
(فوق لیسانس شیمی)

شرکت پلاستیک آبساران

منفردیان، زهرا
(فوق لیسانس شیمی)

آزمایشگاه همکار شرکت شیراز جم گستر

نجیمی، مهدی
(لیسانس شیمی)

آزمایشگاه همکار شرکت سپیدان بسپار

نیکویان، نسیم
(لیسانس مهندسی پتروشیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف، یکاها
۵	۴ اصول کلی
۶	۵ دستگاه
۹	۶ محلول‌ها
۹	۷ دمای اندازه‌گیری
۹	۸ روش اجرایی
۱۱	۹ بیان نتایج
۱۲	۱۰ گزارش آزمون
۱۳	پیوست الف (الزامی) تمیز کردن دستگاه
۱۴	پیوست ب (الزامی) یادآوری بر منابع خطا
۱۸	پیوست پ (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد "پلاستیک‌ها - تعیین گرانروی پلیمرهای محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای مویینه - قسمت ۱ : اصول کلی" نخستین بار در سال ۱۳۸۹ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تایید کمیسیون های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یک هزار و چهارصد و چهل و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۸ تصویب شد. 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.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۳۲۴۹ : سال ۱۳۸۹ می شود.

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

ISO 1628 -1 : 2009, AMD1 : 2012 , Plastics – Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscometers – part 1 : General principles

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۳۲۴۹ با عنوان کلی "پلاستیک‌ها - تعیین گرانروی پلیمرهای محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای مویینه" است.

- قسمت ۱ : اصول کلی
- قسمت ۲ : رزین های پلی‌وینیل کلراید
- قسمت ۳ : پلی اتیلن‌ها و پلی پروپیلن‌ها
- قسمت ۴ : مواد قالب‌گیری و روزن‌رانی پلی کربنات
- قسمت ۵ : هموپلیمرها و کوپلیمرهای پلی استر گرمانرم
- قسمت ۶ : پلیمرهای متیل متا کریلات

پلاستیک‌ها - تعیین گرانیوی پلیمرهای محلول رقیق با استفاده از ویسکومترهای مویینه - قسمت ۱: اصول کلی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین اصول کلی روش‌های اندازه‌گیری مقادیر گرانیوی کاهیده^۱، گرانیوی ذاتی^۲ و مقدار K^3 پلیمرهای آلی در محلول رقیق است. پارامترهای استاندارد اعمال شده در اندازه‌گیری گرانیوی، تعریف شده و می‌تواند برای توسعه استانداردهای اندازه‌گیری گرانیوی در محلول‌های نمونه‌های جداگانه پلیمر استفاده شود. این استاندارد، برای اندازه‌گیری و گزارش گرانیوی پلیمرهای محلول برای موادی که استاندارد جداگانه‌ای ندارند، کاربرد دارد.

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 می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۴۳: سال ۱۳۸۹، گرانیوی سنج‌های کینماتیک مویینه شیشه‌ای - ویژگی‌ها و دستورالعمل‌ها

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹-۱: سال ۱۳۸۹، کمیت‌ها و یکاها - قسمت ۱: اصول کلی

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹-۴: سال ۱۳۹۰، کمیت‌ها و یکاها - قسمت ۴: مکانیک

۳ اصطلاحات و تعاریف، یکاها

۱-۳ ابعاد و یکاها

ابعاد خواص تعریف شده در این استاندارد ملی با نماد L برای طول، M برای جرم و T برای زمان مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹-۱: سال ۱۳۸۹ بیان شده و یکاهای مربوط با خواص نیز در استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹-۱: سال ۱۳۸۹ و استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۱۹-۴: سال ۱۳۹۰ داده شده‌اند.

1- Reduced viscosity
2- Intrinsic viscosity
3- K-value

۲-۳ تعاریف مورد استفاده برای هر مایع

۱-۲-۳

گرانروی

مقاومت در برابر حرکت یک مایع تحت برش بین دو صفحه موازی در حالی که یک صفحه نسبت به دیگری دارای حرکت مستقیم الخط یکنواخت بوده که توسط معادله نیوتن تعریف می شود:

$$\tau = \eta \dot{\gamma} \quad (1)$$

که در این معادله :

τ تنش برشی؛

η گرانروی و

$\dot{\gamma}$ شیب سرعت یا نرخ برشی داده شده توسط $\frac{dv}{dz}$ بوده که v سرعت یک صفحه نسبت به دیگری و z مختصه عمودی بر دو صفحه است.

یادآوری ۱ - دیمانسیون گرانروی $ML^{-1}T^{-1}$ است.

یادآوری ۲ - یکای گرانروی Pa.s است.

یادآوری ۳ - در عمل، یکای $10^{-3}Pa.s$ مناسب تر است.

یادآوری ۴ - در مواردی که نسبت تنش برشی به گرادیان سرعت ثابت باشد، گرانروی معمولاً به عنوان "گرانروی نیوتنی" در نظر گرفته می شود. در رفتار غیرنیوتنی، که موردی عادی در محلول پلیمرهای سنگین است، این نسبت با نرخ برش تغییر می کند. این چنین نسبت‌ها غالب اوقات "گرانروی ظاهری" در نرخ برش متناظر نامیده می شود.

۲-۲-۳

نسبت گرانروی/چگالی

گرانروی سینماتیکی

ν

نسبت تعریف شده توسط معادله :

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2)$$

که ρ چگالی مایع در دمایی است که گرانروی اندازه‌گیری می شود.

یادآوری ۱ - دیمانسیون گرانروی سینماتیکی L^2T^{-1} است.

یادآوری ۲ - یکای گرانروی $m^2.s^{-1}$ است.

یادآوری ۳ - در عمل، یکای $10^{-6} m^2.s^{-1}$ یعنی mm^2s^{-1} مناسب تر است.

۳-۳ تعاریف مورد استفاده برای محلول‌های پلیمری

۱-۳-۳

گرانروی نسبی

η_r

نسبت گرانروی محلول پلیمری (با غلظت بیان شده) η به گرانروی حلال خالص η_0 در یک دمای یکسان.

