

## 5 دستگاه

5.1 دستگاه آزمون ضربه‌ای پاندولی، شامل موارد زیر:

5.1.1 گیره ثابت.

5.1.2 گیره متحرک، نصب شده روی یک پاندول که ترجیحاً به شکل قطاعی از یک چرخ یا دایره ساخته شده باشد و بتواند آزادانه روی یک بلبرینگ یا یاتاقان دیگری با اصطکاک ناچیز نوسان کند.

5.1.3 ضامن توقف، برای نگه داشتن پاندول در وضعیت بالا و آزادسازی آن به صورت آبی.

5.1.4 دستگاه نشان دهنده، برای ثبت بیشینه قوسی که پاندول پس از آزاد شدن طی می‌کند. پاندول باید دارای یک مقیاس محیطی باشد که از 0 تا 100 % ظرفیت دستگاه درجه بندی شده باشد، به گونه‌ای که نیروی متوسط لازم برای پارگی یک نمونه آزمون به طول  $1.7 \text{ in}$  [ $43 \text{ mm}$ ] در برابر عقربه قابل خواندن باشد. عقربه و مقیاس را می‌توان با یک نمایشگر دیجیتال الکترونیکی جایگزین کرد. نمایشگرهای دیجیتالی موجود هستند که نتایج آزمون را مستقیماً برحسب millinewtons، مستقیماً برحسب grams-نیرو، یا به صورت درصدی از ظرفیت پاندول ارائه می‌کنند. هنگامی که پاندول در وضعیت اولیه و آماده آزمون است، دو گیره را با فاصله  $0.10 \text{ in}$  [ $2.54 \text{ mm}$ ] از یکدیگر قرار دهید. آن‌ها را به گونه‌ای هم‌راستا کنید که نمونه آزمون گرفته شده در آن‌ها در صفحه‌ای عمود بر صفحه نوسان پاندول قرار گیرد و لبه‌های فک‌ها که نمونه آزمون را می‌گیرند، در یک خط افقی باشند؛ طول خط عمودی گذرنده از این خط و محور تعلیق پاندول باید  $102.7 \pm 0.002 \text{ in}$  [ $4.044 \pm 0.05 \text{ mm}$ ] باشد و با صفحه نمونه آزمون فیلم زاویه  $27.5^\circ$  بسازد. سطح گیرش در هر فک باید حداقل  $1 \text{ in}$  [ $25.4 \text{ mm}$ ] عرض و حداقل  $0.5 \text{ in}$  [ $12.7 \text{ mm}$ ] عمق داشته باشد.

5.1.5 ظرفیت—دستگاه‌هایی با ظرفیت‌های مختلف، شامل 720 mN [200, 400, 800, 1600, 3200, 62, 360 31, 600 15, 7840, 3920, 1960] و احتمالاً ظرفیت‌های دیگر، موجود هستند. این ظرفیت‌ها را می‌توان با دستگاه‌های مستقل، قطاع‌های پاندولی قابل تعویض یا وزنه‌های افزایشی ایجاد کرد.

5.2 شابلون، قالب یا کاتر از نوع برشی، برای برش نمونه آزمون‌ها.

5.3 تیغ‌های ریش تراشی یک‌لبه، برای برش نمونه آزمون‌ها در مواردی که از شابلون استفاده می‌شود.

5.4 دستگاه اندازه‌گیری ضخامت—یک میکرومتر مناسب یا ضخامت‌سنج دیگر، با قابلیت خواندن تا  $0.0001 \text{ in}$  [ $0.0025 \text{ mm}$ ]، برای اندازه‌گیری ضخامت

نمونه آزمون‌ها. فشاری که ضخامت‌سنج به نمونه آزمون تحت اندازه‌گیری وارد می‌کند نباید باعث اعوجاج یا تغییر شکل نمونه آزمون شود. برای فیلم‌های نازک،  $0.025 \text{ mm}$  [ $0.001 \text{ in}$  #]، یا فیلم‌هایی که در حین اندازه‌گیری تغییر شکل ظاهری نشان می‌دهند، حداکثر فشار  $70 \text{ psi}$  [ $10 \text{ kPa}$ ] توصیه می‌شود. برای فیلم‌های ضخیم‌تر یا سخت‌تر، فشار باید مطابق روش C از روش‌های آزمون  $374 \text{ D}$ ، بین  $160$  و  $185 \text{ kPa}$  [ $23 \text{ psi}$ ] باشد.

