



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۲۸۱

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

18281

1st. Edition

2014

لاستیک‌ها و پلاستیک‌های سلولی - اندازه‌گیری
عملکرد جذب و دفع دینامیکی

**Cellular rubbers and plastics –
Determination of dynamic cushioning
performance**

ICS:83.100

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 جهت اجرا ابلاغ شده است.

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 سازمان استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد^۱ (ISO) کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک^۲ (IEC) و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی^۳ (OIML) است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی^۵ (CAC) 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 استاندارد 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، 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 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 Electro technical Commission

3-International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)

4-Contact point

5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«لاستیک‌ها و پلاستیک‌های سلولی - اندازه‌گیری عملکرد جذب و دفع دینامیکی»

رئیس:

اخپاری، شهاب

(کارشناسی ارشد شیمی)

سمت و/یا نمایندگی

اداره کل استاندارد استان آذربایجان

شرقی

دبیر:

زارعی، محمود

(دکتری شیمی)

شرکت پیشگامان کیفیت هستی آذر

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اصلانی، سعید

(کارشناسی مهندسی شیمی)

پارک علم و فناوری استان آذربایجان

شرقی

امیرشقایق، احمد

(دکتری مهندسی پلیمر)

دانشگاه آزاد اسلامی - واحد اهر

خادمی، داوود

(کارشناسی ارشد پلیمر)

شرکت آریانام

رحیمی اهر، زهره

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

انجمن مسئولین کنترل کیفی استان

آذربایجان شرقی

رنجبریان، لیلی

(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس

زارعی، چنگیز

(کارشناسی شیمی)

پتروشیمی تبریز

شعارغفاری، سایه

(کارشناسی ارشد شیمی)

شرکت سپهرشیمی

شرکت تدبیر نوین سازان

قاسمیان خجسته، محسن
(کارشناسی ارشد شیمی)

شرکت آذر لوله

کرمی، آیدا
(کارشناسی ارشد شیمی)

شرکت کن تایر

مجرد، احمد
(کارشناسی مهندسی پلیمر)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ وسایل و دستگاهها
۶	۵ آزمونها
۷	۶ پیش تثبیت شرایط و شرایط آزمون
۷	۷ روش انجام آزمون
۱۱	۸ بیان نتایج
۱۲	۹ گزارش آزمون
۱۳	پیوست الف (اطلاعاتی) استفاده از عملکرد جذب و دفع دینامیکی برای به دست آوردن اطلاعات طراحی

پیش گفتار

استاندارد " لاستیک‌ها و پلاستیک‌های سلولی - اندازه‌گیری عملکرد جذب و دفع دینامیکی " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های فنی توسط شرکت پیشگامان کیفیت هستی آذر تهیه و تدوین شده و در هزار و صد و هشتاد و هشتمین کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۲/۱۲/۰۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 4651: 1988- Cellular rubbers and plastics- Determination of dynamic cushioning performance
(ISO 4651, Amd 1: 2006)

لاستیک‌ها و پلاستیک‌های سلولی - اندازه‌گیری عملکرد جذب و دفع^۱ دینامیکی

هشدار - افرادی که از این استاندارد استفاده می‌کنند بهتر است با طرزکار معمول آزمایشگاه آشنا باشند. این استاندارد کلیه مسائل ایمنی ناشی از استفاده از آن را در بر نمی‌گیرد. تعیین شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و حصول اطمینان از انطباق با مقررات ملی بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش اندازه‌گیری عملکرد جذب و دفع دینامیکی مواد لاستیکی سلولی و پلاستیک‌های سلولی انعطاف‌پذیر و صلب با اندازه‌گیری قله شتاب کاهشی^۲ و زنه هنگام سقوط آن روی یک آزمونه است. این آزمون، در درجه اول به منظور اطمینان از کیفیت است، با وجود این، به دلیل کاربرد این نوع آزمون برای به دست آوردن داده‌های طراحی، یادآوری‌های بیان‌شده در پیوست الف به ملاحظات بعدی کمک می‌کند.

این روش فقط برای مواد مورد استفاده در بسته‌بندی کاربرد دارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران 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 نظراین استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی شماره ۲۱۱۷، محیط مناسب برای تثبیت شرایط و آزمون
- ۲-۲ استاندارد ملی شماره ۲۳۱۶، لاستیک‌ها و پلاستیک‌های سلولی، اندازه‌گیری ابعاد خطی
- ۳-۲ استاندارد ملی شماره ۶۹۱۷، لاستیک یا پلاستیک با روکش پارچه - محیط مناسب تثبیت شرایط و آزمون

۴-۲ استاندارد ملی شماره ۱۴۴۵۷، لاستیک - روش عمومی آماده‌سازی و تثبیت شرایط آزمون برای روش - های آزمون فیزیکی

2-5 ISO 845, Cellular plastics and rubbers- Determination of apparent density

2-6 ISO 3205, Preferred test temperature.

1 - Cushioning

2 - Peak deceleration

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر کاربرد دارند:

۱-۳

تنش استاتیکی^۱

σ_{ST}

عبارت است از وزن کل چکش و هر وزنه اضافی که به افزایش شتاب گرانشی g_n ضرب و به سطح اصلی آزمون تقسیم می‌شود.

۲-۳

قله شتاب کاهشی

a

عبارت از بیشینه شتاب کاهشی چکش سقوطی^۲ در طی اعمال ضربه روی آزمون است و برحسب متر بر مجذور ثانیه (m/s^2) بیان می‌شود.

۳-۳

منحنی جابجایی

عبارت از منحنی توصیف‌کننده جابجایی سطح تحت ضربه آزمون، برحسب تابعی از زمان، در طی ضربه‌زدن است (به پیوست الف مراجعه کنید).

۴-۳

تنش دینامیکی^۳

عبارت از نیروی کاهنده سرعت اعمال‌شده توسط ماده بر اساس چکش سقوطی، تقسیم بر سطح اصلی آزمون است.

۵-۳

نیروی شتاب کاهشی

عبارت از وزن چکش سقوطی ضرب در شتاب کاهشی آنی آن است.

۶-۳

کشش

1 - Static stress
2 - Drop hammer
3 - Dynamic stress

عبارت از جابجایی برحسب درصدی از ضخامت اصلی است.

