

ASTM E18-05

**روشهای استاندارد جهت  
سختی سنجی راکول و راکول سوپر فیشیال  
مواد فلزی**

ترجمه : احمد موتاب

کوپا پژوهش اولین تولید کننده سختی سنج های پرتابل ، یونیورسال و میکروهاردنس دیجیتال در ایران  
ساری فیابان امیر مازندرانی شماره ۴۷ تلفن ۲۲۶۶۲۸۲ (۰۱۵۱) [www.KoopaCo.com](http://www.KoopaCo.com)





# معرفی ASTM E18-98

## روشهای تست استاندارد برای سختی راکول و سختی راکول سوپر فیشیال مواد فلزی<sup>1,2</sup>

این استاندارد تحت عنوان ثابت E 18 منتشر شده است. عدد پس از آن نشانگر سال پذیرفته شدن، یا در صورت بازنگری، سال آخرین بازنگری است. عدد داخل پرانتز نشانگر سال آخرین تایید است. اندیس اپسیلون (ε) نشانگر تغییرات ویراستاری پس از آخرین بازنگری یا تایید است. این استاندارد برای استفاده شعب وزارت دفاع مورد تایید قرار گرفته است.

### 3.1.2.2 بمت - اعداد سختی راکول همیشه توسط یک سمبل

مقیاس که نشانگر ایندنتور و نیروی های بکار رفته است، بیان می شود. پس از اعداد سختی سمبل HR، پس از آن روش سنجش بیان می شود.

### 3.1.2.3 مثال - 64HRC = عدد سختی راکول 64 در روش

سنجش راکول C. 81HR30N = عدد سختی راکول سوپر فیشیال 81 در روش سنجش راکول 30N.

### 3.1.3 سفتی سنجی راکول - یک روش تست سختی نفوذی

با استفاده از یک دستگاه تایید شده جهت اعمال نیرو به یک ایندنتور مخروطی الماس ( ایندنتور الماس )، یا ایندنتور ساچمه فولادی سخت، تحت شرایط مشخص، به سطح ماده تحت تست در دو مرحله، و اندازه گیری تفاوت در عمق اثر تحت شرایط مشخص نیروهای اولیه و نهائی ( به ترتیب بار کم و زیاد ).

### 3.1.4 سفتی سنجی راکول سوپر فیشیال - به همان ترتیب

تست سختی راکول بجز اینکه نیروهای اولیه و نهائی کمتر هستند.

3.1.5 تایید - چک و یا تست کردن جهت اطمینان از مطابقت با مشخصات.

## 4. اهمیت و کاربرد

### 4.1 سختی سنجی راکول یک روش سختی سنجی نفوذی

تجربی است. سختی سنجی راکول اطلاعات مفیدی در باره مواد فلزی ارائه می دهد. این اطلاعات به استحکام کششی، مقاومت سایش، چکش خواری و دیگر مشخصات فیزیکی مواد فلزی مرتبط است و در کنترل کیفی و انتخاب مواد بسیار مفید می باشد.

### 4.2 سختی سنجی راکول در یک مکان خاص روی قطعه

نشانگر مشخصات فیزیکی تمامی قطعه و یا محصول نهائی نیست.

### 4.3 سختی سنجی راکول جهت کنترل کیفی کالای تجاری

مورد توافق قرار گرفته شده است و به این منظور بطور گسترده در صنعت استفاده می شود.

## 1. هدف و دامنه کاربرد

1.1 روشهای تست سختی که در این مقاله به آن اشاره خواهد شد جهت تعیین سختی راکول و سختی راکول سوپر فیشیال مواد فلزی است و شامل روشهای تست جهت تأیید دستگاههای سختی سنج راکول (بخش B) و کالیبراسیون بلوکهای استاندارد سختی (بخش C) می گردد.

1.2 مقادیر بیان شده در واحد اینچ - پوند به عنوان استاندارد تلقی می گردند. واحدهای SI (متریک) تنها برای اطلاع بیشتر اعلام شده اند.

1.3 هدف این مقاله بیان تمامی موارد ایمنی نیست (البته گاهی ممکن است به نکاتی اشاره شود) کاربر این استاندارد موظف است که خود نکات ایمنی و سلامتی را مشخص کرده و آنها را رعایت کند.

## 2. اسناد مرجع

به انتهای این جزوه مراجعه کنید.

## 3. اصطلاحات

### 3.1 تعاریف:

3.1.1 کالیبراسیون - تعیین مقادیر پارامترهای اصلی توسط مقایسه با مقادیر نشان داده شده توسط یک دستگاه مرجع یا توسط مجموعه ای از استاندارد های مرجع.

3.1.2 عدد سفتی راکول, HR - عددی که از افزایش خالص در عمق اثر بدست می آید. بطوریکه نیروی وارد بر ایندنتور از یک نیروی تست اولیه مشخص به یک نیروی تست نهائی مشخص افزایش یافته و سپس به نیروی تست اولیه بر می گردد.

3.1.2.1 بمت - ایندنتورها - ایندنتورهای سختی سنجی راکول شامل ایندنتور الماس مخروطی و ایندنتور ساچمه فولادی با چندین قطر مشخص است.

1) این روشهای تست در حوزه اختیارات کمیته ASTM E-28 در ارتباط با تستهای مکانیکی و تحت مسئولیت مستقیم زیر کمیته E 28.06 در مورد سختی سنجی نفوذی است. این ویراست کنونی در دهم اکتبر 1998 تایید شده و در دسامبر 1998 منتشر شده است. در ابتدا به نام E18-32T انتشار یافته و آخرین نشر قبلی E18-97a است.

2) در این روش تست، عبارت راکول، همچنانکه در بخش 3 توضیح داده شده است به یک نوع روش سختی سنجی نفوذی که بصورت بین المللی شناخته شده است بر می گردد و نه به یک دستگاه سختی سنجی مربوط به یک تولید کننده خاص.

## A. تشریح کلی و روشهای تست برای سختی سنجی راکول و سختی سنجی راکول سوپر فیشیال

### 5. اصول تست و دستگاه اندازه گیری

5.2.2 در سختی سنجی راکول نیروی اولیه 10kg (98N)

است. نیروی های کلی 60kgf (589N), 100kgf (981N) و 150kgf (1471N) است. در سختی سنجی راکول سوپر فیشیال نیروی اولیه 3kgf (29N) و نیروهای کلی 45kgf (441N) و 15kgf (147N), 30kgf (294N) است. ایندنتور هر یک از تستها بایستی دارای شکل مخروطی یا کروی باشد. مقیاسهای مختلف توسط ترکیبی از نیروی کلی و نوع ایندنتور تفاوت می کند.

5.2.3 تفاوت در عمق معمولاً توسط یک وسیله الکترونیکی یا

توسط یک ساعت اندیکاتور اندازه گیری می شود. مقدار سختی، که از دستگاه خوانده می شود، عددی است که به تفاوت در عمق بوجود آمده توسط دو نیرو بستگی دارد و از آنجایی که سنجش ها معکوس می شوند، هر چه عدد بزرگتر باشد ماده سخت تر است.

5.2.4 مطابق با اعلام تولید کنندگان سختی سنج، تست

توسط اعمال نیروی اولیه که منجر به نفوذ اولیه در قطعه کار می گردد شروع می شود. از آنجائیکه اندازه گیری تفاوت در عمق بعد از اعمال نیروی اولیه شروع می شود، اگر دستگاه از نوع عقربه ای باشد عقربه ساعت صفر می شود. در یک دستگاه دارای نشانگر دیجیتال، نقطه صفر توسط مدارات الکترونیک بطور اتوماتیک تنظیم می شود. دستگاه باید طوری طراحی شود که اثرات ضربه در اعمال نیروی اولیه را حذف کند.

5.1 اصول کلی - اصول کلی سختی سنجی راکول در شکل 1

( ایندنتور الماس ) و شکل 2 ( ایندنتور ساچمه ای ) و جدول 1 و جدول 2 مرتبط با آنها نشان داده شده است. در مورد سختی سنجی راکول سوپر فیشیال اصول کلی در شکل 3 ( ایندنتور الماس ) و شکل 4 ( ایندنتور ساچمه ای ) و جدول 3 و جدول 4 مرتبط با آنها نشان داده شده است.

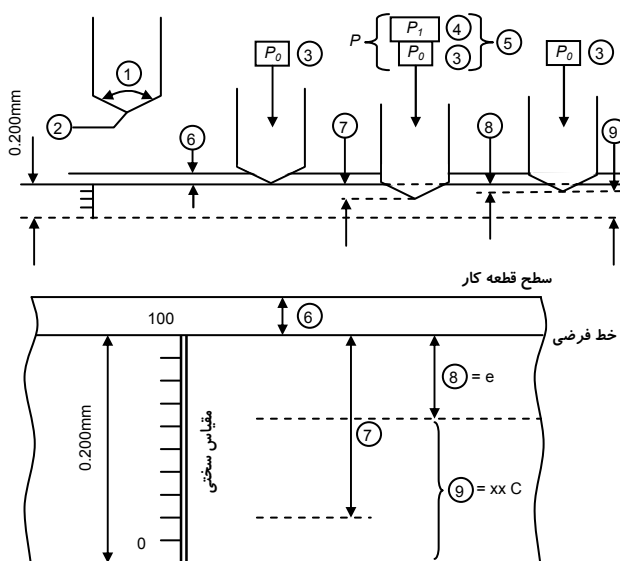
5.1.1 برای تشریح مشخصات، محدودیتها و طرز کار ماشین به دفترچه راهنمای تولید کننده دستگاه مراجعه کنید. کاربردهای روشهای مختلف سختی سنجی در جداول 5 و 6 نشان داده شده است. مقادیر سختی راکول معمولاً بر اساس یکی از این مقیاس های استاندارد تعیین و گزارش داده می شود. یک ایندنتور ( الماس مخروطی یا ساچمه فولادی ) به سطح قطعه کار در دو مرحله تحت شرایط مشخص (قسمت 7) فشار وارد آورده و تفاوت در عمق نفوذ به نام e اندازه گیری می شود.