### 6 نمونه آزمون‌ها

6.1 نمونه آزمون‌ها باید مطابق شکل 1 بریده شوند تا طول آزمون با شعاع ثابت ایجاد شود. این نوع نمونه آزمون باید به‌عنوان نوع ترجیحی یا مرجع استفاده شود، زیرا هندسه آن مشکل پارگی مایل را به‌طور خودکار جبران می‌کند (یادداشت 2 و یادداشت 3). به‌عنوان جایگزین، نمونه آزمون‌ها باید به شکل مستطیلی با عرض  $3 \text{ in}$  [ $76 \text{ mm}$ ] یا بیشتر و طول  $2.5 \text{ in}$  [ $63 \text{ mm}$ ] بریده شوند و جهت موردنظر پارگی به‌وضوح روی آن‌ها علامت‌گذاری شود. بُعد  $63 \text{ mm}$  نمونه آزمون باید در راستای پارگی باشد. از هر نمونه باید دو مجموعه نمونه آزمون بریده شود، به‌گونه‌ای که اضلاع آن‌ها به‌ترتیب با (1) جهت دستگاه و (2) جهت عرضی ماده مورد آزمون موازی باشند. در هر جهت باید تعداد کافی نمونه آزمون بریده شود تا حداقل ده تعیین استحکام پارگی انجام شود.

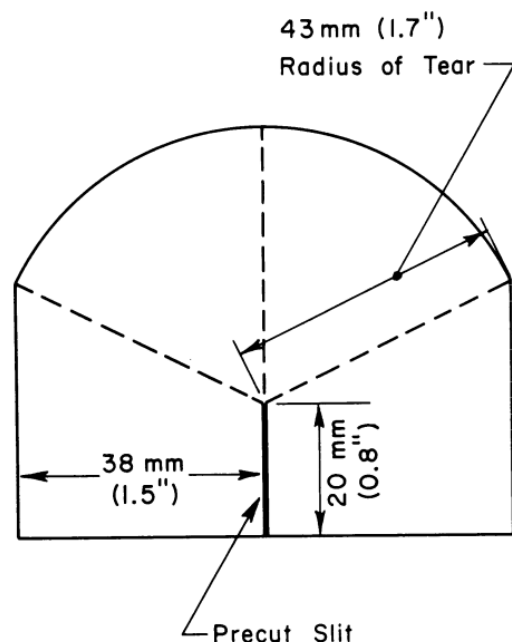


FIG. 1 Constant-Radius Test Specimen for Tear Resistance Test

یادداشت 2—نمونه آزمون‌هایی با طول آزمون دارای شعاع ثابت، برای اصلاح پارگی مایل جهت‌داری طراحی شده‌اند که در برخی فیلم‌های ناهمسانگرد الاستومری و ورق‌های غیرصلب مشاهده می‌شود. برای انتخاب نمونه آزمون، پارگی مایل به صورت پارگی در امتداد خطی منحنی یا مستقیم تعریف می‌شود که بیش از 9.5 mm [3/8 in] از خط عمودی پارگی موردنظر انحراف داشته باشد.

یادداشت 3—برخی نمونه آزمون‌های فیلم و ورق که پارگی مایل نشان می‌دهند، ممکن است داده‌هایی با تکرارپذیری ضعیف ایجاد کنند، زیرا محور بیشینه جهت‌یافتگی تا 30° نسبت به جهت اسمی دستگاه تغییر می‌کند. در صورت مشکوک بودن به این وضعیت، می‌توان نمونه را با صفحات پولاروید متقاطع بررسی کرد تا جهت بیشینه جهت‌یافتگی مشخص شود و نمونه آزمون‌ها در امتداد محور ناهمسانگردی، برای آزمون موازی و عمود بر آن، بریده شوند.

