



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۹۴۱۶-۴

تجدید نظر اول

اردیبهشت ۱۳۹۲

INSO

9416-4

1st.Revision

May.2013

پلاستیک ها - تعیین خواص مکانیکی
دینامیکی - قسمت ۴ : ارتعاش کششی - روش
غیر تشدید

Plastics – Determination of dynamic
mechanical properties -
Part 4 :Tensile vibration – Non-resonance
method

ICS : 83.080.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، 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. 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 ذی صلاح 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 شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد 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 پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد 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. سازمان 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 سازمان ها 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) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران 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 آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" پلاستیک ها - تعیین خواص مکانیکی دینامیکی - قسمت ۴ : ارتعاش کششی - روش غیر

تشدیدی "

(تجدید نظر اول)

سمت و/یا نمایندگی

رئیس:

استاد دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز

جوادپور، سیروس

(دکترای مواد)

دبیر:

اداره کل استاندارد استان فارس

منصوری، نادر

(لیسانس مهندسی مکانیک)

اعضا:

(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت صنایع شیمیایی فارس

اکبری شاد، ارغوان

(لیسانس شیمی)

هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی

باصری، غلامرضا

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

شرکت رزین سازان فارس

پذیرایی، محمد هادی

(فوق لیسانس شیمی)

شرکت نفت پاسارگاد

پناهی، بهرام

(لیسانس شیمی)

شرکت شیمیایی سراوید

تشکری، هادی

(لیسانس کشاورزی)

شرکت مهندسی ایمن تهویه کاژه

جلالی، پدram

(لیسانس مهندسی مکانیک)

شرکت رزین سازان فارس

دهقانیان، حمید

(لیسانس مهندسی شیمی)

شرکت سما پلاست پرشین

دیداری، کورش
(لیسانس شیمی)

شرکت سپید پارس شیراز

زارع، مسعود
(لیسانس پتروشیمی)

شرکت شیراز جم گستر

نجیمی، مهدی
(لیسانس شیمی)

پالایشگاه شیراز

یزدانی، محمد رضا
(لیسانس شیمی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول کلی
۲	۵ وسیله آزمون
۳	۶ آزمون‌ها
۴	۷ تعداد آزمون‌ها
۴	۸ شرایط تثبیت
۴	۹ روش آزمون
۵	۱۰ بیان نتایج
۸	۱۱ دقت
۸	۱۲ گزارش آزمون

پیش گفتار

استاندارد "پلاستیک ها- تعیین خواص مکانیکی دینامیکی- قسمت ۴ : ارتعاش کششی- روش غیر تشدید" نخستین بار در سال ۱۳۸۶ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تایید کمیسیون های مربوط برای نخستین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در یک هزار و چهلمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۱/۱۲/۱ 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 ۴-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ می شود.

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

ISO 6721-4: 2008,Plastics – Determination of dynamic mechanical properties - Part 4 :Tensile vibration – Non-resonance method

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۹۴۱۶ با عنوان کلی "پلاستیک ها - تعیین خواص مکانیکی دینامیکی" است .

