استحکام ضربه ای

تهیه نمونه (مطابق با استاندارد DIN 8078 ,استاندارد ملی ۶۳۱۶ ایران)

نمونه های لازم برای انجام آزمایش ضربه باید بر اساس جدول زیر و به صورت لوله (مقطع) یا بخشی از محور طولی لوله مانند شکل تهیه شود.

این نمونه ها از نقاط مختلف لوله و در حد امکان از کلیه نقاط محیطی لوله به طول ۱±۵۰ میلیمتر یا ۲±۱۲۰ میلیمتر تهیه می شوند.

عرض نمونه ها در جدول زیر همان b نشان داده شده در شکل می باشد.اگر ضخامت جداره S بیش از۱۰/۵ میلیمتر نباشد نباید سطح نمونه ها را سائید اما برای نمونه هایی که ضخامت بیش از ۱۰/۵ دارند سطح خارجی نمونه ها باید سائیده شود تا به ضخامت ۱۰/۵±۰/۵میلیمتر برسد. سائیدن سطح نمونه هاباید بوسیله کاغذ سمباده(شماره ۲۲۰ یا نرمتر) و در جهت طولی نمونه ها انجام گیرد.

آزمون باید برروی ۱۰ نمونه انجام شود .ضربه بر سطح خارجی یا سطح سائیده شده نمونه وارد می شود.

نوع نمونه	لوله		نمونه			فاصله بین فکها (mm) +۰/۵ ۰
	قطر خارجیd (mm)	ضخامت دیوارهs(mm)	طول (mm)	عرض(mm)	ارتفاع (mm)	
۱	<۲۵	S	بخشی از لوله به طول ۲±۱۰۰(mm)			۷۰
۲	>۲۵	<۴/۲	۱±۵۰	۲/۰±۶		۴۰
۳	>۲۵	>۴/۲	۲±۱۲۰	۰/۵±۱۵	ماکزیمم ۱۰/۵	۷۰

شرایط آزمون : (مطابق با استاندارد DIN 8078 واستاندارد ملی ۶۳۱۶ ایران)

آزمایش باید در دمای C °۲±۲۳ برای لوله های PP-H (نوع ۱-همو)و دمای C °۲± ۰ برای لوله های PP-B,PP-R(نوع ۲و۳-رندوم وبلاک) انجام گردد.

معیار ارزیابی: (مطابق با استاندارد DIN 8078 واستاندارد ملی ۶۳۱۶ ایران)

زمانیکه لوله طبق روشهای آزمون قید شده در استانداردلوله های پلی پروپیلن- روشهای آزمون مورد آزمون قرار گیرد تعداد آزمونهای مردود نباید بیش از ۱۰ درصد کل آزمونهای انجام شده باشد.

اگر درهنگام انجام آزمایش بیش از یک نمونه شکست ،آزمون باید بر روی ۲۰ نمونه دیگر از همان لوله تکرار شود.در چنین حالتی تعداد کل شکستها در هر دو آزمون باید با یکدیگر گزارش داده شود.

۲- تعاریف (استاندارد EN 10045-2)

برای رسیدن به اهداف مورد نظر این آزمایش ، دانستن تعاریف زیر الزامیست :

سندان : قسمتی از دستگاه به شکل یک صفحه عمودی می باشد که نمونه ها را بعد از شکست نگه می دارد. این صفحه بر صفحه نگهدارنده دستگاه عمود می باشد.

نگه دارنده : بخشی از دستگاه به شکل یک دستگاه افقی بوده که نمونه ها را قبل از شکست توسط چکش روی آن قرار میدهندو برصفحه سندان عمود می باشد.

ضربه زننده: بخشی از چکش که به نمونه برخورد میکند.

مرکز ضربه زننده: قسمتی از لبه ضربه زننده که پاندول هنگام رها شدن به طور افقی به وسط نمونه ها ضربه وارد میکند.

شدت انرژی پتانسیل داخلی A_N : انرژی طراحی شده برای چکش پاندول

انرژی پتانسیل داخلی موثر A_P : انرژی که به طور مستقیم محاسبه می شود.

انرژی جذب شده و نشان داده شده A_S : مقدار انرژی که توسط عقربه یا نمایشگر خوانده می شود.

