



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۹۲۷۷ ۴

چاپ اول

**ISIRI**

**9277-2**

**1st. Edition**

پلاستیک‌ها - تعیین مقاومت ضربه ای به روش چارپی-  
روش آزمون

قسمت ۲: آزمون ضربه با دستگاه تجهیز شده

**Plastics – Determination of charpy impact  
properties-Test method- Part 2: Instrumented  
impact test**

**ICS:83.080.01**

به نام خدا

#### آشنایی با موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه 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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان موسسه\* صاحب نظران مراکز وموسسات 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 تولید کنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. بیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظر خواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات 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 موسسات و سازمانهای علاقمند 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 براسال مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که موسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO) ۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک ۲ (IEC) و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML) □ 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 پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین امللی بهره گیری می شود.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 زست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقدام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. موسسه 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 سازمانها و موسسات 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، موسسه استاندارد این گونه سازمان ها و موسسات را براساس ضوابط نظام تائید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تایید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها 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 موسسه است.

\*موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for standardization

2- International Electro technical Commission

3- International Organization for Lrgal Metrology (Organion International de Metrology Legal)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                       |
|------|-----------------------------|
| ب    | آشنایی با موسسه استاندارد   |
| د    | کمیسیون فنی تدوین استاندارد |
| و    | پیش گفتار                   |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد        |
| ۲    | ۲ مراجع الزامی              |
| ۳    | ۳ اصطلاحات و تعاریف         |
| ۹    | ۴ اصول روش                  |
| ۹    | ۵ تجهیزات                   |
| ۱۶   | ۶ آزمون ها                  |
| ۱۷   | ۷ روش اجرای آزمون           |
| ۱۸   | ۸ محاسبه و بیان نتایج       |
| ۲۲   | ۹ گزارش آزمون               |
| ۲۴   | پیوست الف (اطلاعاتی)        |
| ۲۸   | پیوست ب (اطلاعاتی)          |
| ۳۱   | پیوست ج (اطلاعاتی)          |

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"پلاستیک‌ها - تعیین مقاومت ضربه ای به روش چارپی - قسمت ۴ آزمون ضربه با دستگاه تجهیز شده- روش

آزمون "

رئیس:

اکبریان، ماسیس

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

سمت یا نمایندگی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

دبیر:

جوادی، عزیزه

(دکترای مهندسی پلیمر)

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا )

بابازاده، غلامرضا

(لیسانس مهندسی پلیمر)

کارشناس شرکت ساپگو

باستانی، مهشید

(لیسانس مهندسی شیمی )

دانشگاه صنعتی امیر کبیر

جلالی، اعظم

(دکترای مهندسی پلیمر)

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

طلوعی، شهره

(لیسانس مهندسی شیمی )

کارشناس موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مشایخی، ژیلا

(لیسانس مهندسی شیمی )

دانشگاه صنعتی امیر کبیر

میر محمد صادقی، گیتی

(دکترای مهندسی پلیمر)

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

## پیش گفتار

استاندارد " پلاستیک‌ها - تعیین مقاومت ضربه ای به روش چارپی - قسمت ۲: آزمون ضربه دستگاه تجهیز شده - روش آزمون "، که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در ششصد و چهل و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۸۸/۱۱/۱۴ مورد تصویب قرار گرفته است. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های 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 تجدیدنظر 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 179-2: 1997 Plastics – Determination of charpy impact properties- Part 2: Instrumented impact test**

## پلاستیک‌ها - تعیین مقاومت ضربه ای به روش چارپی<sup>۱</sup> قسمت ۲: آزمون ضربه با دستگاه تجهیز شده<sup>۲</sup> - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۴ هدف از تدوین این استاندارد ارائه روشی برای تعیین خواص ضربه ای پلاستیک‌ها به روش چارپی از روی نمودارهای نیرو - انحراف<sup>۳</sup> است. انواع مختلف آزمونه‌های میله ای شکل، چگونگی انجام آزمون، همچنین متغیرهای مختلف آزمون با توجه به نوع ماده، نوع آزمونه و نوع شکاف<sup>۴</sup> در استاندارد ملی ۹۲۷۷-۱ : سال ۱۳۸۷ تعیین شده اند.

در این استاندارد، اثرات دینامیکی مانند رزونانس لود سل/ضربه زن<sup>۵</sup>، رزونانس آزمونه، پیک های تماس اولیه و اینرسی<sup>۶</sup> بررسی شده اند (به شکل ۱، نمودار ب و پیوست الف مراجعه شود).

۲-۴ برای مقایسه بین روش آزمون چارپی و آیزود به بند ۱ استاندارد ملی ۹۲۷۷-۱ : سال ۱۳۸۷ مراجعه شود. استاندارد ملی ۹۲۷۷-۱ : سال ۱۳۸۷ برای تعیین رفتار ضربه ای فقط به وسیله اندازه گیری مقاومت به ضربه مناسب است و برای استفاده از دستگاهی که انرژی پتانسیل آن تقریبا برابر انرژی شکست مورد اندازه گیری است، کاربرد دارد (به استاندارد ISO 13802 و پیوست ج مراجعه شود). این استاندارد ملی، در مواردی که تعیین مشخصات دقیق رفتار ضربه، نیاز به بررسی نمودار نیرو - انحراف یا نیرو - زمان، داشته باشد کاربرد دارد، و برای توسعه دستگاه اتوماتیک است، به طوری که دیگر نیازی به تخمین اولیه انرژی ضربه نخواهد بود.

۳-۴ برای محدوده موادی که ممکن است با این روش آزمون شوند، به بند ۱ استاندارد ملی ۹۲۷۷-۱ : سال ۱۳۸۷ مراجعه شود.

۴-۴ برای مقایسه عمومی نتایج آزمون، به استاندارد ملی ۹۲۷۷-۱ : سال ۱۳۸۷ مراجعه شود.

---

1 Charpy

2 Instrumented

3 Deflection

4 Notch

5 Load- cell/striker resonance

6 Initial –contact /inertia peaks

۵-۴ این روش به عنوان یک منبع اطلاعاتی برای محاسبات طراحی روی قطعات کاربرد ندارد، گرچه امکان استفاده از داده های این روش، موضوع این استاندارد نیست. هر گونه استفاده از داده های بدست آمده از این روش، باید با مراجعه به استانداردهای مرتبط، یا با توافق بین طرفین ذینفع انجام شود. اطلاعات در مورد رفتار شاخص مواد می تواند با انجام آزمون در دماهای مختلف، استفاده از شکاف هایی با شعاع متفاوت و/ یا آزمون های با ضخامت متفاوت و با انجام آزمون بر روی آزمون های آماده شده تحت شرایط مختلف بدست آید.

هدف این استاندارد، بررسی ساز و کار مربوط به هر نقطه از نمودار نیرو انحراف نمی باشد. چنین بررسی در قالب تحقیقات علمی جاری انجام می پذیرد.

۶-۴ نتایج آزمون ها، فقط زمانی قابل مقایسه می باشند که شرایط تهیه آزمون ها و همچنین شرایط آزمون مشابه باشد. برای ارزیابی جامع واکنش به مقدار تنش ضربه ای، لازم است که اندازه گیری ها به صورت تابعی از سرعت انحراف و دما برای متغیرهای مختلف مانند مقدار بلورینگی و رطوبت انجام شود. بنابراین، پیش بینی مستقیم رفتار ضربه ای محصولات نهایی با این روش امکان پذیر نمی باشد ولی برای استفاده از روش مندرج در این استاندارد، آزمون ها را می توان از محصولات نهایی تهیه کرد.