۷-۳

نمودار تراکم دینامیکی

عبارت از منحنی توصیف‌کننده رابطه بین تنش دینامیک (نیروی شتاب کاهشی در واحد سطح) و کشش (جابجایی بر ضخامت) در ماده جاذب و دافع در طی ضربه است. شیب این منحنی در کشش معین (قابلیت تراکم دینامیکی) ممکن است به عنوان یک ثابت مشخصه برای سرعت داده شده ضربه و ضخامت آزمون استفاده شود (به پیوست الف مراجعه کنید).

۸-۳

نمودار جذب و دفع

عبارت از نمودار نشان‌دهنده قله شتاب کاهشی، a ، و بیشینه مقدار جابجایی سطح تحت ضربه، ΔL_{max} ، برای آزمون‌هایی از موادی با ضخامت داده شده، L_0 (به پیوست الف مراجعه کنید) و برحسب تابعی از تنش استاتیکی، σ_{ST} ، است.

۹-۳

مقدار تصحیح شده قله شتاب کاهشی

a_c

عبارت از مقدار قله شتاب کاهشی بعد از تصحیح برای هر انحراف کوچک ضخامت اصلی آزمون از ضخامت 50 mm مرجع استاندارد است. این مقدار با ضرب قله شتاب کاهشی اندازه‌گیری شده در ضخامت اصلی و تقسیم بر ضخامت مرجع استاندارد به دست می‌آید.

۱۰-۳

ارتفاع سقوط معادل

h

ارتفاع سقوط در شرایط سقوط آزاد در خلاء، تحت افزایش سرعت ناشی از گرانش استاندارد که باعث ایجاد سرعت ضربه یکسان چکش که در طی آزمون به دست می‌آید، می‌شود. ارتفاع سقوط معادل برحسب متر با استفاده از معادله (۱) به دست می‌آید:

$$h = \frac{v^2}{2g_n} \quad (1)$$

که در آن:

v سرعت ضربه چکش، برحسب m/s ؛

g_n افزایش سرعت استاندارد سقوط آزاد، به عبارت دیگر 9.80665 m/s^2 است.

۴ وسایل و دستگاه‌ها

۱-۴ کلیات

دستگاه باید شامل چکش سقوطی پایه تخت^۱ با سطحی بزرگتر از آزمون و سندان با وزن دست کم صد برابر وزن چکش باشد و نیز سطح آن موازی با پایه چکش سقوطی باشد. از دو نوع اساسی وسایل آزمون دینامیکی استفاده می‌شود (به شکل‌های ۱ و ۲ مراجعه کنید). وسایل آزمون دینامیکی، آزمون‌کننده در حال سقوط هدایت‌شده عمودی می‌باشند که سقوط چکش را به صورت عمودی روی آزمون هدایت می‌کنند تا روی سندان و آزمون‌کننده آونگی^۲ قرار گیرد.

آزمون‌کننده سقوطی هدایت‌شده به صورت عمودی برای آزمون‌هایی با شتاب کاهشی بالا و/یا تنش‌های استاتیک بالا مناسب است. آزمون آونگی برای شتاب کاهشی نسبتاً کم یا تنش‌های استاتیک کم مناسب است.

چکش باید به دستگاهی جهت ثبت مقدار قله شتاب کاهشی در ضربه با دقت $\pm 5\%$ و ترجیحاً با ثبت پالس زمان شتاب کاهشی در ضربه، مجهز باشد. همچنین دستگاهی برای اندازه‌گیری سرعت چکش با دقت $\pm 5\%$ و بلافاصله قبل از ضربه، باید وجود داشته باشد. امکانات مناسبی مانند زمان‌سنج دیجیتال با قابلیت ثبت زمان سقوط از ارتفاع ۲۵ mm با دقت $\pm 1\%$ نیز برای اندازه‌گیری سرعت چکش قبل از ضربه، باید وجود داشته باشد. قبل از ضربه، در نقطه‌ای روی مسیر چکش در فاصله ۵ mm از موقعیت آن در ضربه اولیه، اندازه‌گیری باید کامل شود.

یک مبدل^۳ مطابق با الزامات بند ۴-۲-۱ در مرکز چکش به گونه‌ای باید نصب شود که از اغتشاش مبدل جلوگیری شود. کابل حامل سیگنال از مبدل ضربه‌ای باید به گونه‌ای نصب شود که از پیچ‌خوردگی زیاد در جفت‌کننده مبدل جلوگیری شود.

وزن چکش باید در محدوده تنش استاتیک مورد نیاز تنظیم شود، همچنین ممکن است از چندین چکش استفاده شود. در مواردی که چکش‌ها با وزنه‌های بیشتری تنظیم می‌شوند، پیشنهاد می‌شود این وزنه‌ها به سطح بالایی چکش اضافه شوند.

ضروری است چکش و سندان به اندازه کافی صلب باشند به طوری که نوسانات نامطلوب در منحنی زمان-شتاب کاهشی، ثبت نشود. تناوب طبیعی نوسان چکش باید تا حد امکان بالا و ترجیحاً بیش از ۱۰۰۰ Hz باشد.

قبل از آزمون، سرعت ضربه چکش باید کنترل شود، سرعت باید دست کم 95% سرعت سقوط آزاد معادل باشد. سرعت سقوط آزاد معادل با استفاده از معادله (۲) محاسبه می‌شود:

$$v = \sqrt{2g_n h} \quad (2)$$

که در آن:

v	سرعت سقوط آزاد نهایی، بر حسب m/s؛
g_n	شتاب استاندارد سقوط آزاد، به عبارت دیگر 9.80665 m/s^2 ؛
h	ارتفاع اندازه‌گیری شده چکش روی آزمون، بر حسب m است.

1 - Flat-based drop hammer
2 - Pendulum tester
3 - Transducer

هشدار - ضروری است طرز کار چکش سقوطی به گونه‌ای باشد که از ایمنی کاربر، هنگامی که آزمون‌ها روی سندان قرار می‌گیرند، اطمینان حاصل شود و چندین شکل از حفاظت ایمنی پیشنهاد شود.

۲-۴ تجهیزات ثبت‌کننده

تجهیزاتی برای ثبت پالس‌های شتاب کاهشی - زمان از جمله مبدل، دستگاه‌های تقویت‌کننده و ثبت‌کننده باید وجود داشته باشد.

