

1 دامنه کاربرد.

- 1.1 این روش، تعیین انرژی لازم برای ایجاد شکست در نمونه‌های پلاستیکی در دماهای پایین، با استفاده از دارت‌های آزاد سقوط را پوشش می‌دهد.
- 1.2 چهار روش آزمون ارائه شده است.
 - 1.2.1 روش اجرا A به یک دارت 10 (4.536 kg) lb. نیاز دارد.
 - 1.2.2 روش اجرا B به یک دارت 15 (6.804 kg) lb. نیاز دارد.
 - 1.2.3 روش اجرا C به یک دارت 20 (9.072 kg) lb. نیاز دارد.
 - 1.2.4 روش اجرا D به یک دارت 30 (13.61 kg) lb. نیاز دارد.
- 1.3 دو نوع شکست توصیف شده است.
 - 1.3.1 شکست شکل‌پذیر - زمانی رخ می‌دهد که دارت، نمونه را کشیده و سوراخی در نمونه آزمون ایجاد کند.
 - 1.3.2 شکست ترد - زمانی رخ می‌دهد که نمونه به صورت ترد دچار شکست شده، خرد یا به دو یا چند قطعه تقسیم شود؛ یا نواحی ضربه خورده بدون کشیدگی از نمونه جدا شوند.
- 1.4 آماده‌سازی نمونه برای داده‌های ضربه ارائه شده در فهرست خواص رزین. ARM International.
 - 1.4.1 نمونه‌های آزمون مورد ضربه باید از یک قطعه قالب‌گیری شده چرخشی تهیه شوند. دارت سقوط‌کننده باید به سطحی از قطعه برخورد کند که هنگام قالب‌گیری با قالب در تماس بوده است.
 - 1.5 این آزمون شامل وزنه‌های سنگین و اجسام در حال سقوط، دماهای پایین، صدای زیاد و خطر پرتاب ذرات است. باید از تجهیزات حفاظت فردی مناسب، مانند کفش ایمنی، عینک ایمنی یا عینک محافظ، محافظ شنوایی و دستکش استفاده شود.

2 خلاصه روش.

- 2.1 هر روش، ارتفاع یک دارت مشخص را تعیین می‌کند که باعث شکست 50% از نمونه‌های آزمون شود. روش‌های اجرا A، B و C تنها از نظر وزن دارت با یکدیگر تفاوت دارند، درحالی‌که روش اجرا D هم از نظر وزن دارت و هم از نظر هندسه سر ضربه‌زن تفاوت دارد.

2.2 تکنیک مورد استفاده معمولاً «روش پلکانی بروستون» یا «روش بالا و پایین» نامیده می‌شود. آزمون در نزدیکی میانگین متمرکز می‌شود و تعداد نمونه‌های آزمون مورد نیاز برای دستیابی به برآوردی با دقت قابل قبول را کاهش می‌دهد.

2.3 از آنجا که دارت 30 lb. (13.61 kg) دارای سر ضربه‌زن با هندسه متفاوتی است، مقادیر مطلق ضربه‌ها را نمی‌توان با مقادیر به دست آمده از سایر دارت‌ها مقایسه کرد. همچنین، از آنجا که سرعت دارت سقوط‌کننده برای همه دارت‌ها متفاوت خواهد بود، فقط مقادیر مربوط به مواد مختلف را می‌توان با استفاده از یک دارت یکسان مقایسه کرد. توجه داشته باشید که در گزارش باید دارت مورد استفاده (یعنی 10 lb., 20 lb., 15 lb., 30 lb.) ثبت شود.

3 اهمیت.

شرایط آزمون روش اجرا A با روش‌های اجرا B و C یکسان است، اما وزن دارت متفاوت است؛ بنابراین، این روش‌ها صرفاً به عنوان شاخصی از قابلیت سرویس‌دهی در دمای پایین به کار می‌روند و ارتباط مستقیمی با داده‌های مهندسی مورد استفاده در طراحی ندارند.

3.1 محدودیت اصلی روش اجرا A این است که با وزن ثابت دارت و حداکثر ارتفاع سقوط، ممکن است انرژی کافی برای ایجاد شکست به هیچ یک از حالت‌های شکست وجود نداشته باشد.

