



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی و علم مواد
آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد

آزمایش شماره 4 :
آزمایش سختی سنجی

نگارش :
سارا صاحبی اول

گروه:
دوشنبه ساعت 13.5 الی 16.5

اساتید درس :
دکتر سیامک سراج زاده
مهندس جعفر مهدی اخگر

تاریخ انجام آزمایش:
1401/02/05

نوعی از فشار

به فلک می گویند فشاری است از فشاری که به تغییر شکل پلاستیک موضعی در یک ماده فلزی می باشد. این تغییر شکل پلاستیک در یک ماده فلزی می باشد.

به فلک می گویند تغییر شکل پلاستیک موضعی در یک ماده فلزی می باشد. این تغییر شکل پلاستیک در یک ماده فلزی می باشد.

در فلک می گویند تغییر شکل پلاستیک موضعی در یک ماده فلزی می باشد. این تغییر شکل پلاستیک در یک ماده فلزی می باشد.

۱- تغییر شکل پلاستیک تحت نیروهای کششی یا فشاری

۲- تغییر شکل پلاستیک تحت نیروهای فشاری

۳- تغییر شکل پلاستیک تحت نیروهای فشاری

۴- تغییر شکل پلاستیک تحت نیروهای فشاری

۵- تغییر شکل پلاستیک تحت نیروهای فشاری

در ابتدا به تغییر شکل پلاستیک موضعی در یک ماده فلزی می باشد. این تغییر شکل پلاستیک در یک ماده فلزی می باشد.

۱- تغییر شکل پلاستیک تحت نیروهای کششی یا فشاری

به تغییر شکل پلاستیک موضعی در یک ماده فلزی می باشد. این تغییر شکل پلاستیک در یک ماده فلزی می باشد.

تغییر شکل پلاستیک موضعی در یک ماده فلزی می باشد. این تغییر شکل پلاستیک در یک ماده فلزی می باشد.

تغییر شکل پلاستیک موضعی در یک ماده فلزی می باشد. این تغییر شکل پلاستیک در یک ماده فلزی می باشد.

۲. سختی ریاضی : در این روش سنجیده از انتجاع مقیاس به سطح فلز آفتاده و استاده از میزان انرژی جذب شده و انتجاع برگشت سنجیده سختی اندازه گرفته می شود
* این روش نیز در مورد فلزات کامپوزیت ها و پلی فلزات از روش هم استفاده می شود

۳. مقایسه در مقابل نندرسکی :

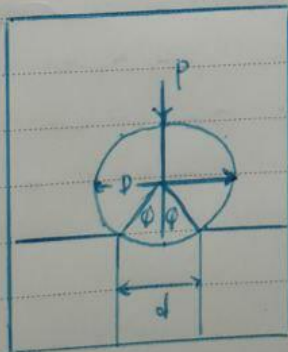
این روش برای انواع مختلف است :
فولادی

نحوه بریل : معمولاً از سنجیده ۲۰ mm در عمق در زمینه انتجاع می شود برای فلزات با سختی نرم میزان نیرو ۵۰۰ kg ، فلزات متوسط ۱۵۰۰ kg و فلزات سخت ۳۰۰۰ kg می باشد
* جهت روان اعمال نیرو برای فلزات آلی حذر ۵ تا ۳۰ دمای فلزات غیر آهنی ۶۵۰ است
* برای فلزات سخت از سنجیده های کاربرد نداشتن استفاده می شود
* چهار عدد نیرو فقط در روشی در سنجیده یکدیگر اندازه گیری می شود

* در این روش سختی را تقسیم نندرسکی بر سطح انداخته شده در روش نندرسکی می کند :

$$BHN = \frac{P}{\pi \cdot D \cdot t} = \frac{P}{\left(\pi \cdot \frac{D}{2}\right) (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (\text{بر حسب } \text{kg}/\text{mm}^2)$$

- P نیرو به حسب kg ، D قطر سنجیده به حسب mm
 d قطر آفتاده به حسب mm ، t عمق به حسب mm



$$d = D \sin \phi \quad (*)$$

$$\rightarrow \text{BHN} = \frac{P}{\pi \cdot \frac{DE}{2} \cdot (1.034)}$$

* برای اینکه با سطح ساده ما سختی تعیین کنیم باید شکل هندسی اشکالی ایجاد شود مشابه باشد یعنی
اشکال باید نامیه 2p تا 2p باشد و رابطه نیز برقرار باشد:

$$\frac{P_1}{D_1^2} = \frac{P_2}{D_2^2} = k$$

محدودیت های این روش :