۷-۴ مقاومت به ضربه تعیین شده با این روش می تواند جایگزین مقادیر بدست آمده از استاندارد ملی ۹۲۷۷-۱ : سال ۱۳۸۷ شود، به شرطی که قابل مقایسه بودن نتایج دو روش، قبلا به اثبات رسیده باشد.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها 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 تجدید نظر های 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 تجدید نظر و اصلاحیه بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۴ ۱ استاندارد ملی ۹۲۷۷ سال ۱۳۸۷: پلاستیک ها - تعیین مقاومت ضربه ای به روش چارپی : قسمت

اول: آزمون ضربه با دستگاه تجهیز نشده

## **2-2 ISO 13802, Plastics-Verification of pendulum impact-testing machines –Charpy-Izod and tensile impact testing.**

### **۳ اصطلاحات و تعاریف**

در این استاندارد اصطلاحات با تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی ۹۲۷۷ سال ۱۳۸۷ و تعاریف زیر به کار می رود:

۴ ۱ **سرعت ضربه،  $V_0$ :** سرعت ضربه زن نسبت به تکیه گاه های آزمونه در لحظه ضربه

این کمیت برحسب واحد متر بر ثانیه (m/s) بیان می شود.

۴ ۲ **پیک اینرسی:** اولین پیک در نمودار نیرو زمان و یا نیرو انحراف که ناشی از اینرسی قسمتی از آزمونه است که در اولین برخورد با پاندول شتاب می گیرد<sup>۱</sup> (به شکل ۱، نمودار ب و پیوست الف مراجعه شود).

۴ ۳ **نیروی ضربه، F:** نیرویی که توسط لبه ضربه زن<sup>۱</sup>، در جهت ضربه به آزمونه اعمال شده و با نیوتن (N) بیان می شود.

---

<sup>1</sup> Striking edge

۳ ۴ مقدار انحراف،  $s$ : مقدار جابجایی ضربه زن، نسبت به تکیه گاه آزمون بعد از ضربه ، که پس از اولین تماس آن با آزمون انجام شده و برحسب میلی متر (mm) بیان می شود.

۳ ۵ انرژی ضربه،  $W$ : انرژی مصرف شده برای شتاب دادن ، انحراف و شکستن آزمون در طی انحراف  $S$  که بر حسب ژول (J) بیان می شود.

این کمیت با اندازه گیری سطح زیر نمودار نیرو انحراف، از نقطه شروع ضربه تا رسیدن به انحراف  $s$  محاسبه می شود.

۳ ۶ بیشینه نیروی ضربه،  $F_M$ : بیشترین مقدار نیروی ضربه در نمودار نیرو زمان یا نیرو انحراف (شکل ۱) که برحسب نیوتن (N) بیان می شود.

۳ ۷ انحراف در بیشینه نیروی ضربه،  $S_M$ : مقدار انحراف در بیشینه نیروی ضربه  $F_M$  (شکل ۱) که بر حسب میلی متر بیان می شود.

۳ ۸ انرژی در بیشینه نیروی ضربه،  $W_M$ : انرژی مصرف شده برای انحراف در بیشینه نیروی ضربه که بر حسب ژول (J) بیان می شود.

۳ ۹ انحراف در شکست،  $S_B$ : انحرافی که در آن نیروی ضربه تا ۵٪ یا کمتر از بیشینه نیروی ضربه  $F_M$  کاهش می یابد (شکل ۱) و بر حسب میلی متر بیان می شود.

لازم است که بین مقدار انحراف در نقطه شکست  $S_B$  و حد انحراف<sup>۱</sup>  $S_L$  در شروع کشیدگی<sup>۲</sup> (مطابق شکل ۱ نمودار (N)، که به وسیله طول  $l$ ، پهنای  $b$  آزمون و فاصله  $L$  بین تکیه گاه های آزمون تعیین می شود، فرق گذاشت. برای آزمون های نوع ۱ در حالت ضربه لبه ای<sup>۳</sup>،  $S_L$  در محدوده ۳۲ تا ۳۴ میلی متر می باشد.

---

<sup>1</sup> Deflection limit

<sup>2</sup> Pull through

<sup>3</sup> Edgewise position

**یادآوری** گاهی در آزمون ضربه لبه ای آزمونه های نوع ۱ محدوده های مقدار انحراف ظاهری قابل مشاهده است (مثلا مقادیر کم و غیر منتظره، در حدود ۲۰ میلی متر، که در آنها نیروی ضربه به صفر می رسد، اما آزمونه شکسته نمی شود). انجام دادن آهسته آزمون نشان می دهد که در چنین شرایطی، تغییر وضعیت قرار گرفتن آزمونه از لبه ای به حالت پایدارتر صفحه ای<sup>۱</sup> از طریق تغییر شکل تلفیقی خمشی-پیچشی انجام می شود. این امر به آسانی می تواند با بررسی آزمونه بعد از آزمون، تایید شود: این خمش، در جهت غیر موازی و شیب دار نسبت به پهنای آزمونه می باشد. دلیل این رفتار، نسبت بالای سختی خمشی<sup>۲</sup> لبه ای به صفحه ای آزمونه می باشد و می تواند به دلیل ویژگی غیر متقارن کوچکی مانند زاویه شیب باشد. با قرار دادن راهنمایی<sup>۳</sup> در جلو ی لبه ضربه زن (ولی نه در تماس با آن)، از پیچش قسمت مرکزی آزمونه و در نتیجه از این پدیده می توان به مقدار زیادی جلوگیری کرد.

۳ ۱۰ انرژی ضربه در شکست،  $W_B$ : انرژی ضربه تا مقدار انحراف در شکست  $S_B$  که با ژول (J) بیان می شود.

۴ ۱۱ مقاومت به ضربه چارپی (شکاف دار)،  $a_{CU} (a_{CN})$ : انرژی ضربه در شکست نسبت به سطح مقطع مرکزی اولیه آزمونه  $A (A_N)$  بدون شکاف یا شکاف دار، (به بند ۸ ۴ و استاندارد ملی ۹۲۷۷ سال ۱۳۸۷، بند ۳ ۱ و ۳ ۲ مراجعه شود) که بر حسب کیلو ژول بر متر مربع ( $KJ/m^2$ ) بیان می شود.

۳ ۱۲ نوع شکست،

نوع رفتار انحراف ماده تحت آزمون (شکل ۲)، ممکن است به اشکال زیر باشد: عدم شکست (N)، شکست جزئی (P)، چقرمه (t)، شکننده (b)، یا خرد شده<sup>۴</sup> (S).

انواع t، b و S زیر گروه های شکست کامل C و شکست لولایی H می باشند که در استاندارد ملی ۹۲۷۷ سال ۱۳۸۷ توصیف شده اند. برای این انواع، مقادیر انرژی ضربه در شکست  $W_B$  و بنابراین مقاومت به ضربه به روش چارپی می توانند میانگین گیری شده و یک مقدار متوسط را به دست دهند. برای آزمونه های با شکست جزئی P و برای موادی که از خود شکست برشی بین لایه ای نشان می دهند، به بند ۷ ۶ استاندارد ملی ۴

