

## آزمایش سختی سنجی

عنوان آزمایش: آزمایش سختی سنجی بر اساس ویکرز، راکول و برینل

هدف آزمایش: بررسی سختی فولاد، برنج و آلومینیوم بر اساس سه روش ویکرز، راکول و برینل

### مقدمه:

سختی یک ماده عبارت است از ظرفیت آن برای مقاومت در مقابل نفوذ جسم دیگر در آن. برای انجام آزمایش سختی روش های متعددی وجود دارند که در آنها مقایسه نتایج مشکل است، چون جسم فرورونده، شرایط آزمایش، نحوه آن و فشارها، مشابه نیستند. معروف ترین آزمایشات سختی عبارتند از: برینل<sup>۱</sup>، ویکرز<sup>۲</sup>، راکول<sup>۳</sup>.

**آزمایش برینل:** یک گلوله سخت شده یا یک نقطه الماسی به داخل سطح ماده فرو می رود. (برای یکبار معین در زمان معین)

**آزمایش ویکرز:** یک هرم الماسی کوچک به داخل یک سطح مسطح فرو می رود. فرورفتگی به قدری کوچک است که نمونه تخریب نمی شود.

**آزمایش راکول:** این آزمایش با استفاده از یک گلوله کوچک با یک مخروط کوچک انجام می شود. این آزمایش نمونه را تخریب نمی کند.

در صنعت در مورد فلزات، سختی را به صورت مقاومت در مقابل نفوذ جسم دیگر در روی سطح فلز مورد نظر تعریف کرده اند. آن را اندازه می گیرند. برای اندازه گیری سختی، یک جسم سخت، با شکل معین را در روی فلز قرار داده و بر روی آن نیرویی قراردادی وارد می کنند و از روی اندازه و یا عمق اثری که به جا مانده سختی را تعیین می کنند. [۱]

### آزمایش برینل:

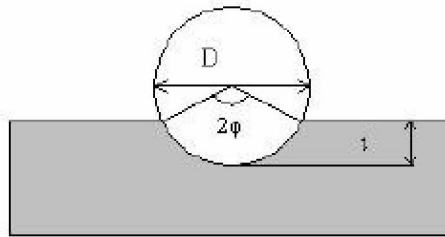
در شکل زیر یک دستگاه Durometer را مشاهده می کنید که برای تست سختی برینل به کار می رود.



در این آزمایش یک گلوله به قطر ۲.۵mm، ۵mm، یا ۱۰mm، تحت تاثیر نیروی ۱.۴۵KN تا ۳۰KN قرار می گیرد. بار برای یک مدت زمان معین نگه داشته می شود که این زمان، بر حسب نوع ماده متغیر است. (برای فولاد ۱۵ ثانیه)

Ball Diameter D(mm)	Load in KP(kgs)				
	۳۰ D <sup>2</sup>	۱۰ D <sup>2</sup>	۵ D <sup>2</sup>	۲/۵ D <sup>2</sup>	D <sup>2</sup>
۱۰	۳۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۰۰
۵	۷۵۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۲/۵	۲۵
۲/۵	۱۸۷/۶	۶۲/۵	۳۵/۲۱	۱۵/۶	۶/۲۵
۲	۱۲۰	۴۰	۲۰	۱۰	۴
۱	۳۰	۱۰	۵	۲/۵	۱

جدول ۱: اندازه ی نیرو و بار برای آزمایشات برینل [۱]



شکل ۳: تعیین سختی از طریق عمق اثر [۲]

$$BHN = \frac{F}{\frac{\pi}{2} D^2 (1 - \cos \varphi)} = \frac{F}{\pi D t}$$

$$d = D \sin \varphi$$

$$t = \frac{1}{2} [D - \sqrt{D^2 - d^2}] (mm)$$

Material	Loading
Cast Iron-Steel	$3 \cdot D^2$
Copper and Aluminum Alloys (HB over 55)	$1 \cdot D^2$
Copper and Aluminum Alloys (HB under 55)	$1 \cdot D^2$
Softer Metals	$2/5 D^2$ or $D^2$
Sintered Metals	$1 \cdot D^2$