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} \quad (۳)$$

یادآوری ۱ - گرانروی نسبی به عنوان نسبت گرانروی هم شناخته می شود.

یادآوری ۲ - گرانروی نسبی بدون دیمانسیون است.

۲-۳-۳

گرانروی نسبی افزایشی

گرانروی نسبی منهای یک.

$$\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right) - 1 = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} \quad (۴)$$

یادآوری ۱ - گرانروی نسبی افزایشی به عنوان نسبت افزایشی گرانروی و گرانروی ویژه هم شناخته می شود.

یادآوری ۲ - افزایش بدون دیمانسیون است.

۳-۳-۳

گرانروی کاهیده

I

نسبت گرانروی نسبی افزایشی به غلظت c پلیمر در محلول.

$$I = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c} \quad (۵)$$

یادآوری ۱ - گرانروی کاهیده به عنوان عدد گرانروی هم شناخته می شود.

یادآوری ۲ - دیمانسیون گرانروی کاهیده L^3M^{-1} است.

یادآوری ۳ - یکای گرانروی کاهیده m^3/kg است.

یادآوری ۴ - در عمل، زیر ضرب m^3/kg یعنی $10^{-3} m^3/kg$ مناسبتر است و به طور معمول مقادیر عددی بیان شده برای گرانروی کاهیده (عدد گرانروی) از این واحدهای عملی استفاده می کند.

یادآوری ۵ - گرانروی کاهیده به طور معمول در غلظت‌های پایین (کمتر از $5 \text{ kg} / m^3$ یعنی $0.005 \text{ g} / cm^3$) تعیین می شود به جز در مورد پلیمرهای با جرم مولکولی پایین، که ممکن است برای آن‌ها غلظت‌های بالاتری مورد نیاز باشد.

۴-۳-۳

گرانروی درونی

نسبت لگاریتم طبیعی گرانروی نسبی به غلظت پلیمر در محلول.

$$\frac{\ln \left(\frac{\eta}{\eta_0} \right)}{c} \quad (۶)$$

یادآوری ۱ - گرانروی درونی به عنوان عدد گرانروی لگاریتمی هم شناخته می شود.

یادآوری ۲ - دیمانسیون و یکاها مشابه بند ۳-۳-۳ است.

یادآوری ۳ - گرانروی درونی به طور معمول در غلظت‌های پایین (کمتر از $5 \text{ kg} / \text{m}^3$ یعنی $0.005 \text{ g} / \text{cm}^3$) تعیین می شود به جز در مورد پلیمرهای با جرم مولکولی پایین، که ممکن است برای آن‌ها غلظت‌های بالاتری مورد نیاز باشد.

۵-۳-۳

گرانروی ذاتی

$[\eta]$

مقدار حد گرانروی کاهیده یا گرانروی درونی در رقت بی نهایت.

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \left(\frac{\eta - \eta_0}{n_0 c} \right) \quad (۷)$$

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \frac{\ln \left(\frac{\eta}{\eta_0} \right)}{c}$$

یادآوری ۱ - گرانروی ذاتی به عنوان عدد گرانروی حد هم شناخته می شود.

یادآوری ۲ - دیمانسیون و یکاها مشابه بند ۳-۳-۳ است.

یادآوری ۳ - از تاثیر نرخ برشی بر توابع تعریف شده در بندهای ۱-۳-۳ الی ۵-۳-۳ چشم پوشی شده است چون که این تاثیر به طور معمول برای مقادیر گرانروی کاهیده، گرانروی درونی و گرانروی ذاتی کمتر از $0.5 \text{ Kg} / \text{m}^3$ (یعنی $0.005 \text{ g} / \text{cm}^3$) قابل صرف نظر کردن است. به بیان دقیق، تمام این توابع باید در محدوده (ترجیحا بی نهایت کوچک) مقادیر نرخ برشی تعریف شود.

۶-۳-۳

مقدار K

کمیتی ثابت، مستقل از غلظت محلول پلیمری و به طور انحصاری مربوط به نمونه پلیمر، که میزانی از درجه متوسط درجه پلیمریزه شدن است.

$$K - \text{value} = 1000 k \quad (۸)$$

یادآوری ۱ - مطابق اچ . فیکسنسچر^[2] مقدار K بر اساس معادله ذیل به دست می آید :

$$\log \eta_r = \left(\frac{75 k^2}{1 + 150 kc} + k \right) 100 c$$

که در نتیجه :

$$k = \frac{1.5 \log \eta_r - 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2}{c} + 2 + 1.5 \lg \eta_r \right) 1.5 \log \eta_r}}{150 + 300c} \quad (9)$$

که در آن :

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} \quad \text{نسبت گرانیوی (به بند ۳-۳-۱ مراجعه شود) و}$$

$$c \quad \text{غلظت بر حسب } 10^3 \text{ Kg / m}^3 \text{ یعنی } g / \text{cm}^3 \text{ است.}$$

یادآوری ۲ - عدد گرانیوی حدی $[\eta]_k$ را می توان با استفاده از k محاسبه کرد :

$$(\eta)_k = 230 .3(75 k^2 + k)$$

۴ اصول کلی

داده های مورد نیاز برای تخمین توابع تعریف شده در بند ۳-۳ به وسیله یک ویسکومتر موینه^۱ به دست می آیند. زمان عبور (زمان عبور از میان دو نشانه شاخص ویسکومتر) یک حجم داده شده از حلال، t_0 ، و زمان عبور یک حجم داده شده از محلول، t ، در دمای ثابت و شرایط فشار اتمسفری با یک ویسکومتر یکسان اندازه گیری می شود. زمان عبور یک مایع، بستگی به گرانیوی آن داشته و از معادله پوازویل-هاگن باخ-کوات محاسبه می شود :

$$v = \frac{\eta}{\rho} = Ct - \left(\frac{A}{t^2} \right) \quad (10)$$

که در آن :

v نسبت گرانیوی/جرم حجمی (به بند ۳-۲-۲ مراجعه شود)،

C ثابت ویسکومتر؛

A پارامتر تصحیح انرژی جنبشی؛

ρ چگالی مایع و

t زمان عبور است.