1. افزایش نیروی انکسار و سختی کاهش می یابد
2. تغییر عمق قاعده قاعده انداختن

مزایای این روش :

1. حساسیت کمتر فلزها را با هم می یابد
2. سطح انداختن است و به همین علت قاعده اشکالی ایجاد می شود

معمولی مایه : از کیفیت تعیین می شود بر مقدار که ایجاد شده (معمولاً 100) و سختی می یابد

$$\text{معمولی مایه} = \frac{4P}{\pi \cdot d^2}$$

(در ماسه 1 kg/mm)

مایه ای که به این نیرو اعمال شده فقط انداخته شده
درست است ؟

$$P = k d^n$$

* n ثابت است و معمولاً که در سختی فلزات می باشد

* k ثابت است و معمولاً که در سختی فلزات می باشد و مقدار آن می یابد با تغییر دقت $d = 1$ باشد

* که فقط انداخته می شود اعمال شده می باشد

مزایای مایه :

کند از روش سختی بریلین مقدار بار داده می باشد

معایب :

تأثیر مایه در دقت از یک مقدار بار مشخص می یابد و این هم باعث تغییر می شود

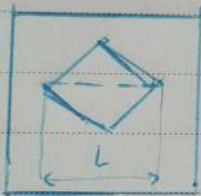
که با افزایش نیروی انکسار قاعده انداختن می یابد

سختی ملاتر:

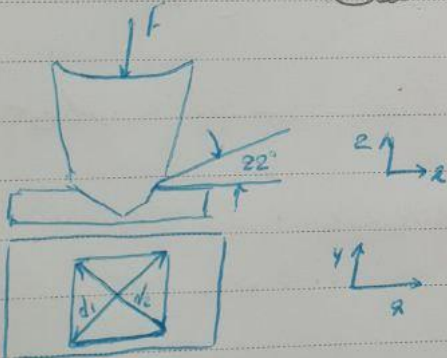
در این روش از اهرم العالی استفاده می‌شود. یک فنر درون دستگاه قرار دارد.
زاویه بین صفحات متقابل 136° می‌باشد.
* سختی ملاتر در این روش به وسیله تغییر در سطح اشتعال شده بدست می‌آید.

$$DPH, V, KN = \frac{2 \cdot p \cdot 3n(\frac{L}{2})}{L^2} = \frac{7.854 p}{L^2}$$

0.350 *



* این روش اولین بار در سال 1992 توسط انجمن استاندارد آمریکا
جایگزینی برای سختی ملاتر توصیه می‌شود.



* ملاتر سختی نیستی - سختی ملاتر را در 1 تا 120 kg مقیاس
* می‌توان سختی ملاتر را در این روش بین 1.5 تا 1500 وکتور اندازه گرفت.

نکات:

امکان اندازه گیری سختی ملاتر برای نمونه‌های مختلف را فراهم می‌کند.

ملاحظات:

سختی کم نیاز به اندازه دقیق. عملاً بر اندازه گیری شده است.

سختی واکسل

در این روش از سازه فولادی به قطعاتی $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{8}$ اینچ یا حدوداً ۳ میلی یا ۱۲۰

در هر مکان فردی نمونه استفاده می شود
نیز بار کشنده و از آنجا که فردی که کشنده می آید

* سختی واکسل واکسل

* در این روش فردی که کشنده می آید در نمونه عملی به عنوان نمونه از آنجا که

نمایان

در این روش از سازه فولادی به قطعاتی $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{8}$ اینچ یا حدوداً ۳ میلی یا ۱۲۰
در هر مکان فردی نمونه استفاده می شود
نیز بار کشنده و از آنجا که فردی که کشنده می آید

سختی

در این روش از سازه فولادی به قطعاتی $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{8}$ اینچ یا حدوداً ۳ میلی یا ۱۲۰

سختی واکسل

در این روش از سازه فولادی به قطعاتی $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{8}$ اینچ یا حدوداً ۳ میلی یا ۱۲۰
در هر مکان فردی نمونه استفاده می شود
نیز بار کشنده و از آنجا که فردی که کشنده می آید

در این روش از سازه فولادی به قطعاتی $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{8}$ اینچ یا حدوداً ۳ میلی یا ۱۲۰
در هر مکان فردی نمونه استفاده می شود
نیز بار کشنده و از آنجا که فردی که کشنده می آید

$$KHN = \frac{P}{A_p} \cdot \frac{P}{L_c}$$

* سختی واکسل واکسل

* در این روش از سازه فولادی به قطعاتی $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{8}$ اینچ یا حدوداً ۳ میلی یا ۱۲۰