مبدل‌ها معمولاً پیزوالکتریک^۱ یا از نوع کشش‌سنج^۲ هستند. انتخاب تجهیزات ثبت‌کننده خاص اختیاری است. با وجود این، کلیه تجهیزات ثبت‌کننده (شامل مبدل‌ها و ثبت‌کننده‌ها) باید دارای پاسخ تناوبی کافی برای اندازه‌گیری قله شتاب کاهشی با دقت $\pm 5\%$ باشند. پالس شتاب کاهشی - زمان به دست آمده بر روی اسفنج‌های انعطاف‌پذیر در جابجایی‌های جذب و دفع کم، معمولاً پالس گذرا به یک نیم‌طول موج سینوسی (نیمه سینوسی) است و طبق شکل ۳، برای ضربه‌های ایجادکننده جابجایی‌های جذب و دفع بالا، به شکل مثلثی یا حتی شبه مخروطی است. اسفنج‌های صلب که در اثر ضربه می‌شکنند، پالس شتاب کاهشی - زمان به بخش ابتدایی افزایش شیب که با مقدار ثابت (یا تقریباً ثابت) با بخش کاهش شیب دنبال می‌شود ممکن است نزدیک شود. محدوده پاسخ تناوب مورد نیاز برای اندازه‌گیری این پالس‌های گذرا از مقادیر پیش‌بینی - شده وسیع‌تر است. بنابراین ضروری است با توجه به اجزای اصلی تجهیزات ثبت‌کننده، الزامات زیر در نظر گرفته شود.

۱-۲-۴ مبدل‌ها

مبدل‌ها معمولاً پیزوالکتریک یا از نوع کشش‌سنج هستند. شتاب‌سنج‌های^۳ پیزوالکتریک میرایی^۴ ذاتی کوچکی دارند، در صورتی که تناوب تشدید خیلی پایین باشد، تناوب‌ها می‌توانند باعث تشدید پالس شتاب کاهشی شوند، در نتیجه خطاهای بسیاری ایجاد می‌شود. عموماً با اطمینان از این که دوره طبیعی نوسان مبدل کم‌تر از $1/20$ دوره پالس شتاب کاهشی، T ، است، از ایجاد خطا ممکن است جلوگیری شود. ولی برای پالس‌های نیمه‌سینوسی یا برای پالس‌هایی با افزایش اولیه سریع، کافی است که دوره طبیعی نوسان کم‌تر از $1/10$ دوره پالس یا $1/6$ زمان افزایش پالس باشد.

کشش‌سنج یا شتاب‌سنج‌های القایی، میرایی ذاتی بالاتری (بین 0.4 تا 0.7 از بحرانی) دارند. برای به دست آوردن دقت بهتر از 5% در اندازه‌گیری قله شتاب کاهشی، شتاب‌سنج باید دوره طبیعی نوسان کم‌تر از $1/3$ دوره پالس برای پالس‌های نیمه‌سینوسی یا مثلثی داشته باشد. برای پالس‌هایی با افزایش اولیه سریع، دوره طبیعی باید کم‌تر از $1/6$ زمان افزایش باشد. در مبدل پیزوالکتریک نوع برش زاویه‌ای با اجزای واکنشی، توصیه می‌شود پایه دارای رابط فوقانی عایق شود.

شتاب‌سنج‌های پیزوالکتریک به سیگنال‌های مداوم پاسخ نمی‌دهد و پاسخ تناوب پایین به قسمت‌های متوالی سیستم تقویت‌کننده بستگی دارد. اگر مرحله بعدی یک دنبال‌کننده کاتدی باشد، زمان - ثابت ورودی مدار

1 - Piezoelectric
2 - Strain gauge
3 - Decelerometer
4 - Damping

دنبال‌کننده کاتدی با مبدل ترکیب می‌شود و پاسخ تناوب پایین را کنترل می‌کند. برای ثبت قله شتاب کاهشی تا ۵٪ در پالس‌های نیمه‌سینوسی، زمان- ثابت باید دست‌کم هفت برابر دوره پالس، T، باشد. برای پالس‌های نوع مربعی، مقدار مربوطه باید $20 T$ باشد.

در صورتی که مرحله بعدی تقویت‌کننده شارژی باشد، در تناوب $1/22 T$ برای ۵٪ خطاها در پالس‌های نیمه-سینوسی پاسخ به امواج سینوسی پیوسته نباید بیش از ۵٪ باشد. تناوب مربوطه برای پالس‌های مربعی $1/50 T$ است.

این اشکال، برای تناوبی که به امواج سینوسی پیوسته پاسخ می‌دهد ۵٪ کاهش می‌یابد، برای هر سیستم تقویت‌کننده که از جفت‌کننده a.c استفاده می‌کند نیز کاربرد دارند.

۴-۲-۲ ثبات‌ها

پاسخ تناوب بالای نوسان‌سنج‌های اشعه کاتدی^۱ معمولاً کافی است. برای نوسان‌نگارهای^۲ گالوانومتر^۳، پاسخ تناوب بالا ممکن است محدود شود و از آنجایی که این تجهیزات معمولاً تا ۰٫۴ تا ۰٫۷ از بحرانی میرا می‌شوند، نوسان‌نگار گالوانومتر بهتر است دوره طبیعی نوسان کم‌تر از $1/3$ دوره پالس برای پالس‌های نیمه-سینوسی یا مثلی داشته باشد. نوسان‌سنج‌ها و سایر ثبات‌های استفاده‌کننده از تقویت‌کننده‌های a.c می‌توانند پاسخ تناوب پایین نامناسب داشته باشند و ملاحظات به‌دست‌آمده در مورد تقویت‌کننده‌های شارژی باید دنبال شوند. به‌دلیل سکون قلم ثبات، این احتمال وجود دارد که ثبات‌های قلمی مستقیم پاسخ نامناسبی داشته باشند. به‌منظور کاهش سیگنال‌های خروجی نادرست ناشی از تشدید مکانیکی با تجهیزات آزمون، محدود کردن پاسخ تناوب بالای ثبات ممکن است ضرورت داشته باشد. تناوب بالاتر باید تا حد امکان بالا نگهداشته شوند و با میرایی مناسب سیگنال‌های نادرست موافق باشد. در تناوب معادل با دو برابر تناوب پیش‌بینی‌شده، کمینه الزامات کم‌تر از ۵٪ میرایی است.