بر اساس این استاندارد ملی در صورتی که مقدار تصحیح انرژی جنبشی $\left(\frac{A}{t^2} \right)$ کمتر از ۳٪ مقدار گرانیوی حلال باشد، باید از آن چشم پوشی کرد. در نتیجه معادله ۱۰ تبدیل می شود به :

$$v = \frac{\eta}{\rho} = Ct \quad (11)$$

علاوه بر این، اگر غلظت‌های محلول به اندازه‌ای باشد که تفاوت چگالی حلال ρ_0 و چگالی محلول ρ کمتر از 0.5% باشد، نسبت گرانیوی $\frac{\eta}{\eta_0}$ از "نسبت زمان عبور $\frac{t}{t_0}$ " به دست می‌آید.
در پیوست ب لزوم این محدودیت‌ها و پیامدهای در نظر نگرفتن آن‌ها توضیح داده شده است.

۵ دستگاه

۱-۵ ویسکومتر مویینه از نوع آبلود معلق^۱

استفاده از ویسکومتر با ابعاد داده شده در شکل ۱ یا ۲ توصیه می‌شود. علاوه بر این، توصیه می‌شود اندازه ویسکومتر از میان موارد ارائه شده در جدول ۱ انتخاب شود. انتخاب، بر اساس نسبت گرانیوی/چگالی محلول در دمای اندازه‌گیری تعیین می‌شود به نحوی که در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین از ویسکومتر کوچک‌تر بعدی نیز می‌توان استفاده کرد.

از انواع دیگر ویسکومتر ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۴۳ : سال ۱۳۸۹ می‌توان استفاده کرد به شرط آن که نتایج حاصل از آن‌ها معادل نتایج به دست آمده توسط اندازه‌های خاص ویسکومترهای آبلود انتخاب شده بر اساس معیارهای مشخص شده در پاراگراف قبلی باشد. در موارد اختلاف نظر باید از ویسکومتر نوع آبلود استفاده کرد.

با دستگاه‌های خودکار مجهز به وسایل مخصوص اندازه‌گیری زمان، ممکن است نتایج معادل با اندازه‌های بزرگ‌تر قسمت مویینه نسبت به آنهایی که برای نسبت مناسب گرانیوی/چگالی محلول در جدول ۱ فهرست شده‌اند به دست آید.

۲-۵ نگهدارنده ویسکومتر

باید قابلیت نگهداری محکم ویسکومتر در حالت عمودی در حمام ترموستاتیکی را داشته باشد.

۳-۵ حمام ترموستاتیکی

برای نگهداری بخار یا مایع شفاف، با چنان عمقی که در طی آزمون، مایع آزمون پایین‌تر از ۲۰mm از بالای حمام و بالاتر از ۲۰mm از کف حمام باشد.

کنترل دما باید به نحوی باشد که در گستره دمایی 25°C تا 100°C دمای حمام در سرتاسر طول ویسکومتر یا دمای بین ویسکومترها، در صورتی که چندین اندازه‌گیری همزمان انجام می‌شود، بیش از 0.05°C با مقدار دمای مشخص شده اختلاف نداشته باشد.
در دماهای بالاتر از 100°C رواداری باید $0.2^{\circ}\text{C} \pm$ باشد.

۴-۵ وسیله اندازه‌گیری دما

یک دماسنج مایع در شیشه نوع غوطه‌وری کامل^۲ با دقت 0.05°C در گستره مورد استفاده و در شرایط شناخته شده کالیبراسیون مناسب است.

1- Suspended-level Ubbelohde

2- Total immersion

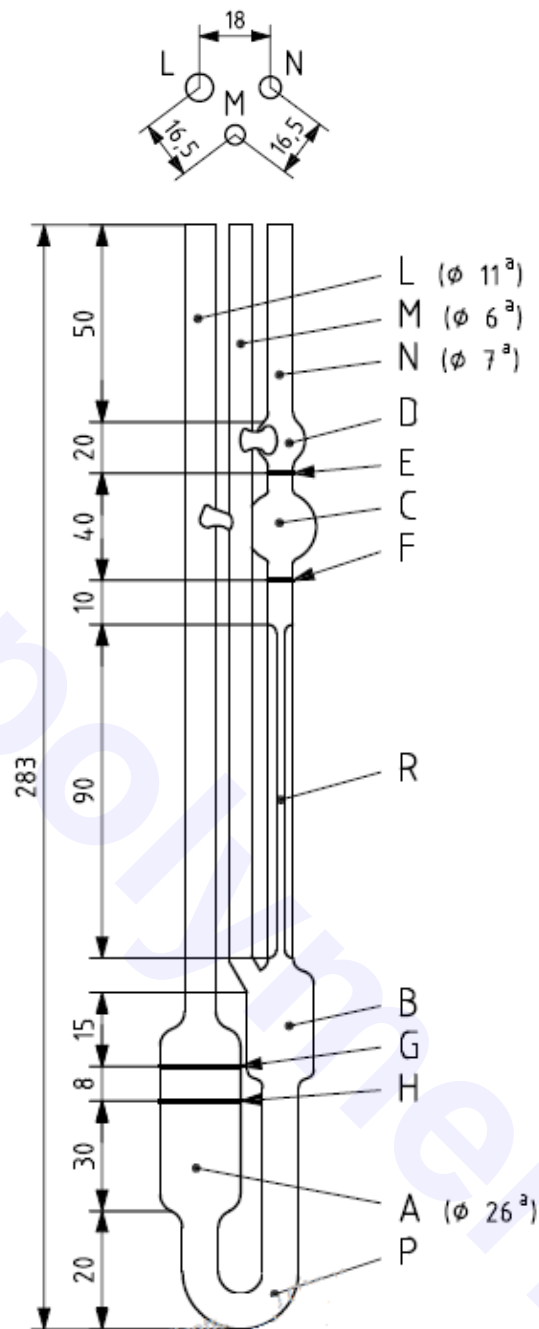
۵-۵ وسیله اندازه‌گیری زمان

می‌توان از هر وسیله اندازه‌گیری زمان با قابلیت خواندن $0.1s$ و سرعت ثابت و داشتن دقت بیش از 0.1% در مدت 15 min استفاده کرد.