5.1.2 واحد اندازه گیری e، به ترتیب برای سختی سنجی

راکول 0.002mm و برای سختی سنجی راکول سوپر فیشیال 0.001mm است. از مقدار e یک عدد شناخته شده به نام سختی راکول بدست می آید. هیچیک از سختیهای راکول تنها با یک عدد مشخص نمی شود. زیرا لازم است که نوع ایندنتور و نیروی بکار رفته در تست ( جدول 5 و جدول 6 ) نشان داده شود.

5.2 تشریح ماشین و روش تست - دستگاهی که جهت

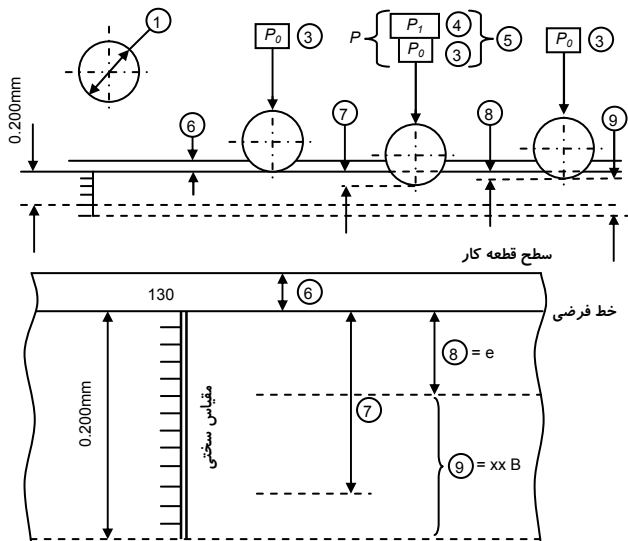
تعیین سختی راکول بکار می رود دستگاهی است که با استفاده از تفاوت در عمق نفوذ ایندنتور تحت دو نیروی مشخص به نام نیروی اولیه و نیروی کلی، سختی را اندازه گیری می کند.



شکل 1 تست سختی راکول با ایندنتور الماس  
(مثال راکول (C) (جدول 1))

شماره	سمبل	شرح
1	---	زاویه بالای ایندنتور الماس ( 120° )
2	---	شعاع انحنا در نوک مخروط ( 0.200 mm )
3	P0	نیروی اولیه تست = 10 kgf (98 N)
4	P1	نیروی افزوده = 140 kgf (1373 N)
5	P	نیروی کلی تست = P0 + P1 = 10 + 140 = 150 kgf = 1471 N
6	---	عمق نفوذ تحت نیروی تست اولیه قبل از اعمال نیروی افزوده
7	---	افزایش در عمق نفوذ تحت نیروی افزوده
8	e	افزایش ماندگار در عمق نفوذ تحت نیروی تست اولیه بعد از برداشتن نیروی افزوده، افزایش با واحد 0.002 mm بیان می شود
9	xx HRC	سختی راکول C = 100 - e

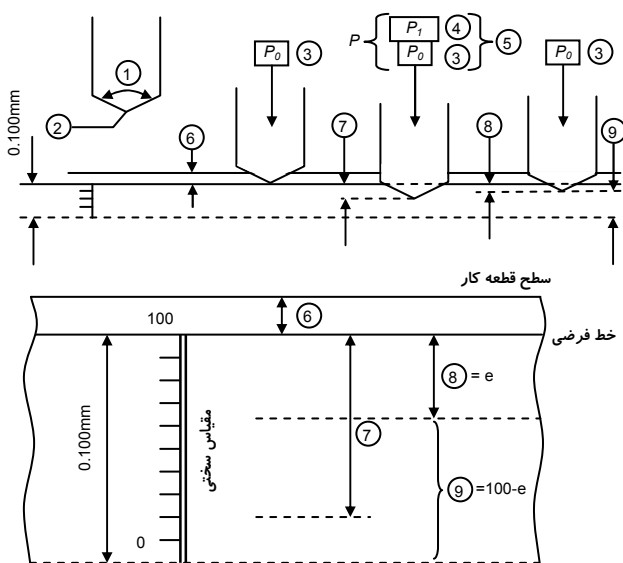
جدول 1 سمبل و شرح مربوط به شکل 1



شکل 2 تست سختی راکول با ایندنتور ساچمه استیل )  
مثال راکول B ( جدول 2)

5.3.4 گرد و غبار، کثیفی، روغن و جرم ناپیستی<sup>30</sup>ی ایندنتور جمع شده باشد. زیرا نتیجه تست را تحت تاثیر قرار می دهد.

5.4 سندان - هنگام تست باید از سندان مناسب با قطعه کار استفاده نمود. سطوح محل نشستن و نگهدارنده سندان بایست تمیز و صاف بوده و از هرگونه برجستگی، خش های عمیق و مواد زائد عاری باشد. اگر بند 6.3 در مورد ضخامت قطعه مورد تست رعایت شود هیچگونه خطری برای فرو رفتگی سندان وجود ندارد، اما اگر آنقدر نازک باشد که اثر وارده خود را از طرف دیگر قطعه نشان دهد، سندان ممکن است آسیب ببیند. آسیب همچنین ممکن است بواسطه تماس تصادفی سندان با ایندنتور بوجود آید.



شکل 3 تست سختی راکول سوپر فیشیال با  
ایندنتور الماس ( مثال راکول 30N ) ( جدول 3)

شماره	سمبل	شرح
1	D	قطر ساچمه = 1/16 in. = 1.588mm
3	P0	نیروی اولیه تست = 10 kgf (98 N)
4	P1	نیروی افزوده = 90 kgf (883 N)
5	P	نیروی کلی تست = P0 + P1 = 10 + 90 = 100 kgf = 981 N
6	---	عمق نفوذ تحت نیروی تست اولیه قبل از اعمال نیروی افزوده
7	---	افزایش در عمق نفوذ تحت نیروی افزوده
8	e	افزایش دائمی در عمق نفوذ تحت نیروی تست اولیه بعد از برداشتن نیروی افزوده. افزایش با واحد 0.002 mm بیان می شود
9	xx HRB	سختی راکول B = 130 - e

جدول 2 سمبل و شرح مربوط به شکل 2

5.2.5 نیروی افزوده برای مدت معینی (dwell time) اعمال شده و سپس برداشته می شود. برگشت به موقعیت نیروی تست اولیه، اجازه میدهد تا بازگشت الاستیک صورت پذیرد و کش و قوس های بدنه دستگاه حذف گشته و ایندنتور در عمیق ترین نقطه نفوذ قرار بگیرد. نتیجه تست توسط دستگاه سختی سنج نشان داده می شود.

### 5.3 ایندنتورها :

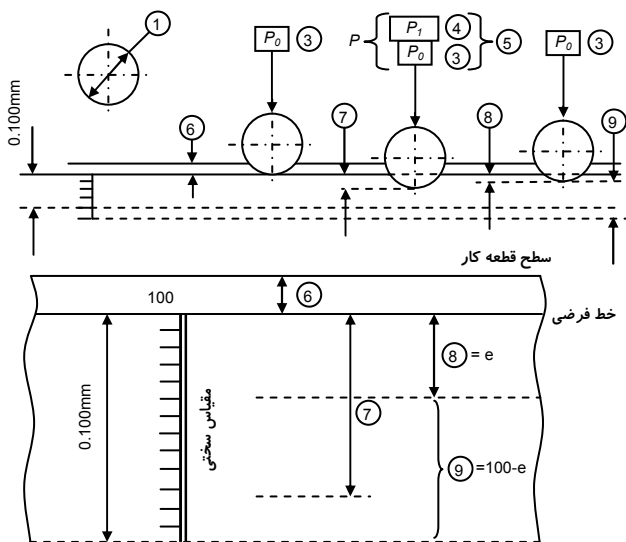
5.3.1 ایندنتورهای استاندارد، همانطور که در 3.3 اشاره شد، ایندنتور مخروط الماس و ایندنتور های ساچمه فولادی با قطر 1/2-1/4-1/8-1/16 اینچ ( 1.588 میلی متر ) هستند.

5.3.2 ایندنتور الماس بایستی با الزامات تدوین شده 13.1.2.1 مطابقت داشته باشد.

5.3.3 ایندنتورهای ساچمه فولادی بایستی با الزامات تدوین شده 13.1.2.2 مطابقت داشته باشد .

شماره	سمبل	شرح
1	---	زاویه بالای ایندنتور الماس ( 120° )
2	---	شعاع انحنا در نوک مخروط ( 0.200 mm )
3	P0	نیروی اولیه تست = 3 kgf (29 N)
4	P1	نیروی افزوده = 27 kgf (265 N)
5	P	نیروی کلی تست = P0 + P1 = 3 + 27 = 30 kgf = 294 N
6	---	عمق نفوذ تحت نیروی تست اولیه قبل از اعمال نیروی افزوده
7	---	افزایش در عمق نفوذ تحت نیروی افزوده
8	e	افزایش ماندگار در عمق نفوذ تحت نیروی تست اولیه بعد از برداشتن نیروی افزوده. افزایش با واحد 0.001 mm بیان می شود
9	xx HR30N	سختی راکول 30N = 100 - e

جدول 3 سمبل و شرح مربوط به شکل 3



شکل 4 تست سختی راکول سوپرفیشیال با ایندنتور  
ساجمه استیل (مثال راکول 30T) (جدول 4)

باید استفاده گردد (سندان نقطه ای). این ناحیه بایستی صاف، پولیش شده و تخت بوده و حداقل دارای سختی 60HRC باشد. قطعات خیلی نرم نبایستی روی سندانهای نقطه ایی تست شوند زیرا نیروی اعمال شده ممکن است باعث نفوذ قسمت برجسته سندان به قسمت زیر قطعه گردد. و این مسئله به ضخامت قطعه بستگی ندارد.