انرژی جذب شده موثر Av: کل انرژی لازم برای شکست نمونه ها هنگامیکه در دستگاه تست قرار می گیرند.این انرژی برابر است با مقدار تفاوت انرژی پتانسیل بین موقعیت داخلی پاندول و اتمام اولین نیم نوسان هنگام شکست نمونه ها.

۳-نشانها و علامتها : (استاندارد EN 10045-2)

	واحد	نشان
شدت انرژی پتانسیل داخلی(شدت انرژی)	J	A_N
انرژی پتانسیل داخلی موثر(انرژی پتانسیل)	J	Ap
انرژی جذب شده نمایش داده شده	J	As
انرژی جذب شده موثر(جذب انرژی)	J	Av
نیرویی که توسط پاندول واردمیگردد.	N	F
جرم پاندول	N	
فاصله بین مرکز ضربه زنندهو محورهای چرخشی پاندول (طول پاندول)	m	F1
فاصله بین مرکز ثقل پاندول و محورهای چرخشی	m	L
فاصله بین مرکز وضربه و محورهای چرخشی		l
فاصله بین نقطه اثر نیروی F و محورهای چرخشی	m	l1
افت اصطکاک در اثر نیروی مقاومت عقربه	m	l2
افت اصطکاک دراثر مقاومت هوا واصطکاک یاتاقان	J	p
اصلاح افت انرژی برای زاویه باز β	J	p'
پریود نوسانات کامل	J	p_β
مدت زمان ۱۰۰نوسان پاندول	S	t
ماکزیم مقدار T	S	T
مینیمم T	°	T_M
زاویه بالا رفتن	°	T_m
زاویه پایین آمدن	J	α
	J	β

۴-ماشینهای تست ضربه :

مشخصات ماشینهای تست ضربه پاندولی با ظرفیت ۵۰ ژول یا کمتر(DIN51222):

۱. چهارچوب یا قاب دستگاه
۲. پاندول

۳. موقعیت پاندول/قاب دستگاه
۴. نگهدارنده آزمونه هاو سندان
۵. نقطه مرکز ضربه
۶. نمایشگر انرژی
۷. انرژی پتانسیل داخلی
۸. نمایشگر خطای انرژی
۹. اتلاف اصطکاک
۱۰. سرعت ضربه

۲-۱:قاب دستگاه(DIN 51222)

دستگاه تست ضربه پاندولی نباید هنگام وارد کردن ضربه به نمونه ها هیچگونه حرکت واضح و قابل توجهی داشته باشد.چراکه این موضوع نمایانگر این است که انرژی جذب شده بیشتر از انرژی پتانسیل داخلی ماشین بوده است هنگام اتصال پایه ماشین به کف جامد اتاق (برای ماشینهایی با ظرفیت ۵۰ ژول) و یا اتصال ماشینهای با ظرفیت ۷/۵ تا ۲۵ ژول به یک میز بزرگ و همچنین برای ماشینهایی با ظرفیت ۴ژول یا کمتر که برروی میز کار قرارداده میشوند فرض می شود که پارامتر بالا رعایت شده است.

۲-۲ پاندول :(DIN 51222)

پاندول باید از معیارهای آورده شده در جدول زیر پیروی کند:

جدول ۱:پرامترهای جغرافیایی برای ماشینهای تست ضربه

	ظرفیت انرژی ماشینها در واحدژول	۰/۵	۱	۲	۴	۷/۵	۱۵	۲۵	۵۰
	زاویه مجاز	$5°\pm1°$							
سندان	فاصله بین سندانها در واحد میلیمتر)	$40_{0}^{+0.1}$ $70_{0}^{+0.1}$ $100_{0}^{+0.1}$				$22_{0}^{+0.1}$ $30_{0}^{+0.1}$ $40_{0}^{+0.1}$ $70_{0}^{+0.1}$		$30_{0}^{+0.1}$ $40_{0}^{+0.1}$	
پاندول	ضخامت ضربه زننده	<۱۰۰						<۱۲	

۲-۳ موقعیت قاب دستگاه /پاندول(استاندارد2-EN 10045):

دستگاه باید دارای یک صفحه مرجع بر اساس نوع اندازه گیری که می تواند انجام دهد باشد.دستگاه باید طوری نصب شود که این صفحه مرجعنسبت به افق ۲/۱۰۰۰ قرار گیرد.محورهای چرخشی پاندول باید با این صفحه موازی در ۲/۱۰۰۰ باشند که این موضوع توسط سازنده دستگاه رعایت می گردد.برای ماشینهای بدون صفحه مرجع محورهای چرخشی باید ۴/۱۰۰۰ نسبت به افق قرار گیرند.پاندول باید طوری