جدول ۱- ویسکومترهای آبلود پیشنهادی برای تعیین گرانیوی محلول‌های رقیق پلیمر

آبلود مطابق جدول ب-۹ استاندارد ملی ۱۳۵۴۳ : سال ۱۳۸۹		آبلود مطابق جدول ب-۴ استاندارد ملی ۱۳۵۴۳ : سال ۱۳۸۹		نسبت گرانیوی/چگالی حلال در دمای اندازه‌گیری $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
قطر موئینه mm $\pm 2\%$	شماره اندازه	قطر موئینه mm $\pm 2\%$	شماره اندازه	
۰٫۳۶	0	۰٫۲۴	0	۰٫۳۰ الی ۰٫۱۵
۰٫۴۷	0c	۰٫۳۶	0C	۰٫۵۰ الی ۰٫۳۱
۰٫۵۳	0a	۰٫۴۶	0B	۰٫۷۵ الی ۰٫۵۱
۰٫۶۳	I	۰٫۵۸	1	۱٫۵۰ الی ۰٫۷۶
۰٫۸۴	Ic	۰٫۷۷	1C	۲٫۵۰ الی ۱٫۵۱
۰٫۹۵	Ia	۰٫۸۸	1B	۵٫۰۰ الی ۲٫۵۱
۱٫۱۳	II	۱٫۰۳	2	۱۵٫۰۰ الی ۵٫۰۱

ابعاد بر حسب میلی‌متر



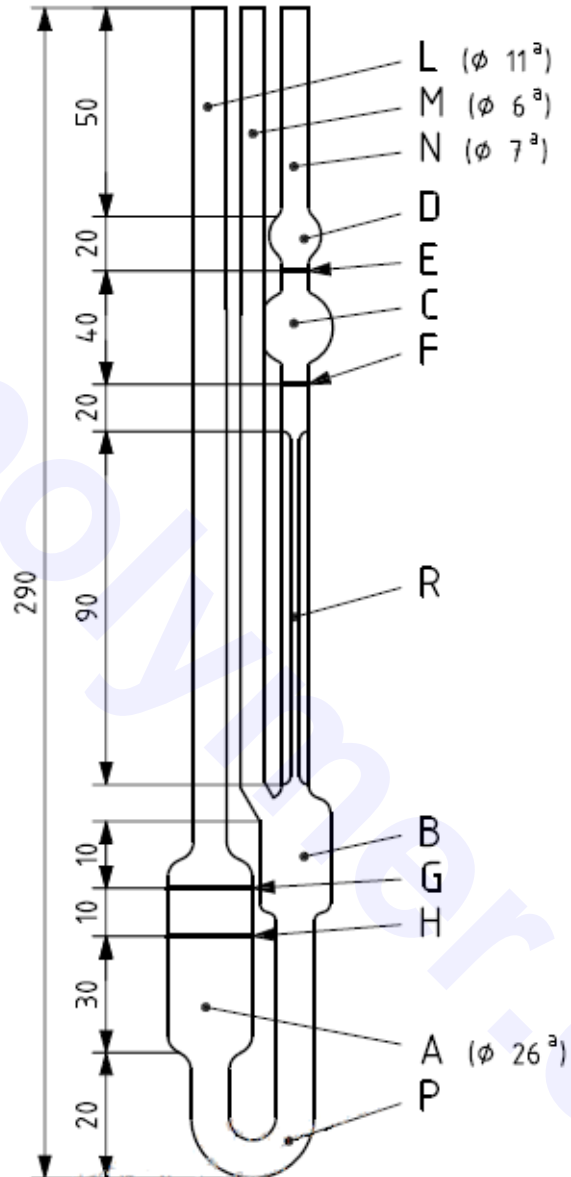
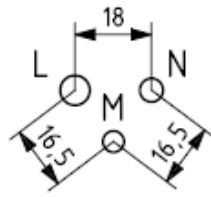
راهنما
E و F نمادهای درجه بندی برای اندازه‌گیری زمان

G و H محدوده پر کردن با نمونه

^a قطر داخلی

شکل ۱- ویسکومتر نوع آبلود

ابعاد بر حسب میلی متر



راهنما

E و F نمادهای درجه بندی برای اندازه گیری زمان

G و H محدوده پر کردن با آزمونه

^a قطر داخلی

شکل ۲- ویسکومتر نوع آبلود DIN

۶ محلول‌ها

۱-۶ آماده‌سازی

انحلال آزمون پلیمری در حلال باید منجر به یک محلول "حقیقی" شود، که به طور کامل عاری از ریزش‌ها و درشت مولکول‌های مربوط به آن باشد. تخریب^۱ پلیمر باید به حداقل برسد. به این دلیل نیاز است که روش اجرایی انحلال به طور دقیق مشخص شود و توصیه می‌شود که عوامل زیر مشخص شوند:

(الف) حلال و پیش آماده‌سازی (در صورت وجود)؛

(ب) دستگاه و روش هم‌زدن؛

(پ) محدوده دمایی که در آن سیستم در طی آماده‌سازی محلول نگهداری می‌شود؛

(ت) دوره زمانی مورد نیاز برای انحلال کامل پلیمر بدون تخریب (از هم پاشیدگی) یا در تخریب (از هم پاشیدگی) ثابت؛

(ث) شرایط محیطی مورد استفاده تثبیت‌کننده و/یا حفاظت‌کننده؛

(ج) شرایط تصفیه محلول، در صورت کاربرد.

۲-۶ غلظت

وقتی که هیچ استاندارد وجود نداشته باشد، انتخاب حلال و غلظت محلول باید به دقت انجام شود. غلظت محلول باید به نحوی انتخاب شود که نسبت زمان عبور محلول به زمان عبور حلال، حداقل ۱/۲ و حداکثر ۲/۰ باشد.