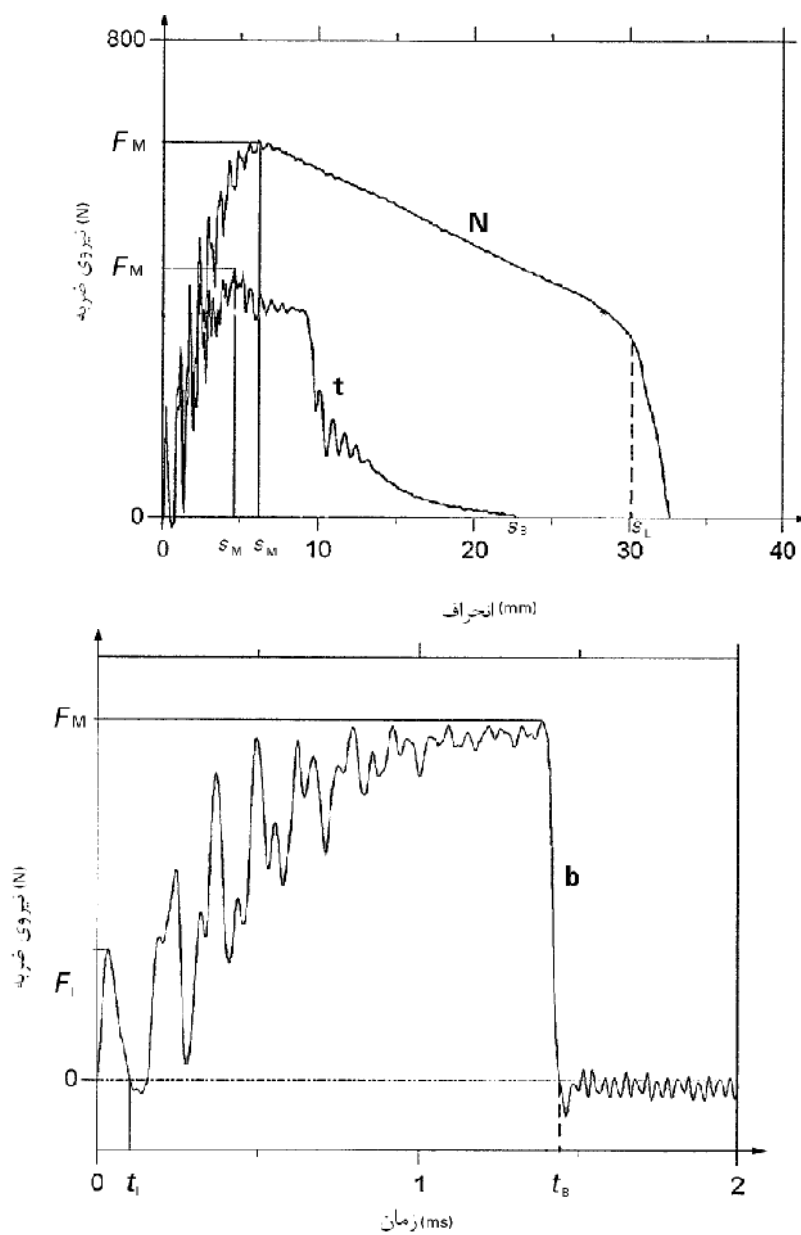
---

<sup>1</sup> Flat wise  
<sup>2</sup> Flexural rigidity  
<sup>3</sup> Fitting edge  
<sup>4</sup> Splintering

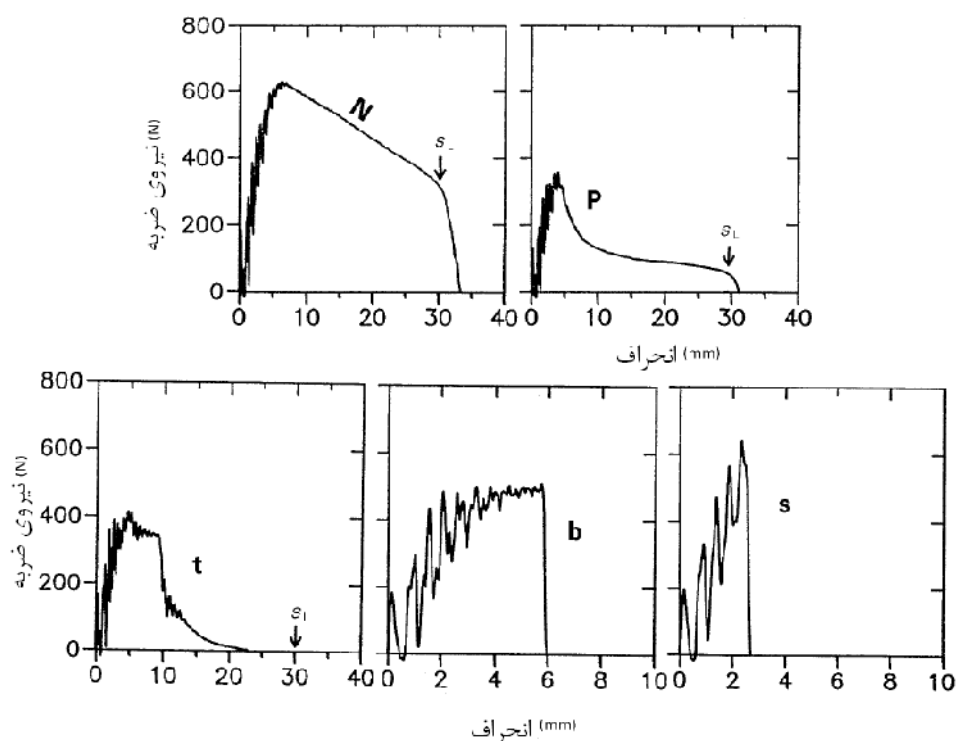
۹۲۷۷ سال مراجعه شود. برای آزمون‌هایی که بیش از یک نوع شکست از خود نشان می‌دهند، به بند ۷-۴

استاندارد ملی ۹۲۷۷-۴ سال ۱۳۸۷ مراجعه شود.

**یادآوری-** همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود، در مورد شکست به صورت خرد شدگی (نمودار S) و شکست شکننده (نمودار b)، که ترک‌های ناپایدار در بیشینه نیروی ضربه به وجود می‌آیند، مقدار انحراف و انرژی ضربه در بیشینه نیرو، مشابه مقدار انحراف و انرژی ضربه در شکست می‌باشد.



شکل ۱: نمونه هایی از نمودار های نیرو انحراف (N و t) و نیرو زمان (b) (برای انواع شکست مراجعه شود به شکل ۲).



**N** عدم شکست، تسلیم به همراه انحراف پلاستیک تا حد انحراف  $S_L$

**P** شکست جزئی، تسلیم به همراه ترک های پایدار که در حد نهایی انحراف،  $S_L$ ، منجر به نیرویی می شود که مقدار آن بیش از ۵٪ بیشینه نیرو است.

**t** شکست چقرمه، تسلیم به همراه ترک های پایدار که در حد انحراف،  $S_L$ ، منجر به نیرویی می شود که مقدار آن مساوی یا کمتر از ۵٪ بیشینه نیرو است.

**b** شکست شکننده، تسلیم دنبال شده با ترک های ناپایدار.

**s** شکست به صورت خرد شدگی، ترک های ناپایدار دنبال شده با تسلیم.

$S_L$  حد انحراف شروع کشیدگی.

**یادآوری:** به دلیل انحراف های مختلف، نمودارهای نیرو انحراف تعیین شده توسط این استاندارد، دارای ویژگی هایی متفاوت از آن چه براساس استاندارد ISO 6603-2 تعیین می شود می باشند. به خصوص ایجاد اولین نقص در آزمون های با دستگاه تجهیز شده، غالباً به صورت یک کاهش جزئی ناگهانی در نیرو (شروع ترک) و سپس افزایش تدریجی نیرو است. در آزمون های ضربه با دستگاه تجهیز شده با استفاده از خمش سه نقطه ای، افزایش نیرو بعد از شروع ترک هرگز مشاهده نمی شود. به علاوه اثرات اینرسی در آزمون های ضربه صفحه ای به اندازه آن چه در آزمون های ضربه خمشی است، نیست.

**شکل ۲:** نمودارهای نیرو انحراف نشان دهنده انواع شکست برای آزمونه های نوع ۱ آزمون شده به روش ضربه لبه ای

۴ اصول روش

آزمونه میله ای شکل که به صورت افقی روی تکیه‌گاه‌ها در نزدیکی دو انتهای آن قرار گرفته است، با سرعت ثابت اسمی<sup>۱</sup> و بالایی به وسیله یک ضربه به ناحیه میانی تکیه‌گاه‌ها، خم می‌شود. چگونگی هندسه ضربه در بند ۵ استاندارد ISO 13802 ذکر شده است.

در طی ضربه، نیروی ضربه ثبت می‌شود. بر حسب روش ارزیابی، انحراف به وجود آمده در آزمونه ممکن است مستقیماً با وسائل مناسب اندازه‌گیری شود، یا در صورت استفاده از حامل انرژی که ضربه بدون اصطکاک ایجاد می‌کند، از روی سرعت اولیه و نیرو به عنوان تابعی از زمان محاسبه شود. نمودار نیرو انحراف بدست آمده در این آزمون‌ها، نشان‌دهنده رفتار ضربه ای آزمونه با نرخ خمش بالا می‌باشد که بسیاری از خواص ماده از آن تشخیص داده می‌شود.