3.2 روش‌های اجرا B و C به واسطه وزن بیشتر دارت، به ترتیب امکان افزایش 50% و 100% ضربه را فراهم می‌کنند. روش اجرا D به واسطه وزن بیشتر دارت و هندسه شدیدتر نوک/سر دارت، ضربه‌های بالاتری ایجاد می‌کند. نتیجه منطقی این است که وزن دارت یا ارتفاع سقوط را، در محدوده محدودیت‌های فضای فیزیکی، برای ایجاد شکست افزایش دهیم.

3.2.1 طراحی دارت در همه روش‌ها به گونه‌ای است که بیشترین تمرکز تنش را در کوتاه‌ترین زمان ایجاد کند؛ به طوری که تغییرات ضخامت در مواد tough همچنان به یکی از دو حالت شکست منجر شود.

3.3 داده‌های عددی به دست آمده از یک روش را نمی‌توان به دلیل تفاوت در سرعت و هندسه دارت با داده‌های روش دیگر جایگزین کرد. با این حال، حالت شکست ایجاد شده توسط روش‌های اجرا A، B، C یا D می‌تواند شاخص مفیدی برای «نمونه‌های با فرآیند صحیح» باشد.

3.3.1 در پلی‌اتیلن، شکست شکل‌پذیر حالت شکست مطلوبی است که معمولاً در نمونه‌های دارای فرآیند صحیح رخ می‌دهد.

3.3.2 در پلی‌اتیلن، شکست ترد یا شکست همراه با خردشدگی، معمولاً نشان می‌دهد که پارامترهای فرآیندی استفاده شده به دستیابی به خواص بهینه منجر نشده‌اند.

3.4 ارتفاع دستگاه آزمون را می‌توان متناسب با نیازهای فضای کاربر تغییر داد؛ با این حال، حداکثر ارتفاع ضربه مورد استفاده باید 10 ft. باشد. روش‌های اجرا A، B و C امکان انتخاب وزن دارت را فراهم می‌کنند؛ به گونه‌ای که در بیشتر موارد شکست در محدوده میانی ارتفاع دستگاه رخ دهد. این امر به

کاهش اثر سرعت بر نتایج کمک می‌کند، اما آن را کاملاً حذف نمی‌کند. روش اجرا D شدیدترین آزمون است و اثر نوک دارت عامل غالب خواهد بود، نه اثر سرعت.

3.5 نمونه‌های آزمون باید تا حد امکان تخت و بدون مهار باشند.

3.6 نتایج به دست آمده تحت تأثیر کیفیت ماده نمونه آزمون قرار دارند. باید از نمونه‌های آزمونی که در هر یک از سطوح خود دارای عیوب یا نواقص سطحی هستند، اجتناب شود.

3.7 هنگام مقایسه نمونه‌هایی با ضخامت‌های متفاوت، مقاومت ضربه‌ای را نمی‌توان بر اساس ضخامت متوسط نمونه آزمون نرمال‌سازی کرد، حتی اگر شرایط سطحی نمونه‌های آزمون تقریباً معادل باشد.

3.8 همه نمونه‌ها باید به گونه‌ای پیرسازی شوند که دمای آزمون در سراسر قطعه به تعادل برسد. 3.9 نمونه‌های قالب‌گیری شده چرخشی باید در نگهدارنده نمونه به گونه‌ای قرار گیرند که دارت با سطحی تماس پیدا کند که هنگام قالب‌گیری با قالب در تماس بوده است. سطح داخلی نمونه باید رو به پایین قرار گیرد.

4 تعاریف.

4.1 شکست‌ها

4.1.1 شکل‌پذیر - با نفوذ دارت در نمونه آزمون و ایجاد سوراخی همراه با الیاف رشته‌ای در محل شکست مشخص می‌شود، نه با ترک خوردگی رو به بیرون از محل شکست. ناحیه زیر دارت در محل شکست کشیده و نازک شده است.

4.1.2 ترد - با جدا شدن فیزیکی قطعه یا ترک خوردگی در محل ضربه مشخص می‌شود. نمونه هیچ کشیدگی یا کشیدگی بسیار کمی دارد.