پایین بیاید که لبه ضربه زننده ۰/۵ ± میلیمتر از نقطه ای که به نمونه ها برخورد میکنـد فاصـله داشـته باشد.
این موضوع ممکن است بوسیله یک میله چهارگوش به پهنای مساوی با پهنای نمونـه هـا و۰/۵ میلیمتـر کوتاهتر ازطول نمونه ها ایجاد گردد.فاصله بین لبه ضربه زننده و این میله باید اندازه گیری شود.
پاندول باید در یک صفحه که ۳/۱۰۰۰ عمود بر محورهای چرخشی است نوسان کند.

۲-۳ نگهدارنده نمونه هاو سندان(DIN 51222)

سطح بالایی نگهدارنده نمونه ها باید همتراز و حدود ۰/۱ میلیمتر باشد
نگهدارنه باید طوری قراربگیرد که محور نمونه ها ۳٪موازی با محور چرخشی پاندول باشد..سطح بـالایی سندان نیز باید هم تراز حدود ۰/۱ میلیمتر باشد.برای اطلاعـات بیـشتر از پارامترهـای هندسـی لازم از جدول ۱ کمک بگیرید.

۲-۴ تلورانس بین پاندول و سندان:(DIN 51222)

برای ماشینهای با ظرفیت انرژی ۱۵ ژول یا کمتر هیچ قسمت از پلدول که از بین سندان میگـذرد نبایـد ضخامتی بیشتر از ۱۰ میلیمتر داشته باشد و برای ماشینهای با ظزفیت انرژی ۲۵ تا ۵۰ ژول این ضـخامت نباید کمتر از ۱۲ میلیمتر باشد.

۲-۵ نقطه مرکز ضربه :(DIN 51222)

فاصله بین مرکز ضربه تا محورهای چرخشی l_1 برابر است بـا طـول پانـدول دسـتگاه .در نتیجـه بـرای محاسبه پریود نوسانات پاندول t و همچنین مقدار l_1 می توان از فرمول زیر استفاده نمود:

$$t_1 = \frac{g.t^2}{4\Pi^2}$$

gبرابر با ۹/۸۰۶۷ و Π^2 برابر با ۹/۸۶۹۶ می باشد.

مقدار t را می توان دقیقا به وسیله سه اندازه گیری محاسبه کردکه در هریک مدت زمان(T)۵۰ نوسـان کامل به شرطیکه پاندول از مسیر خود بیش از ۵ درجه منحرف نشود و تفاوت بین کمترین و بیشترین مقدار $T(T_M,T_m)$ بیشتر از ۰/۲ ثانیه نباشد. اندازه گیری می شود.
برای ماشینهای که ظرفیت انرژی آنها ۰/۵ ژول است به علت اصطکاک زیاد امکان رسیدن به ۵۰ نوسان کامل نمی باشد در نتیجه مدت زمان برای ۲۵ نوسان کامل محاسبه می شود.

جدول ۲ مقدار انحراف را برای l_1بیان میدارد:

مقدار انرژی پتانسیل داخلی ANدر واحدژول	مقدار عددی l_1	محدوده انحراف برای l_1 به عنوان درصدی ازL
۰/۵و۱و۲و۴	L	±۱/۰
۷/۵و۱۵و۲۵و۵۰	L ٭۰/۹۹۵	±۰/۵

۲-۶ نمایشگر انرژی:(DIN 51222)

این نمایشگر باید هم در واحد درجه (برای محاسبه زاویه سقوط) و هم در واحد ژول برای محاسبه مقدار انرژی جذب شده درجه بندی شود.

۱-۶-۲:مقیاس آنالوگ:

عرض درجه ها باید یکنواخت باشدو پهنای عقربه نیز تقریبا مساوی با پهنای یکی از درجه ها باشد.عقربه باید طوری قرار بگیرد که خطای پارالکس(توازی) ایجاد نشود.