## ۵ تجهیزات

### ۵ ۱ دستگاه آزمون

#### ۵ ۱ ۴ اجزای اصلی

اجزای اصلی دستگاه آزمون شامل حامل انرژی، ضربه زن و قاب همراه تکیه‌گاه‌های آزمونه است. حامل انرژی، ممکن است از انواع اینرسی (مثل پاندول یا دارت با سقوط آزاد<sup>۲</sup> که ممکن است به صورت فنری یا بادی قبل از ضربه عمل کند) یا از انواع هیدرولیک باشد.

باید مطمئن شد که آزمونه در دستگاه آزمون، بر اثر ضربه با سرعت اسمی ثابت، عمود بر جهت طولی آن، دچار خمش شود. نیروی وارده به آزمونه، همچنین مقدار انحراف آزمونه در جهت ضربه باید قابل اندازه‌گیری و محاسبه باشد.

---

<sup>1</sup> Nominal constant velocity

<sup>2</sup> Falling dart

## ۵ ۴ ۲ حامل انرژی<sup>۱</sup>

برای انواع پاندول های کم انرژی که در استاندارد ملی ۹۲۷۷ ۴ : سال ۱۳۸۷ مشخص شده است (همچنین مطابق بند ۵ ۴ ۳ استاندارد ISO 13802)، سرعت ضربه  $V_0$   $\pm 0.15$  m/s و برای انواع با انرژی زیاد،  $\pm 0.2$  m/s  $\pm 0.8$  m/s است. مطابق استاندارد ملی ۹۲۷۷ ۴ : سال ۱۳۸۷، سرعت ضربه استفاده شده در این استاندارد باید  $\pm 0.15$  m/s  $\pm 0.90$  m/s در نظر گرفته شود، اگرچه ممکن است استفاده از سرعت ضربه m/s  $\pm 0.2$   $\pm 0.8$  m/s نیز مطلوب باشد (به یادآوری های ۱ و ۲ در زیر مراجعه شود).

برای جلوگیری از به دست آوردن داده هایی که به دلیل رفتار ویسکوالاستیک ماده تحت آزمون قابل مقایسه نمی باشند، کاهش سرعت در هنگام ضربه نباید بیش از ۱۰٪ باشد (به یادآوری ۳ در زیر مراجعه شود).

حامل انرژی از نوع هیدرولیکی، دستگاه آزمون ضربه با سرعت بالا و با متعلقات مناسب است. هرگونه خطایی در سرعت ضربه زن نسبت به تکیه گاه آزمون در طول ضربه باید بررسی شود. به عنوان مثال این کار با ثبت نمودار انحراف- زمان و بررسی شیب آن می تواند انجام شود.

در مورد حاملان انرژی شتاب گرفته بر اثر جاذبه، سرعت های ضربه فوق مربوط به سقوط از ارتفاع های به ترتیب  $\pm 5$  cm  $\pm 43$  cm و  $\pm 7$  cm  $\pm 74$  cm است. در صورتی که حامل انرژی یکسان در هر دو سرعت ضربه استفاده شود، افزایشی معادل ۱/۵۴ برابر در مقدار انرژی سینتیک E در اثر ضربه ایجاد می شود.

بیشینه کاهش مجاز سرعت ۱۰٪ در طی ضربه که در بالا مشخص شده، نشان می دهد که انرژی سینتیک در طی ضربه باید در شرایط زیر صدق کند :

$$E/w * \geq 5 \quad (\text{معادله ۱})$$

<sup>1</sup> Energy carrier

که در آن  $W^*$  بیشترین مقدار انرژی قابل اندازه گیری شده بر حسب ژول است (به استاندارد ISO 13802، پیوست ج و یادآوری ۲ مراجعه شود).

جرم  $m_C$  (بر حسب کیلوگرم) حامل انرژی باید در معادلات زیر صدق کند:

$$M_C \geq 10w^*/v_0^2 \quad (\text{معادله ۲})$$

$$m_C \geq 1,2 W^*$$

وقتی که  $V_0 = 2.9 \text{ m/s}$  باشد، خواهیم داشت:

$$m_C \geq 1.2w^* \quad (\text{معادله ۲})$$

مثال: وقتی که  $w^* = 10 \text{ J}$  باشد،  $m_C \geq 12 \text{ kg}$  خواهد بود.

**یادآوری ۴** ارتفاع پیک اینرسی  $F1$  (مطابق شکل ۱ نمودار ب.) و همچنین دامنه ارتعاشات بعدی آزمون، با افزایش سرعت ضربه افزایش می یابند. برای دستیابی به اطلاعات اولیه در مورد این ارتعاشات، به پیوست الف و مراجع [۱] و [۲] در پیوست پ مراجعه شود. برای دستیابی به اطلاعات بیشتر درباره تفسیر پیک اینرسی و میرایی لرزش ها<sup>۱</sup>، به پیوست الف مراجعه شود.

**یادآوری ۴** برای کاربرد های خاص، به عنوان مثال آزمون آزمون های ترک خورده از قبل، به منظور به دست آوردن اطلاعات در مورد خواص شکست، ممکن است استفاده از سرعت ضربه کمتر مانند  $(0.5 \pm 1) \text{ m/s}$  برای کاهش ارتعاشات ذکر شده در یادآوری ۱ مفید باشد.

---

<sup>1</sup> Damping of vibrations

**یادآوری ۳** این شرایط مطابق شرایط مذکور در بند ۳ ۷ استاندارد ملی ۹۲۷۷ ۴ : سال ۱۳۸۷ می باشد (به استاندارد ISO 13802 مراجعه شود). این امر به ما اطمینان می بخشد که تغییر سرعت در طول ضربه قابل مقایسه با آزمون ضربه متداول بوده و در نتیجه مقادیر مقاومت به ضربه قابل مقایسه می باشند، اهمیت این امر در این است که پلاستیک ها به خصوص در دماهای نزدیک دمای انتقال شیشه ای خود، به سرعت خمش حساس می باشند.

#### **۵ ۴ ۳ لبه ضربه زن**

به بند ۵ A ۱ استاندارد ISO 13802 و جدول ۳ مراجعه شود.

برای ساخت لبه ضربه زن می توان از هر ماده ای که قدرت سایشی کافی و استحکام بالا برای جلوگیری از تغییر شکل را داشته باشد، استفاده کرد. همچنین باید دارای قابلیت انتقال نیرو به آزمون و به وسیله دستگاه اندازه گیری نیرو باشد.

**یادآوری** تجربه نشان می دهد که فولاد به طور عمومی مناسب است. هر چند موادی با دانسیته کمتر مانند تیتانیوم نیز به منظور افزایش فرکانس طبیعی سیستم اندازه گیری نیرو می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

#### **۵ ۴ ۴ پاندول**

پاندول باید مطابق بند ۵ ۲ و جدول ۳ استاندارد ISO 13802 باشد.

#### **۵ ۴ ۵ تکیه گاه های آزمون**

تکیه گاه های آزمون باید مطابق بند ۵ ۷ ۱ استاندارد ISO 13802 باشد.

## ۵ ۴ ۶ قاب

به منظور مطابقت ضربه زن و تکیه گاه های آزمون با بند ۵ ۴ ۳ و ۵ ۴ ۵، قاب دستگاه آزمون باید قابلیت تراز شدن را داشته باشد.

وقتی که محاسبه مقدار انحراف با استفاده از انرژی سینتیک حامل انرژی انجام شود، نسبت جرم قاب به جرم حامل انرژی ( $m_f/m_c$ )، باید حداقل برابر ۱۰ باشد (به پیوست ب و یادآوری های ۱ و ۲ در زیر مراجعه شود). برای انحراف های اندازه گیری شده با روش مستقیم، این نسبت فقط یک توصیه است. دستگاه های اندازه گیری مقاومت به ضربه عموماً نسبت به ارتعاشات صوتی حساس می باشند، لذا مرکز ثقل قاب باید در خط ضربه قرار گیرد.