4.2 ارتفاع سقوط - فاصله بین نوک ضربه دارت و سطح نمونه مورد آزمون. (به پیوست A مراجعه شود).

4.3 دارت و سر ضربه زن

4.3.1 دارت - کل مجموعه سقوط‌کننده با وزن کل مشخص، متناسب با روش اجرا، است. دارت شامل بخش سر ضربه زن و بخش توپر با قطر بزرگ‌تر است که طول آن برای دستیابی به تکران وزنی مورد نظر برش داده می‌شود.

4.3.2 سر ضربه زن - بخش نیم‌کروی دارت با ابعاد 1.0 inch (25.4 mm) در 4.5 inch (114.3 mm) یا 0.5 inch (12.7 mm) در 4.0 inch (101.6 mm) است که به نمونه آزمون ضربه می‌زند.

5 دستگاه.

- 5.1 دستگاه آزمون - مطابق شکل ارائه شده در پیوست A ساخته شده است.
- 5.1.1 روش اجرا A - دارت 10 (4.536 kg) lb. مطابق پیوست C.
- 5.1.2 روش اجرا B - دارت 15 (6.804 kg) lb. مطابق پیوست C.
- 5.1.3 روش اجرا C - دارت 20 (9.072 kg) lb. مطابق پیوست C.
- 5.1.4 روش اجرا D - دارت 30 (13.61 kg) lb. مطابق پیوست D.
- 5.2 تکیه گاه نمونه مطابق توضیحات پیوست B.
- 5.3 میکرومتر برای اندازه گیری ضخامت نمونه آزمون.

6 اقدامات احتیاطی ایمنی.

- 6.1 باید یک قفس محافظ، نمونه و نگهدارنده آن را احاطه کند و تا بالای لوله راهنمای سقوط نشان داده شده در پیوست A امتداد داشته باشد.
- 6.2 برای جلوگیری از آسیب دیدن نوک دارت هنگام نفوذ دارت به نمونه، باید یک بالشتک پلاستیکی درون تکیه گاه نمونه قرار گیرد.
- 6.3 همه نمونه های آزمون باید با انبر یا دستکش جابه جا شوند.
- 6.4 به دلیل صدای زیادی که هنگام برخورد دارت سقوط کننده با نمونه آزمون ایجاد می شود، باید از محافظ شنوایی استفاده شود.

7 نمونه برداری.

- 7.1 نمونه های آزمون باید نماینده قطعه مورد مطالعه باشند.
- 7.2 نمونه های آزمون برای فهرست خواص رزین ARM International باید دارای ضخامت 0.125" (3.17 mm) و 0.250 inch (6.34 mm) باشند.
- برای فهرست خواص رزین ARM International، ضخامت نمونه آزمون باید حداکثر تغییرات $\pm 10\%$ برای نمونه های آزمون با ضخامت 0.125" (3.17 mm) و $\pm 5\%$ برای نمونه های آزمون با ضخامت 0.250" (6.34 mm) داشته باشد. توجه داشته باشید که روش اجرا D معمولاً برای نمونه های آزمون با ضخامت بیشتر از 0.4" (10.2 mm) استفاده می شود.

8 نمونه های آزمون.

8.1 نمونه‌های آزمون باید از قطعات قالب‌گیری شده چرخشی تهیه شوند.

8.2 نمونه‌های آزمون باید تا حد امکان تخت و عاری از نواقص سطحی باشند؛ نواقصی که در غیر این صورت اعتبار آزمون را از بین می‌برند.

8.3 ابعاد قطعه را برای $5.0 \pm 0.08 \text{ in.}$ ($127.0 \times 127.0 \pm 2 \text{ mm}$) اندازه‌گیری کنید. این کار، قرارگیری آزاد نمونه در نگهدارنده را تضمین می‌کند.

8.4 ضخامت هر نمونه آزمون را در ناحیه ضربه اندازه‌گیری و ثبت کنید. توجه داشته باشید که قطعات با ضخامت مشابه (یعنی در محدوده معیار ضخامت) که با یک دارت یکسان آزمون شده‌اند، به راحتی قابل مقایسه هستند.