- قسمت اول : اصول کلی

- قسمت دوم : روش پاندول پیچشی

- قسمت سوم : ارتعاش خمشی - روش منحنی شدید

- قسمت چهارم : ارتعاش کششی - روش غیر تشدید

- قسمت پنجم : ارتعاش خمشی - روش غیر تشدید

- قسمت ششم : ارتعاش برشی - روش غیر تشدید

- قسمت هفتم : ارتعاش پیچی - روش غیر تشدید

- قسمت هشتم : ارتعاش طولی و برشی - روش انتشار موج

- قسمت نهم : ارتعاش کششی - روش انتشار پالس صوتی

- قسمت دهم : ویسکوزیته برشی مختلط با استفاده از رئومتر نوسانی صفحه موازی

- قسمت یازدهم : دمای گذار شیشه

- قسمت دوازدهم : ارتعاش فشاری - روش غیر تشدید

پلاستیک ها - تعیین خواص مکانیکی دینامیکی - قسمت ۴ : ارتعاش کششی - روش غیر تشدید

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارزیابی روش غیر تشدید با استفاده از نیرو برای تعیین مولفه های مدول مختلط کششی E^* پلیمرها در فرکانس های مشخص در گستره 0.1 Hz تا 100 Hz است. این روش برای اندازه گیری مدول ذخیره دینامیکی در گستره 0.1 GPa تا 5 GPa مناسب است. هرچند مواد با مدول های خارج از این گستره نیز می توانند مورد مطالعه قرار گیرند، روش های تغییر شکل جایگزین باید دقت بالاتری ارائه دهد (به طور مثال استفاده از روش برشی برای $E' < 0.01 \text{ GPa}$ و روش خمشی برای $E' > 5 \text{ GPa}$ ، به استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود). این روش برای اندازه گیری ضرایب اتلاف بیش از 0.1 مناسب بوده و بنابراین از آن به راحتی برای مطالعه وابستگی و تغییرپذیری خواص دینامیکی به دما و فرکانس در تمام ناحیه آسایش شیشه-لاستیک استفاده می شود (به بند ۹-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود).

در دسترس بودن اطلاعات تعیین شده روی گستره های وسیع فرکانس و دما امکان استخراج نمودارهای اصلی را با استفاده از روش های انتقال فرکانس- دما فراهم کرده که این نمودارها خواص دینامیکی را روی یک گستره فرکانس گسترش یافته در دماهای مختلف نمایش می دهد.

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 ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶، پلاستیک ها - تعیین خواص مکانیکی دینامیکی - قسمت اول : اصول کلی
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶، پلاستیک ها - تعیین خواص مکانیکی دینامیکی - قسمت سوم : ارتعاش خمشی - روش نمودار تشدید
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶، پلاستیک ها - تعیین خواص مکانیکی دینامیکی - قسمت پنجم : ارتعاش خمشی - روش غیر تشدید

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶، پلاستیک ها - تعیین خواص مکانیکی دینامیکی
- قسمت ششم : ارتعاش برشی - روش غیر تشدید

۳ اصطلاحات و تعاریف

به بند ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۴ اصول کلی

نمونه در معرض نیروی کششی سینوسی یا تغییر شکل در یک فرکانس (به طور قابل توجه ای زیر فرکانس تشدید پایه) برای روش طولی در حالت تحت گیرش یا آزاد قرار می گیرد (به بند ۱۰-۲-۲ مراجعه شود). دامنه نیرو و تغییر مکان سیکل های اعمال شده به نمونه و زاویه فاز بین این سیکل ها اندازه گیری می شود. مولفه های ذخیره و اتلاف مدول مختلط کششی و ضریب اتلاف با استفاده از معادلات داده شده در بند ۱۰ محاسبه می شود.

۵ وسیله آزمون

۱-۵ مجموعه بارگذاری

۱-۱-۵ کلیات

دستگاه باید قابلیت اندازه گیری دامنه، زاویه اختلاف فاز، نیرو و تغییر مکان سیکل را برای نمونه قرار گرفته در معرض نیرو یا تغییر شکل کششی سینوسی داشته باشد. ممکن است طراحی های گوناگونی برای دستگاه وجود داشته باشد. شکل کلی یک نوع دستگاه مناسب در شکل الف - ۱ نشان داده شده است. نیروی سینوسی توسط نوسانگر V تولید و توسط گیره C_1 به یکی از دو سر نمونه S اعمال می شود. دامنه و فرکانس تغییر مکان میز نوسانگر متغیر بوده و توسط ترانسدیوسر D پایش می شود. عضو بین V و C_1 باید خیلی سفت تر از نمونه باشد و در صورت قرار گرفتن نمونه در محفظه با کنترل دما باید هدایت حرارتی آن پایین باشد.

یادآوری - در حالی که ممکن است هر عضو سیستم بارگذاری، سفتی بیشتری از نمونه داشته باشد، وجود اتصالات به صورت گیره و پیچ به طور چشمگیری نرم واری^۱ دستگاه را افزایش می دهد. شاید به اعمال ضریب تصحیح چنان که در بند ۱۰-۲-۴ ارائه شده نیاز باشد.