5.4.4 هنگام تست ورقهای نازک توسط ایندنتورهای ساجمه ای پیشنهاد می شود که از سندان نقطه ای با جنس الماس استفاده شود.

شماره	سمبل	شرح
1	D	قطر ساجمه = 1/16 in. (1.588mm)
3	P0	نیروی اولیه تست = 3 kgf (29 N)
4	P1	نیروی افزوده = 27 kgf (265 N)
5	P	نیروی کلی تست = P0 + P1 = 3 + 27 = 30 kgf = 294 N
6	---	عمق نفوذ تحت نیروی تست اولیه قبل از اعمال نیروی افزوده
7	---	افزایش در عمق نفوذ تحت نیروی افزوده
8	e	افزایش ماندگار در عمق نفوذ تحت نیروی تست اولیه بعد از برداشتن نیروی افزوده، افزایش با واحد 0.001 mm بیان می شود
		100 - e = 30T سختی راکول xx HR30T 9

جدول 4 سمبل و شرح مربوط به شکل 4

اگر سندان به هر دلیلی آسیب ببیند، بایستی تعویض گردد. سندانهایی که دارای کوچکترین فرو رفتگی های قابل مشاهده هستند نتایج غیر دقیق روی مواد نازک می دهند.

5.4.1 قطعات استوانه ای یا باید با سندان دارای شیار V شکل تست شوند، که قطعه کار را با توجه به محور شیار V مستقیماً زیر ایندنتور قرار میدهند. یا آنکه توسط یک سندان تشکیل شده از دو میله سخت و موازی که دقیقاً زیر ایندنتور در جای خود محکم شده است.

5.4.2 قطعات تخت بایستی روی سندان تخت تست شوند. که دارای سطح صاف و هموار بوده و صفحه آن به محور ایندنتور عمود می باشد.

5.4.3 برای قطعات نازک یا قطعاتی که کاملاً صاف نیستند، سنادنی دارای یک ناحیه تخت و بر آمده به قطر 1/4 in. (6 mm)

جدول 5 مقیاس های سختی سنجی راکول

سمبل	ایندنتور	نیروی تست کلی kgf	اعداد روی صفحه ساعت	کاربردهای نوعی مقیاس
B	ساجمه 1/16 in. (1.588 mm)	100	قرمز	آلیاژهای مس، فولادهای نرم، آلیاژهای آلومینیوم، آهن چکش خوار و غیره فولاد، چدن سخت، آهن چکش خوار پرلیتی، تیتانیوم، فولادهای عمیقاً سخت شده و دیگر مواد سختتر از B100
C	الماس	150	سیاه	کاربایدهای سمانته ایی، فولادهای نازک، و فولادهای سخت شده سطحی فولاد نازک، فولادهای با عمق سختی متوسط و آهن چکش خوار پرلیتی
A	الماس	60	سیاه	چدن، آلیاژهای آلومینیوم و منیزیم، فلزات یاتاقانی
D	الماس	100	سیاه	آلیاژهای مس آنیل شده (آبکاری)، ورقهای فلزی نرم و نازک.
E	ساجمه 1/8 in. (3.175 mm)	100	قرمز	آهن های چکش خوار، آلیاژهای مس-نیکل-روی و مس-نیکل (مفرغ نیکلی)، حد بالا G92 تا از احتمال دوپهن شدن ساجمه جلوگیری شود.
F	ساجمه 1/16 in. (1.588 mm)	60	قرمز	آلومینیوم، روی، سرب
G	ساجمه 1/16 in. (1.588 mm)	150	قرمز	
H	ساجمه 1/8 in. (3.175 mm)	60	قرمز	
K	ساجمه 1/8 in. (3.175 mm)	150	قرمز	
L	ساجمه 1/4 in. (6.350 mm)	60	قرمز	
M	ساجمه 1/4 in. (6.350 mm)	100	قرمز	
P	ساجمه 1/4 in. (6.350 mm)	150	قرمز	فلزات یاتاقانی و دیگر مواد نرم. تاحد امکان از کوچکترین ساجمه و بالاترین نیرو استفاده کنید تا آنکه اثر سندان بوجود نیاید.
R	ساجمه 1/2 in. (12.70 mm)	60	قرمز	
S	ساجمه 1/2 in. (12.70 mm)	100	قرمز	
V	ساجمه 1/2 in. (12.70 mm)	150	قرمز	

## نکته ۱:

توجه: یک سندان نقطه ای از جنس الماس تنها بایستی با روشهای سختی سنجی سوپر فیشیال و ایندنتور ساچمه ای استفاده شود. این پیشنهاد بایستی رعایت شود مگر اینکه به علت مشخصات ماده غیر از این اعلام شده باشد.

**5.5 بلوکهای تست** - بلوکهای تستی که نیازهای بخش C را بر آورده می کنند بایستی بصورت پرایودیک جهت تائید دستگاه سختی سنج استفاده شود.

## 6. قطعه کار

6.1 سختی سنجی بایستی روی سطح هموار، عاری از هرگونه ذرات اکسید، ذرات خارجی و مخصوصاً، کاملاً عاری از هرگونه چربی و روغن ( مگر برای فلزات راکتیو، از قبیل

جدول 7 راهنمای حداقل ضخامت جهت انتخاب مقیاس با استفاده از

ایندنتور الماس ( شکل 5 را ببینید )

نکته 1 - برای هر ضخامت داده شده، سختی راکول نشان داده شده کمترین مقدار قابل قبول برای تست است. برای هر سختی داده شده، مواد با ضخامت بیشتر (به شرطی که در همان محدوده سختی باشد) می تواند با مقیاس نشان داده شده تست گردد.

حداقل ضخامت		مقیاس راکول	
mm	in.	A	C
0.36	0.014	نتیجه سختی سنجی	نتیجه سختی سنجی
0.41	0.016	69	...
0.46	0.018	65	...
0.51	0.020	61.5	...
0.56	0.022	56	69
0.61	0.024	50	67
0.66	0.026	41	65
0.71	0.028	32	62
0.76	0.030	19	57
0.81	0.032	...	52
0.86	0.034	...	45
0.91	0.036	...	37
0.96	0.038	...	28
1.02	0.040	...	20

\* این اعداد سختی تقریبی جهت انتخاب یک مقیاس مناسب بوده و نبایستی جهت تبدیل سختی از آن استفاده کرد. در صورت نیاز به تبدیل عدد خوانده شده به دیگر مقیاس ها، به جداول تبدیل E 140 مراجعه کنید ( رابطه بین سختی برینل، سختی ویکرز، سختی راکول، سختی سوپر فیشیال، و سختی Knoop).

تیتانیوم که روغن کاری از قبیل Kerosene مورد نیاز است ) صورت گیرد.

6.2 آماده سازی بایستی به گونه ایی انجام شود که هرگونه تغییر سختی سطح ( برای مثال به علت گرما یا به علت انجام عملیات سرد ) حداقل باشد.

6.3 ضخامت قطعه کار یا لایه مورد آزمایش بایستی طبق جداول 7 الی 9 و جدول 10 بوده و همچنین طبق نمایش گرافیکی شکل های 5 و 6 باشد. این جداول از مطالعات روی ورقهای فولاد کربنی تعیین شده و نتایج مطمئنی ارائه می دهد. برای بقیه فلزات پیشنهاد می شود که ضخامت از 10 برابر عمق نفوذ برای ایندنتور الماس و 15 برابر عمق نفوذ برای ایندنتور ساچمه ای بیشتر باشد. به عنوان یک قانون، هیچگونه تغییر شکلی نبایستی از پشت قطعه کار بعد از تست قابل مشاهده باشد هر چند هر تستی که چنین اثری پدید آورد نشانه یک تست بد نخواهد بود.

جدول 8 راهنمای حداقل ضخامت جهت انتخاب مقیاس با استفاده از

ایندنتور ساچمه ایی با قطر (1.588 mm) 1/16 in. ( شکل 6 را ببینید )

نکته 1 - برای هر ضخامت داده شده، سختی راکول نشان داده شده کمترین مقدار قابل قبول برای تست است. برای هر سختی داده شده، مواد با ضخامت بیشتر به شرطی که در همان محدوده سختی باشند می تواند با مقیاس نشان داده شده تست گردد.

حداقل ضخامت		مقیاس راکول	
mm	in.	F	B
0.56	0.022	نتیجه سختی سنجی	نتیجه سختی سنجی
0.61	0.024	98	...
0.66	0.026	91	...
0.71	0.028	85	...
0.76	0.030	77	71
0.81	0.032	69	62
0.86	0.034	...	52
0.91	0.036	...	40
0.96	0.038	...	28
1.02	0.040	...	...