**یادآوری ۱:** مطابق بند ۵ ۳ ۳ استاندارد ISO 13802، نسبت جرم پایه به جرم پاندول باید برابر ۴۰ باشد تا انتقال انرژی به پایه حداقل شود. در هر صورت در اینجا نیروی اعمال شده توسط پاندول به آزمون و مقدار انحراف حاصل از آن اندازه گیری می شوند و هر گونه انتقال انرژی به پایه تاثیری در نتیجه ندارد.

**یادآوری ۲:** با انتخاب  $m_f/m_c=10$ ، از لرزش قاب به مقدار بیش از ۱٪ سرعت ضربه در انتهای آزمون جلوگیری می شود.

## ۵ ۴ ۷ اتلاف بر اثر اصطکاک

در مورد حاملان انرژی که ضربه بدون اصطکاک تولید می کنند، (مانند پاندول و دارت سقوط کننده)، زمانی که مقدار انحراف اندازه گیری نشود، سرعت ضربه نباید از ۱٪ مقدار محاسبه شده تغییر کند. مثلاً مقدار اتلاف اصطکاکی  $W_f$  باید کمتر از ۲٪ انرژی اسمی  $E$  برای اولین یک چهارم نوسان پاندول یا کمتر از ۸٪ کل یک نوسان کامل باشد (همچنین به بند ۵ ۶ از استاندارد ISO 13802 مراجعه شود).

**یادآوری:** اگر مقدار انحراف مستقیماً تعیین شود، انرژی تلف شده توسط حامل انرژی، نتیجه آزمون را تغییر نمی دهد.

## ۵ ۲ تجهیزات اندازه گیری نیرو و انحراف

### ۵ ۴ ۱ اندازه گیری نیرو

برای تعیین نیروی وارده به آزمون، ضربه زن می تواند با اندازه گیر کرنش یا مبدل پیزوالکتریکی که در لبه آن قرار می گیرد مجهز می شود. روش های مناسب دیگر برای اندازه گیری نیرو نیز قابل قبول است. سیستم اندازه گیری باید قادر به اندازه گیری بیشینه نیروی وارده با دقت ۱٪ باشد.

سیستم اندازه گیری نیرو باید کالیبره شده و آماده استفاده باشد. این کار ممکن است به صورت استاتیک ( با قرار دادن بار مشخص بر ضربه زن ) و یا دینامیک (مطابق مرجع [ ۴ ] پیوست پ ) انجام شود. بعد از کالیبره کردن خطا باید زیر ۲٪ باشد.

فرکانس طبیعی  $f_n$  سیستم اندازه گیری نیرو در ترکیب آزمون باید بیش از ۳ برابر فرکانس تشدید آزمون،  $f_s$ ، بعد از ضربه باشد.

توصیه می شود که طراحی سیستم اندازه گیری نیرو به نحوی انجام شود که نیروهای منفی بعد از پیک اینرسی به حداقل برسند. یعنی باید مطمئن شد که سیستم به اندازه کافی سریع است که نیروهای دخیل در انحراف آزمون را به طور صحیح اندازه گیری کند. (به یادآوری های ۲ و ۳ مراجعه شود) . سیستمی که مقدار نیروی منفی بعد از پیک اینرسی آن از ۲۰٪ تجاوز نکند قابل قبول است (شکل الف ۲).

حد بالای پهنای باند تقویت کننده (تقویت کننده جریان مستقیم یا فرکانس حامل) باید طوری انتخاب شود که با پاسخ فرکانسی دستگاه آزمون تداخل نداشته باشد.

در صورت استفاده از فیلتر کردن پس ضربه، نوع فیلتر و مشخصه های اساسی آن باید در گزارش آزمون ذکر شوند ( بند ۱۰ قسمت ج).

**یادآوری ۴** برای آزمون‌های پلاستیکی، فرکانس تشدید  $f_s$  در محدوده ۲ تا ۱۰ کیلوهرتز است. معمولاً برای پلاستیک‌ها فرکانس طبیعی ( $f_n$ ) ۳۰ کیلوهرتز، برای سیستم اندازه‌گیری نیرو قابل قبول است. هرچه تفاوت  $f_s$  و  $f_n$  بیشتر باشد، تشخیص شروع و رشد ترک ساده‌تر است.

به علاوه، این امر امکان تمایز بین نوسان آزمون (به بخش سمت چپ  $t_B$  در نمودار  $b$  در شکل ۱ مراجعه شود) و دستگاه اندازه‌گیری نیرو (سمت راست  $t_B$ ) را فراهم می‌آورد. برای به دست آوردن اطلاعات اساسی در مورد طبیعت ارتعاشاتی که در آزمون چارپی پدید می‌آیند، به مرجع ۲ در پیوست ج مراجعه کنید.

**یادآوری ۴** سیستم اندازه‌گیری نیرو، در اثر ضربه، در فرکانس طبیعی خود نوسان خواهد کرد. دامنه این نوسان بستگی به جرم و سفتی سیستم دارد که به نوبه خود با توجه به طراحی آن تعیین می‌شود. طی مدت زمانی که تماس بین لبه ضربه زن و آزمون قطع می‌شود، یعنی بعد از پیک اینرسی، در صورتی که دامنه نوسان تحریک شده زیاد باشد، نیروهای منفی و جرم موثر کشیدگی<sup>۱</sup> در دستگاه اندازه‌گیری نیرو، ممکن است مشاهده شوند. لکن این نیروهای منفی به مقدار انحراف آزمون مربوط نمی‌شوند.

**یادآوری ۳** ارتعاش آزمون (مطابق شکل ۱ نمودار  $b$ ) همچنین اغتشاش در نمودار، باعث عدم قطعیت در بیشینه نیروی ضربه می‌شوند. ولی تقریباً هیچ عدم قطعیتی در انرژی ضربه بیشینه یا انرژی در شکست وجود نخواهد داشت.

به منظور نظارت کافی بر پیک اینرسی، که دوره آن  $t_1$  (مطابق شکل ۱ نمودار  $b$ ) نوعاً ۰/۱ میلی ثانیه است و ارتعاشات بعدی که وابسته به مدول آزمون، در محدوده ۲ تا ۱۰ کیلوهرتز است، فرکانس نمونه برداری سیستم اندازه‌گیری نیرو (ثبات گذرا) باید حداقل ۱۰۰ کیلوهرتز باشد (به یادآوری ۴ در زیر مراجعه شود). فرکانس نمونه برداری (بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ کیلوهرتز) و زمان شکست (کمتر یا مساوی ۱۳ میلی ثانیه)، مقدار ظرفیت ذخیره لازم را تعیین می‌کنند.

**یادآوری ۴** ضربه یک اتفاق سریع با سرعت ۲/۹ متر بر ثانیه و بیشینه مدت زمان ۱۳ میلی ثانیه است. این امر مستلزم آن است که نیروی وارد شده و در صورت امکان اطلاعات مربوط به انحراف در ثبات‌های گذرا ذخیره شوند. در حدود ۵۰٪ فضای ذخیره سازی می‌تواند توسط اطلاعات مربوط به آزمون واقعی پر شود.

استفاده از فرکانس‌های بالاتر نمونه برداری، به نتایج با دقت زمانی بیشتر منتج می‌شوند و این امر ممکن است که انجام آزمون ضربه بر مواد شکننده که دارای مقادیر کوچک زمان شکست می‌باشند را تسهیل کند.

## ۵ ۴ ۲ اندازه‌گیری انحراف

<sup>1</sup> Effective mass pulls

مقدار انحراف یک آزمون بر حسب زمان ممکن است توسط محاسبه انتگرال دوم از نمودار نیرو زمان (به بند A ۲ مراجعه شود.) یا به صورت مستقیم محاسبه شود.

اگر انحراف به صورت مستقیم محاسبه شود، از فرکانس نمونه برداری مشابه با نیروی ضربه باید استفاده شود. دقت اندازه گیری زمان و فاصله باید مساوی باشند.

غالبا ابزار اندازه گیری نیرو و انحراف تفاوتی را در زمان انتقال سیگنال از خود نشان می دهند که باعث ایجاد یک افت در نمودار نیرو - انحراف می شود. این افت با افزایش سرعت ضربه افزایش می یابد. باید با یک جابجایی زمانی مطابق با اختلاف زمان انتقال، زمان های انتقال سیگنال همزمان شوند.

