

## سختی شیشه و شیشه سرامیک ها



**KOOPA**

شرکت کوپا پژوهش تولیدکننده تجهیزات آزمون فواصل مواد

(انواع سفتی سنج، تست کشش یونیورسال و تجهیزات متالوگرافی)

[WWW.KOOPACO.COM](http://WWW.KOOPACO.COM)

جهت اندازه گیری **سختی** شیشه و شیشه سرامیک ها از سختی سنجی به روش نوپ استفاده می شود. عدد سختی نوپ رفتار شیشه و شیشه سرامیک ها را در برابر تغییر سطحی ناشی از اثرگذاری بر سطح آزمون با استفاده از یک جسم جامد، مشخص می کند.

آزمون فوق می بایست در دمای ۱۸ تا ۲۸ درجه سانتی گراد انجام شود. (مگر آنکه جور دیگری توافق شده باشد). جهت انجام آزمون می بایست آزمون را طوری روی دستگاه **سختی سنج** قرار داد که سطح مورد آزمون آن در صفحه ای عمود بر نیروی آزمون و محور **ایندنتور** (الماسه) قرار گیرد و طی آزمون در این وضعیت باقی بماند.

شرایط وسایل اندازه گیری سختی نوپ:

دستگاه **سختی سنج** مورد استفاده می بایست شرایط زیر را دارا باشد:

- ۱- خطای نسبی نیروی آزمون بیش از ۱% نباشد.
  - ۲- طراحی سیستم اعمال نیرو طوری باشد که ایندنتور عمود بر سطح آزمون و بدون هیچگونه ایجاد تنش و نوسانی با نرخ بارگذاری  $(0.20 \pm 0.05) \text{ mm/min}$  پایین آید.
  - ۳- طول قطر بلند اثر با عدم قطعیت کمتر از  $0.5 \mu\text{m}$  قابل اندازه گیری باشد.
  - ۴- اندازه گیری میکروسکوپی باید به کمک عدسی شیئی با روزنه عددی موثر  $0.70^{+0.1}$  انجام شود.
  - ۵- نور مورد استفاده در اندازه گیری باید زرد-سبز باشد.
- ایندنتور مورد استفاده می بایست شرایط زیر را دارا باشد:

۱- شکل ایندنتور نوپ که دارای سر الماس هرمی با قاعده ی متوازی الاضلاع و زوایای راس  $172.5^\circ$  و  $130^\circ$  است،

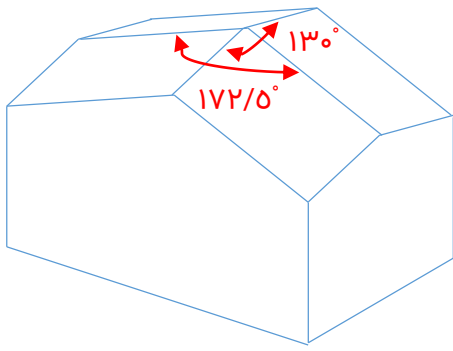
باید به گونه ای باشد که ضریب  $0.07028 = 0.5 \left( \cot \frac{172.5}{2} * \tan \frac{130}{2} \right)$  در معادله ی

$$HK = 0.102 \frac{F}{d^2 * 0.5 \left( \cot \frac{172.5}{2} * \tan \frac{130}{2} \right)}$$

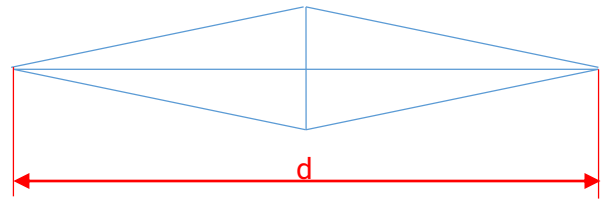
انحرافی بیش از ۱% نداشته باشد.

۲- وجوه و لبه های **ایندنتور** باید صاف و بدون ترک و یا سایر نقص ها باشد

۳- ترجیحاً از ایندنتورهای نوپ دارای گواهی معتبر استفاده شود.



ایندنتور نوپ



سطح مقطع اثر ایجاد شده به وسیله ی ایندنتور نوپ

آزمونه می بایست دارای شرایط زیر باشد:

- ۱- سطح مورد آزمون مسطح بوده و با شعله پرداخت شده باشد، یا با ساب زنی ماتی شکل و صیقل داده شود.
- ۲- درست قبل آزمون می بایست آزمون با آب یا اکسید سریم تا زمان خشک شدن صیقل داده شود.
- ۳- ضخامت آزمون می بایست حداقل ۰/۵mm باشد.