\* این اعداد سختی تقریبی جهت انتخاب یک مقیاس مناسب بوده و نبایستی جهت تبدیل سختی از آن استفاده کرد. در صورت نیاز به تبدیل عدد خوانده شده به دیگر مقیاس ها، به جداول تبدیل E 140 مراجعه کنید ( رابطه بین سختی برینل، سختی ویکرز، سختی راکول، سختی سوپر فیشیال، و سختی Knoop).

جدول ۶ مقیاس های سختی سنجی راکول سوپر فیشیال

نشانه مقیاس					نیروی تست کلی kgf (N)
مقیاس Y، ساچمه	مقیاس X، ساچمه	مقیاس W، ساچمه	مقیاس T، ساچمه	مقیاس N، ایندنتور الماس	
1/2-in. (12.70-mm)	1/4-in. (6.350-mm)	1/8-in. (3.175-mm)	1/16-in. (1.588-mm)		
15Y	15X	15W	15T	15N	15 (147)
30Y	30X	30W	30T	30N	30 (294)
45Y	45X	45W	45T	45N	45 (441)

جدول 9 راهنمای حداقل ضخامت جهت انتخاب مقیاس با استفاده از ایندنتور الماس ( شکل 5 را ببینید )

نکته 1 - برای هر ضخامت داده شده ، سختی راکول نشان داده شده کمترین مقدار قابل قبول برای تست است. برای هر سختی داده شده، مواد با ضخامت بیشتر به شرطی که در همان محدوده سختی باشد می تواند با مقیاس نشان داده شده تست گردد.

مقیاس راکول سوپرفیشیال						حداقل ضخامت	
45N		30N		15N		mm	in.
سختی تقریبی	نتیجه سختی	سختی تقریبی	نتیجه سختی	سختی تقریبی	نتیجه سختی		
مقیاس * C	سنجی	مقیاس * C	سنجی	مقیاس * C	سنجی		
...	...	...	...	65	92	0.15	0.006
...	...	...	...	60	90	0.20	0.008
...	...	...	...	55	88	0.25	0.010
69.5	77	65	82	45	83	0.30	0.012
67	74	61	78.5	32	76	0.36	0.014
65	72	56	74	18	68	0.41	0.016
61	68	47	66	...	...	0.46	0.018
57	63	37	57	...	...	0.51	0.020
52.5	58	26	47	...	...	0.56	0.022
47	51	...	...	...	...	0.61	0.024
35	37	...	...	...	...	0.66	0.026
20.5	20	...	...	...	...	0.71	0.028
...	...	...	...	...	...	0.76	0.030

\* این اعداد سختی تقریبی جهت انتخاب یک مقیاس مناسب بوده و نبایستی جهت تبدیل سختی از آن استفاده کرد. در صورت نیاز به تبدیل عدد خوانده شده به دیگر مقیاس ها ، به جداول تبدیل E 140 مراجعه کنید ( رابطه بین سختی برینل ، سختی ویکرز ، سختی راکول ، سختی راکول سوپرفیشیال ، و سختی Knoop ).

تستهای انجام شده روی قطر های کوچکتر از اعداد جدول 11-14 قابل قبول نمی باشد .

6.5 احتیاط برای موادی که دارای خاصیت پلاستیکی وابسته به زمان هستند (نفوذ خزنده ) : در مورد موادی که پس از اعمال نیروی کلی روندگی پلاستیکی نشان میدهند ایندنتور به حرکت خود ادامه می دهد. نیروی کلی بایستی بعد از زمان توقف مشخص برداشته شود، و اگر بیشتر از سه ثانیه بود بایستی بعد از نتیجه تست ثبت شود ( برای مثال 4 S ، 65HRF ). وقتی مواد ، نیاز به زمان

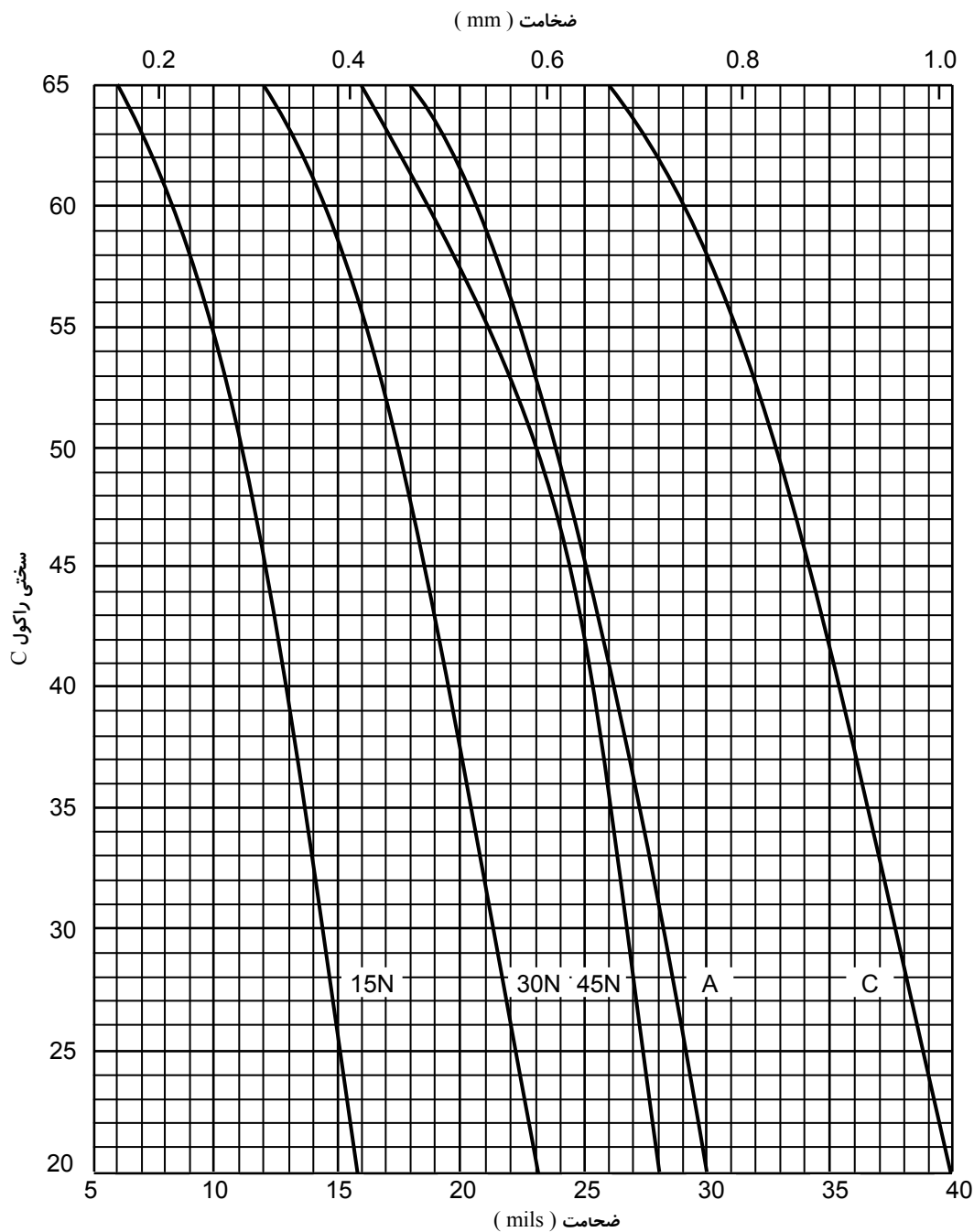
6.4 جهت آزمایش روی صفحات سیلندری محدب تصحیحات ارائه شده در جدول 11-13 و جدول 14 بایستی اعمال شود. جداول تصحیح برای تست قطعات کروی ومقعر باید تابع توافقات خاص موردی باشد. وقتی نمونه های سیلندری تست می شود، دقت تست بطور قابل ملاحظه ای تحت تاثیر همراستائی پیچ بالا برنده، سندان V، ایندنتور، صافی سطح و مستقیم بودن سیلندر قرار دارد. برای قطرهای مابین اعداد جدول، ضرائب تصحیح بایستی توسط میان یابی ( اینتر پولاسیون ) خطی بدست آید.

جدول 10 راهنمای حداقل ضخامت جهت انتخاب مقیاس با استفاده از ایندنتور ساچمه ایی با قطر ( 1/16 in. ( 1.588 mm ) ( شکل 6 را ببینید )

نکته 1 - برای هر ضخامت داده شده ، سختی راکول نشان داده شده کمترین مقدار قابل قبول برای تست است. برای هر سختی داده شده، مواد با ضخامت بیشتر به شرطی که در همان محدوده سختی باشد می تواند با مقیاس نشان داده شده تست گردد.

مقیاس راکول سوپرفیشیال						حداقل ضخامت	
45T		30T		15T		mm	in.
سختی تقریبی	نتیجه سختی	سختی تقریبی	نتیجه سختی	سختی تقریبی	نتیجه سختی		
مقیاس * B	سنجی	مقیاس * B	سنجی	مقیاس * B	سنجی		
...	...	...	...	93	91	0.25	0.010
...	...	...	...	78	86	0.30	0.012
...	...	96	80	62	81	0.36	0.014
99	71	84	72	44	75	0.41	0.016
90	62	71	64	24	68	0.46	0.018
80	53	58	55	...	...	0.51	0.020
70	43	43	45	...	...	0.56	0.022
58	31	28	34	...	...	0.61	0.024
45	18	...	...	...	...	0.66	0.026
32	4	...	...	...	...	0.71	0.028
...	...	...	...	...	...	0.76	0.030

\* این اعداد سختی تقریبی جهت انتخاب یک مقیاس مناسب بوده و نبایستی جهت تبدیل سختی از آن استفاده کرد. در صورت نیاز به تبدیل عدد خوانده شده به دیگر مقیاس ها ، به جداول تبدیل E 140 مراجعه کنید ( رابطه بین سختی برینل ، سختی ویکرز ، سختی راکول ، سختی راکول سوپرفیشیال ، و سختی Knoop ).