* در این روش از سازه فولادی به قطعاتی $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{8}$ اینچ یا حدوداً ۳ میلی یا ۱۲۰

در آزمون فوق سنگات زیر باید وقت شود:

۱. عدد ریزه باید حدود ۵۰٪ باشد و سطح مسطح باشد
۲. عدد ریزه تیر باشد
۳. آزمون بر روی سطح استوانه فیلد یکم عملیات درستی داشته باشد و سطح انتخابی نیز درستی داشته باشد
۴. بین دو تیر ایستاده فاصله ای حدود ۵ تا ۱۰ سانتی متر باشد و تیر ایستاده باید در دو طرف باشد
۵. قفسه در دو طرف باشد و تیر ایستاده در دو طرف باشد
۶. سرعت اعمال ریزه باید از ۱۰ سانتی متر باشد

ملاحظات ۱

۱. در عدد کلی جابجایی قدری ایستاده راه شده است و قفسه سنگی را در دست می آوریم: (در دست و پای)

$$VHN = \frac{1.854 \cdot P}{L^2}$$

عدد احتمالی شده به بزرگیم، L مقدار قدری قطر باشد (mm)

* این مقادیر در جدول ۱ آورده شده است

۲. این مقادیر در جدول ۲ آورده شده است

۳. مقدار ایستاده راه شده است و استفاده از قفسه سنگی را در دست می آوریم و در جدول ۳ قرار می دهیم

$$BHN = \frac{P}{(\pi \cdot \frac{D}{2}) (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

* این مقادیر در جدول ۳ قرار دارد

۴. برای نفوذ آلیاژ آلومینیوم به شیشه، استفاده از مقدار زیاد ماده، سرد، فشار بالا و زمان است. این موارد در جدول ۴ قرار دارد.

$$B_{\text{eff}} = \frac{D}{(\pi \cdot \frac{D}{2}) (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

۵. این مقادیر سعی در جدول ۵ آورده شده است.

۶. این مقادیر در جدول ۶ آورده شده است.

خواسته ۲

* سعی در نفوذ به شکل ۱۰ رسم شده است.

همان طور که در شکل ۱۰ مشخص گشته است، سعی در نفوذ به شیشه با استفاده از مقدار زیاد ماده، سرد، فشار بالا و زمان است. ولی سعی های گشتی و فشاری به شکل ۱۱ انجام داده اند. برای انجام نفوذ به شکل ۱۱، فشار بیشتری نشان می دهند پس سعی نیز بالا می رود.

جلسه ۳

وقت راه‌ها در پی فاصله از دست سیر می‌شود و سیر می‌شود یعنی گشتن پیدای کند
زیرا در پی سیرت سیر کردن آرام تر باشد یعنی کمتر و در پی سیرت
سیر کردن سیر تر باشد یعنی بیشتر شود

* مقدار مورد نیاز در شکل ۲ آمده است.

جلسه ۴

برای درست آستن حق نفعه‌های نرم می‌توان از روش دریل و ساجیه‌های فلزی استفاده کرد.
لایه باید نفعه یا نفعه به الکات انجام شود زیرا استفاده از سیر و ساجیه غیر مناسب
است به و در آستن حقا نفعه آستن می‌شود

برای درست آستن حق نفعه‌های سخت می‌توان از ساجیه‌ها یا مخروط‌های آلومینیومی استفاده کرد.
نفعه سخت است و ممکن است از نخ‌های فلزی سبک باشد و باید به ساجیه غیر فلزی مثل کابرد نفوس در روش
دریل از روش‌های دیگر و الکات استفاده کرد.
دریل استفاده کرد.

خواسته 1

جدول 1_ سختی سنجی نمونه نعلی شکل فولادی به عرض 12 میلی متر به روش ویکرز

ابعاد میانگین قطرهای ایجاد شده توسط فرورنده ویکرز با نیروی اعمالی 30 kg (mm)	سختی محاسبه شده (kg/mm**2)
0.495	226.9972452
0.5	222.48
0.51	213.8408304
0.52	205.6952663
0.52	205.6952663
0.515	209.7087379
0.51	213.8408304
0.5	222.48
0.49	231.6534777

جدول 2_ سختی سنجی نمونه جمینی به طول 100 میلی متر با روش راکول سی از انتهای سریع سرد شده

سختی (HRC)
64
59
56
52
49
46
44
42
40
39
37
35
34
33
33
32
31
31
31
30
29
28
28
28
28
27
27
28
27
28
27
27
26
27
26
26
26
27
27
26