قبل از اجرای آزمون، ایندنتور نوپ را از طریق فشردن بر سطح مسی یا فولادی نرم (با سختی پایین) و یا با حلال مناسب غیر مضر، تمیز نمایید.

جهت ایجاد اثر (دندانه) می بایست نیروی آزمون به مدت ۲۰ ثانیه به آزمون اعمال گردد. نیروهای به کار رفته در روش نوپ بسیار کوچک هستند، در نتیجه اثر ایجاد شده نیز کوچک خواهد بود، بنابراین دقت شود حین اثرگذاری هیچگونه شوک و ارتعاشی موجب تغییر نیروی آزمون نگردد. ۶ دقیقه پس از اتمام اعمال نیرو، ۲ بار طول قطر بلند اثر ایجاد شده را با استفاده از میکروسکوپ اندازه گیری نمایید. نتایج نباید بیش از  $2/0 \mu\text{m}$  اختلاف داشته باشند. در صورتیکه بر اثر نشست ذرات گرد و غبار بر نقاط انتهایی اثر (دندانه)، اندازه گیری قطر بزرگ با مشکل مواجه شود، طوریکه نتایج اندازه گیری قطر بزرگ اثر اختلاف بیشتر از  $2/0 \mu\text{m}$  داشته باشد، می بایست اثرگذاری تکرار گردد.

جهت تعیین عدد سختی نوپ، نیروی ۰/۹۸۰۷ نیوتن اعمال شود. در این حالت آزمون حداقل در ۵ زمان مختلف تکرار گردد. در حالتی دیگر به منظور کاهش عدم قطعیت ناشی از اعمال یک نیرو، دو نیروی دیگر نیز در همان روز اعمال نمایید، طوریکه مقادیر این دو نیرو موجب ایجاد شکست بیش از اندازه نشود. در این حالت آزمون را بار دیگر در روز بعد تکرار نمایید. اثرهای مختلف را روی یک آزمون طوری ایجاد نمایید که فاصله ی بین اثرها حداقل ۳ برابر طول قطر کوچک دندانه باشد.

میانگین حسابی قطرهای بلند اثر (دندانه) را تعیین نمایید.

سختی نوپ HK 0.1/20 (۰/۱) معرف نیروی آزمون بر حسب کیلوگرم-نیرو، و ۲۰ معرف مدت زمان اعمال نیرو بر حسب ثانیه است) از طریق معادله  $HK 0.1/20 = \frac{1.423}{d^2}$  بدست می آید که در آن قطر بزرگ اثر بر حسب میلیمتر است که با اندازه گیری مستقیم و یا از روی ترسیم خط راست برای نیروی ۰/۹۸۰۷ نیوتن در نمودار مربوطه به دست آمده است.

در حالتیکه از سه مقدار نیروی آزمون استفاده شده باشد، نمودار نتایج به گونه ای رسم می گردد که محور افقی و محور عمودی به ترتیب نشان دهنده ی مقادیر  $\log F$  و  $\log d$  باشد. در صورتیکه اختلال در اندازه گیری رخ نداده باشد (ذرات گرد و غبار، شکست بیش از حد و ...)، تمامی نقاط در خطی مستقیم قرار می گیرند. جهت محاسبه ی سختی نوپ می بایست عدد  $d$  مربوط به نقطه ی ۰/۹۸۰۷ نیوتن از نمودار در معادله  $HK 0.1/20 = \frac{1.423}{d^2}$  جاگذاری گردد. گاهی یک نقطه کمی بیرون از خط مستقیم قرار می گیرد که موجب اختلال در اندازه گیری این نقاط می شود. در این موارد، باید اندازه گیری ها را با اعمال نیروی چهارم تکرار نمود.

به منظور ارائه گزارش آزمون سختی سنجی شیشه و شیشه سرامیک ها، می بایست موارد زیر را در گزارش مدنظر قرار داد:

- ۱- ارجاع به استاندارد مربوطه
- ۲- نوع و نشان گذاری شیشه و سرامیک
- ۳- تاریخچه آزمونه (در صورت مشخص بودن)
- ۴- عدد سختی نوپ HK ۰/۱/۲۰، گرد شده تا حدود HK ۰/۱/۲۰ ۱۰.
- ۵- عبارتی که نشان دهد عدد سختی نوپ با اندازه گیری مستقیم و یا از روی خط راست تعیین شده است.

مراجع:

- استاندارد ملی ایران ISIRI 13399