در انتهای دیگر نمونه، دومین گیره C_2 وجود دارد که به ترانسدیوسر نیرو F که توسط یک چارچوب سفت تقویت می شود وصل شده است. عضو بین C_2 و F باید دارای سفتی کافی و هدایت حرارتی پایین باشد.

۲-۱-۵ گیره ها

گیره ها باید قابلیت اعمال نیروی کافی جهت جلوگیری از لغزیدن آزمون در طی تغییر شکل کششی و تامین و اعمال نیرو را در دمای پایین داشته باشند.

هر ناهم محوری گیره ها نسبت به ترانسدیوسر نیرو باعث ایجاد مولفه جانبی نیرو هنگام بارگذاری بر روی نمونه می شود. هم محوری مجموعه بارگذاری و آزمون باید چنان باشد که هر مولفه جانبی ثبت شده توسط ترانسدیوسر از ۱٪ نیروی کششی اعمال شده کمتر باشد. پیشنهاد می شود از گیره طراحی شده با خاصیت خودترازی صفحات استفاده شود به دلیل این که می تواند همترازی بین محور نمونه و محور مجموعه اعمال نیرو را به طور مستقل از ضخامت آزمون برقرار سازد. برای به دست آوردن تصحیح طول (به بند ۱۰-۲-۵-۵ مراجعه شود) به اندازه گیری سفتی نمونه برای مقادیر مختلف طول نمونه نیاز است. این به وسیله یک نمونه جداگانه حاصل می شود اگر یکی از گیره ها سوراخی در مرکز پایه اش داشته باشد که نمونه امکان عبور از آن را در حالی که فاصله گیره ها در حال کاهش است، داشته باشد.

۳-۱-۵ ترانسدیوسرها

واژه ترانسدیوسر در این استاندارد به وسیله ای گفته می شود که قابلیت اندازه گیری نیروی اعمال شده یا تغییر مکان، یا نسبت بین این کمیت ها را بر حسب تابعی از زمان داشته باشد. کالیبراسیون ترانسدیوسرها باید قابلیت ردیابی به استانداردهای ملی برای اندازه گیری نیرو و طول را داشته باشد. کالیبراسیون باید با دقت $\pm 2\%$ حداقل نیرو و دامنه سیکل تغییر مکان اعمال شده به نمونه برای تعیین خواص دینامیکی انجام شود.

۲-۵ تجهیزات الکترونیکی پردازش اطلاعات

تجهیزات الکترونیکی پردازش اطلاعات باید قابلیت ثبت نیرو و دامنه سیکل تغییر مکان را با دقت $\pm 1\%$ ، زاویه فاز بین نیرو و چرخه تغییر مکان را با دقت $\pm 0.1^\circ$ و فرکانس را با دقت $\pm 10\%$ داشته باشد.

۳-۵ کنترل و اندازه گیری دما

به بندهای ۳-۵ و ۵-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۴-۵ وسیله اندازه گیری ابعاد نمونه

به بند ۶-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۶ آزمون ها

۱-۶ کلیات

به بند ۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۲-۶ شکل و ابعاد

برای سهولت در اعمال نیرو، آزمون با مقطع مستطیلی شکل مناسب است. اندازه عرض و ضخامت در طول نمونه نباید بیش از ۳٪ میانگین تغییر کند. هنگامی که دقت بالا برای نتایج نیاز باشد، پیشنهاد می شود اندازه طول نمونه طوری انتخاب شود که فاصله بین گیره ها حدود ۱۰۰ mm یا بیشتر باشد. همچنین پیشنهاد می شود که اندازه طول نمونه بین گیره ها، بزرگ تر از شش برابر عرض نمونه باشد تا محدودیت به وجود آمده به دلیل انقباض آزاد جانبی نمونه قابل چشم پوشی باشد. ابعاد سطح مقطع خیلی بحرانی نیست.

برای آزمون در شرایط زیر رفتار شیشه ای پلیمر، سطح مقطع باید به قدر کافی کوچک انتخاب شود تا نوسانگر قادر به تغییر مکان کششی قابل اندازه گیری با دقت کافی باشد. به عنوان جایگزین هنگامی که پلیمر رفتار لاستیکی نشان دهد، برای داشتن دقت کافی در اندازه گیری نیرو به یک سطح مقطع وسیع تر نیاز است.