وضوح نمایشگر r ازتقسیم مقدار ضخامت عقربه بر کمترین فاصله بین مرکز دو درجه مجاور به دست میآید.نسبت پیشنهادی ۱:۴و۱:۵و۱:۱۰ می باشد.فاصله بین دو درجه مجاور باید حداقل ۲/۵ میلیمتر باشد تا بتوان آنرا به ۱۰ قسمت تقسیم کرد.هر قسمت نباید از ۱/۱۰۰ انرژی پتانسیل داخلی بیشتر باشد و باید بتوانداافزایش انرژی پتانسیل داخلی را تا حداقل ۰/۲۵٪ تخمین زد.

۲-۷ انرژی پتانسیل : (استاندارد2-EN 10045)

مقدارانرژی پتانسیل Ap باید طبق روش زیر کنترل شودوتفاوت آن با مقدار عددی A_Nنباید بیشتر از ±1.0% باشد.

۱-۷-۲: کلیات :

به علت طبیعت طراحی پاندول . مرکز ثقل آن بسیار نزدیک بهلبه ضربه زننده آن می باشد. خط مستقیمی که در امتداد این لبه می باشدبسیار نزدیک به محورهای چرخشی می باشد.

به جای محاسبه وزن پاندول F1 و فاصله بین مرکز ثقل تا محورها راحت تر است که نیروی F –که در فاصلهمعین l2 عمل میکند را تعیین کردکه همان گشتاوری را که جرم پاندول ایجاد میکند بر محور وارد میکند .

توجه : l2 ممکن است با l ابرابر باشد.

۲-۷-۲: روش:

پاندول را بالا برده به طوریکه مرکز ثقل آن روی یک صفحه افقی نسبت به محورهای چرخشی و با ۱۵/۱۰۰۰ قرار بگیرد.

یک سر ضربه زننده را در فاصله l2 از محورهای چرخشی و بر روی یک ضربه زننده افقی دیگر که نسبت به اولی در حالت معمولی قرادارد یک ترازو یا بهتر از آن یک نیروسنج قرار دهیدنیروی اعمال شده توسط پاندول F بر نیرو سنج و L2 فاصله بین سندان تا محورها را تا ۰/۲٪ اندازه بگیرید.

گشتاور پاندول M برابراست با حاصلضرب F در l2 است.

سپس زاویه چرخش پاندول از موقعیت استراحت به موقعیت سقوط را با دقت $\pm 0/065^{o}$ محاسبه کنید. زاویه αنباید بیشتر از ۹۰ درجه باشد.

انرژی پتانسیل Ap با استفاده از فرمول زیر محاسبه کنید:

$$Ap=M(1-COS\alpha)=F.l2(1- COS\alpha)$$

۲-۸: خطای انرژی نشان داده شده: (استاندارد2-EN 10045)

مقدارخطای انرژی باید توسط روش زیر محاسبه شود:

برای یک ماشین با ظرفیت Aژول ، درجه بندی نشانگر را روی ۱۰،۲۰،۳۰،۵۰ یا ۶۰و۸۰ درصد سرعت انرژی پتانسیل داخلی AN تنظیم کنید. برای اینکار پاندول را طوری بالا ببرید که نشانگر روی درجه انتخاب شده قرار بگیرد.زاویهβ را با دقت ۰/۰۶۵° ± اندازه بگیرید.

تفاوت بین انرژی نشان داده شده As با انرژی جذب شدهAv نباید بیشتر از٪ ۱ ± انرژی جذب شده یا۰/۵ ±٪ انرژی پتانسیل Ap باشد . در هرقسمت بیشترین مقدار در نظر گرفته می شود.

(از ۸۰% تا ۵۰%سرعت انرژي AN)

$$\left|\frac{As.Av}{Av}\right|.100 \le 1.0$$

(زیر ۵۰% سرعت انرژي AN)

$$\left|\frac{As.Av}{Ap}\right|.100 \le 5.0$$

دقت لازم برای اندازه گیری مقادیر α، β. F, l2, که Av را نیز شامل می شود باید طوری باشد که تقریبا تا ۰/۳ % بیشترین مقدار نشان داده شده توسط نشانگر، خطای مجاز داشته باشد.

۹-۲ اتلاف اصطکاک : (استاندارد EN 10045-2)

شکستن نمونه های آزمایش باعث جذب مقداری انرژی می شود.این انرژی جذب شده برابر است با تفاوت بین انرژی پتانسیل و انرژی باقیمانده ای که با بالا رفتن پاندول ایجاد می شود.که این انرژی را به عنوان افت انرژی محاسبه می کنند.