#### ۵ ۴ ۳ میکرومترها و اندازه گیرها

میکرومترها و اندازه گیرها باید مطابق بند ۵ ۲ استاندارد ملی ۹۲۷۷: سال ۱۳۸۷ باشند.

#### ۶ آزمونها

آزمونها باید مطابق بند ۶ استاندارد ملی ۹۲۷۷: سال ۱۳۸۷ ملی تهیه شوند.

#### ۷ روش اجرای آزمون

۴ ۱ آزمون را در همان محیطی که برای تثبیت آزمونها بکار برده اید انجام دهید، یا مطمئن شوید که زمان بین تثبیت و آزمون به اندازه کافی کوتاه است تا از هر گونه تغییر حالت آزمون و بنابراین تغییر در خواص مکانیکی آن جلوگیری شود. برای آزمون در دمای اتاق، آزمونهایی که در شرایط دمای پایین تثبیت شده اند، در نظر گرفتن زمان کمتر از ۱۰ ثانیه بین تثبیت و آزمون به صورت موفقیت آمیزی مورد استفاده قرار گرفته

است. وجود اختلاف در رطوبت بین شرایط تثبیت و آزمون از اهمیت کمتری برخوردار است. مثلاً برای پلی آمید ها، زمان انتقال تا ۳۰ دقیقه تغییر مهمی در رفتار ضربه ایجاد نمی کند.

۲۷ ضخامت و پهنای آزمون‌ها را بر اساس بند ۷ استاندارد ملی ۹۲۷۷ : سال ۱۳۸۷ تعیین کنید.

۳۷ مطمئن شوید که دستگاه آزمون، سرعت ضربه مشخص (مطابق بند ۵ + ۲) را دارا می باشد. و برای حامل های انرژی از نوع اینرسی، جرم حامل برابر کمینه مورد نیاز است. سرعت ضربه را با دقت ۱٪ یادداشت کنید.

۴۷ حامل انرژی را در محل اولیه خود قرار دهید. آزمون را به صورتی روی تکیه گاههای دستگاه قرار دهید که لبه ضربه زن پاندول به مرکز آزمون برخورد کند. آزمون‌های شکاف دار را چنان قرار دهید که مرکز شکاف کاملاً رو به محل برخورد پاندول به آزمون باشد ( به شکل ۱ (سمت چپ) استاندارد ملی ۹۲۷۷ : سال ۱۳۸۷ مراجعه شود).

۵۷ حامل انرژی را رها کنید. تغییرات نیروی اعمال شده در طی ضربه و در صورت امکان مقدار انحراف آزمون را بر حسب زمان یادداشت کنید.

## ۸ محاسبه و بیان نتایج

### ۸ کلیات

نمودار نیرو-زمان و در صورت امکان انحراف-زمان که در طی آزمون به دست آمده را به عنوان نتیجه آزمون در نظر بگیرید. سایر نتایج از این نمودار به دست می آیند. برای محاسبه انرژی های ضربه، دانستن نیرو به عنوان تابعی از انحراف لازم است (به یادآوری ۱ در این بند مراجعه شود).

## ۸ ۲ محاسبه انحراف

اگر در خصوص حامل های انرژی که ضربه بدون اصطکاک تولید می کنند، اندازه گیری انحراف آزمونه به صورت مستقیم انجام نشود، این محاسبه در صورت امکان با استفاده از معادلات ۴ یا ۵ انجام می شود (به یادآوری ۱ در زیر مراجعه شود).

برای حاملان انرژی افقی از نوع پاندولی:

$$s(t) = v_0 t - \frac{L_P \times g}{M_H} \int_0^t \int_0^{t_1} F(t) dt dt_1 \quad (\text{معادله ۴})$$

برای حاملان انرژی عمودی از نوع سقوط آزاد:

$$s(t) = v_0 t - \frac{1}{m_C} \int_0^t \int_0^{t_1} F(t) dt dt_1 + \frac{1}{2} g t^2 \quad (\text{معادله ۵})$$

که در آن:

□. سرعت ضربه، بر حسب متر بر ثانیه؛

t زمان بعد از ضربه، بر حسب ثانیه که در آن مقدار انحراف اندازه گیری می شود؛

L<sub>P</sub> طول پاندول، بر حسب متر (مطابق بند ۵ ۴ استاندارد ISO 13802) ؛

M<sub>H</sub> گشتاور افقی پاندول بر حسب نیوتن متر (مطابق بند ۵ ۴ استاندارد ISO 13802) ؛

F(t) نیرو، بر حسب نیوتن، اندازه گیری شده در زمان t بعد از ضربه

S<sub>t</sub> مقدار انحراف، آزمونه بر حسب متر، در زمان t بعد از ضربه

m<sub>C</sub> جرم حامل انرژی، بر حسب کیلوگرم؛

g شتاب جاذبه محلی، بر حسب متر بر مجذور ثانیه

یادآوری ۴ اگر نسبت  $W_B/E$  (انرژی شکست به انرژی پاندول یا وزنه سقوط کرده در هنگام ضربه) کمتر از ۰/۲ باشد، انتگرال دوگانه در معادلات ۴ و ۵ با ۵ در صد  $\square_{0t}$  جایگزین شود.

یادآوری ۴ تاثیر نسبی عبارت آخر در معادله ۵، با کاهش سرعت ضربه برای یک ضربه زن با جرم مشخص افزایش می یابد.

### ۸ ۳ محاسبه انرژی

وقتی که برای زمان های مشخص t بعد از ضربه، نیروها و انحراف ها شناخته شده باشند، انرژی W را بر حسب ژول برای انحراف مشخص با انتگرال گیری از معادله ۶ با تعیین سطح زیر نمودار نیرو انحراف محاسبه کنید (به یادآوری زیر مراجعه شود).

$$W_j = \int_0^{s_j} F(s) ds$$

(معادله ۶)

که در آن:

j یکی از نقاط شکست (B)، بیشینه (M) را بر روی نمودار نیرو انحراف مشخص می کند؛

S انحراف بر حسب متر

F نیرو بر حسب نیوتن

یادآوری: در مورد حامل های انرژی بدون اصطکاک ضربه زن به صورت افقی، انرژی می تواند بدون اندازه گیری مقدار انحراف S(t) با استفاده از معادله ۷ محاسبه شود.

$$W_j = W_{ja} (1 - W_{ja}/4E)$$

(معادله ۷)

که در آن Wj یک مقدار تقریبی برای انرژی طبق معادله زیر است.

$$W_{ja} = v_0 \int_0^{t_j} F(t) dt$$

اگر نسبت انرژی اندازه گیری شده به انرژی حامل انرژی در طی ضربه (W/E) کمتر از ۰/۲ باشد، عبارت دوم داخل پرانتز در معادله (۷) کمتر از ۰/۵ است.

۴ ا محاسبه مقاومت به ضربه

۸- ۴ ۱ آزمونهای بدون شکاف

مقاومت به ضربه چارپی آزمونهای بدون شکاف ( $a_{cU}$ ) را بر حسب کیلوژول بر مترمربع با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$a_{cU} = \frac{W_B}{h.b} \times 10^3$$

(معادله ۸)

که در آن:

h ضخامت آزمون، بر حسب میلی متر؛

b پهنای آزمون، بر حسب میلی متر؛

$W_B$  انرژی در شکست، بر حسب ژول.

۴ ا ۲ آزمونهای شکافدار

مقاومت به ضربه چارپی آزمونهای شکافدار ( $\alpha_{cN}$ ) بر حسب کیلوژول بر مترمربع با معادله زیر بیان می شود:

(معادله ۹)

$$a_{cN} = \frac{W_B}{h.b_N} \times 10^3$$

که در آن:

$W_B$  انرژی در شکست، برحسب ژول؛

$h$  ضخامت آزمون، برحسب میلی‌متر؛

$b_N$  پهنای باقیمانده بعد از شکاف، برحسب میلی‌متر؛

$N$  مشخص کننده یکی از انواع شکاف A، B یا C (به بند ۶ ۳ استاندارد ملی ۹۲۷۷ : سال ۱۳۸۷ مراجعه شود).