مدت پالس و زمان‌های افزایش به نوع ماده مورد آزمون و شرایط آزمون بستگی دارد. برای آزمون‌هایی با ضخامت ۵۰ mm، مدت پالس اسفنج‌های انعطاف‌پذیر در محدوده ۱۰ ms تا ۲۵ ms گزارش شده است. برای مواد صلب، با افزایش زمان از ۲ ms تا ۵ ms، پالس‌ها ممکن است کوتاه باشند. از سنج‌های خوانش قله برای به‌دست آوردن مقادیر دقیق شتاب کاهشی در ضربه می‌توان استفاده کرد.

۵ آزمون‌ها

۵-۱ شکل و ابعاد

آزمون باید متوازی‌السطوح و با ابعاد زیر باشد:

- طول: (150 ± 5) mm؛

- عرض: (150 ± 5) mm؛

- ضخامت: (50 ± 5) mm.

1 - Cathode ray oscilloscope
2 - Oscillograph
3 - Galvanometer

آزمونه باید با هر وسیله مناسبی مانند اره نواری یا چاقوی تیز که مشخصه‌های دینامیکی را تغییر ندهد بریده شود. از سیم داغ برای برش آزمونه‌ها نباید استفاده شود.

در یک مجموعه ده آزمونه‌ای، اختلاف در ضخامت میانگین آزمونه‌ها نباید بیش از 2 mm باشد. ابعاد باید مطابق با استاندارد ملی شماره ۲۳۱۶ اندازه‌گیری شود. ضخامت آزمونه ممکن است با چندلا کردن کم‌تر از دو ورق با ضخامت 20 mm و در جهت یکسان با توجه به هر جهت معین ناهمسان‌گردی به دست آید.

۵-۲ یکنواختی

چگالی هر آزمونه نباید بیش از ۱۰٪ از میانگین چگالی مجموعه ده آزمونه اختلاف داشته باشد.

۵-۳ جهت‌یابی هنگام انجام آزمون

آزمونه‌های برش داده شده از محصولات نهایی باید طوری آزمون شوند که جهت تنش دینامیکی با تنش دینامیکی مواد در معرض محصول نهایی معادل باشد. در صورت غیرممکن بودن، رابطه جهت تنش دینامیکی اصلی در محصول تمام‌شده با جهت آزمون باید در گزارش بیان شود.

۵-۴ تعداد

دست‌کم ده آزمونه باید آزمون شود.

۶ پیش‌تثبیت شرایط^۱ و شرایط آزمون

نمونه‌ها نباید در کم‌تر از ۷۲ h بعد از تولید، آزمون شوند. قبل از آزمون، آزمونه‌ها باید مطابق با استانداردهای ملی ایران شماره‌های ۲۱۱۷، ۶۹۱۷ و ۱۴۴۵۷ دست‌کم ۱۶ h تثبیت شرایط شوند. در صورت اختلاف، مجموعه‌ای از تثبیت شرایط باید مورد توافق قرار گیرد و ترجیحا دما 23 ± 2 °C و رطوبت نسبی 50 ± 5 ٪ باشد.

دوره زمانی تثبیت شرایط ممکن است بخش پایانی ۷۲ h بعد از تولید باشد. آزمون‌ها باید تحت شرایط یکسان انجام گیرند مگر این‌که به گونه دیگری بین تهیه‌کننده و خریدار توافق شود.

۷ روش انجام آزمون

۷-۱ کلیات

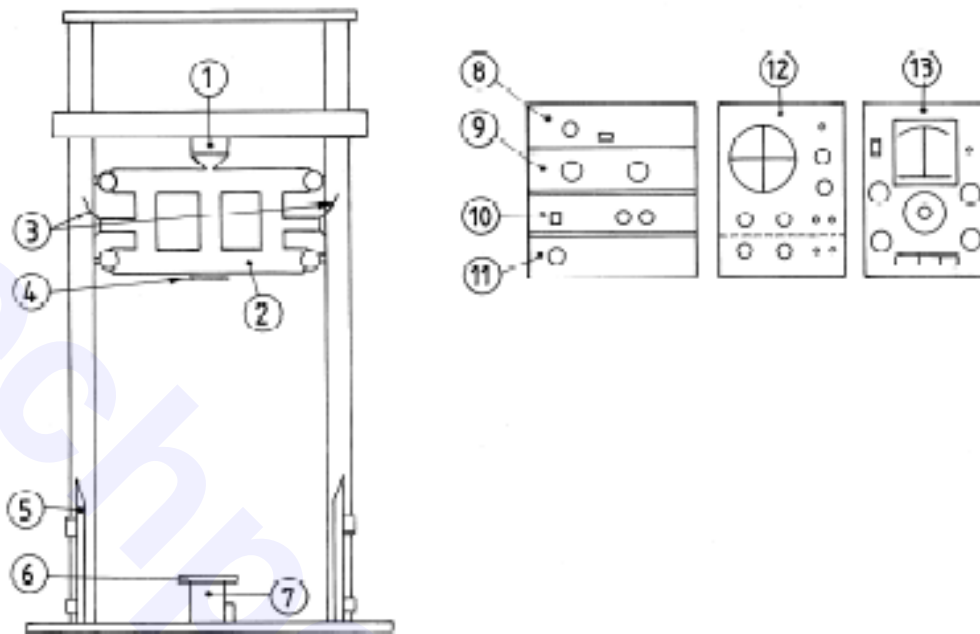
ضخامت اصلی آزمونه‌ها را همان‌طور که در بند ۵-۱ توضیح داده شد، ثبت کنید. چگالی هر آزمونه را مطابق با استاندارد ISO 845 اندازه‌گیری کنید. اطمینان حاصل کنید که چکش در یک موقعیت ایمن باشد.

آزمونه را روی سندان قرار دهید و چکش را برای ضربه روی آزمونه آماده کنید.

سه بار در فاصله زمانی 15 ± 60 s با استفاده از سرعت از قبل تعیین‌شده ثابت و تنش استاتیکی که به ترتیب طبق بند ۷-۲ و ۷-۳ تعیین می‌شود به آزمونه ضربه بزنید. قله شتاب کاهشی چکش را در اولین و سومین ضربه اندازه بگیرید. هر آزمونه باید فقط برای یک ترکیب خاص تنش استاتیکی و سرعت ضربه استفاده شود.