شکل 5 محدوده ضخامت برای سختی سنجی راکول با استفاده از ایندنتور الماس.

نکته 1 نقطه ای را متناسب با ترکیب ضخامت - سختی قطعه مورد تست روی جدول قرار دهید. تنها مقیاس هایی که در سمت چپ این نقطه قرار می گیرند می توانند جهت این ترکیب مورد تست استفاده شوند.

### 7.3 قطعه کار بایستی کاملاً محکم حمایت شود بطوریکه

هیچگونه جابجائی در هنگام سختی سنجی بوجود نیاید.

7.4 ایندنتور را با سطح قطعه کار مماس کنید و نیروی اولیه (نیروی کوچکتر) را که برای سختی سنجی راکول 10kgf و برای سختی سنجی راکول سوپر فیشیال 3kgf است به طور عمود بر سطح و بدون لرزش یا ضربه وارد کنید (ترانس نیروهای تست در جدول 15 آمده است). زمان توقف برای نیروی تست اولیه نبایستی از 3 ثانیه تجاوز کند.

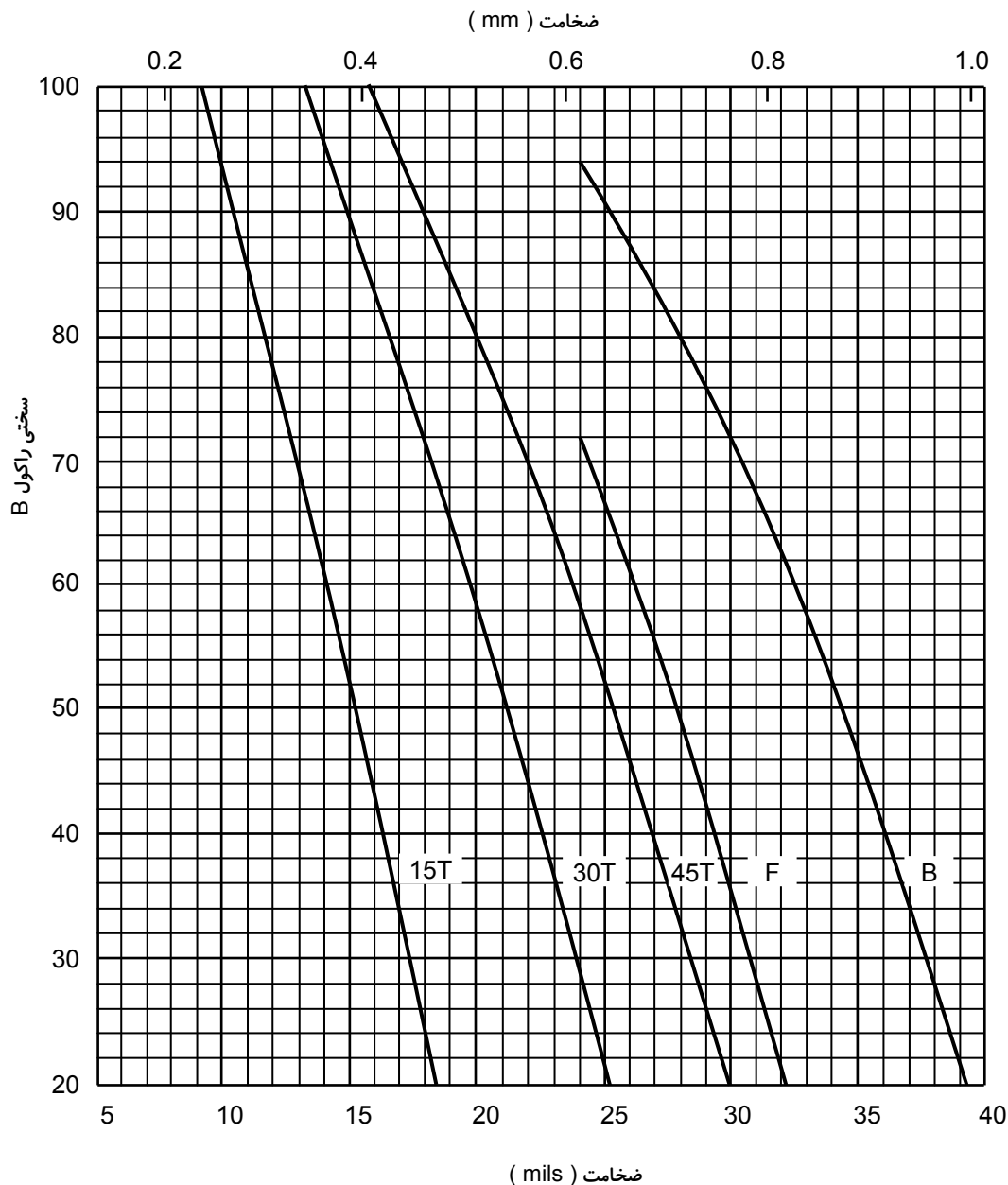
7.5 دستگاه را روی موقعیت صفر تنظیم کنید (دستور العمل عملکرد، تولید کننده دستگاه را ببینید) و نیروی افزوده P1 را بدون لرزش یا ضربه، در طی 1 تا 8 ثانیه به نیروی اولیه تست بیافزایید

توقف بیشتر از سه ثانیه دارند، این زمان بایستی در مشخصه محصول مشخص گردد.

### 7.7 طرز عمل

7.1 به عنوان بخشی از روش تست، بازدید های دوره ای بایستی صورت گیرد برای آگاهی از پیشنهادات در این زمینه به فصل 14 مراجعه کنید.

7.2 تست معمولاً در دمای محیط و در محدوده 50 تا 95°F (10 تا 35°C) صورت میگیرد. با این وجود از آنجائیکه تغییرات دما می تواند روی نتیجه تست تاثیر گذارد، کاربران سختی سنجی راکول می توانند دما را در محدوده کوچکتری کنترل کنند.



شکل 6 محدوده ضخامت برای سختی سنجی راکول با استفاده از ایندنتور ساچمه ایی با قطر 1/16 in. (1.588 mm). نکته 1 نقطه ایی را متناسب با ترکیب ضخامت - سختی قطعه مورد تست روی جدول قرار دهید. تنها مقیاس هایی که در سمت چپ این نقطه قرار می گیرند می توانند جهت این ترکیب مورد تست استفاده شوند.

8 ثانیه ( هنگامی که از ایندنتور ساچمه فولادی استفاده می کنید) ، بعد از شروع اعمال نیروی تست کلی بر دارید .  
 7.6.3 در موارد خاصی که مواد ، تحت شرایط تست ، خاصیت پلاستیکی وابسته به زمان قابل ملاحظه ای از خود نشان می دهند ، P1 را طی 20 تا 25 ثانیه بعد از شروع اعمال نیروی تست کلی بر دارید .  
 7.7 در حین تست باید دستگاه را از لرزش و ضربه محافظت نمود .  
 7.8 عدد سختی راکول از تفاوت در عمق ( عدد e ) بدست می آید و معمولاً مستقیماً خوانده می شود. استخراج عدد سختی راکول در شکلهای 1-4 نشان داده شده است .

تا آنکه نیروی کلی P برای مقیاس مورد نظر بدست آید (جداول 5 و 6 را ببینید).  
 7.6 در حالیکه نیروی اولیه P0 را حفظ می کنید ، نیروی تست اضافی P1 را به روش زیر بردارید :  
 7.6.1 برای موادی که ، تحت شرایط تست ، هیچگونه خاصیت پلاستیکی وابسته به زمان از خود نشان نمی دهند ، P1 را طی 3 ثانیه بعد از اعمال نیروی تست کلی بر دارید .  
 7.6.2 برای موادی که تحت شرایط تست ، مقداری خاصیت پلاستیکی وابسته به زمان از خود نشان میدهند ، P1 را طی 5 تا 6 ثانیه ( هنگامیکه از ایندنتور مخروطی استفاده می کنید) ، و یا طی 6 تا

جدول 11 مقادیر تصحیح که بایستی به مقادیر راکول C, A و D که از سطوح\* سیلندری محدب با قطر های متفاوت بدست آمده، اضافه گردد.

قطر سطح سیلندری محدب									نتیجه
1 1/2 in. (38 mm)	1 1/4 in. (32 mm)	1 in. (25 mm)	7/8 in. (22 mm)	3/4 in. (19 mm)	5/8 in. (16 mm)	1/2 in. (13 mm)	3/8 in. (10 mm)	1/4 in. (6.4 mm)	سختی سنجی
مقادیر تصحیح که بایستی به مقادیر** راکول B, C و A اضافه گردد.									
1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.5	4.5	6.0	20
1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.5	25
0.5	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.5	5.0	30
0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	3.0	4.0	35
0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.5	40
0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	3.0	45
0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	50
0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	2.0	55
0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	60
0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	65
0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	70
0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	75
0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	80
0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	85
0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	90

\* هنگامیکه قطعات سیلندری تست می گردند، دقت تست بطور قابل ملاحظه ایی تحت تاثیر همراستایی پیچ بالا برنده، سندان V، ایندنتور، صافی سطح، و راست بودن سیلندر قرار می گیرد.

\*\* این تصحیحات تقریبی بوده و نمایانگر نزدیکترین عدد با درجه بندی 0.5 راکول، به میانگین چندین تست واقعی می باشد.