## ۵ A پارامترهای آماری

به بند A ۳ استاندارد ملی ۹۲۷۷ : سال ۱۳۸۷ مراجعه شود.

## A ۶ تعداد ارقام معنی دار

همه مقادیر میانگین را تا دو رقم بعد از اعشار گزارش کنید.

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف - شماره این استاندارد ملی ایران که بر اساس آن آزمون انجام می‌شود؛

ب - روش شناسه گذاری استفاده شده؛

براساس جدول ۳ استاندارد ملی ۹۲۷۷ + : سال ۱۳۸۷

مثال:

آزمون مقاومت به ضربه چارپی با دستگاه تجهیز شده

نوع آزمون (مطابق جدول ۲ استاندارد ملی ۹۲۷۷ + : سال ۱۳۸۷ ملی)

جهت برخورد ضربه (مطابق شکل ۵ استاندارد ملی ۹۲۷۷ + : سال ۱۳۸۷ ملی)

نوع شکاف (مطابق شکل ۴ استاندارد ملی ۹۲۷۷ + : سال ۱۳۸۷ ملی)

یا مطابق جدول ۴ استاندارد ملی ۹۲۷۷ + : سال ۱۳۸۷ ملی)

مثال:

آزمون مقاومت به ضربه چارپی با دستگاه تجهیز شده

نوع آزمون (مطابق جدول ۲ استاندارد ملی ۹۲۷۷ + : سال ۱۳۸۷)

جهت برخورد ضربه (مطابق شکل ۵ استاندارد ملی ۹۲۷۷ + : سال ۱۳۸۷ ملی)

پ - به بند های پ تا ذ استاندارد ملی ۹۲۷۷ + : سال ۱۳۸۷ مراجعه شود.)؛

ت فرکانس طبیعی دستگاه اندازه گیری نیرو؛

ج نوع فیلتر پس از ضربه ، در صورت وجود؛

چ سرعت ضربه؛

ح ذکر نتایج مربوط به تک تک آزمونه‌ها، میانگین عددی و انحراف استاندارد یا ضریب تغییرات برای بیشینه نیرو بر حسب نیوتن؛

انحراف در بیشینه نیرو بر حسب میلی متر؛

انرژی در بیشینه نیرو بر حسب ژول؛

انحراف در شکست بر حسب میلی متر؛

انرژی در شکست بر حسب ژول؛

نوع شکست.

خ نمودار نیرو انحراف و یا نیرو زمان؛

د تاریخ انجام آزمون.

## پیوست الف

### (اطلاعاتی)

### پیک اینرسی [ ۳ ]

پیک اینرسی در نمودار نیرو-زمان یا نیرو انحراف توسط اینرسی بخشی از آزمونه (جرم در حال تماس)

که پس از تماس اولیه با ضربه زن شتاب می گیرد، ایجاد می شود. پیک نیرو  $F_1$  و مدت زمان  $t_1$  مربوط به پیک

اینرسی، بستگی به جرم و سفتی بخش در حال تماس دارد. سفتی تماس بیش از سفتی خمشی آزمون است. برای دامنه ای از پلاستیک ها، سفتی تماس هفت برابر سفتی خمشی است.

با افزایش سرعت ضربه، پیک نیرو،  $F_1$ ، تقریباً به صورت خطی افزایش یافته در حالی که مدت زمان  $t_1$  کاهش می یابد (مطابق شکل الف ۱).

در سرعت های ضربه بالای ۲ متر بر ثانیه مدت زمان  $t_1$  تقریباً ثابت و از ویژگی های ماده تحت آزمون محسوب می شود. (مطابق شکل الف ۱ نمودارهای پایینی)

در حین ضربه، به دلیل وجود جزء الاستیک، عموماً پرش آزمون اتفاق می افتد. این امر بدین معنی است که آزمون به سرعتی بالاتر از سرعت ضربه شتاب می گیرد. طوری که بعد از مدت زمان  $t_1$ ، تماس بین آزمون و ضربه زن قطع می شود. شکل الف ۲ نمونه ای از پیک اینرسی با نیروهای منفی قابل صرف نظر کردن بعد از قطع تماس را نشان می دهد. با توجه به خواص ضربه گیری ماده تحت آزمون، هر آزمون ضربه همیشه متشکل از چندین ضربه متوالی می باشد.

برای جلوگیری از ایجاد نوساناتی که توسط اثرات اینرسی در تعیین نمودار نیرو-انحراف بوجود می آیند، می توان مواد ضربه گیر نرم مثل سیم سربی یا سیم لحیم را بین لبه ضربه زن و آزمون قرار داد. بدلیل تغییر شکل پلاستیک این مواد ضربه گیر، نیروی  $F_1$  و دامنه ارتعاشات، به طور قابل توجهی کاهش خواهند یافت. برای ضربه گیری موثر از پیک اینرسی، باید کمینه ضخامت ماده ضربه گیر با انحراف تا زمان  $t_1$  در یک آزمون بدون استفاده از ماده ضربه گیر، مطابقت داشته باشد. برای سرعت ضربه ۲/۹ متر بر ثانیه، این کمیت ۰/۴ میلی متر است. باید توجه داشت که با استفاده از مواد ضربه گیر، انرژی اندازه گرفته شده به دو دلیل زیر تغییر می کند.

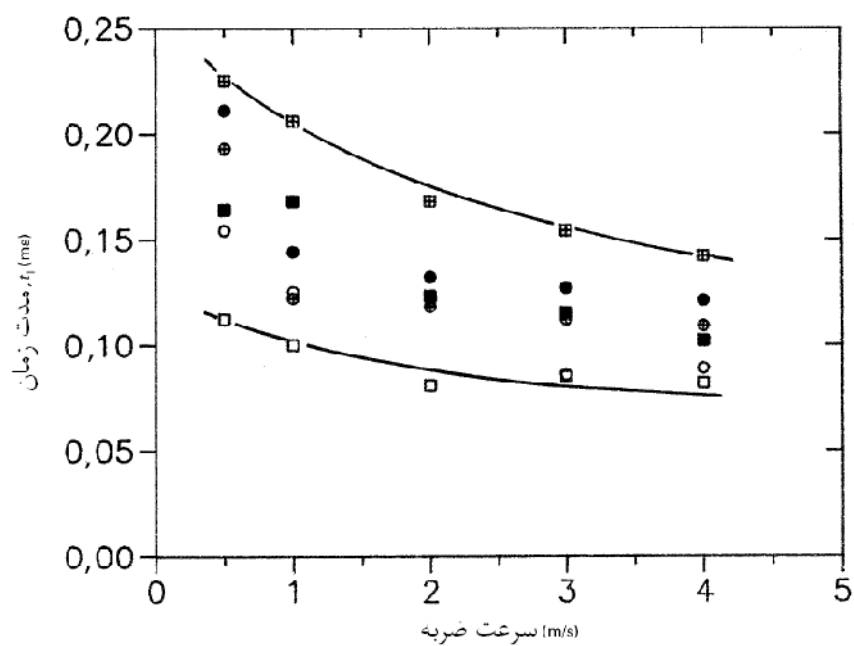
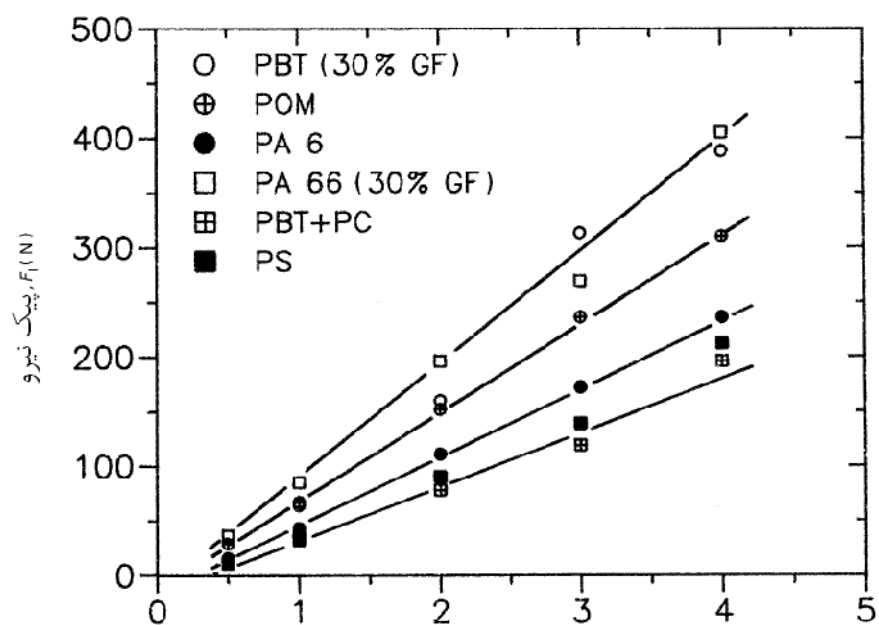
۴ تغییر شکل مواد ضربه گیر مستلزم صرف انرژی است.