جدول 3_ سختی سنجی نمونه آلیاژ مسی به روش برینل با ساچمه 2.5 میلی متری و نیروی اعمالی 65.5 کیلوگرم

سختی محاسبه شده (kg/mm**2)	قطر اثر ایجاد شده (mm)	
101.85	0.87	بار اول
103.070	0.865	بار دوم
99.472	0.88	بار سوم

جدول 4_ سختی سنجی نمونه آلیاژ آلومینیومی به روش برینل با ساچمه 2.5 میلی متری و نیروی اعمالی 65.5 کیلوگرم

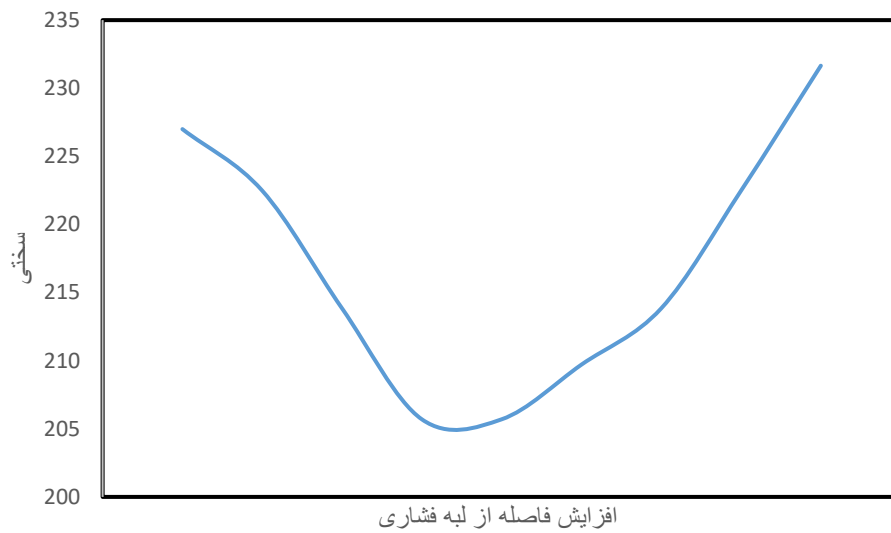
سختی محاسبه شده (kg/mm**2)	قطر اثر ایجاد شده (mm)	
124.241	0.79	بار اول
125.871	0.785	بار دوم
122.641	0.795	بار سوم

جدول 5_ سختی نمونه فولادی با روش راکول

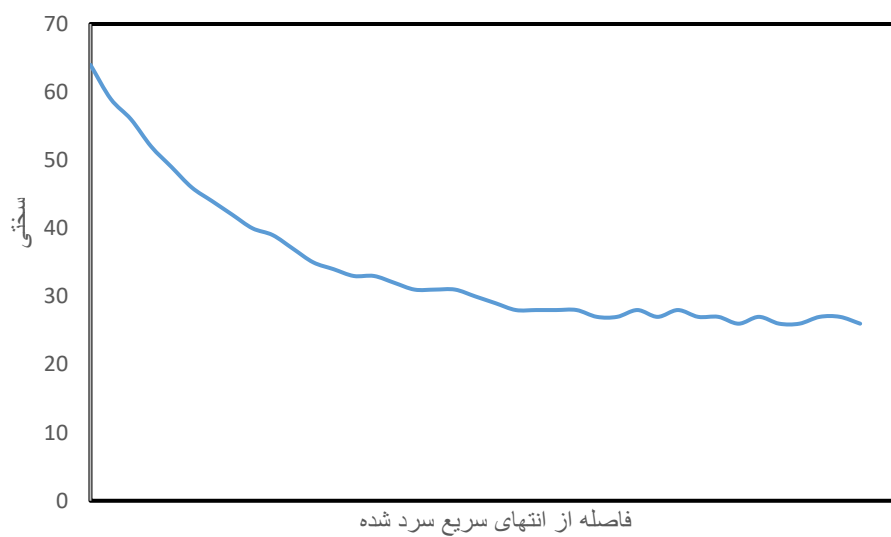
B	
سختی HRB	
83	بار اول
85	بار دوم
84	بار سوم

جدول 6_ سختی نمونه مسی با روش راکول

B	
سختی HRB	
46	بار اول
48	بار دوم
47	بار سوم



شکل 1_ منحنی تغییرات سختی نمونه نعلی شکل را نسبت به فاصله از لبه فشار



شکل 2_ منحنی تغییرات سختی نمونه جمینی را نسبت به فاصله از انتهای سریع سرد شده