7.10.1 فاصله مراکز تمامی اثرها تا لبه قطعه کار بایستی حداقل دو و نیم برابر قطر اثر باشد.

7.11 مگر اینکه غیر از این مشخص شود، تمامی نتایج باید به نزدیکترین عدد صحیح بر طبق استاندارد E29 گرد گردد.

### 8. تبدیل به آحاد دیگر سختی یا استحکام کششی (تنش حد گسیختگی)

8.1 هیچگونه روش کلی جهت تبدیل صحیح اعداد سختی راکول در یک مقیاس، به اعداد سختی راکول در مقیاس دیگر، یا به روشهای دیگر سختی، یا به مقدار استحکام کششی وجود ندارد. اینگونه تبدیلهای در بهترین حالت تقریبی هستند و بنا بر این باید از

7.9 بعد از هر تغییر، یا برداشتن و جایگزینی ایندنتور یا سندان، می بایست اطمینان حاصل شود که ایندنتور (و یا سندان جدید) بطور صحیح در محل خود نصب شده است.

7.9.1 بعد از نصب یک ایندنتور یا سندان بایستی از دو نتیجه اول و دوم صرفنظر شده، و عملکرد ماشین توسط بلوکهای تست استاندارد مناسب چک شود.

نکته 2: بدیهی است که بلوکهای تست استاندارد مناسب در تمامی اشکال هندسی، یا مواد، یا هر دو در دسترس نیست.

7.10 فاصله بین مراکز دو اثر مجاور بایستی حداقل سه برابر قطر اثر باشد.

جدول 12 مقادیر تصحیح که بایستی به مقادیر راکول F, B و G که از سطوح\* سیلندری محدب با قطر های متفاوت بدست آمده، اضافه گردد.

قطر سطح سیلندری محدب							نتیجه سختی
1 in. (25 mm)	7/8 in. (22 mm)	3/4 in. (19 mm)	5/8 in. (16 mm)	1/2 in. (13 mm)	3/8 in. (10 mm)	1/4 in. (6.4 mm)	سنجی
مقادیر تصحیح که بایستی به مقادیر** راکول F, B و G اضافه گردد.							
3.0	3.5	4.5	5.5	6.5	8.5	12.5	0
3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	8.0	12.0	10
3.0	3.5	4.0	4.5	5.5	7.5	11.0	20
2.5	3.0	3.5	4.5	5.0	6.5	10.0	30
2.5	2.5	3.0	4.0	4.5	6.0	9.0	40
2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.5	8.0	50
2.0	2.0	2.5	3.0	3.5	5.0	7.0	60
1.5	2.0	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	70
1.5	1.5	1.5	2.0	2.5	3.5	5.0	80
1.0	1.5	1.5	1.5	2.0	3.0	4.0	90
0.5	1.0	1.0	1.5	1.5	2.5	3.5	100

\* هنگامیکه قطعات سیلندری تست می گردند، دقت تست بطور قابل ملاحظه ایی تحت تاثیر همراستایی پیچ بالا برنده، سندان V، ایندنتور، صافی سطح، و راست بودن سیلندر قرار می گیرد.

\*\* این تصحیحات تقریبی بوده و نمایانگر نزدیکترین عدد با درجه بندی 0.5 راکول، به میانگین چندین تست واقعی می باشد.

جدول 13 مقادیر تصحیح که بایستی به مقادیر راکول 30N, 15N و 45N که از سطوح \* سیلندری محدب با قطر های متفاوت بدست آمده , اضافه گردد.

قطر سطح سیلندری محدب						نتیجه سختی سنجی
1 in. (25 mm)	3/4 in. (19 mm)	1/2 in. (13 mm)	3/8 in. (10 mm)	1/4 in. (6.4 mm)	1/8 in. (3.2 mm)	
مقادیر تصحیح که بایستی به مقادیر راکول ** 30N, 15N و 45N اضافه گردد.						
1.5	1.5	1.5	2.0	3.0	6.0	20
1.0	1.5	1.5	2.0	3.0	5.5	25
1.0	1.0	1.5	2.0	3.0	5.5	30
1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0	35
1.0	1.0	1.5	1.5	2.5	4.5	40
1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	4.0	45
0.5	1.0	1.0	1.5	2.0	3.5	50
0.5	0.5	1.0	1.5	2.0	3.5	55
0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	3.0	60
0.5	0.5	0.5	1.0	1.5	2.5	65
0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	70
0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5	75
0	0	0.5	0.5	0.5	1.0	80
0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	85
0	0	0	0	0	0	90

\* هنگامیکه قطعات سیلندری تست می گردند، دقت تست بطور قابل ملاحظه ایی تحت تاثیر همراستایی پیچ بالا برنده، سندان V، ایندنتور، صافی سطح، و راست بودن سیلندر قرار می گیرد.

\*\* این تصحیحات تقریبی بوده و نمایانگر نزدیکترین عدد با درجه بندی 0.5 راکول، به میانگین چندین تست واقعی می باشد.

مقیاس بکار رفته و همچنین دمای محیط تست وقتی خارج از محدوده 10°C تا 30°C است را نشان دهند. مگر غیر از این مشخص شود تمامی نتایج بایستی به نزدیکترین عدد کامل بر طبق دستورالعمل E 29 گرد شوند.

9.1.2 زمان اعمال نیروی کلی اگر از 3 ثانیه بزرگتر باشد.

### 10. دقت و بایاس (Bias)

10.1 دقت - یک برنامه تست بین آزمایشگاهی در حال تکمیل است. هنگامیکه کامل شود به عنوان روش اعلام دقت مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

10.2 بایاس (Bias) - هیچگونه پایه ایی برای تعریف بایاس

جهت این روش وجود ندارد.

آن پرهیز نمود، مگر موارد خاصی که بوسیله تستهای مقایسه ای مرجع قابل اعتمادی جهت تبدیل تقریبی بدست آمده باشد.

نکته 3: جداول تبدیل سختی استاندارد E 140، برای فلزات

، مقادیر تبدیل شده تقریبی را برای فلزات خاصی از قبیل فولاد، فولاد زنگ نزن austenitic، نیکل و آلیاژهای نیکل بالا، برنج Cartridge، آلیاژهای مس و آلیاژهای چدن سفید، ارائه میدهد.

نکته 4: مشخصات ASTM که روابط سختی و استحکام کششی را بیان می کند در ضمیمه X1 لیست شده است.

### 9. گزارش تست

9.1 گزارش تست بایستی شامل اطلاعات زیر باشد:

9.1.1 عدد سختی راکول (3.1.2 را ببینید).

9.1.1.1 تمامی گزارشات سختی سنجی راکول بایستی

جدول 14 مقادیر تصحیح که بایستی به مقادیر راکول 30T, 15T و 45T که از سطوح \* سیلندری محدب با قطر های متفاوت بدست آمده , اضافه گردد.

قطر سطح سیلندری محدب							نتیجه سختی سنجی
1 in. (25 mm)	3/4 in. (19 mm)	5/8 in. (16 mm)	1/2 in. (13 mm)	3/8 in. (10 mm)	1/4 in. (6.4 mm)	1/8 in. (3.2 mm)	
مقادیر تصحیح که بایستی به مقادیر ** راکول 30T, 15T و 45T اضافه گردد.							
2.0	3.0	4.5	4.5	6.0	9.0	13.0	20
2.0	2.5	3.5	3.5	5.0	7.5	11.5	30
2.0	2.5	3.0	3.5	4.5	6.5	10.0	40
1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.5	8.5	50
1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	4.5	6.5	60
1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.5	5.0	70
0.5	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	3.0	80
0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	90

\* هنگامیکه قطعات سیلندری تست می گردند، دقت تست بطور قابل ملاحظه ایی تحت تاثیر همراستایی پیچ بالا برنده، سندان V، ایندنتور، صافی سطح، و راست بودن سیلندر قرار می گیرد.

\*\* این تصحیحات تقریبی بوده و نمایانگر نزدیکترین عدد با درجه بندی 0.5 راکول، به میانگین چندین تست واقعی می باشد.

## B. تایید ماشینهای سختی سنجی راکول و راکول سوپر فیشیال

### 11. هدف و دامنه کاربرد

شوند و این عمل باید حداقل در سه نقطه هم فاصله در محدوده حرکت پیستون دستگاه انجام گیرد.

13.1.1.2 نیروها بایستی توسط یکی از دو روش زیر که در دستورالعمل E4 توضیح داده شده، اندازه گیری شود :

(a) اندازه گیری توسط یک وسیله الاستیک که از قبل با دقت کلاس A  $\pm 0.25\%$  کالیبره شده است.

(b) بالانس در مقابل یک نیرو، با دقت  $\pm 0.25\%$  که توسط وزنه های استاندارد و بازوهای میکانیکی افزایشده نیرو اعمال می شود.

13.1.1.3 سه نتیجه برای هر نیرو در هر موقعیت پیستون بایستی انتخاب شود. بلافاصله قبل از اینکه هر نتیجه ثبت شود پیستون بایستی در همان جهتی که هنگام رفت حرکت می کند، حرکت داده شود.

13.1.1.4 هر اندازه گیری نیروی تست اولیه قبل از اعمال و بعد از برداشتن نیروی تست کلی و همچنین هر اندازه گیری نیروی کلی بایستی بین تکرارهای داده شده در جدول 15 باشد.

13.1.2 تایید ایندنتور.