یادآوری - حد پایین ۱/۲ برای اطمینان از دقت کافی اختلاف اندازه‌گیری شده در زمان‌های عبور ضروری است. حد بالای ۲/۰ مورد نیاز است زیرا در جرم مولکولی بالاتر، تاثیرات برشی و غیرخطی بودن عدد گرانی می‌تواند به غلظت مربوط باشد.

بنابراین بر اساس جرم مولکولی پلیمر تحت آزمون، می‌توان از بیش از یک غلظت برای سیستم پلیمر/حلال داده شده استفاده کرد. بهتر است غلظت بر حسب Kg / m^3 محلول یا ضریب $10^3 \text{ Kg} / \text{m}^3$ یعنی g / cm^3 بیان شود.

۷ دمای اندازه‌گیری

دما باید با توجه به انحلال‌پذیری کافی و دیگر الزامات فنی انتخاب شود، اما برای هر سیستم پلیمر/حلال جداگانه ثابت نگهداشته شود. رواداری دما باید مشخص شده باشد. هر جا امکان داشته باشد باید دمای 25 ± 0.5 °C انتخاب شود.

۸ روش اجرایی

۱-۸ کلیات

اندازه‌گیری زمان عبور برای محلول و حلال به طور متوالی با یک ویسکومتر یکسان، با استفاده از روش اجرایی شرح داده شده در بند ۲-۸ و ۳-۸ انجام می‌شود.

۸-۲ آماده‌سازی و پر کردن ویسکومتر

حمام را در دمای آزمون تعیین شده نگهدارید. ویسکومتر تمیز و خشک را (برای روش تمیز کردن به پیوست الف مراجعه شود) به اندازه 30° از خط عمود خم کرده و با ریختن مقدار کافی مایع از طریق لوله L (به شکل ۱ یا ۲ مراجعه شود) آن را پر کنید چنان که، هنگامی ویسکومتر به حالت عمودی برگردانده می شود سطح منحنی بالای مایع بین علامت‌های پر کردن G و H باشد. از ماندن حباب‌های هوا در ویسکومتر اجتناب شود. پر کردن اولیه ممکن است خارج از حمام انجام شود. ویسکومتر را به وسیله یک نگهدارنده، درون حمام وصل و ثابت کنید. مطمئن شوید که لوله N به صورت عمودی است. اجازه دهید تا ویسکومتر پر شده به دمای حمام برسد. اگر اندازه‌گیری در دمای 25°C انجام شود، زمان 15 min کافی است. در دماهای بالاتر، به زمان بیشتری نیاز است. از تاخیرهای غیرضروری باید پرهیز کرد زیرا معلوم شده که پایدارترین نتایج، کمی بعد از رسیدن ویسکومتر تازه پر شده به تعادل گرمایی به دست آمده است. هنگام اضافه کردن یک مقدار مشخص از حلال به محلول موجود در یک ویسکومتر به منظور تهیه یک محلول رقیق برای اندازه‌گیری‌های بعدی، باید از این روش اجرایی استفاده شود. حلال اضافه شده باید قبل از استفاده در دمای آزمون نگهداری شود. در تجهیزات خودکار، ویسکومتر در حالت عمودی درون حمام با دمای کنترل شده، ثابت می‌شود و دستگاه طوری طراحی شده که ویسکومتر را در این حالت با مایع پر کند. حمام باید در دمای مشخص شده آزمون نگهداری شده و زمان مناسب رسیدن به تعادل گرمایی انتخاب شود.

۸-۳ اندازه‌گیری زمان عبور (به شکل ۱ یا ۲ مراجعه شود)

لوله M را بسته و در لوله N مکش یا در لوله L فشار ایجاد کنید تا مایع به یک سطح در حدود 5 mm بالای علامت E برسد. با بستن لوله N مایع را در این سطح نگهدارید. لوله M را باز کنید تا مایع از انتهای لوله مویینه R به پایین جاری شود. وقتی که مایع از انتهای لوله مویینه و انتهای لوله M عبور کرد، لوله N را باز کنید. زمان عبور را با دقت 0.2 s به عنوان زمان عبور سطح پایین منحنی مایع در لوله از لبه بالایی علامت E تا لبه بالایی علامت F اندازه‌گیری کنید.

برای محلول‌های پلیمری شامل مقادیر کوچک رنگدانه‌های ریز شده، به طور مثال دوده، ممکن است دیدن سطح بالای منحنی ستون مایع ضروری باشد. در جایی که غلظت‌های بالای رنگدانه وجود دارد، ضروری است قبل از هر اقدامی محلول را سانتریفیوژ کرد. باز و بسته کردن لوله‌ها را می‌توان به راحتی با استفاده از شیر یا گیره روی لوله‌های قابل انعطاف تمیز متصل به انتهای لوله‌ها انجام داد. مطمئن شوید که کرک یا دیگر آلاینده‌ها وارد لوله نشود. اولین عبور نباید برای اندازه‌گیری زمان عبور به حساب آورده شود. بلافاصله اندازه‌گیری زمان عبور را بدون خالی ویا پر کردن ویسکومتر تکرار کنید، تا این که اختلاف دو زمان متوالی اندازه‌گیری شده بیش از 0.25% نباشد. میانگین این دو اندازه‌گیری را به عنوان زمان عبور در نظر بگیرید. اگر دو اندازه‌گیری متوالی متوسط زمان عبور حلال بیش از 0.4 s اختلاف داشته باشد، ویسکومتر را تمیز کنید (به پیوست الف مراجعه شود). زمان عبور برای هر محلول جدید ایجاد شده توسط اضافه کردن حلال به یک محلول موجود درون ویسکومتر، باید به عنوان یک مایع جداگانه و مستقل مطابق با این روش اجرایی تعیین شود.

۹ بیان نتایج

۹-۱ گرانروی کاهیده و گرانروی ذاتی

ترجیح داده می‌شود نتایج به عنوان گرانروی کاهیده بیان شوند. گرانروی کاهیده I بر حسب $10^{-3} \text{ m}^3 / \text{kg}$ یعنی cm^3 / g از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{t - t_0}{t_0 c} \quad (12)$$

که در این معادله :

t زمان عبور مایع بر حسب ثانیه؛

t_0 زمان عبور حلال بر حسب ثانیه درون همان ویسکومتر و

c غلظت بر حسب $10^3 \text{ kg} / \text{m}^3$ یعنی g / cm^3 است.