- افت اصطکاک به دلیل نیروی مقاومت (در برابر حرکت) عقربه و مقاومت هوا
- اصطکاک یاتاقانها

این افت انرژی به طریق زیر محاسبه می شود:

- افت انرژی در اثر مقاومت عقربه :

بدون آنکه نمونه ای را در دستگاه قرار دهید عقربه را در موقعیتی که زاویه صعود بر روی صفر واقع شود قرارداده و اجازه دهید که پاندول به طور معمولی فرود بیاید (زاویه سقوط α) سپس زاویهβ۱ یا انرژی E۱ را مستقیما اندازه گیری می کنیم .سپس بدون تنظیم کردن دوباره دستگاه اجازه دهید که پاندول برای بار دوم از همان موقعیت پایین افتاده و زاویه نوسانβ2 یا انرژی E۲ را اندازه بگیرید.

افت اصطکاک عقربه برابر است با :

اگر مقیاس برحسب درجه ، تقسیم بندی شده باشد:

$$P=M(\cos\beta 1-\cos\beta 2)$$

اگر مقیاس بر حسب واحدهای انرژی درجه بندی شده باشد:

$$P=E1-E2$$

مقدار اصلی β1,β2,E1,E2 را با چهاربار اندازه گیری محاسبه کنید.

- افت اصطکاک ناشی از یاتاقانها و یا مقاومت هوا:

بعد از محاسبه E2و β2 ، پاندول را به وضعیت اولیه آن برگردانده و بدون تغییر دادن عقربه ، پاندول را رها کنید تا ۱۰ نوسان نیمه انجام دهد.هنگامیکه پاندول یازدهمین نیمه نوسان خود را شروع کرد، عقربه را حدود ۵٪ از بالاترین حد آن حرکت داده و مقدارβ3 را محاسبه کنید. افت اصطکاک در یاتاقانها و یا مقاومت هوا برای یک نوسان نیمه به شرح زیر است:

اگر مقیاس برحسب درجه باشد:

$$P'=1/10\ M(\cos\beta 3-\cos\beta 2)$$

اگر مقیاس بر حسب واحدهای انرژی باشد:

$$P'=1/10(E3-E2)$$

مقدار اتلاف کلی یا $P+P'$ نباید از مقادیر درج شده در جدول ۳ بیشتر باشد:

حد مجاز اتلاف به عنوان درصدی از AN	مقدار انرژی پتانسیل داخلی ANدر واحدژول
۲/۰	۰/۵
۱/۰	۱و۲
۰/۵	۴و۷/۵وو۱۵و۲۵و۵۰

۱۰-۲: سرعت ضربه : (استاندارد EN 10045-2)

مقدار سرعت ضربه برابر است :

$$v = \sqrt{20.g.L(1-\cos\alpha}$$

V = سرعت ضربه بر حسب متر بر ثانیه

g= سرعت سقوط آزاد(۹/۸۱ متر بر مجذور ثانیه)

در این محاسبات انرژیهای زیر درنظر گرفته نشده اند:

- انرژی جذب شده توسط کار تغییر شکل سندان و مرکز ضربه زننده
- انرژی جذب شده به عنوان اصطکاک نمونه ها و سطح نگه دارنده و همینطور سندان

مقادیر سرعت ضربه نباید از مقادیر درج شده در جدول ۴ بیشتر باشد:

مقدار انرژی پتانسیل داخلی ANدر واحدژول	محدودیتهای مقدار سرعت ضربه در واحد m/s
۰/۵و۱و۲و۴	۲/۸ و ۳/۱
۷/۵و۱۵و۲۵و۵۰	۳/۶ و ۴/۰

۳-شروط ایمنی :(DIN 51222)

این دستگاه تست ضربه باید توسط یکسری وسایل جانبی ایمن سازی شودو به شکلی نصب شود که اپراتور و تمام قسمتهای دیگر در هنگام کار کرد با ماشین از خطر به دور باشند.