8.5 ضخامت نمونه آزمون را در سمت قالب نمونه آزمون ثبت کنید.

9 آماده‌سازی و شرایطدهی.

9.1 نمونه‌های آزمون باید تا رسیدن به سرمایش یکنواخت سطح مقطع نمونه آزمون، در دمای کمتر از $-40\text{C} \pm 2\text{C}$ ($40\text{F} \pm 3.5\text{F}$) شرایطدهی شوند.

تجربه عملی نشان می‌دهد که نمونه‌های آزمونی که در معرض $-40\text{C} / 40\text{F}$ با گردش کامل هوا قرار می‌گیرند، در مدت کوتاهی مانند دو ساعت به سرمایش/تعداد یکنواخت می‌رسند. تجربه عملی نشان می‌دهد که نمونه‌های آزمون انباشته که در معرض $-40\text{C} / 40\text{F}$ با گردش محدود هوا قرار می‌گیرند، برای رسیدن به سرمایش/تعداد یکنواخت به زمان بسیار بیشتری نیاز دارند؛ این زمان، بسته به آرایش پشته، حتی می‌تواند بیش از 24 ساعت باشد.

9.2 مگر آنکه خلاف آن مشخص شده باشد، نمونه آزمون باید پیش از آزمون، حداقل به مدت دو ساعت در فریزر با گردش هوا یا محفظه سرد، در دمای $-40\text{C} \pm 2\text{C}$ ($40\text{F} \pm 3.5\text{F}$) شرایطدهی شود.

10. روش اجرا.

10.1 دارت 10 lb.، 15 lb.، 20 lb. یا 30 lb. ادارت‌های 9.072 kg، 6.804 kg، 4.536 kg یا 13.61 kg را تا ارتفاعی بالا ببرید که انتظار می‌رود باعث شکست نیمی از نمونه‌های آزمون شود. مقدار ارتفاع را ثبت کنید.

10.2 نمونه آزمون را با استفاده از انبر یا دستکش از محل نگهداری سرد خارج کرده و روی نگهدارنده آزمون قرار دهید؛ به گونه‌ای که سطح داخلی قطعه رو به پایین و سطح علامت‌گذاری شده رو به بالا باشد. اطمینان حاصل کنید که نمونه در نگهدارنده نمونه آزمون در مرکز قرار گرفته باشد.

10.3 دارت را حداکثر ظرف 30 ثانیه پس از خارج کردن نمونه از فریزر/قرار دادن نمونه آزمون روی نگهدارنده آزمون آزاد کنید.

10.4 قبولی یا مردودی را مشاهده و ثبت کنید. نمونه آزمون زمانی قبول در نظر گرفته می شود که سطح ضربه خورده، در صورت قرار داشتن در یک محفظه، آب را نشت ندهد. (نباید سوراخ قابل مشاهده ای در نمونه صفحه ای وجود داشته باشد.) تغییر شکل دائمی شکست محسوب نمی شود. عمق و مساحت فرورفتگی می تواند میزان نزدیک بودن به شکست را نشان دهد.

10.5 اگر نخستین نمونه آزمون دچار شکست شد، ارتفاع سقوط را به اندازه Dh که معمولاً 6 inches (152.4mm) است، کاهش دهید. آزمون را تکرار کنید. کاهش ارتفاع را با همان گام ادامه دهید تا قطعه قبول شود. اگر نخستین نمونه آزمون دچار شکست نشد، ارتفاع سقوط را 6 inches (152.4mm) افزایش داده و آزمون را تکرار کنید. افزایش ارتفاع سقوط را با همان گام ادامه دهید تا شکست رخ دهد. اگر پیش از رسیدن به 75% ارتفاع دستگاه هیچ شکستی رخ نداد، آزمون را متوقف کرده و به دارت سنگین تر تغییر دهید. داده های به دست آمده تا این مرحله را کنار گذاشته و آزمون را از ابتدا آغاز کنید. هر ضربه باید روی یک نمونه آزمون جدید انجام شود.

10.6 این تکنیک امکان تعیین ارتفاع کل دارت برای هر آزمون را بر اساس نمونه آزمون قبلی فراهم می کند. آزمون ضربه را می توان تنها یک بار روی هر نمونه آزمون انجام داد.