13.1.2.1 ایندنتور الماس

(a) ایندنتور الماس باید عاری از هر گونه عیب سطحی ( ترک ، خراش ، حفره ، وغیره ) بوده و تا آنجائی پولیش شود که هیچ قسمت پولیش نشده از سطح آن هنگامیکه ایندنتور تا عمق 0.3 mm برای سختی سنجی راکول و 0.2 mm برای سختی

جدول 16 گستره سختی مورد استفاده در تایید توسط روش بلوک تست استاندارد شده \*

مقیاس راکول	گستره سختی
C	20 تا 30
	35 تا 55
	59 تا 65
B	40 تا 59
	60 تا 79
	80 تا 100
30N	40 تا 50
	55 تا 73
	75 تا 80
30T	43 تا 56
	شامل 70 تا 82 بالای

\* برای مقیاس های لیست نشده، معادل محدوده های سختی نشان داده شده در جدول را استفاده کنید، برای مثال ، 20 HRC تا 30 HRC مطابق با 69.4 HR15N تا 75.0 HR15N است.

11.1 بخش B دو روش جهت تایید ماشینهای سختی سنجی راکول و راکول سوپر فیشیال را بیان می کند. روش اول روش اساسی است. روش دوم می تواند در فاصله بین دو تاییدیه روش اول توسط کاربر جهت اطمینان از صحت عملکرد ماشین بکار رود. دو روش تایید به این ترتیب هستند :

11.1.1 تایید جداگانه نیروی تست، ایندنتور، و وسیله اندازه گیری عمق بعلاوه تست عملکرد ( 13.2 ). این روش بایستی برای ماشینهای نو و بازسازی شده مورد استفاده قرار گیرد.

11.1.2 تایید توسط بلوکهای تست استاندارد. این روش تست می تواند در مراکز تأیید، آزمایشگاهها یا به عنوان تست روتین جهت اطمینان اپراتور از عملکرد درست ماشین سختی سنجی راکول مورد استفاده قرار گیرد ( 13.2 را ببینید ).

### 12. الزامات عمومی

12.1 قبل از اینکه یک ماشین تست سختی سنجی راکول تایید شود، در وحله اول بایستی مطمئن بود که :

12.1.1 ماشین بدرستی تنظیم شده است.

12.1.2 نگه دارنده ایندنتور در محل خود نشسته است.

12.1.3 هنگامیکه ایندنتور ساچمه فولادی است، باید از ساچمه جدید که با 13.1.2.2 سازگاری دارد، استفاده نمود.

12.1.4 هنگامیکه ایندنتور، یک ایندنتور الماس است. بایستی عاری از هر گونه عیب وترک که ممکن است بر روی دقت تست اثر گذارد، باشد ( 13.1.2.1 را ببینید ).

12.1.5 نیروی تست بایستی بدون لرزش و شوک اعمال شده و برداشته شود و به گونه ای باشد که نتیجه را تحت تاثیر قرار ندهد.

12.1.6 نتایج تحت تاثیر شکل بدنه قرار نگیرند.

### 13. صحت گذاری

13.1 تایید مستقیم - تایید مستقیم شامل تایید نیروی تست، تایید ایندنتور و تایید وسیله اندازه گیری است.

13.1.1 تایید نیروی تست :

13.1.1.1 نیروی تست اولیه  $P0$  و هر یک از نیروهای تست کلی  $P$  مورد استفاده ( جدول 15 را ببینید ) بایستی اندازه گیری

جدول 15 تکرارهای نیروهای اعمالی

میزان بار ، kgf (N)	تکرار ، kgf (N)
10 (98)	$\pm 0.20 (\pm 1.96)$
60 (589)	$\pm 0.45 (\pm 4.41)$
100 (981)	$\pm 0.65 (\pm 4.57)$
150 (1471)	$\pm 0.90 (\pm 8.83)$
3 (29)	$\pm 0.060 (\pm 0.589)$
15 (147)	$\pm 0.100 (\pm 0.981)$
30 (294)	$\pm 0.200 (\pm 1.961)$
45 (441)	$\pm 0.300 (\pm 2.943)$

تایید شده	
انحراف مجاز ، واحد راکول	برای مقادیر سختی در محدوده
±0.5	C 63
±1.0	C 25
±0.5	30N 80
±1.0	30N 45

سنجی راکول سوپر فیشیال نفوذ می کند با قطعه کار تماس حاصل نکند.

(b) تایید شکل ایندنتور را می توان توسط اندازه گیری مستقیم یا توسط اندازه گیری تصویر بزرگ شده آن روی پرده انجام داد. تایید نیابستی در کمتر از چهار ناحیه تقریباً متساوی الافاصله انجام شود.

(c) ایندنتور الماس بایستی دارای زاویه  $120^\circ \pm 0.35^\circ$  باشد.

(d) زاویه بین محور ایندنتور الماس و محور نگه دارنده ایندنتور (عمود بر سطح نشست) بایستی از  $0.5^\circ$  تجاوز کند.

(e) نوک کروی، مخروط الماس بایستی دارای شعاع متوسط  $0.200 \pm 0.010\text{mm}$  باشد. در هر قسمت اندازه گیری شده، شعاع نیابستی از  $0.200 \pm 0.015\text{mm}$  تجاوز کند و انحراف محلی از یک شعاع واقعی نیابستی از  $0.002\text{mm}$  تجاوز کند. سطوح هرم و نوک کروی بایستی به شکل کاملاً مماس به هم متصل شوند.

(f) مقادیر سختی که توسط ماشین تست بدست می آید نه تنها به ابعاد ارائه شده در (c-e) بستگی دارد بلکه به صافی سطح و موقعیت محور شکل کریستال (crystallographic) الماس و نشست الماس درون نگه دارنده آن بستگی دارد. به این دلیل، یک تست عملکرد لازم به نظر می آید. ایندنتور بایستی در یک ماشین استاندارد، که در آن نیروهای تست اعمال شده و وسیله اندازه گیری می توانند توسط اندازه گیریهای اساسی تایید شوند، بکار روند. تستها بایستی حداقل روی دو بلوک استاندارد انجام شود ، که هر کدام از یکی از رنجهای می نیمم و ماکزیمم مشخص شده در جدول 16 انتخاب می شوند. سه اثر تست بایستی روی هر یک از این بلوکها گذاشته شود. متوسط این نتایج نیابستی از مقدار بلوک تست استاندارد بیش از مقدار نشان داده شده در جدول 17 تفاوت

کنند.

جدول 19 ماکزیمم قطر متوسط اثر سختی ویکرز روی ساچمه های سختی

راکول	
ماکزیمم قطر متوسط اثر روی ساچمه	قطر ساچمه
mm	In.
0.141	1/16
0.144	1/8
0.145	1/4
0.147	1/2

تلرانس *		قطر ساچمه	
mm	In.	mm	In.
±0.0025	±0.0001	1.588	1/16
±0.0025	±0.0001	3.175	1/8
±0.0025	±0.0001	6.350	1/4
±0.0025	±0.0001	12.700	1/2

\* تلرانسها و تغییرات قطر در مورد هر ساچمه آنچه‌انکه در 19.1.3 آمده است ، مطابق با گرید 24 ساچمه های فولادی ABMA می باشد (نچمن تولید کنندگان یاتاقان ضد اصطکاک).

### 13.1.2.2 ساچمه های فولادی :

نکته 5 - توجه : تنها ساچمه های فولادی بایستی استفاده شوند. ساچمه های ساخته شده از دیگر مواد سخت از قبیل کارباید تنگستن ممکن است نتایج متفاوتی دهد.

(a) به منظور تایید اندازه و سختی ایندنتور، تست یک نمونه که بطور تصادفی از یک دسته انتخاب شده است کافی می باشد. ساچمه یا ساچمه هائی که برای تایید سختی انتخاب شده اند بایستی دور انداخته شوند.

(b) ساچمه بایستی پولیش شده و عاری از خرابیهای سطحی باشد. (c) کاربر یا بایستی روی ساچمه ها اندازه گیری انجام دهد تا مطمئن شود که آنها الزامات زیر را برآورده می سازند. یا بایستی ساچمه ها را از منبعی تهیه کند که بتواند بر آورده شدن شرایط زیر را تأیید کند. تفاوت قطر ساچمه نسبت به قطر نامی، هنگامیکه حداقل در سه موقعیت اندازه گیری شود، نیابستی بیشتر از تلرانسهای داده شده در جدول 18 باشد. سختی نیابستی کمتر از 746HV10 باشد. قطر متوسط اثر ویکرز مطابق با این سختی در جدول 19 داده شده است.

### 13.1.3 تایید وسیله اندازه گیری

13.1.3.1 وسیله اندازه گیری عمق بایستی حداقل در سه حد فاصله تایید شود، این سه حد فاصله شامل فواصل متناظر با پائین ترین و بالاترین سختی که در آن مقیاس ها معمولاً ایندنتور حرکت می کند ، می باشد.

13.1.3.2 ایزاری که برای تایید وسیله اندازه گیری عمق استفاده می شود بایستی دارای دقت  $0.0002\text{mm}$  باشد.

13.1.3.3 وسیله اندازه گیری عمق بایستی بتواند بطور صحیحی  $\pm 0.5$  واحد راکول را در هر موقعیت از کورس خود اندازه گیری کند. این دقت متناظر با  $\pm 0.001\text{mm}$  برای رنجهای راکول معمولی و  $\pm 0.0005\text{mm}$  برای رنجهای راکول سوپر فیشیال است.

13.2 تایید غیر مستقیم - تایید غیر مستقیم می تواند توسط بلوکهای استاندارد که کالیبراسیون آنها بر طبق بخش C تایید شده است انجام شود.