- 6.2 هنگامی که از شابلون فلزی استفاده می‌شود، فیلم یا ورق باید روی یک سطح سخت قرار گیرد. شابلون باید روی آن ثابت نگه داشته شود و نمونه آزمون‌ها با استفاده از تیغ ریش‌تراشی یک‌لبه بریده شوند.
- 6.3 هنگام برش نمونه آزمون، می‌توان در مرکز لبه عمود بر جهت مورد آزمون، شکافی به عمق  $0.8 \text{ in}$  [ $20 \text{ mm}$ ] ایجاد کرد. بدین ترتیب، دقیقاً  $43 \text{ mm}$  [ $1.7 \text{ in}$ ] طول پارگی بین انتهای شکاف و لبه مقابل نمونه آزمون باقی می‌ماند. این شکاف را می‌توان پس از قرار دادن نمونه آزمون در دستگاه آزمون نیز ایجاد کرد.
- یادداشت 4—دستگاه پاندولی را می‌توان به یک چاقوی تیز فنردار مجهز کرد تا این شکاف پس از گیرکردن نمونه آزمون در دستگاه ایجاد شود. عملکرد چاقو باید به گونه‌ای باشد که شکافی تمیز و دقیقاً به عمق  $0.8 \text{ in}$  [ $20 \text{ mm}$ ] از لبه نمونه آزمون ایجاد کند.

#### 10 روش اجرا

- 10.1 در هر یک از جهت‌های اصلی فیلم یا ورق، حداقل ده نمونه آزمون را آزمون کنید. ضخامت هر نمونه آزمون را به عنوان میانگین سه قرائت در سراسر مرکز آن و در جهتی که قرار است پاره شود، اندازه‌گیری و ثبت کنید. ضخامت را با دقت  $0.0001 \text{ in}$  [ $0.0025 \text{ mm}$ ] یا بهتر بخوانید؛ به جز برای ورق‌هایی با ضخامت بیشتر از  $0.25 \text{ mil}$  [ $0.001 \text{ in}$ ] که باید با دقت  $0.001 \text{ in}$  [ $0.025 \text{ mm}$ ] یا بهتر خوانده شوند.
- 10.2 یک تعیین ضخامت برای هر نمونه آزمون یا میانگین ضخامت تعیین شده توسط دستگاه اسکن پیوسته، در صورتی قابل قبول است که بتوان نشان داد ضخامت کلی بخش رول مورد استفاده برای تهیه نمونه آزمون‌ها، بیش از  $\pm 10\%$  از میانگین انحراف ندارد.
- 10.3 هنگامی که پاندول در وضعیت بالا قرار دارد، نمونه آزمون را در میانه گیره‌ها قرار دهید، به گونه‌ای که لبه بالایی آن با قسمت بالای گیره‌ها موازی باشد و شکاف اولیه (در صورتی که هنگام برش نمونه آزمون ایجاد شده باشد) در پایین و بین گیره‌ها، عمود بر قسمت بالایی آن‌ها قرار گیرد.
- 10.4 اگر نمونه آزمون هنگام برش شکاف‌دار نشده است، آن را با استفاده از چاقوی تیز فنردار، در حالی که کاملاً در گیره‌ها ثابت شده است، شکاف دهید. بخش بالایی آزمون نمونه آزمون را در جهت محور پاندول برگردانید.
- یادداشت 5—کار انجام شده برای پارگی یک نمونه آزمون، مقدار مشخصی کار را نیز شامل می‌شود که صرف خم کردن پیوسته فیلم یا ورق هنگام پارگی، ایجاد اصطکاک بین لبه‌های پاره شده نمونه آزمون و بلندکردن نمونه آزمون برخلاف نیروی گرانش می‌شود. بنابراین، لازم است الزامات تجربی مشخصی برای دستگاه و روش تعیین شود تا کار اضافی مصرف نشده برای پارگی، تقریباً در مقدار معینی ثابت نگه داشته شود.
- 10.5 ضامن قطاع را آزاد کنید و نمونه آزمون را پاره کنید. هنگامی که قطاع نوسان برگشت خود را کامل می‌کند، آن را با انگشت شست و سبابه دست

چپ بگیرید و مراقب باشید موقعیت عقربه تغییر نکند.