10.7 برای هر نمونه آزمون، مطابق پیوست E، از یک نمودار استفاده کنید. در برگه ثبت، راهنمایی قرار دهید که نشان دهد هر نماد بیانگر قبولی یا مردودی است. (توجه: استفاده از حروفی مانند O برای قبولی و X برای شکست شکل پذیر و علامت * برای شکست ترد، نتیجه هر آزمون را مشخص می کند.)

10.8 هر نمودار باید تا حد امکان اطلاعات مربوط به سابقه نمونه آزمون را شامل شود؛ مانند دمای فرآیند، زمان چرخه، زمان شرایط دهی و زمان پیرسازی (مدت زمان سپری شده از قالب گیری).

10.9 برای دستیابی به بهترین نتایج، 20 نمونه را آزمون کرده و سپس تعداد کل (N رویدادها) را بشمارید. این عدد می تواند تعداد شکست ها یا عدم شکست ها باشد؛ هر کدام که کمتر است. مقدار N باید برابر 10 باشد. اگر $N \leq 10$ باشد، آزمون را تا رسیدن به $N=10$ ادامه دهید و سپس آزمون را متوقف کنید.

11 محاسبات.

11.1 در فرم داده‌ها (پیوست E)، در زیر n_i تعداد کل رویدادها (تعداد شکست‌ها یا عدم شکست‌ها، هرکدام که کمتر است) را در هر ارتفاع سقوط ثبت کنید. (به پیوست E مراجعه شود.)

11.2 در ستون i ، برای هر n_i وارد شده، اعداد صحیح 0، 1، 2 و غیره را وارد کنید. برای کمترین ارتفاع دارت که در آن مقدار n_i ثبت شده است، عدد 0؛ برای ارتفاع بعدی دارت، عدد 1؛ و به همین ترتیب، اعداد بعدی را وارد کنید.

11.3 ستون n_i را جمع کنید. اگر روش دقیقاً رعایت شده باشد، این مقدار باید همیشه برابر 10 باشد. مجموع ستون n_i برابر N است.

- 11.4 In column in_i , at each height, enter the corresponding n_i multiplied by i to calculate in_i .
(See Appendix F.)
- 11.5 Enter h used.
- 11.6 Enter h_0 which has the lowest height that an event occurred. It should be the height that the i value of zero is assigned.
- 11.7 Mean failure height. Calculate mean failure height from the data as follows:

$$h = h_0 + [\Delta h (A/N \pm 0.5)] \text{ where,}$$

h = mean failure height in feet (meters)

h_0 = shortest height at which an event occurred in feet (meters)

Δh = increment in feet (meters) of the change in dart height used (6 inches or 152.4mm)

N = total number of failures or non-failures, whichever is smaller (called events)

$i = 0, 1, 2, \dots, K$ (counting index, starts at h_0)

$$A = \sum_{i=0}^k in_i$$

n_i = number of events at h_i

$h_i = h_0 + \Delta h$ and

h_k = highest height at which an event occurred in feet (meters)

- 11.7.1 In calculating h , the negative sign is used within parentheses when the events are failures. The positive sign is used when the events are non-failures.

- 11.8 Mean Failure Energy – *MFE*. Calculate the mean failure energy as follows:

$$MBE = h \times w \text{ (for ft.-lbs.)}$$

$$MBE = h \times w \times g \text{ (for J)}$$

Where, w = dart weight used in lbs. or kg.

g = acceleration due to gravity = 9.81 m/s^2

12 گزارش.

12.1 گزارش باید شامل موارد زیر باشد:

- 12.1.1 شناسایی کامل نمونه آزمون شده، شامل نوع ماده، منبع، کد سازنده، ابعاد فرم، سابقه فرآیند (یعنی زمان، دما و هرگونه مشاهده ظاهری مربوط به قطعه، حباب‌ها، خراش‌ها و غیره)
- 12.1.2 روش آماده‌سازی نمونه آزمون.
- 12.1.3 میانگین ارتفاع شکست.

12.1.4 دارت مورد استفاده: 10 lb., 15 lb., 20 lb., 30 lb. یا 4.536 kg, 6.3804 kg, 9.072 kg, 13.61 kg).