یادآوری - به دلیل اختلاف در ساختار پلیمری امکان مشاهده تنوع در خواص دینامیکی نمونه های با ضخامت های متفاوت تهیه شده به روش قالب گیری تزریقی وجود دارد.

۳-۶ آماده سازی

به بند ۳-۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۷ تعداد آزمون ها

به بند ۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۸ شرایط تثبیت

به بند ۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۹ روش آزمون

۱-۹ شرایط محیطی آزمون

به بند ۱-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۲-۹ اندازه گیری سطح مقطع نمونه

به بند ۲-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۳-۹ مهار نمونه

آزمون بین گیره های دارای نیروی گیرش کافی (به جهت جلوگیری از لغزش آزمون) قرار می گیرد. اگر اندازه گیری ها بستگی به فشار گیره داشته باشد، بهتر است از یک فشار ثابت برای تمام اندازه گیری ها استفاده شود، به خصوص وقتی که تصحیح طول نیز اعمال می شود (به بند ۱۰-۲-۵ مراجعه شود).

یادآوری - اگر اندازه گیری ها به فشار گیره بستگی داشته باشد، پس شاید سطح تحت گیرش نمونه توسط گیره خیلی کوچک است. یک گیره با سطح گیرش وسیع تر و یا یک نمونه عریض تر می تواند این مشکل را برطرف سازد.

۴-۹ تغییرات دما

به بند ۴-۹ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۵-۹ انجام آزمون

باید به نمونه نیروی کششی استاتیکی کافی به منظور جلوگیری از کمانش وارد شود. این کمانش می تواند به علت اثر قسمت کاهنده نیروی دینامیکی باشد. سپس باید نیروی دینامیکی چنان وارد شود که اندازه

سیگنال خروجی نیرو و جابجایی به وسیله ترانسدیوسرها با دقت مشخص شده در بند ۵-۱-۳ قابل اندازه گیری باشد.

یادآوری - اگر کرنش کششی از حد تعیین شده برای رفتار خطی تجاوز کند، خواص دینامیکی به دست آمده به کرنش اعمال شده بستگی خواهد داشت. مقدار این حد با نوع آرایش پلیمر و با دما تغییر می کند و به طور مشخص در گستره ۰٫۲٪ برای پلاستیک های شیشه ای می باشد.

دامنه های اختلاف فاز، فرکانس نیرو، سیگنال های تغییر مکان و دمای آزمون باید ثبت شوند. هر جا اندازه گیری بالاتر از حدود مشخص شده فرکانس و دما باشد، توصیه می شود که ابتدا پایین ترین مقدار دما انتخاب و در حالی که دما ثابت است، اندازه گیری ها با افزایش فرکانس انجام شود. سپس در یک دمای بالاتر دوباره افزایش فرکانس تکرار شود (به بند ۹-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود).

برای آزمون هایی که اتلاف متوسط یا زیادی نشان می دهند، به طور مثال در ناحیه گذار شیشه-لاستیک، ممکن است انرژی پراکنده شده توسط پلیمر دما را به اندازه ای افزایش دهد که تغییر مشخصی در خواص دینامیکی دیده شود. دما به سرعت با افزایش دامنه کرنش و فرکانس افزایش می یابد. اگر تجهیزات سیستم الکترونیکی پردازش اطلاعات توانایی تجزیه و تحلیل خروجی های ترانسدیوسر را در چند سیکل اولیه داشته باشد، تاثیر افزایش دما به کمترین مقدار می رسد. اندازه گیری های بعدی در حالی که دمای نمونه بالا می رود با زمان تغییر خواهد کرد و از این چنین مشاهداتی نیاز به اعمال توجه در ارائه و تفسیر نتایج مشخص می شود .