1 - Pre-conditioning

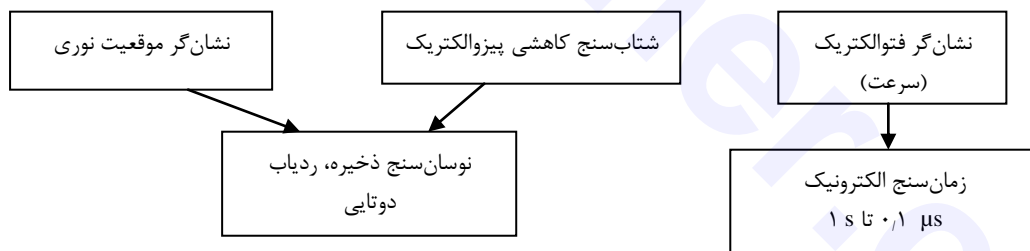
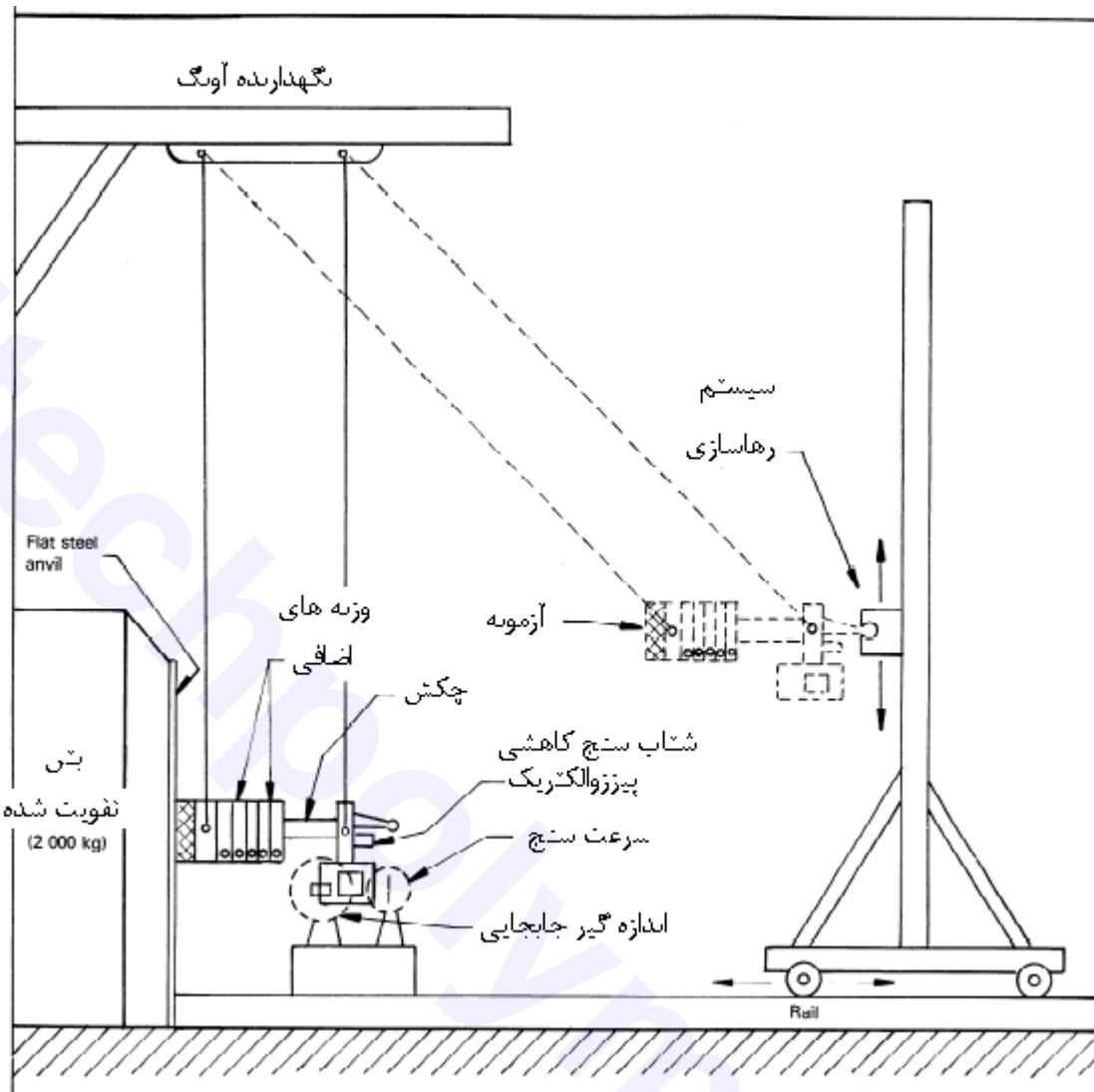
بعد از این که آزمون سه بار تحت ضربه قرار گرفت، اجازه دهید به مدت ۵ min بازیابی شود و ضخامت آن را دوباره اندازه بگیرید.