12.1.5 میانگین‌ها و دامنه ضخامت نمونه‌های آزمون شده.

12.1.6 تعداد نمونه‌های آزمون استفاده شده برای تعیین میانگین ارتفاع شکست.

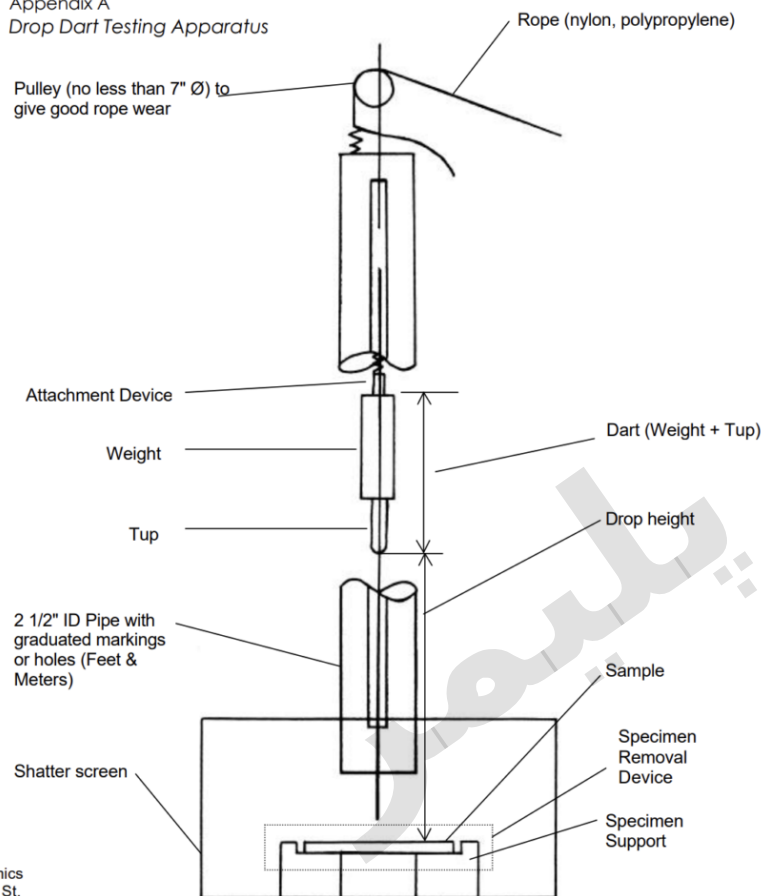
12.1.7 میانگین انرژی شکست.

12.1.8 هرگونه انحراف از روش پیشنهادی.

12.1.9 انواع شکست.

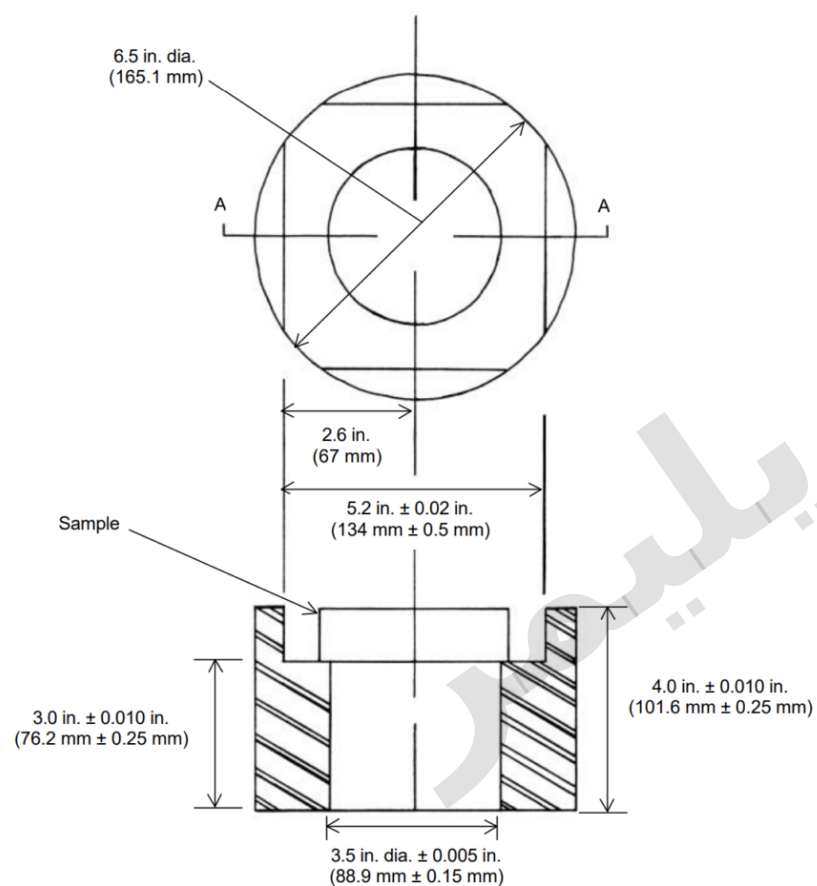
12.1.10 تاریخ آزمون و نام اپراتور.