۱۰ بیان نتایج

۱-۱۰ نمادها

L_a	طول نمونه بین گیره ها بر حسب متر؛
l	واژه تصحیح طول بر حسب متر؛
b	عرض نمونه بر حسب متر؛
d	ضخامت نمونه بر حسب متر؛
f	فرکانس اندازه گیری بر حسب هرتز؛
s_A	فرکانس اندازه گیری بر حسب هرتز؛
ΔF_A	دامنه نیروی دینامیکی اندازه گیری شده بر حسب نیوتن؛
δ_E و δ_{Ea}	به ترتیب اختلاف فاز اندازه گیری شده و اختلاف فاز تصحیح شده بین نیرو و چرخه تغییر مکان بر حسب درجه؛
k و k_a	به ترتیب بزرگی و بزرگی تصحیح شده ضریب سفتی نمونه بر حسب نیوتن بر متر؛

E' و E'_a به ترتیب مدول ذخیره کششی ظاهری و مدول ذخیره کششی ظاهری تصحیح شده بر حسب پاسکال؛

E'' مدول اتلاف کششی بر حسب پاسکال؛

$\tan \delta_E$ و $\tan \delta_{Ea}$ به ترتیب ضریب اتلاف کششی ظاهری و ضریب اتلاف کششی ظاهری تصحیح شده؛

k_F سفتی ترانسدیوسر نیرو بر حسب نیرو بر متر؛

m_F جرم قسمت سیستم بارگذاری بین ترانسدیوسر نیرو و آزمون بر حسب کیلوگرم؛

k_∞ سفتی اندازه گیری شده یک نمونه آهنی بر حسب نیوتن بر متر که ابعاد سطح مقطع آن برابر بیشترین مقداری است که توسط گیره ها جا داده می شود (به یادآوری زیر مراجعه شود). سفتی این نمونه باید حداقل ۱۰۰ برابر سفتی نمونه پلیمری تحت آزمون باشد.

یادآوری - اندازه بزرگی k_∞ تخمینی برای سفتی سیستم بارگذاری است که معادل یک فنر متصل شده به صورت سری به نمونه بوده و پی بردن به یک تصحیح برای نرم واری دستگاه را ممکن می سازد (به بند ۱۰-۲-۴ مراجعه شود).

۲-۱۰ محاسبه مدول ذخیره کششی E'

مقدار تقریبی برای مدول ذخیره کششی E'_a از معادله زیر به دست می آید:

$$E'_a = \frac{\Delta F_A}{s_A} \times \frac{L_a}{bd} \cos \delta_{Ea} = \frac{k_a L_a}{bd} \cos \delta_{Ea} \quad (1)$$

۱۰-۲-۲ پرهیز از تشدید نمونه

معادله ۱ اعتبار خود را از دست می دهد اگر فرکانس به فرکانس تشدید طولی پایه f_s به دست آمده از معادله زیر برسد:

$$f_s = \frac{1}{2L_a} (E'_a)^{1/2} \quad (2)$$

که ρ چگالی پلیمر بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب است. یک خطای قابل توجه در اعمال فرکانس های زیر در هنگام استفاده از معادله ۱ به وجود می آید:

$$f \geq \frac{0.02}{L_a} (E'_a)^{1/2} \quad (3)$$

بنابراین محاسبه خواص دینامیکی به فرکانس های کمتر آن چه در معادله ۳ داده شده محدود می شود.

۱۰-۲-۳ تصحیح برای تشدید ترانسدیوسر

برای فرکانس های به اندازه کافی بالا، تغییر شکل اعمال شده، نیروی ترانسدیوسر را به تشدید تحریک می کند. فرکانس تشدید f_F از معادله زیر به دست می آید:

$$f_F = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{k_F}{m_F} \right)^{1/2} \quad (4)$$

در تمام فرکانس های اعمال شده زیر یک خطای قابل توجه برای خروجی ترانسدیوسر وجود دارد:

$$f > 0.1 f_F \quad (5)$$

فرکانس تشدیدترانسدیوسر نیرو f_F و جرم تکیه گاه m_F را می توان به طور مستقیم با ثبت فرکانس طبیعی خروجی ترانسدیوسر پس از ضربه زدن به گیره بدون نمونه تعیین کرد.