جدول ۲: نشان دهنده میزان نیروی لازم برای آزمایش سختی برینل [۱]

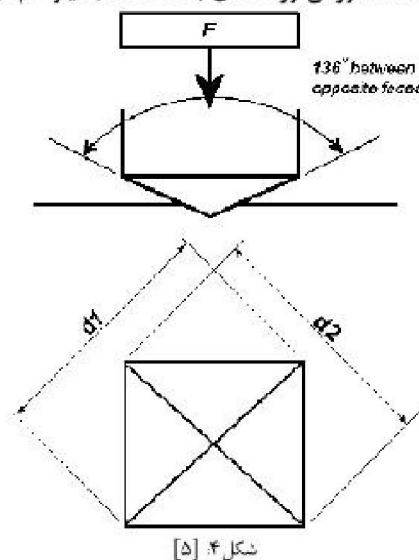
در آزمایش برینل و راکول به علت ثابت نبودن سطح هندسی هنگام فرورفتگی سختی ماده به بار وابسته بوده و بار باید عدد مشخصی باشد.

برای خرید فایل کامل و دارای داده و نتیجه گیری و ... روی لینک زیر کلیک کنید

<http://www.technomech.ir/post/480>

### آزمایش ویکرز:

در این آزمایش از یک هرم الماسی استفاده می شود که زاویه راس آن ۱۳۶ درجه می باشد. از آنجایی که این آزمون با نیروی بسیار کم در دانه ۱ تا ۱۲۰ کیلوگرم انجام می شود موجب تخریب قطعه نمی شود و تنها اثری کوچک بر روی نمونه باقی می گذارد. و در نتیجه می توان از آن برای بدست آوردن ورقه های با ضخامت بسیار کم نیز استفاده نمود.



عدد سختی مربوط به این آزمایش از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$
$$VHN = \frac{2F \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2}$$

برای خرید فایل کامل و دارای داده و نتیجه گیری و .... روی لینک زیر کلیک کنید

<http://www.technomech.ir/post/480>

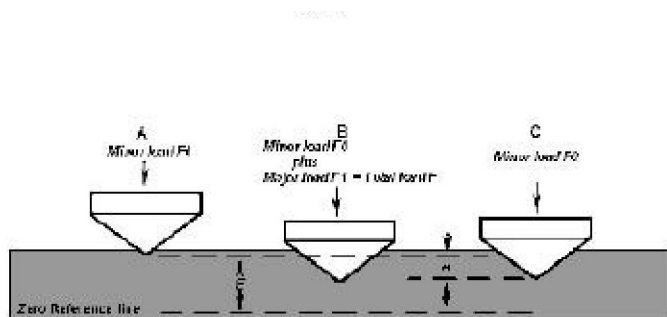
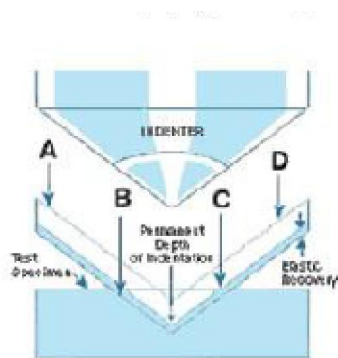
## آزمایش راکول:



شکل ۶: دستگاه تست آزمون راکول [۳]

