

(آزمون ضربه - Impact test)

آزمون ضربه یکی از آزمایش‌های مهم در بررسی خواص مکانیکی مواد است؛ که به منظور تعیین مقاومت مواد در برابر ضربه و شکست ناگهانی انجام می‌شود.

اهداف آزمون ضربه

① بررسی تأثیر مواد و تأثیر نشان دهنده توانایی ماده برای جذب انرژی قبل از شکست است. پس هرچه دستگاه عدد بیشتری برای انرژی نشان دهد، ماده تأثیر کمتری خواهد داشت.

② شناسایی رفتار شکست ماده؛ تعیین اینکه ماده به صورت شکست نرم یا ترد عمل می‌کند.

③ مطالعه تأثیر دما؛ رفتار شکست مواد ممکن است در دماهای پایین به صورت ترد در دماهای

بالا به صورت نرم باشد.

④ بررسی حالت ماده به سرعت تغییر شکل؛ آزمون ضربه سرعت بالایی دارد و می‌توان رفتار

ماده را در نرخ کرنش بسیار بالا بررسی کرد.

روش‌های اصلی آزمون ضربه؛

حود روش رایج در این آزمون وجود دارند (در تصویر ۱ نشان داده شده است)

Subject

Date

① آزمون شارپی (Charpy test) : در این آزمون از یک نمونه سفتیل شکل

با ابعاد مشخص (معمولاً $55 \times 10 \times 10$ mm) استفاده می شود.

نمونه دارای یک نیار (Notch) در مرکز است تا شکست از همان نقطه آغاز شود.

نمونه در دریاچه ای غرق شده و یک پاندول با انرژی مشخص به آن ضربه

می زند. انرژی جذب شده در هنگام شکست به صورت اختلاف ارتفاع پاندول

قبل و بعد از برخورد اندازه گیری می شود.

② آزمون اینرژد (Izod test) : نمونه به صورت عمودی در یک پایه قرار می گیرد.

نیار نزدیک به سطح پایه قرار دارد. روش ضربه و اندازه گیری مشابه آزمون شارپی

است، اما وضعیت قرارگیری نمونه تفاوت دارد.

نتایج آزمون ضربه :

نتایج به صورت انرژی جذب شده توسط ماده (به ژول) ثبت می شوند. داده های

آزمون معمولاً به شکل زیر تحلیل می شوند :

① نمودار انرژی جذب شده در مقابل دما ② دمای گذار نیمه - ترد (DBTT)

③ معایب زینار مواد مختلف.

بررسی عوامل موثر بر شکست ترد در نرم مواد در دست فزاید:

- ① ساختار ماده
- ② دمای آزمون
- ③ سرعت تغییر شکل (Strain rate)
- ④ طراحی نمونه و روش بار
- ⑤ ترکیب شیمیایی ماده
- ⑥ زینار ساختار ماده
- ⑦ پوشش‌ها
- ⑧ شرایط محیطی

① ساختار ماده :

مواد بلوری: در فلزات با ساختار بلوری، نوع ساختار بلوری تأثیر مستقیم بر شکست دارد. ساختار FCC معمولاً موادی هستند که تمایل به شکست ترد دارند و با ساختار FCC به علت داشتن سیم‌های لغزشی بیشتر و اجازه تغییر شکل پلاستیک بیشتر عمدتاً به صورت نرم می‌شکنند.

مواد آمورف: مواد شیشه‌ای و پلیمرهای سخت، به دلیل نبود ساختار بلوری، بیشتر مستعد شکست ترد هستند.

② دمای آزمون

دمای پایین : با کاهش دما، حرکت نابجایی ها محدود شده و مواد تمایل بیشتری به شکست ترد پیدا می کنند.

دمای بالا : در دماهای بالا، مواد تمایل بیشتری به تغییر شکل پلاستیک نشان داده و شکست نرم خواهند داشت.

③ سرعت تغییر شکل (Strain rate) :

در آزمون ضربه، به دلیل سرعت بالای اعمال نیرو، تمایل به شکست ترد افزایش می یابد. در سرعت های پایین، مواد زمان کافی برای تغییر شکل پلاستیک دارند و احتمال شکست نرم بیشتری شود.

④ طراحی غونج و وجود نیار :

وجود نیار (Notch) در غونج تمرکز تنش را افزایش داده و تمایل به شکست ترد را بیشتری کند. غونج های بدون نیار معمولاً تغییر شکل پلاستیک بیشتری نشان می دهند.

⑤ ترکیب شیمیایی ماده :

مواد حاوی ناخالصی ها یا آلیاژها با عناصری که معادست در برابر حرکت نابجایی ها

Subject

Date

را افزایش می دهند. ماده کربن در فولاد که عامل برتری به شکست ترد دارند. افزودن عناصر
نرم کننده ماده نهکی می تواند مانع از افزایش داده و رفتار نرم را تقویت کند.

⑥ ریزش فشار ماده :

دان‌های کوچک : دان‌های ریزتر معمولاً انرژی شکست برتری جذب می کنند و عامل به
شکست نرم دارند.

دان‌های بزرگ : دان‌های درشت به دلیل تمرکز شدن در مرز دان‌ها، منطقه شکست ترد هستند.
⑦ پوشش ها و سطح ماده :

وجود ترک های میکروکوپی یا پوشش های ناپوشیده روی سطح ماده می تواند منجر به تمرکز
شدن و افزایش احتمال شکست ترد شود.