همچنین نتایج می‌تواند بر حسب گرانروی ذاتی $[\eta]$ ، برای مثال به منظور مقایسه کوپلیمرهای با میانگین جرم‌های مولکولی متفاوت که به آن‌ها برای استفاده در غلظت‌های متفاوت نیاز است، بیان شود (به بند ۶-۲ مراجعه شود).

گرانروی ذاتی باید از مقادیر گرانروی درونی یا گرانروی کاهیده به دست‌آمده از غلظت‌های c_1, c_2, c_3, \dots در نسبت‌های تقریبی ۱، ۲، ۳ و ... توسط یک روش نموداری شامل ثبت مقادیر گرانروی درونی یا مقادیر گرانروی کاهیده (روی محور افقی) و برون‌یابی نمودار به غلظت صفر محاسبه شود. گرانروی ذاتی از برخورد روی محور افقی خوانده می‌شود.

یادآوری - توصیه می‌شود که از روش کمترین مجذورات^۱ برای آنالیز مقادیر آزمایشگاهی استفاده شود.

گرانروی ذاتی $[\eta]$ می‌تواند از یک مقدار از گرانروی کاهیده نیز محاسبه شود، به طور مثال از معادله زیر:

$$[\eta] = \frac{I}{1 + k'cI} \quad (13)$$

که k' یک مقدار ثابت آزمایشگاهی، به طور معمول بین ۰٫۲ الی ۰٫۳ است که از قبل توسط اندازه‌گیری گرانروی کاهیده، در دو غلظت مختلف و اعمال معادله زیر به دست آمده است :

$$k' = \frac{I_2 - I_1}{I_1 I_2 (c_2 - c_1)} \quad (14)$$

در محاسبه k' ممکن است استفاده از چندین غلظت و رسم I بر حسب c ، رسم یک خط مستقیم از میان نقاط و انتخاب دو موقعیت روی این خط برای دادن مقادیر به منظور جایگزینی در معادله (۱۴) برای k' بهتر باشد.

۹-۲ مقدار K

مقدار K - می‌تواند از معادله زیر محاسبه شود :

$$K - \text{value} = 1000 k \quad (15)$$

که k توسط معادلات داده شده در بند ۳-۳-۶ تعریف شده است.

۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل حداقل آگاهی‌های زیر باشد:

الف) اشاره به شماره این استاندارد ملی و استاندارد مخصوص برای پلیمر آزمون شده در صورت وجود؛

ب) تمام جزییات مورد نیاز برای شناسایی مواد تحت آزمون شامل نوع، منبع، و عدد شناسایی سازنده؛

پ) غلظت مواد در محلول مورد استفاده، یک شرح از حلال و جزییات آماده سازی محلول؛

ت) جزییات ویسکومتر مورد استفاده؛

ث) دمای آزمون؛

ج) نتایج آزمون؛

چ) تاریخ انجام آزمون.

پیوست الف (الزامی) تمیز کردن دستگاه

ضروری است که تمام وسایل در تماس با محلول تحت آزمون به طور کامل تمیز باشند. هر ناخالصی مانند گرد و غبار، مقدار کم مایع (رطوبت) یا رشته الیاف در ویسکومتر باعث بروز خطا در نتایج می شود. قبل از آزمون، ویسکومتر و تمام وسایل مورد استفاده (ظروف شیشه‌ای، پی‌پت‌ها، فیلترهای شیشه‌ای، لوله‌های لاستیکی و ...) را تمیز کنید. ممکن است یک پاک کننده مناسب کافی باشد. ممکن است به تیزاب سلطانی (۳ حجم اسید هیدروکلریک غلیظ و یک حجم اسید نیتریک غلیظ) برای برداشتن باقیمانده‌های غیرآلی از شیشه‌آلات و به یک حلال مناسب برای برداشتن روغن و چربی مورد نیاز باشد. سپس دستگاه‌های شیشه‌ای را خشک کنید و با یک محلول اسید کرومیک تهیه شده مخصوص آن را تمیز کنید. این محلول را در تماس با وسایل شیشه‌ای در طول یک شب در یک دمای حداقل 20°C نگهداری کنید. برای تمیزکنندگی بیشتر، اسید کرومیک را به آرامی درون یک حمام آب، گرم کنید. اسید کرومیک را بیرون ریخته و حداقل پنج مرتبه با آب مقطر یا آب دو بار تقطیر آب‌کشی کنید. در یک آون الکتریکی در دمای کمتر از 100°C آن را خشک کنید یا حداقل پنج مرتبه با استون تقطیر شده، خشک شده و فیلتر شده آب‌کشی کنید. دستگاه‌ها را با یک جریان آرام هوای خشک فیلتر شده یا به طور ترجیحی با یک لوله مکش خشک کنید. بین اندازه‌گیری‌های متوالی زمان عبور نمونه‌های از یک نوع مشابه، ویسکومتر را می‌توان به وسیله آب‌کشی و شستشو با یک حلال فرار مناسب که تقطیر و فیلتر شده، تمیز کرد. دستگاه‌ها را با یک جریان آرام هوای خشک فیلتر شده، با یک لوله مکش و یا در یک آون الکتریکی در دمای کمتر از 100°C خشک کنید. بازدهی و کیفیت تمیزکاری می‌تواند بررسی شود به این لحاظ که زمان‌های عبور با یک حلال و ویسکومتر داده شده ثابت باقی بماند. اگر محلول مورد اندازه‌گیری و ویسکومتر یکسان باشد، تخلیه ویسکومتر، شستشوی آن با محلول بعدی مورد اندازه‌گیری و سپس پر کردن با مقدار بیشتری از این محلول مجاز است. توصیه می‌شود که ویسکومترهای مورد استفاده برای سیالات سیلیکونی و فلئوئوروکربن به طور انحصاری برای استفاده با این سیالات استفاده شود و این ویسکومترها در فواصل متناوب کالیبره می‌شوند. برای اطمینان از این که این سیالات، دستگاه‌های دیگر را مستقیم یا غیرمستقیم آلوده نکنند، احتیاط فراوان باید به عمل آید.