۴ مواد شکننده ممکن است رفتارهای مختلفی در صورت وجود یا عدم وجود ارتعاش از خود نشان دهند.

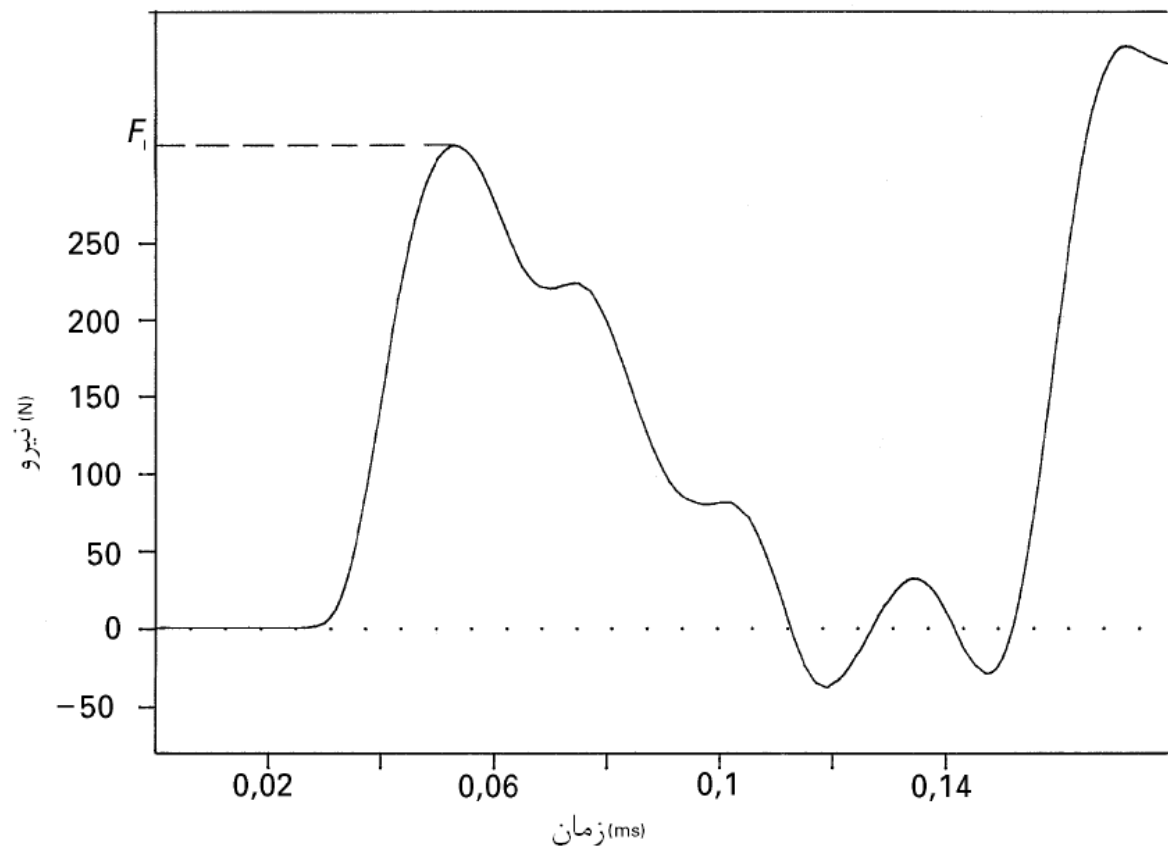
برای دستیابی به هدف این استاندارد توصیه می شود که ارتعاشات پرشی<sup>۱</sup> میرا نشوند.

---

<sup>۱</sup> Bouncing



شکل الف ۱: پیک نیرو  $F_1$  و مدت زمان  $t_1$  مربوط به پیک اینرسی به عنوان تابعی از سرعت ضربه



شکل الف ۲: نمونه ای از نمودار نیرو زمان با پیک اینرسی

توجه کنید که پیک مربوط به نیروهای منفی که بعد از پیک اینرسی اتفاق می افتد، کمتر از ۲۰ درصد  $F_1$  است.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

جرم قاب

اندازه حرکت  $I$ ، بر حسب کیلوگرم متر بر ثانیه ( $\text{Kg.m/s}$ )، منتقل شده به قاب دستگاه آزمون، در انتهای ضربه با معادله زیر بیان می شود.

(معادله ب ۱)

$$I = \int_0^{t_B} F dt$$
$$\approx v_F m_F$$

که در آن :

$F$  نیروی اندازه گیری شده، بر حسب نیوتن؛

$t_B$  زمان شکست، بر حسب ثانیه؛

$\Delta F$  بیشینه سرعت قاب، بر حسب متر بر ثانیه، با این فرض که قاب در طی زمان کوتاه ضربه  $t_B$ ، آزادانه حرکت کند؛

$m_F$  جرم قاب بر حسب کیلوگرم.

بیشینه انرژی مصرف شده می تواند به صورت زیر تقریب زده شود (به یادآوری ۸ و ۳ مراجعه شود).

$$W^* \approx I \times v_0$$

$$\approx v_F m_F \times v_0$$

(معادله ب ۲)

که در آن:

$v_0$  سرعت ضربه بر حسب متر بر ثانیه است.

$$v_F/v_0 \approx W^*/m_F v_0^2$$

(معادله ب ۳)

از معادله ب ۲ خواهیم داشت:

اگر نسبت  $W^*/E$ ، بیشینه کار به انرژی سینتیک مربوط به حامل انرژی، با  $k$  نشان داده شود، سپس:

(معادله ب ۴)

$$W^* = k \times \frac{1}{2} m_C v_0^2$$

که در آن :

$m_C$  جرم حامل انرژی است.

بنابراین، معادله ب ۳ می تواند به صورت زیر نوشته شود:

$$v_F/v_0 \approx 0,5k \times m_C/m_F$$

(معادله ب ۵)

اگر  $v_F/v_0 \leq 0,01$  قابل قبول باشد، معادله ب ۵ به صورت زیر نوشته خواهد شد :

(معادله ب ۶)

$$k \leq 0,02 m_F / m_C$$

اگر انرژی مصرف شده کمتر از ۲۰ درصد انرژی حامل انرژی باشد، برای نسبت جرمی  $m_F/m_C = ۱۰$ ، قاب شتابی کمتر از ۱٪ سرعت ضربه پیدا خواهد کرد.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

کتاب نامه

ISO 6603-2:—3), *Plastics — Determination of multiaxial impact behaviour of rigid plastics — Part 2: Instrumented puncture test*.

KALTHOFF, J.F. *On the measurement of dynamic fracture toughness — A review of recent work*, International Journal of Fracture, **27** (1985), pp. 277-298.

MAURER, G., and BREUER, H. *Instrumented impact test — Influence of shape and material of the striking fin on the force-time trace*, Impact and Dynamic Fracture of Polymers and Composites,ESIS 19 (edited by J.G. Williams and A. Pavan), 1995, Mechanical Engineering Publications, London, pp. 93-102.

MONEY, M.W., and SIMS, G.D. *Calibration of quartz load cells — An in-situ procedure for instrumented falling-weight impact machines*, Polymer Testing, **8** (1989), pp. 429-442.