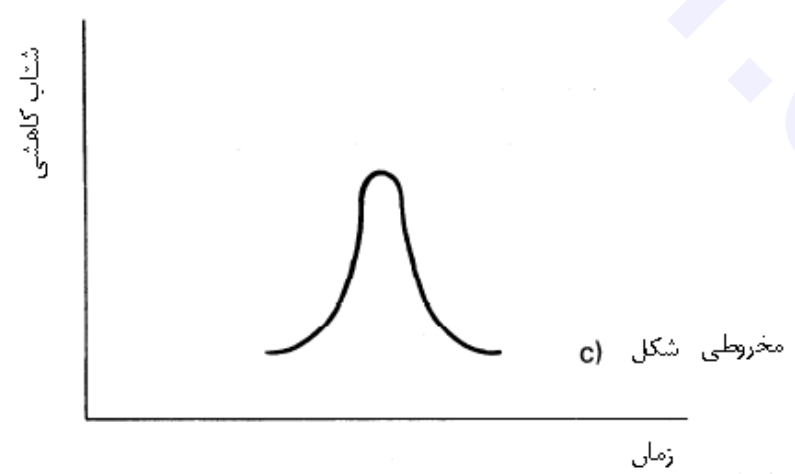
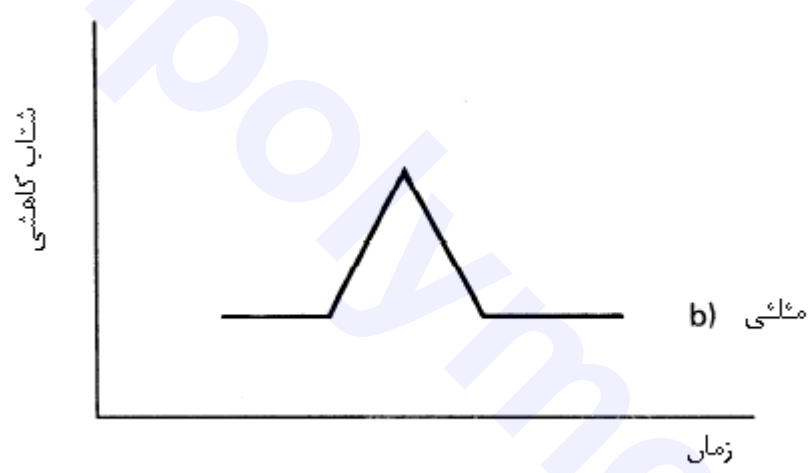
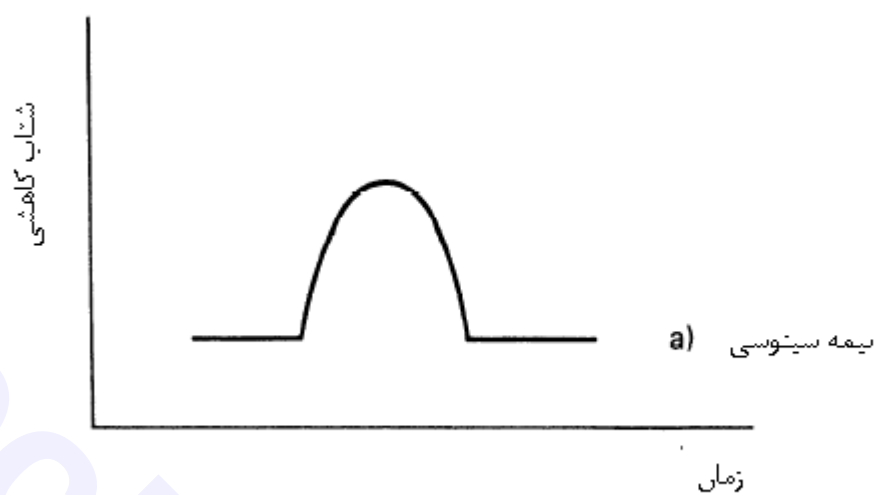
راهنما:

- ۱ آهن‌ریای مغناطیسی
- ۲ حامل
- ۳ تماس کشویی برای پتانسیومتر متحرک
- ۴ چکش
- ۵ پتانسیومتر متحرک
- ۶ پایه آزمون (سندان)، ۹۵۰ g
- ۷ سل فشار، ۰ kN تا ۵۰ kN
- ۸ دستگاه هشدار اضافه بار برای سل فشار
- ۹ منبع تغذیه خودکار نور تصویربرداری
- ۱۰ منبع تغذیه آهن‌ریا و پتانسیومتر متحرک
- ۱۱ پایدارکننده a.c برای کلیه تجهیزات
- ۱۲ نوسان‌سنج دو پرتو، ۰ kHz تا ۳۰۰ kHz با دوربین خودکار
- ۱۳ تقویت‌کننده خطی حامل تناوب، ۵۰ kHz

شکل ۱- آرایش نوعی دستگاه چکش سقوطی برای اندازه‌گیری عملکرد جذب و دفع دینامیکی



شکل ۲- آرایش نوعی دستگاه آونگی برای اندازه گیری عملکرد جذب و دفع دینامیکی



شکل ۳- پالس‌های زمان شتاب کاهش‌ی

۲-۷ سرعت ضربه

از دو سرعت معادل با سقوط آزاد تحت جاذبه، از ارتفاع‌های ۲۵۰ mm و ۷۵۰ mm استفاده کنید، می‌توان از ارتفاع سقوط ۱۲۵۰ mm نیز استفاده کرد. هر ضربه باید ۹۵٪ الزامات سقوط آزاد را مطابق الزامات توضیح داده شده در بند ۴-۱ برآورده کند. هر ضربه‌ای که این الزامات را برآورده نکند باید کنار گذاشته شود.

۳-۷ تنش استاتیک

در هر سرعت ضربه، پنج تنش استاتیک مختلف با توافق بین خریدار و تهیه‌کننده باید انتخاب شود، از این رو به‌طور تقریبی کم‌ترین قله شتاب کاهشی در اثر ضربه با یک تنش استاتیک به‌دست می‌آید و چهار تنش استاتیک باقی‌مانده، متناسب با افزایش تقریبی ۱۰٪ و ۲۰٪ قله شتاب کاهشی، در بالا و پایین این مقدار توزیع می‌شود.

برای مواد خاص، متناظر با مقدار ۱۰٪+، تعداد مقادیر تنش استاتیک انتخاب‌شده ممکن است به دو کاهش یابد. اگر آزمون قبلی نشان دهد که تغییر قابل توجهی در عملکرد جذب و دفع با این آزمون کاهش‌یافته نمایان می‌شود، بین خریدار و تهیه‌کننده می‌تواند توافق صورت گیرد.

۸ بیان نتایج

۱-۸ مجموعه باقی‌مانده

مجموعه باقی‌مانده بعد از ضربه آزمون با استفاده از معادله (۳) برحسب درصد محاسبه می‌شود:

$$\left(\frac{L_0 - L_v}{L_0} \right) \times 100 \quad (3)$$

که در آن:

L_0 ضخامت اصلی آزمون برحسب mm؛

L_v ضخامت آزمون بعد از ضربه برحسب mm است.

۲-۸ قله شتاب کاهشی

مقدار تصحیح شده قله شتاب کاهشی، a_c ، در واحد شتاب استاندارد سقوط آزاد با استفاده از معادله (۴) به‌دست می‌آید:

$$a_c = \frac{L_0}{L_s} \times \left(\frac{v_n}{v_a} \right) a_m \quad (4)$$

که در آن:

L_0 ضخامت اصلی آزمون، برحسب mm؛

L_s ضخامت مرجع استاندارد آزمون (۵۰ mm)، برحسب mm؛

v_n سرعت اسمی، برحسب m/s؛

v_a سرعت واقعی، برحسب m/s؛

a_m مقدار اندازه‌گیری شده قله شتاب کاهشی، برحسب واحدهای شتاب استاندارد سقوط آزاد است.

۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۹ ارجاع به شماره این استاندارد؛
- ۲-۹ توصیف ماده؛
- ۳-۹ جهت آزمون با توجه به هرگونه ناهمسانگردی^۱ ماده اصلی؛
- ۴-۹ شرایط آزمون، با اشاره صریح به دستگاه آزمون سقوط مورد استفاده؛
- ۵-۹ تنش استاتیکی مورد استفاده، ضخامت آزمون و مقادیر شتاب کاهشی تصحیح شده معادل؛
- ۶-۹ مجموعه باقی مانده بعد از ضربه؛
- ۷-۹ آزمون‌ها لایه‌لایه شده‌اند یا نه؛
- ۸-۹ تعداد سقوط‌ها و ارتفاع سقوط.

پیوست الف (اطلاعاتی)

استفاده از عملکرد جذب و دفع دینامیکی برای به دست آوردن داده‌های طراحی

این پیوست در مورد استفاده از روش آزمون تعیین شده در این استاندارد راهنمایی می‌کند.

الف-۱ ارائه داده‌ها

داده‌های به دست آمده با استفاده از این روش آزمون و در نظر گرفته شده برای طراحی، ممکن است با یکی از روش‌های زیر نمایش داده شود.

الف-۱-۱ نمودار تنش استاتیک-شتاب کاهشی، که در آن قله شتاب کاهشی، a ، برحسب m/s^2 در مقابل تنش استاتیک، σ_{ST} ، برحسب kPa، رسم می‌شود:

الف-۱-۱-۱ برای تعداد معینی از سقوط‌های متوالی مطابق با بند ۱-۷ یا الف-۲-۵ روی آزمون‌های با ضخامتی مطابق با توضیحات بند الف-۲-۱ و سرعت ضربه یا ارتفاع سقوط معادل مطابق با توضیحات بند ۲-۷ یا الف-۲-۲؛

الف-۱-۱-۲ برای تعدادی از آزمون‌ها با ضخامت متغیر انتخاب شده مطابق با بند الف-۲-۱ و سرعت ضربه یا ارتفاع سقوط معادل مطابق با توضیحات بند ۲-۷ یا الف-۲-۲؛

الف-۱-۱-۳ برای آزمون‌های با ضخامت معین مطابق با بند الف-۲-۱ و مجموعه‌ای از سرعت‌های ضربه انتخاب شده یا ارتفاع‌های سقوط معادل مطابق با توضیحات بند ۲-۷ یا الف-۲-۲.

الف-۱-۲ نمودار جذب و دفع، که با نمودار تنش استاتیک-شتاب کاهشی (به بند الف-۱-۱ مراجعه کنید) یکسان است، همچنین برای هر مجموعه اندازه‌گیری بیشینه جابجایی، ΔL_{max} ، برحسب mm نیز روی نمودار یکسان برحسب تنش استاتیک، σ_{ST} ، رسم می‌شود. مثالی از نمودار جذب و دفع در شکل الف ۱ نشان داده می‌شود.

الف-۱-۳ نمودار تراکم دینامیکی، که تنش دینامیکی، σ_{DYN} ، برحسب kPa به صورت تابعی از تراکم نسبی $\Delta L_{max}/L_0$ آزمون برحسب درصد نشان داده می‌شود. عنوان نمودار بهتر است ضخامت اصلی آزمون، L_0 ، برحسب mm و سرعت تراکم معین یا ارتفاع سقوط معادل را بیان کند.

الف-۲ الزامات آزمون برای اکتساب داده‌های طراحی

الف-۲-۱ اهمیت اندازه آزمون

اندازه (و شکل) آزمون معلوم است تا مقادیر قله شتاب کاهشی، به‌ویژه در اسفنج‌های سلول باز جزئی یا غالب^۱ را تحت تاثیر قرار دهد. برای نمونه‌های خارج از رواداری استاندارد ضخامت، روش اصلاح کاربرد ندارد.

1 - Partially or dominantly open-cell

ابعاد آزمون‌های انتخاب‌شده برای این روش بر آن است که تغییرات ناشی از اندازه را تا مقادیر قابل قبول کاهش دهد.

در صورت موجود بودن داده‌ها برای طراحی، بهتر است ضخامت انتخاب شود که نشان‌دهنده محصول نهایی است. در سایر موارد و برای اکتساب داده‌های طراحی جامع برای ماده سلولی خاص و نیز به جای ضخامت استاندارد تصریح‌شده (50 ± 5) mm یک یا چندین ضخامت زیر بهتر است انتخاب شود: 10 mm، 25 mm، 50 mm، 75 mm، 100 mm و 125 mm.

یادآوری - عملکرد جذب و دفع دینامیکی یک ماده بدون جذب و دفع، با جذب و دفع محدود ممکن است قابل مقایسه نباشد. برای استفاده در بسته‌بندی، قله شتاب کاهشی ممکن است با دندان‌گذاری ماده جاذب و دافع، اصطکاک سطوح ماده جاذب و دافع و شکستگی ظرف خارجی تحت تاثیر قرار گیرد.

الف-۲-۲ سرعت ضربه یا ارتفاع سقوط معادل

دو سرعت انتخاب‌شده برای این روش آزمون معین کاربردهای وسیعی را تحت پوشش قرار می‌دهد و اختلاف در عملکرد ماده سلولی در آهنگ‌های کشش اولیه کم و زیاد را نشان می‌دهد. برای اکتساب داده‌های طراحی و بسته به کاربرد نهایی، سایر سرعت‌ها و ارتفاع‌های سقوط معادل ممکن است ضرورت داشته باشد. برای سرعت‌های خارج از محدوده تحت پوشش با دو سرعت بیان‌شده در این روش آزمون، به‌دست‌آوردن عملکرد دستگاه آزمون یکسان ضرورت دارد.

الف-۲-۳ تنش استاتیک σ_{ST}

بزرگ‌ترین محدوده تنش‌های استاتیک برای طراحی از 0,5 kPa تا حدود 15 kPa است، به‌این ترتیب اغلب مواد سلولی نشان‌دهنده مواد جذب و دفع بالقوه تحت پوشش قرار می‌گیرد. توصیه می‌شود در این محدوده از کمینه شش تنش استاتیک استفاده شود.