هشدار- احتیاط‌های ویژه باید هنگام استفاده از تیزاب سلطانی و اسید کرومیک به عمل آید. اسید کرومیک سمی است. هم چنین اقدام لازم باید برای اطمینان از دفع ایمن این اسیدها به عمل آید. از عینک و دستکش‌های حفاظتی باید استفاده کرد. هر ترشح بر روی پوست باید بی‌درنگ با استفاده از آب سرد شسته شود. از تنفس بخارات باید پرهیز کرد.

پیوست ب
(الزامی)
یادآوری بر منابع خطا

ب-۱ اصول کلی

در این استاندارد ملی برای تعیین خواص گرانروی پلیمرها به شکل محلول رقیق شده، راهنمایی لازم بر اساس بند ۳ ارائه شده است. اندازه‌گیری این خواص با تجدیدپذیری بهتر از آن چه به دست آمده است می‌تواند در اندازه‌گیری‌های مطلق گرانروی انجام شود به دلیل این که بسیاری از خطاهای دستگاه به طور تقریبی برای حلال و محلول مشابه هستند و به طور موثر رفع شده‌اند.

ب-۲ اصول اندازه‌گیری‌ها

گرانروی نسبی و پارامترهای دیگر تعریف شده در بند ۳ از زمان عبور محلول و حلال محاسبه شده‌اند. مایع تحت تاثیر نیروی جاذبه از میان قسمت موئینه ویسکومترهای آبلود معلق عبور می‌کند. زمان عبور متناسب با نسبت گرانروی/چگالی سیالات می‌باشد (به بند ۴ مراجعه شود). این معادل است با بیان این که انرژی جنبشی و خطاهای دیگر قابل صرفنظر کردن بوده و این که اختلاف چگالی حلال و محلول اندک و قابل چشم‌پوشی است.

ب-۳ منابع خطا

مهم‌ترین منابع خطا در اندازه‌گیری گرانروی توسط لوله‌های موئینه مربوط هستند به :

(الف) تنش سطحی؛

(ب) تاثیرات ته لوله موئینه؛

(پ) تاثیرات تخلیه؛

(ت) تاثیرات گرما بر گرانروی؛

(ث) انحراف ویسکومتر از حالت عمودی؛

(ج) اختلاف ارتفاع فشاری هیدرواستاتیکی؛

(چ) کاهش جرم به دلیل تبخیر؛

(ح) خطاهای اندازه‌گیری غلظت و زمان عبور؛

(خ) تاثیرات برشی؛

(د) خطاها در تثبیت و اندازه‌گیری دما؛

(ذ) انرژی جنبشی.

خوشبختانه اغلب این خطاها را می‌توان برای روش‌های اجرایی پیشنهادی، ناچیز و قابل صرف نظر کردن در نظر گرفت.

وقتی اندازه‌گیری‌های نسبی گرانروی مورد نظر باشد، به طور کلی، خطاهای مربوط به تنش سطحی، اثرات انتهایی و اثرات تخلیه در آزمون با حلال‌های آلی در ویسکومترهای آبلود کوچک می‌باشد^[3]،^[4].

وقتی که ویسکومترهای مویینه بر اثر نیروی جاذبه عمل می‌کنند، تاثیرات حرارت بر گرانشی قابل صرف‌نظر کردن است. خطاهای مربوط به انحراف از حالت عمودی و اختلاف ارتفاع فشاری هیدرواستاتیکی به طور معمول با این نوع از ویسکومتر خیلی کوچک هستند. تلفات حلال به علت تبخیر و خطاهای غلظت بستگی به روش اجرایی مخصوص داشته و باید به حساب آورده شوند. به منظور بررسی قابلیت تجدیدپذیری، زمان عبور حلال به طور ترجیحی باید حداقل ۷۰ s بوده، اما به دلیل پرهیز از زمان‌های عبور طولانی برای محلول‌های مشابه، نباید بیش از ۲۰۰ s باشد. از آنجایی که محلول‌های پلیمری اغلب غیرنیوتنی هستند، نرخ برشی باید جدی گرفته شود [5][6]. به بیان دقیق، اندازه‌گیری‌ها باید در نرخ‌های برشی خیلی پایین انجام شود. اما در روش‌های معمول نرخ برشی برابر 1000 s^{-1} یا بیشتر است. خوشبختانه می‌توان نشان داد [7],[8],[9] که تاثیرات نرخ برشی خیلی کوچک هستند مگر این که جرم مولی پلیمر بیش از 10^6 g/mol باشد که با پلیمرهای موجود در بازار به ندرت اتفاق می‌افتد.

خوشبختانه به حساب آوردن تاثیرات نرخ برشی برای مقاصد استانداردسازی بین‌المللی غیر عملی بوده و یک رویکرد بهتر، تعریف رواداری و ابعاد ویسکومتر است به نحوی که نرخ برشی در آزمایشگاه‌های مختلف در آزمون نمونه‌های پلیمری مشابه به دقت تجدیدپذیر است. ممکن است نتیجه‌گیری شود که مهم‌ترین منابع خطا در اندازه‌گیری، "انرژی جنبشی" می‌باشد. مقدار آن می‌تواند قابل ملاحظه باشد. به طور مثال، در یک ویسکومتر استاندارد آبلود با قطر مویینه 0.58 mm مقدار آن برای کلروفورم به طور تقریبی برابر ۱۵٪ است. خطاهای حاصل در گرانشی کاهیده می‌تواند تا ۳۰٪ بوده و برای موارد خاص خارج از دامنه این استاندارد، به کار بردن تصحیح انرژی جنبشی می‌تواند مناسب باشد.

ب-۴ انتخاب ویسکومترها

از آنجایی که معرفی یک تصحیح انرژی جنبشی در استانداردسازی بین‌المللی عملی نیست، ضروری است انتخاب ویسکومتر به نحوی که :

(الف) یا واژه انرژی جنبشی قابل صرف نظر کردن است،

(ب) یا ثابت است و در آزمایشگاه‌های مختلف تکرار پذیر است.