10.6 نمونه آزمون را بررسی کنید. اگر پارگی در بخش با شعاع ثابت و در محدوده زاویه تقریبی 60° در هر یک از دو طرف خط عمودی پارگی موردنظر رخ داده است، قرائت عقربه را با نزدیک‌ترین دقت 0.5 واحد ثبت کنید. اگر خط پارگی بیش از حدود 60° نسبت به خط عمودی انحراف داشته باشد، قرائت را رد کرده و یک نمونه آزمون اضافی را جایگزین آن آزمون کنید. در صورت آزمون نمونه آزمون‌های مستطیلی، تمام نمونه آزمون‌هایی را که بیش از 9.5 mm [3/8 in] نسبت به خط عمودی پارگی موردنظر به صورت مایل پاره می‌شوند، رد کنید. برای جایگزینی نمونه‌های رد شده، نمونه آزمون‌های اضافی را آزمون کنید. هنگامی که پارگی مایل به طور مکرر رخ می‌دهد، می‌توان آزمون را در امتداد و عمود بر محور پیشینه جهت‌یافتگی (رجوع کنید به یادداشت 3)، به جای جهت‌های دستگاه و عرضی، انجام داد.

یادداشت 6—علاوه بر پارگی در جهت منحنی یا مایل، برخی نمونه آزمون‌ها ممکن است در امتداد خط پارگی آن‌قدر کشیده شوند که طول واقعی پارگی به طور قابل‌توجهی بیشتر از بُعد استاندارد 43 [1.7-in.-mm] شود. از آنجا که میزان یا طول این کشیدگی قابل اندازه‌گیری نیست، داده‌ها را نمی‌توان برای اثر آن اصلاح کرد. با این حال، در صورت وقوع چنین وضعیتی، باید یادداشتی در گزارش داده‌ها درج شود. این تمایل به کشیدگی در برخی فیلم‌ها ممکن است باعث کاهش تکرارپذیری شود.

یادداشت 7—بیشترین دقت دستگاه پاندولی در محدوده مقیاس 20 تا 60 قرار دارد. هنگام آزمون نمونه آزمون‌های نازک، ممکن است مناسب باشد تعداد کافی نمونه آزمون را به صورت روی هم قرار گرفته آزمون کنید تا قرائت مقیاس بین 20 و 60 به دست آید. با این حال، برخی نمونه آزمون‌ها در یک مجموعه روی هم قرار گرفته ممکن است در جهت‌های مخالف به صورت مایل پاره شوند که می‌تواند به نتایج کاذباً بالا منجر شود. در صورت مشاهده این رفتار پارگی، باید نمونه آزمون‌ها به صورت منفرد آزمون شوند، حتی اگر قرائت مقیاس کمتر از 20 باشد. اگر بارهای پارگی بیش از 60 باشند، می‌توان از اتصال وزنه افزایشی برای دو برابر کردن ظرفیت دستگاه استفاده کرد یا پاندولی با ظرفیت بالاتر به کار برد. برای فیلم نازک، توصیه می‌شود به جای استفاده از چند نمونه آزمون و دستگاه با ظرفیت بالاتر، از نمونه آزمون‌های منفرد و دستگاه آزمون با ظرفیت پایین‌تر استفاده شود. اگر قرائت مقیاس روی پاندول g-200 کمتر از 10 باشد، می‌توان از چند لایه استفاده کرد. تعداد لایه‌ها باید به اندازه‌ای باشد که قرائت را به بیش از 10 برساند.

## [Elmendorf Tear Tester](#)

آوا هونام پلیمر