الف-۲-۴ اندازه‌گیری جابجایی

برای نمایش داده‌های طراحی مطابق با بند الف-۱-۲ و الف-۱-۳، دستگاهی برای ثبت جابجایی چکش برحسب تابعی از زمان یا شتاب کاهشی چکش ضرورت دارد.

الف-۲-۵ تعداد سقوط‌ها

برای اغلب کاربردهای عملی، اولین و سومین عملکرد سقوط کافی است. تغییر قله شتاب کاهشی پنج ضربه ممکن است ضرورت داشته باشد تا در سیستم‌های توزیع دستخوش انتقال تکراری حفاظت کافی به‌دست آید. در چنین مواردی، پیشنهاد می‌شود اولین و پنجمین عملکرد سقوط، اندازه‌گیری و گزارش شود یا به طور متناوب داده‌های جامع به شکل نمودار تنش استاتیک-شتاب کاهشی مطابق با بند الف-۱-۱ ارائه شود، اولین عملکرد سقوط و میانگین چهار عملکرد سقوط متوالی را نشان دهید.

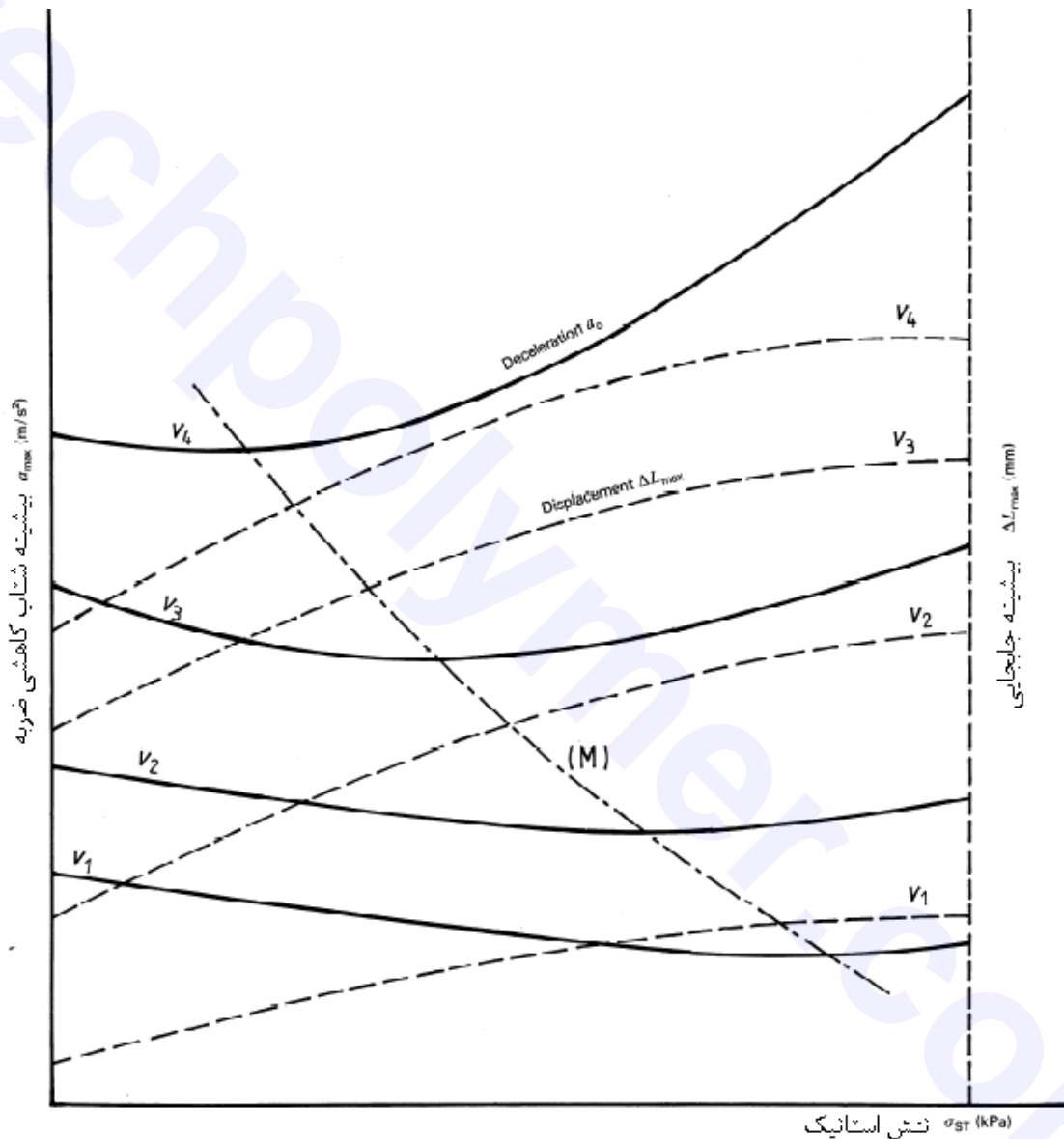
الف-۲-۶ دما

برای طراحی، عملکرد در محدوده دمایی 40°C تا 55°C ممکن است ضرورت داشته باشد. مطابق استاندارد ISO 3205 بهتر است دمای آزمون مناسب انتخاب شود. قسمت‌هایی از دستگاه‌های آزمون که با آزمون در تماس‌اند بهتر است قابلیت عملکرد ایمن در این دماها را داشته باشند.

الف-۲-۷ رطوبت

در مواردی که داده‌های عملکرد ماده سلولی خاص تحت شرایط نوعی مورد نیاز باشد یا محصول نهایی با چنین شرایطی مواجه می‌شود، شرایط آزمون پیشنهادی، دمای $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی $(90 \pm 5)\%$ است.

یادآوری - در موارد خاص، تثبیت شرایط گسترده جهت اطمینان از توزیع غیریکنواخت رطوبت در آزمون ممکن است ضرورت داشته باشد.



یادآوری - V_1, V_2, V_3 سرعت‌های ضربه انتخابی هستند. منحنی (M) تغییر در کمینه مقدار a_{max} برای هر سرعت ضربه را برحسب تابعی از نشان می‌دهد.

شکل الف ۱- مثالی از نمودار جذب و دفع