Appendix A
Drop Dart Testing Apparatus

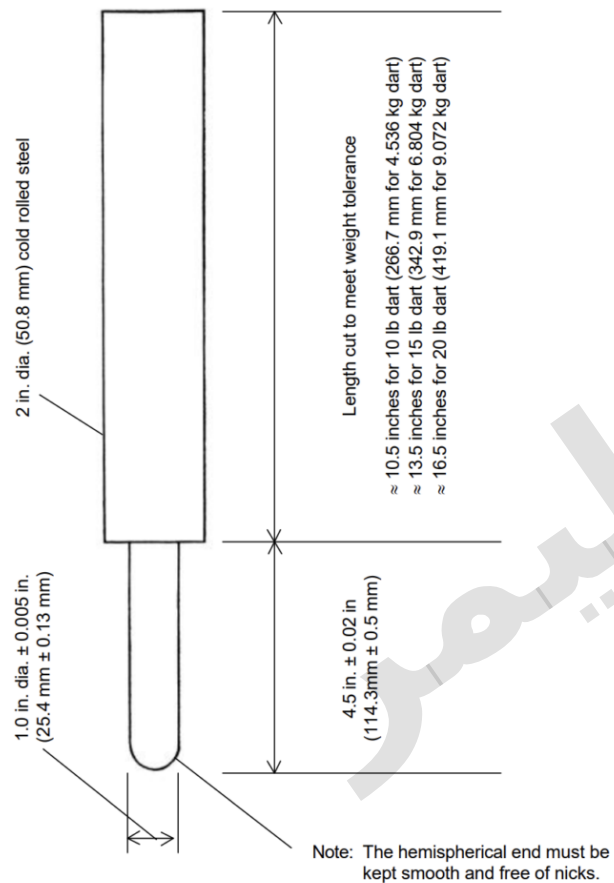


Mentor Dynamics
10-440 Phillip St.
Waterloo, ON, N2L 5R9, Canada
(or equivalent)