Scale	Indenter	Minor Load $F_0$ kgf	Major Load $F_1$ kgf	Total Load $F$ kgf	Value of $E$
A	Diamond cone	۱۰	۵۰	۶۰	۱۰۰
B	۱/۱۶" steel ball	۱۰	۹۰	۱۰۰	۱۳۰
C	Diamond cone	۱۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۰۰
D	Diamond cone	۱۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰
E	۱/۸" steel ball	۱۰	۹۰	۱۰۰	۱۳۰
F	۱/۱۶" steel ball	۱۰	۵۰	۶۰	۱۳۰
G	۱/۱۶" steel ball	۱۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۳۰
H	۱/۸" steel ball	۱۰	۵۰	۶۰	۱۳۰
K	۱/۸" steel ball	۱۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۳۰
L	۱/۴" steel ball	۱۰	۵۰	۶۰	۱۳۰
M	۱/۴" steel ball	۱۰	۹۰	۱۰۰	۱۳۰
P	۱/۴" steel ball	۱۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۳۰
R	۱/۲" steel ball	۱۰	۵۰	۶۰	۱۳۰
S	۱/۲" steel ball	۱۰	۹۰	۱۰۰	۱۳۰
V	۱/۲" steel ball	۱۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۳۰

جدول ۳: Rockwell Hardness Scales [۵]



شکل ۷: [۳] و [۵]

آزمایش راکول						
نوع نمونه	نیرو (N)	بار وارده (kg)	زمان	اثر گذارنده	علامت مقیاس	سختی (kgf/mm <sup>2</sup> )
فولاد	588	60	15	الماس	A	48
برنج				الماس	A	
آلومینیوم				الماس	A	
فولاد				الماس	C	
برنج				الماس	C	
آلومینیوم				الماس	C	
فولاد				کره	B	
برنج				کره	B	
آلومینیوم				کره	B	

محاسبه نیرو در روش برنیل:

فولاد P=(.....)

برنج P=(.....)

آلومینیوم P=(.....N)

آزمایش برنیل						
نوع نمونه	نیرو در ۱۵ ثانیه (N)	زمان	نیرو در زمان آزمایش (N)	بار وارده	تعداد خط	قطر اثر (mm)
فولاد						
برنج	3678.75	30	1839	187.4617737	55	1.775
آلومینیوم						

آزمایش برنیل				
نوع نمونه	سختی (HBN) (kgf/mm <sup>2</sup> )	عمق فرو رفتگی (mm)	استحکام کششی (MPa)	استاندارد
فولاد				
برنج				
آلومینیوم	66.505176	0.095675771	143.5314708	66HBN5/100/15

آزمایش ویکرز						
نوع نمونه	زمان (sec)	نیرو (N)	نیرو (kg)	تعداد خط	قطر اثر (mm)	سختی (kgf/mm <sup>2</sup> )
فولاد	15	980	99.89806	82	1.41	93.1799
برنج						
آلومینیوم						

عوامل ایجاد خطا:

.....\*دستگاه

.....اد خطا می کند.

.....\*تمیز نب...می تواند باعث ایجاد خطا شود.

\* سطح نمونه با سطح ..... ن این شرط خطا ایجاد می شود.

نتیجه گیری:

\* همانطور که میدانیم سختی نمونه ها .....  
..... است:

$$\frac{100-93}{127} = \dots \%$$

$$\frac{90-\dots}{\dots} = \dots \%$$

$$\frac{\dots-53}{\dots} = \dots \%$$

\* سختی برنج و آلومینیوم در آزمایش راکول .....

..... در مقابل الماس با بار .....

..... به کره با بار نرم تر است و برای سختی سنجی آن باید از سمبه های دیگر یا بارهای دیگر استفاده کرد.

\* در آزمایش .....

\* آلومینیوم در کلیه آزمایشات نرم ترین فلز است چون سختی آن کمتر از بقیه است.

\* در صورت تکرار ..... آزمایش است.

مقایسه با منابع معتبر:

اعداد زیر با توجه به منابع معتبر برای سختی مواد خاصی از آلومینیوم و برنج و مس ارائه شده اند:

آلومینیوم			برنج			فولاد		
ویکرز	برینل	راکول A	ویکرز	برینل	راکول B	ویکرز	برینل	راکول B

آلومینیوم مورد استفاده: Aluminium 6061-T6, AD-33 (Russia)

یکی از منابعی که اعداد بالا از آن گرفته شده اند:

برای خرید فایل کامل و دارای داده و نتیجه گیری و ... روی لینک زیر کلیک کنید

<http://www.technomech.ir/post/480>