⑧ شرایط محیطی :

رطوبت خوردگی : این عوامل می تواند ترک های میکروکوپی ایجاد کرده و رفتار شکست را تردتر
کند.

ترک ریزش در معرض هیدروژن : پدیده شکست هیدروژنی (Hydrogen Embrittlement) می تواند
عامل به شکست ترد را افزایش دهد.

نمای گذار از نرم به ترد (DBTT) : (تقریباً 5 و 6)

دمای گذار از نرم به ترد (Ductile-to-Brittle transition temperature) معیار مهم برای مواد است که در آزمون فرج رفتار در کمانه‌ای دارند.

① این دما معمولاً در فولادها مشاهده می‌شود.

② مواد FCC با فلزات نرم مانند این رفتار حساسیت به آن تقریباً خفیف هستند.

دمای انتقال داکتیلیتی: (Ductility transition temperature)

در طول جت جهانی دوم ریس از بررسی شکست کشتی‌ها و خرابی در آب‌های سرد،

تقریبی انجام شد که اگر $C_v > 20$ باشد، هیچ شکست تردی رخ نمی‌دهد. این

مقدار (20) برای فولادهای کشتی با معیار شکست کم در فولادهای کم‌کربن معتبر است و

برای مواد دیگر باید محاسب شود.

خلاصه ①:

بجای دمای انتقال داکتیلیتی رانده می‌دانیم این غرض یک فولاد کم‌کربن است می‌توانیم مقدار

دمای انترن 20 را برای آن محاسب کنیم.

بیشتر دادن داره هارید اکوردن بهترین نیمی نیست سه درسم انترار بیان باز ($E=20J$) - معادله

نیمه می سه سه:

$$y = 2 \times 10^{-5} x^3 - 0.0093 x^2 + 1.2449 x + 9.9433$$

کدر آن x نشان دهنده دما و y نشان دهنده انرژی است.

$$20 = 2 \times 10^{-5} x^3 - 0.0093 x^2 + 1.2449 x + 9.9433$$

با حل معادله بالا مقدار x یا همان دمای تبدیل مقدار $8.62^\circ C$ بدست می آید.

خاتمه (2):

دما FTP : دمای که بالاتر از آن شکست 100% داکتیل باشد.

Fracture transition plastic (FTP)

دما $FATT$: دمای که در آن شکست 50% ترد و 50% داکتیل باشد.

(FATT) Fracture Appearance transition temperature

دما NDT : دمای که زیر آن شکست تماماً ترد است و مقدار شکست داکتیل قابل چشم پوشی است.

Nil Ductility temperature (NDT)

Subject

Date

دمای NDT برابر است با 5°C - زیرا در گران شکست کامل تراز است و احتمال شکست
دائمی ناچیز است.

برای پیدا کردن دما FATT از نمودار 3 گگی می‌گیریم و در معادله منت شده به نمودار
که دمای 50٪ سطح تدریجی آن می‌دهد نزدیک باشد مقدار $y = 50$ را وارد می‌کنیم.

مقدار $x = T$ را به دست می‌آوریم:

$$y = -5 \times 10^{-5} x^3 + 0.0229 x^2 - 2.4604 x + 88.382$$

$$y = 50 \Rightarrow 50 = -5 \times 10^{-5} x^3 + 0.0229 x^2 - 2.4604 x + 88.382$$

با حل معادله می‌گیریم:

$$x_1 = 18.73 \quad x_2 = 134.4 \quad x_3 = 304.8$$

چون معادله درجه 3 است به ازای $y = 50$ سه مقدار x می‌دهد.

پس به شکل نمودار دما به x های مختلف در می‌یابیم که مقدار درست برابر است با

$x_1 = x$ یعنی دمای 18.73°C - در این دما شکست دائمی سطح 50٪ تدریجی 50٪

دائمی است.

دمای FTP به ازای دماهای در دسترس ما قابل محاسب نیست زیرا پس از 100°C مقدار

سطح تدریجی دمای 300°C ثابت در برابر 20٪ می‌ماند - می‌توانیم به روش دیگری

رایج عنوان این دما گزینش کمردنی این عدد ماده اعم است زیرا نمی دانیم در دمای بالاتر برای ماده چه اتفاقی می افتد، در واقع برضای ماده چیزی نیست که از یک معادله ساده ریاضی تبعیت کند به همین دلیل، داده های مطلق نمی توان این دما را شخص کمردنی از نیات گیری است.

خلاصه (3):

تغییرات عرض غوطه در آزمائش فرو بر حسب دما به دلیل تأثیر دما بر رفتار مکانیکی ماده رخ می دهد:

(1) تأثیر دما بر ماده:

در دماهای پایین ماده ترد است و شکست ترد تر رخ می دهد و تغییرات عرض کم است.

در دماهای بالا، ماده نرم تر شده و شکست نرم با تغییر شکل پلاستیک بیشتر رخ می دهد.

(2) دمای انتقال شکست (DBTT):

در دماهای بالاتر از این دما، ماده از شکست ترد به شکست نرم تغییر می کند و تغییرات عرض افزایش می یابد.

(3) تغییر مکانیزم های شکست:

دماهای پایین: حرکت نابجایی ها محدود است، شکستن سریع تر رخ می دهد.

دماهای بالا: نابجایی ها فعال تر می شوند، تغییر شکل پلاستیک قبل از شکست بیشتر شود.

Subject

Date

④ شرح‌های داخلی :

دردهای پایین، این‌تنی‌ها، نقره‌شک، سرخی‌شوند، دردهای بالا
آلوده و غیره، کل بدن مسود