۴-گزارش کار: (استاندارد EN 10045-2)

یگ گزارش کار باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- استاندارد مرجع مورد استفاده
- مشخصات دستگاه آزمایش (نوع، نشانه ، سال ساخت و شماره سریال)
- موقعیت دستگاه
- هر گونه شکست مشاهده شده
- نتایج بررسیها
- تاریخ بررسی

۵-فواصل زمانی بین بازرسی های غیرمستقیم : (استاندارد EN 10045-2)

- بازرسیهای مستقیم

این بازرسیها باید هنگامی انجام شودکه :

- دستگاه نصب ، اوراق و یا حرکت داده می شود.
- بازرسیهای مستقیم نتایج راضی کننده ایجاد نکرده باشد.

قبل از انجام بازرسیهای غیرمستقیم یک بازرسی مستقیم ساده باید بر روی ویژگیهای هندسی دستگاه انجام شود.

- بازرسی غیرمستقیم:

مدت زمان بین دو بازرسی غیرمستقیم بستگی به نگهداری ، استاندارد و تعداد دفعات استفاده از دستگاه دارد.

تحت شرایط معمولی ، پیشنهاد می شود که بازرسیهای غیر مستقیم حداقل هر ۱۲ ماه یکبار انجام گدد.

دستگاه را باید از تمامی جهات در هنگام نصب و بعد از هربار تعمیرو تنظیم آن بررسی کرد.

جدول ۵-مقدار پارامترهای هندسی :

	واحد	مقدار
پاندول:		
- زاویه سر ضربه زننده	°	۳۰±۱
- شعاع لبه ضربه زننده	mm	۲
موقعیت قاب دستگاه/پاندول		±۲/۱۰۰۰ بسته به صفحه مرجع
- به صورت افقی بر محورهای چرخشی پاندول : ماشینهای دارای صفحه مرجع		
ماشینهای بدون صفحه مرجع		±۴/۱۰۰۰
- موازی بین محورهای نمونه و محورهای چرخشی پاندول		±۳/۱۰۰۰
- فاصله بین لبه ضربه زننده و مرکز ضربه	mm	±۰/۵
- موقعیت لبه ضربه زننده نسبت به قرینه صفحه سندان	mm	±۰/۵
- حرکت مورب یاتاقانها	mm	±۰/۲۵
- حرکت شعاعی یاتاقانها	mm	±۰/۰۸
سندان		
- شعاع کج شدن سندان	mm	۱
- زاویه باریکی سندان	°	۱۱ ±۱
- زاویه بین نگه دارنده و سندان	mm	۹۰ ± ۰/۱۰
- فاصله بین صفحات سندان	mm	۰/۱
- فاصله بین صفحات نگهدارنده	m	۰/۱
- فاصله بین سندانه		۴۰
سرعت ضربه	m/s	۵ تا ۵/۵
-سرعت ضربه		