در حقیقت شرایط ثانویه نمی‌تواند به راحتی محقق شود. حداکثر فشار هیدرواستاتیکی تفاضلی X صرف شده در انرژی جنبشی به طور تقریبی توسط معادله زیر داده می‌شود:

$$X = \frac{R^4 h g}{64 L^2 v^2} \quad (\text{ب-۱})$$

که در این معادله :

R شعاع مویینه؛

h ارتفاع فشاری هیدرواستاتیکی؛

g شتاب جاذبه؛

L طول لوله مویینه و

v نسبت گرانشی/چگالی است.

در رابطه ب-۱ یادآوری این که زمان عبور و حجم مخزن به خودی خود مقادیر X را تحت تاثیر قرار نمی‌دهند، مهم است. برای لوله‌های مویینه شیشه‌ای استاندارد با قطر بین 0.3 تا 1 mm، حد رواداری قطر^{[10],[11]} به طور معمول برابر ± 0.2 mm، مطابق با مقدار تقریبی $\pm 30\%$ و $\pm 8\%$ مقدار X بوده در حالی که فشار هیدرواستاتیکی میانگین برابر (120 ± 10) mm و طول مویینگی L برابر (90 ± 9) mm مطابق با تقریباً 30% مقدار X می باشد.

چون رواداری‌های معمول در لوله‌های مویینه استاندارد بسیار محدود و بسته می‌باشند، در نتیجه عبارت انرژی جنبشی نمی‌تواند به صورت تجدیدپذیر بیان شود. بنابراین انتخاب ویسکومتریایی که آن را به کمترین مقدار برساند، ضروری است. در این استاندارد حداکثر مقدار مجاز، $0.3X$ (تقریباً 4% تا 6% گرانیروی کاهیده) تعیین شده است. از معادله ب-۱ می‌توان دید، در مقادیر تعیین شده h و L ، پارامتر بحرانی مشخص کننده اندازه X ، نسبت R^2/v است. با وارد کردن $h = 120$ mm و $L = 90$ mm و اعمال $X < 0.3$ در رابطه ب-۱ یک رابطه بین حداکثر شعاع مویینه مورد استفاده و مقدار v به دست آمده است:

$$R^2 < 0.111 v \quad (\text{ب-۲})$$

یا برای قطر:

$$D^2 < 0.444 v \quad (\text{ب-۳})$$

که R و D بر حسب میلی‌متر و v بر حسب $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ می باشد. می‌توان یادآوری کرد که رابطه ب-۳ متکی بر مقادیر مخصوص مربوط به ارتفاع فشار هیدرواستاتیکی و طول لوله مویینه است. این موارد بین طراحی‌های گوناگون ویسکومتر نوسان خواهند داشت و به ویژه برای نمونه‌های گوناگون ویسکومترهای نوع آبلود و آبلود DIN اندکی متفاوت هستند.

از رابطه ب-۳ می‌توان جهت محاسبه حداکثر قطر تئوری برای یک حلال با نسبت گرانیروی/چگالی معلوم در دمای اندازه‌گیری، استفاده کرد.

به منظور تعیین خواص پلیمرهای شرح داده شده در این استاندارد، نسبت گرانیروی/چگالی برای حلال انتخاب شده باید معلوم باشد. جدول ب-۱ مقادیری در 25°C برای تعدادی از حلال‌های انتخاب شده برای پلیمرها با حداکثر قطر مویینه محاسبه شده تئوری برای ویسکومتر آبلود را ارائه می‌دهد.

از رابطه ب-۳ همچنین برای انتخاب اندازه‌های ویسکومترهای آبلود و آبلود DIN داده شده در جدول ۱ استفاده می‌شود. دیگر سری‌های مناسب ویسکومترها و اندازه‌ها می‌تواند به وسیله جایگزینی مقادیر مربوطه در معادله ب-۱ تعیین شود.

جدول ب-۱: نمونه‌های نسبت گرانی/چگالی برای حلال‌های پلیمر مشخص شده و حداکثر قطرهای تئوری لوله‌های مویینه متناظر

حداکثر قطر تئوری لوله مویینه از رابطه ب-۳ mm	نسبت گرانی/چگالی در دمای ۲۵ °C mm ² .s ⁻¹	حلال
۰٫۹۷	۲٫۱۰	سیکلوهگزان
۰٫۳۸	۰٫۳۳	دی کلرو متان
۲٫۴۱	۱۳٫۱۰	m-کرزول (متا-کرزول)
۰٫۴۰	۰٫۳۶	تری کلرو متان

پوست پ
(اطلاعاتی)
کتابنامه

- [1] *Compendium of macromolecular nomenclature*, METANOMSKI, W.V., IUPAC and Blackwell Scientific Publications, 1991
- [2] FIKENTSCHER, H., *Cellulosechemie*, **13**, pp. 58-64 (1932)
- [3] ONYON, P.F., in *Techniques of polymer characterisation*, ed. by ALLEN, P.W., Butterworths, London, 1959
- [4] CRAGG, L.H., and VAN OENE, H., *Can. J. Chem.*, **39**, 203 (1961)
- [5] PASSAGLIA, E., YOUNG, J.T., and WEGEMER, N.J., *J. Polymer Sci.*, **47**, 333 (1960)
- [6] LOHMANDER, U. *Makromol. Chem.* **72**, 159 (1964)
- [7] KRIGBAUM, W.R., and FLORY, P.J., *J. Polymer Sci.*, **11**, 37 (1953)
- [8] CRAGG, L.H., STONES, R.H., and DUMITRU, T.E., *J. Polymer Sci.*, **13**, 167 (1954)
- [9] MERRIL, E.W., MICKLEY, H.S., RAM, A., and PERKINSON, G., *Trans. Soc. Rheol.*, **5**, 237 (1961) and **6**, 119 (1962)
- [10] ASTM D 446, *Standard Specifications and Operating Instructions for Glass Capillary Kinematic Viscometers*
- [11] BS 188, *Methods for the determination of the viscosity of liquids*