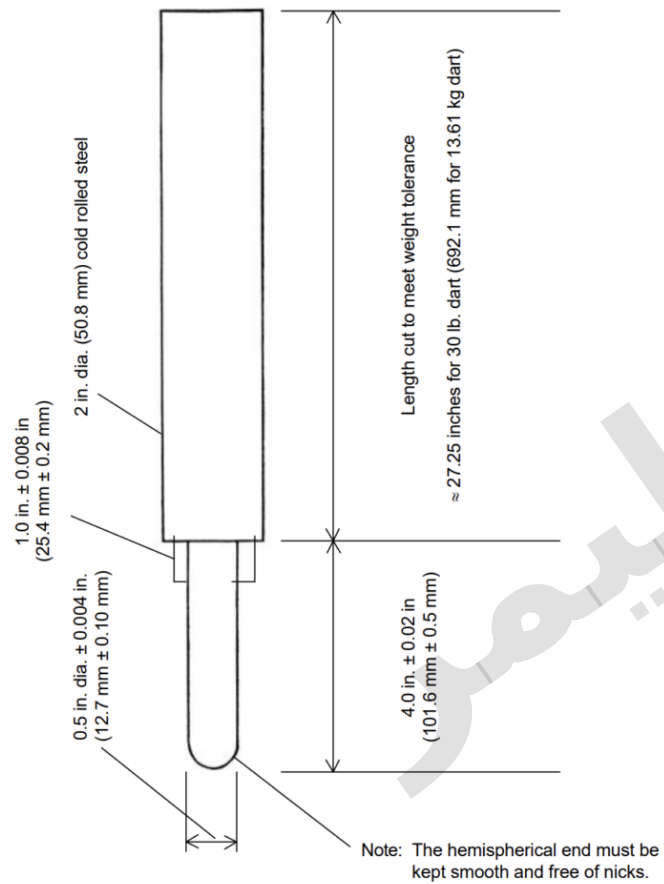
Appendix B
Specimen Support



Appendix C
Impact Dart - 10 lb. (4.536 kg), 15 lb. (6.804 kg) and 20 lb. (13.61 kg)



Appendix D
Impact Dart -30 lb. (13.61 kg)



$h = h_0 + [\Delta h (A/N \pm 0.5)]$ $N = \underline{10}$ $A = \underline{11}$ Sample Calculation w/ 10 lb. dart and failures as events:
 $MFE = h \times w \text{ (for ft.-lbs.)}$ $h = 5.5 + [0.5 (11/10 - 0.5)] = 5.8 \text{ ft.}$
 $MFE = h \times w \times g \text{ (for J)}$ $h_0 = \underline{5.5}$ $\Delta h = \underline{0.5}$ $MFE = 5.8$

Appendix F (continued)
Sample Forms – Ft.-Lbs.

Laboratory: ABC Company Operator: John Doe Date: January 1, 2000
Sample: B Material Type: _____ Source: _____
Manufacturer's Code: _____ Processing History, Temperature, Cycle Time, etc.: _____
Additional Information: _____

- O denotes non-failure
- X denotes failure – ductile
- * denotes failure – brittle

Check one: ☐ Procedure A - 10 lb. (4.536 kg)
☒ Procedure B - 15 lb. (6.804 kg)
☐ Procedure C - 20 lb. (9.072 kg)
☐ Procedure D - 30 lb. (13.61 kg)

[illegible]

$h = h_0 + [\Delta h (A/N \pm 0.5)]$ events: $MFE = h \times w$ (for ft.-lbs.) $MFE = h \times w \times g$ (for J) lbs.	$N =$ <u>10</u>	$A =$ <u>13</u>	Sample Calculation w/ 15 lb. dart and non-failures as
$h_0 =$ <u>5.5</u>	$\Delta h =$ <u>0.5</u>	$h = 5.5 + [0.5 (13/10 + 0.5)] = 6.4 \text{ ft.}$ $MFE = 6.4 \text{ ft.} \times 15 \text{ lbs.} = 96 \text{ ft.-lbs.}$	$MFE =$ <u>96 ft.-</u>



دستگاه آزمون ضربه مطابق ARM

- راهنمای فولادی با قطر داخلی مطابق استاندارد
- شامل وزنه‌های مربوط به روش اجرا A - دارت 10 lb. (4.536 kg) مطابق پیوست C // روش اجرا B - دارت 15 lb. (6.804 kg) مطابق پیوست
- روش اجرا C - دارت 20 lb. (9.072 kg) مطابق پیوست C // روش اجرا D - دارت 30 lb. (13.61 kg) مطابق پیوست D.
- نگهدارنده نمونه مناسب برای قطعه نمونه $127.0 \pm 2 \text{ mm}$ (مطابق پیوست B)
- مشتریان به فریزر عمیق نیز نیاز دارند. در صورت نیاز، این مورد به پیش‌فاکتور اضافه خواهد شد.
- درب ایمنی از جنس پلکسی‌گلاس برای نگهدارنده نمونه
- طول راهنما 2 m
- شامل ترازکننده

- میله مدرج برای تنظیم آسان ارتفاع
- پایه مستحکم برای قرار دادن نمونه
- سر ضربه زن نیم کروی (مطابق پیوست C و D)
- رهاسازی وزنه به صورت دستی
- تنظیم آسان ارتفاع سقوط جرم