سفتی تصحیح شده نمونه برای تشدید ترانسدیوسر با یک تقریب خوب از معادله زیر به دست می آید :

$$k = k_a \left[1 - \frac{4\pi^2 m_F f^2}{k_F} \right] = k_a \left[1 - \frac{f^2}{f_F^2} \right] \quad (6)$$

پیشنهاد می شود از معادلات ۴ و ۵ برای انتخاب ترانسدیوسر نیرویی استفاده شود که فرکانس تشدیدش بالاتر از گستره فرکانسی باشد که نیاز به تصحیح نیروی اندازه گیری شده دارد.

۱۰-۲-۴ تصحیح نرم واری دستگاه

اگر k_a از $0.02k_\infty$ بزرگ تر باشد، آنگاه نرم واری دستگاه آزمون قابل چشم پوشی نبوده و تغییر مکان اندازه گیری شده به طور مشخصی با تغییر مکان نمونه متفاوت است که در نتیجه باید تصحیح زیر وقتی δ_E از معادله ۱۰ به دست می آید، اعمال شود :

$$k \cos \delta_E = \frac{k_a (\cos \delta_{Ea} - k_a/k_\infty)}{1 - 2(k_a/k_\infty) \cos \delta_{Ea}} \quad (7)$$

مقدار $k \cos \delta_E$ به دست آمده از معادله ۷ باید به جای $k_a \cos \delta_{Ea}$ در معادله ۱ استفاده شود تا یک مقدار تقریبی دقیق برای E'_a به دست آید.

یادآوری - اگر ترانسدیوسر تغییر مکان چنان نصب شده باشد که تغییر در فاصله بین گیره ها را اندازه گیری کند یا اگر به نمونه کرنش سنج نصب شده باشد دیگر نیازی به تصحیح نرم واری نیست.

۱۰-۲-۵ اعمال تصحیح طول

در معادله ۱ هنگام استفاده از فاصله اندازه گیری شده گیره ها L_a برای طول نمونه، هیچ گونه اعوجاج درون و اطراف نمونه در نظر گرفته نشده است. با اعمال یک تصحیح کوچک به L_a به طوری که طول مؤثر $L_a + l$ شود، و با فرض مستقل بودن l از L_a ، از معادله ۱ معادله زیر به دست می آید :

$$E' = \frac{k(L_a + l)}{bd} \cos \delta_{Ea} \quad (8)$$

وقتی که تصحیحی برای نرم واری دستگاه هنگام نیاز به استفاده از معادله ۷ اعمال شده باشد.

ممکن است یک مقدار برای تصحیح طول l از اندازه گیری های سفتی k نمونه برای یک سری از فاصله های مختلف گیره L_a تعیین شود.

از نمودار $1/k \cos \delta_{Ea}$ بر حسب L_a مقدار l از نقطه $1/k \cos \delta_{Ea} = 0$ و E' از گرادیان تعیین می شود.

یادآوری یک - مقدار l با ابعاد سطح مقطع نمونه و با دما، اگر باعث تغییرات مشخص در مدول دینامیکی شوند، تغییر می کند.

یادآوری دو - اگر کرنش دینامیکی با استفاده از کرنش سنج وصل شده به نمونه به دست آید به محاسبه تصحیح طول نیازی نیست.

۳-۱۰ محاسبه ضریب اتلاف کششی

یک مقدار تقریبی برای ضریب اتلاف کششی برابر $\tan \delta_E$ می باشد. اگر k_a بزرگ تر از $0.02k_\infty$ باشد، نرم واری دستگاه بارگذاری، دقت اندازه گیری زاویه فاز را تحت تاثیر قرار می دهد و در نتیجه ضریب اتلاف از معادله زیر به دست می آید:

$$\tan \delta_E = \frac{\tan \delta_{Ea}}{1 - \left[\frac{k_a}{k_\infty \cos \delta_{Ea}} \right]} \quad (9)$$

یادآوری - اگر منشا نرم واری در مجموعه بارگذاری، گیره و یا اتصالات پیچ شده باشد، امکان دارد سهمی هم از اختلاف زاویه فاز δ_{Ea} اندازه گیری شده باشد. بزرگی خطای حاصل شده به نسبت k_a/k_∞ افزایش می یابد. از این منبع خطا می توان با جای دادن ترانسدوسر تغییر مکان به نحوی که تغییر در فاصله بین گیره ها اندازه گیری شود و یا با نصب کرنش سنج به نمونه پرهیز کرد.