جدول ۶-تکرار پذیری و خطای مقادیربرای دستگاههای تست ضربه

سطح انرژی J	تکرارپذیری J	خطا J
<۴۰	<۶	<۴
>۴۰	<E از ٪۱۵	<E ٪۱۰

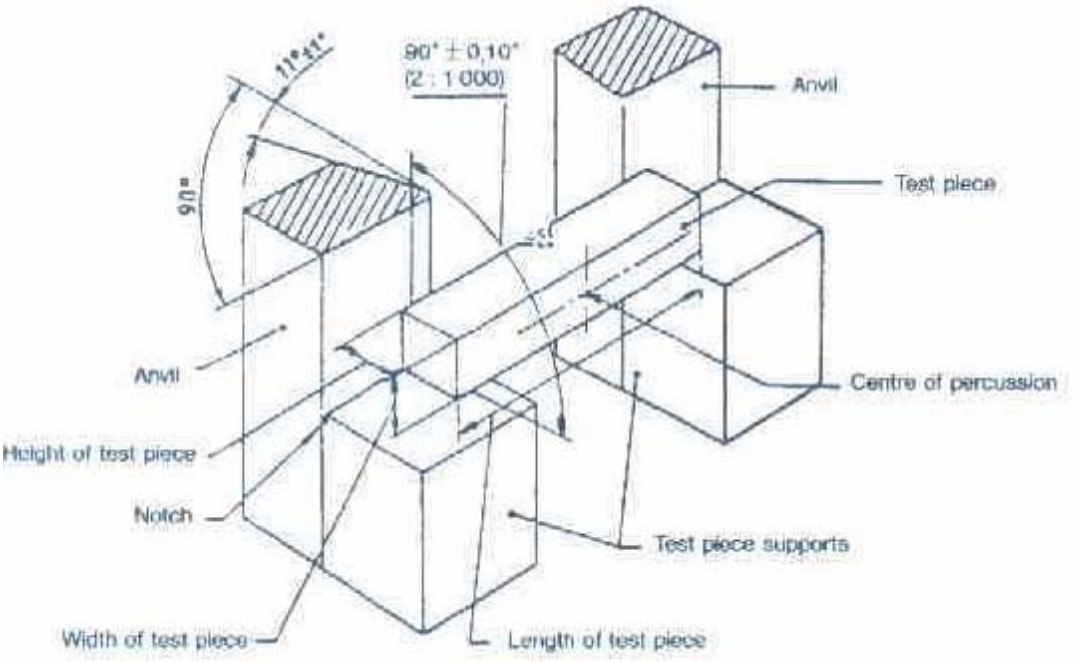

Figure 1: Test piece anvils and supports

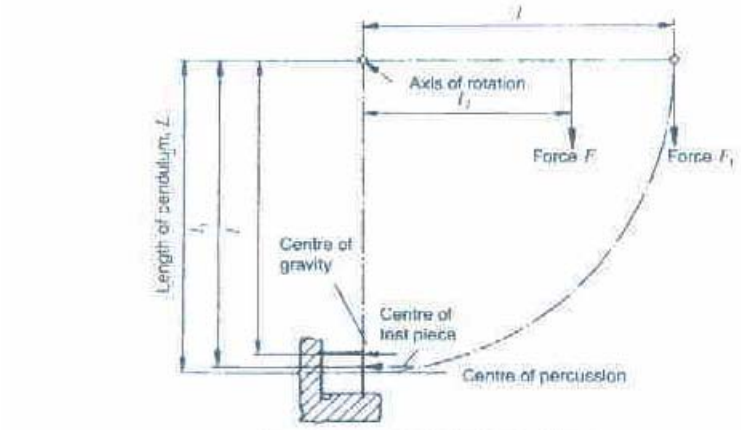

Figure 2: Pendulum geometry (notation)

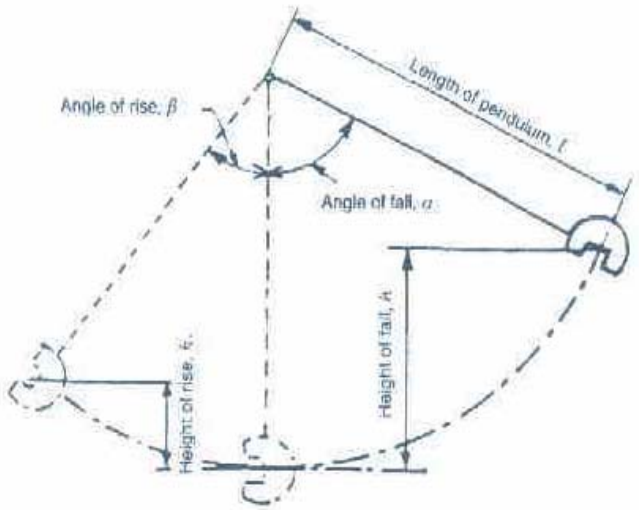

Figure 3: Angles and dimensions used for the calculation of impact energy (notation)

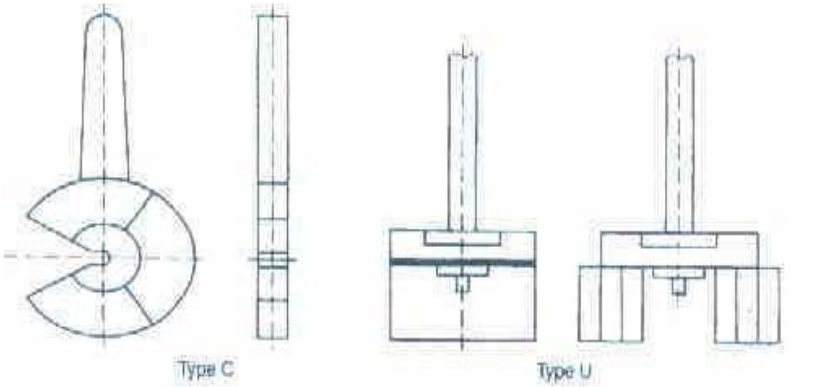

Figure 4: Types of striker