۴-۱۰ محاسبه مدول اتلاف کششی

مدول اتلاف E'' از معادله زیر به دست می آید:

$$E'' = E' \tan \delta_E \quad (10)$$

۵-۱۰ تغییرات دما

به بند ۹-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۴۱۶ : سال ۱۳۸۶ مراجعه شود.

۱۱ دقت

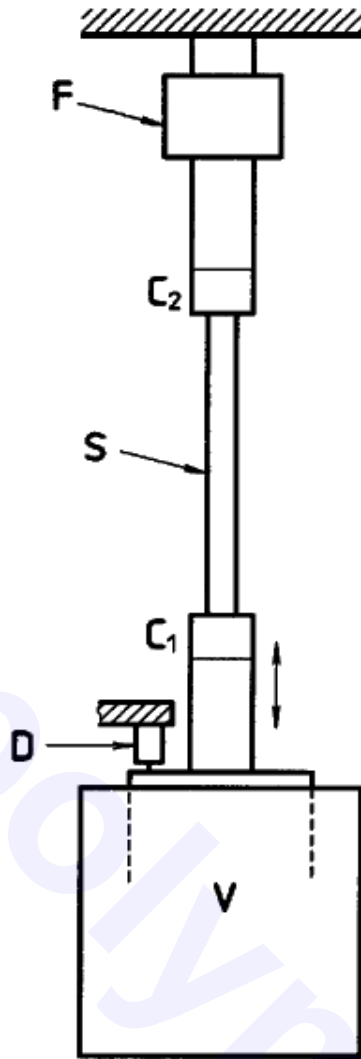
به دلیل در دسترس نبودن اطلاعات درون آزمایشگاهی دقت این روش آزمون مشخص نمی باشد. در صورت به دست آمدن این اطلاعات، در تجدید نظر های بعدی دقت اضافه خواهد شد.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

- ۱-۱۲ اشاره به شماره این استاندارد ملی؛
- ۲-۱۲ تمام جزییات مورد نیاز برای شناسایی کامل مواد آزمون شده شامل نوع، منبع، شماره شناسایی سازنده، شکل و پیشینه قبلی در صورت اطلاع از آن؛
- ۳-۱۲ ضخامت ورقه و در صورت امکان جهت محور اصلی نمونه در ارتباط با خواص دیگر ورقه؛
- ۴-۱۲ شکل و ابعاد آزمون ها؛
- ۵-۱۲ روش تهیه آزمون ها؛
- ۶-۱۲ جزییات آماده سازی نمونه ها؛
- ۷-۱۲ تعداد نمونه های آزمون شده؛
- ۸-۱۲ جزییات شرایط محیطی آزمون اگر غیر از هوا باشد؛
- ۹-۱۲ شرح دستگاه مورد استفاده جهت آزمون؛

- ۱۰-۱۲ برنامه ریزی دمایی استفاده شده جهت آزمون شامل دمای شروع و پایان ، نرخ تغییرات خطی دما یا اندازه و دوره مراحل دمایی؛
- ۱۱-۱۲ جدول اطلاعات تهیه شده مطابق شرح بند ۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۹۴۱۶-۱ : سال ۱۳۸۶؛
- ۱۲-۱۲ نمودار مدول بر حسب دما یا مدول بر حسب فرکانس تهیه شده مطابق شرح بند ۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۹۴۱۶-۱ : سال ۱۳۸۶؛
- ۱۳-۱۲ دامنه کرنش دینامیکی که به طور تقریبی از نسبت s_a/L_a به دست می آید؛
- ۱۴-۱۲ تاریخ انجام آزمون.



راهنما :

F	ترانسدیوسر نیرو
C ₁ و C ₂	گیره ها
S	آزمونه
D	ترانسدیوسر تغییر مکان
V	نوسانگر

شکل ۱ - طرح کلی مجموعه بارگذاری مناسب برای تعیین مدول دینامیکی با روش کششی اجباری غیرتشدیدی