جدول 20 تکرار پذیری ماشین

محدوده بلوک تست سختی	تکرار پذیری * ماشین نبایستی
استاندارد شده	بزرگتر باشد از
مقیاس راکول C:	
25 تا 30	2.0
35 تا 55	1.5
59 تا 65	1.0
مقیاس راکول B:	
40 تا 59	2.5
60 تا 79	2.0
80 تا 100	2.0
مقیاس راکول 30N:	
40 تا 50	2.0
55 تا 73	1.5
75 تا 80	1.0
مقیاس راکول 30T:	
43 تا 56	2.5
شامل 57 تا 70	2.0
70 تا 82 بالای	2.0

\* تکرار پذیری ماشین روی راکول یا راکول سوپرفیشیال غیر از مقیاس های ذکر شده در جدول ۲۰ برابر با مقادیر معادل در مقیاس های اعلام شده خواهد بود (به غیر از مقیاس های 15N و 15T). برای مقیاس های 15N و 15T, تکرار پذیری نبایستی بزرگتر از 1.0 برای تمامی بازه باشد.

### 13.2.1 طرز عمل

13.2.1.1 برای تایید غیر مستقیم ماشین تست, مراحل زیر بایستی اعمال شوند. ماشین تست بایستی با استفاده از بلوکهای تست استاندارد در رنجهای سختی پائین, متوسط و بالا برای هر مقیاس, تایید شوند. مقیاسها و رنجهای سختی که معمولاً استفاده می شوند در جدول 16 داده شده است. ماشین تست نبایستی مابین انجام تست روی سه بلوک تنظیم شود. تا زمانیکه الزامات 13.5 برآورده نشود, عمل تایید کامل نخواهد شد.

13.2.1.2 بر طبق بخش A, پنج نقطه را که بطور یکنواخت در سطح بلوک پراکنده شده اند روی هر بلوک, تست کنید و مقادیر سختی را با دقت 0.2 واحد راکول گزارش کنید. قبل از انجام این اثر گذاریها, حداقل دو اثر گذاری بایستی جهت اطمینان از عملکرد صحیح ماشین و همچنین نشستن صحیح بلوک استاندارد, ایندنتور و سندان انجام شود. از نتایج این اثر گذاریهای اولیه بایستی صرفنظر شود.

13.2.1.3 برای هر بلوک تست استاندارد, R1, R2...R5 را که نتایج سختی بدست آمده از 5 اثر گذاری می باشد بصورت صعودی مرتب کنید.

جدول 21 مقادیر تolerانس برای بلوکهای تست استاندارد

مقدار تolerانس بلوک تست نبایستی	سختی نامی بلوک تست استاندارد
بزرگتر باشد از	
	مقیاس C*:
±0.5	60 و بالاتر
±1.0	زیر 60
	مقیاس A:
±0.5	80 و بالاتر
±1.0	زیر 80 تا 60.5 شامل
	مقیاس 15N:
±0.7	90 و بالاتر
±1.0	زیر 90 تا 69.4 شامل
	مقیاس 30N:
±0.7	77.5 و بالاتر
±1.0	زیر 77.5 تا 41.5 شامل
	مقیاس 45N:
±0.7	66.5 و بالاتر
±1.0	زیر 66.5 تا 19.6 شامل
	مقیاس B**:
±1.0	45 و بالاتر
±1.5	زیر 45 تا 1.5 شامل
	مقیاس F:
±1.0	99.6 تا 57.0 شامل
	مقیاس 15T:
±1.0	75.3 و بالاتر
±1.5	زیر 75.3 تا 60.5 شامل
	مقیاس 30T:
±1.0	46.2 و بالاتر
±1.5	زیر 46.2 تا 15.0 شامل
	مقیاس 45T:
±1.0	17.6 و بالاتر
±1.5	زیر 17.6 تا 1.0 شامل

\* مقادیر تolerانسها برای سایر مقیاسها در مورد بلوکهای فولادی با سختیهای معادل به این ترتیب می باشند:  $±0.5 = \text{HRC } 60.0 \text{ تا } \text{HRC } 70.0$  و  $±1.0 = \text{HRC } 20.0 \text{ تا } \text{HRC } 59.9$ .

\*\* مقادیر تolerانسها برای سایر مقیاسها در مورد بلوکهای فولادی با سختیهای معادل به این ترتیب می باشند:  $±1.0 = \text{HRB } 1.0 \text{ تا } \text{HRB } 100.0$ .

### 13.2.2 تکرار پذیری

13.2.1.2 تکرار پذیری ماشین تست تحت شرایط تایید خاص توسط مقدار زیر تعیین می گردد:

$$R5-R1 \quad (1)$$

13.2.2.2 تکرار پذیری ماشین تست اگر شرایط ارائه شده در جدول 20 را بر آورده کند, رضایت بخش خواهد بود.

### 13.2.3 فضا

13.2.3.1 خطای ماشین تست تحت شرایط تایید خاص توسط مقدار زیر بیان می گردد :

$$\bar{R}-R \quad (2)$$

که در آن

$$\bar{R} = \frac{R1+R2+\dots+R5}{5}$$

$\bar{R}$  = سختی اعلام شده برای بلوک تست مورد استفاده

13.2.3.2 مقدار سختی متوسط برای پنج تست نایستی از مقدار متوسط سختی اعلام شده برای بلوک تست استاندارد بیشتر از تیرانس اعلام شده برای این بلوک ( نشان داده شده در جدول 21 ) تفاوت داشته باشد.

13.3 این موضوع باید بخوبی درک شود که بلوکهای تست سختی، ایندنتورهای الماس، و طراحی ماشین، بین تولید کنندگان مختلف فرق دارد و اگر تمامی پارامترهای 13.1 بر آورده شود، باز احتمال آن میرود که تغییر یک یا چند پارامتر جهت انجام تایید غیر مستقیم روی بلوک تستها مورد نیاز باشد. برای بدست آوردن روشهای مناسب انجام تصحیحات که ماشین را در داخل تیرانسهای مشخص شده در این روش تست تنظیم می کند به دستور العمل تولید کننده مراجعه کنید.

13.4 فواصل زمانی بین تایید ها - پیشنهاد می شود که ماشین تست سالانه یا اگر نیاز است به تعداد دفعات بیشتر تایید شود. در هیچ شرایطی نباید فاصله زمانی بین تایید ها از ۱۸ ماه تجاوز کند.

### 13.5 گزارش تایید

13.5.1 گزارش تایید بایستی شامل اطلاعات زیر باشد :

13.5.1.1 ذکر مرجع این روش تست ASTM ,

13.5.1.2 روش تایید ( مستقیم یا غیر مستقیم ) ,

13.5.1.3 اطلاعات شناسایی ماشین تست سختی سنجی ,

13.5.1.4 اسباب و وسائل تایید ( بلوکهای تست، وسائل

الاستیک جهت تعیین میزان نیرو و غیره ) ,

13.5.1.5 مقیاس های سختی را کول که تایید شده اند ,

13.5.1.6 نتایج بدست آمده ,

13.5.1.7 تاریخ تایید و اشاره به موسسه تایید کننده , و

13.5.1.8 امضا نماینده موسسه تایید کننده.

## 14. روش چکهای پریدیک توسط کاربر

14.1 تایید توسط بلوک تست های استاندارد ( 13.2 ) جهت

کار برد روزانه بسیار طولانی است. به جای آن روش زیر پیشنهاد می گردد :

14.1.1 هر روز که ماشین استفاده می گردد ، یک چک روتین

انجام دهید. بخش A مربوط به این روش تست را ببیند.

14.1.2 قبل از انجام چک، حداقل دو تست اولیه جهت اطمینان از اینکه ماشین تست سختی سنجی بدرستی کار می کند و بلوک تست ، ایندنتور ، و سندان بطور صحیحی نشسته اند، بایستی انجام شود. از نتایج این اثر گذاریها ی اولیه بایستی صرفنظر گردد .

14.1.3 حداقل سه سختی سنجی روی بلوک تست سختی استاندارد ، در همان مقیاس و مقدار سختی که از ماشین استفاده می شود ، انجام دهید . اگر مقدار متوسط این مقادیر درون تیرانس اعلام شده روی بلوک تست سختی استاندارد قرار داشته باشد ، عملکرد ماشین رضایت بخش خواهد بود. در غیر اینصورت، ماشین همانطوریکه در 13.2 توضیح داده شده است بایستی تایید شود.

## C. کالیبراسیون بلوکهای تست استاندارد جهت ماشینهایی که برای سختی سنجی راکول و

### راکول سوپر فیشیال استفاده میشوند

#### 15. هدف و دامنه کاربرد

15.1 بخش C یک روش تست برای کالیبراسیون بلوکهای استاندارد، که برای تایید غیر مستقیم ماشینهای راکول، همانطور که در بخش B توضیح داده شده است ارائه می دهد.

#### 16. تولید

16.1 توجه تولید کنندگان بلوک به استفاده از یک فرآیند تولید معطوف است که بواسطه آن یکنواختی ساختاری لازم، پایداری ساختاری، و یکنواختی سختی سطح را بوجود آورد.

16.2 هر بلوک فلزی جهت استاندارد شدن نبایستی دارای قطر کمتر از ( 6 mm ) 0.236 in. باشد.

16.3 مساحت سطح بلوک از ( 2581 mm<sup>2</sup> ) 4 in.<sup>2</sup> نبایستی بیشتر باشد.

16.4 بلوک استاندارد بایستی عاری از خاصیت مغناطیسی باشد. پیشنهاد می شود که تولید کنندگان اطمینان دهند که اگر بلوکها فولادی است، در انتهای فرآیند تولید، آنها را از حالت مغناطیس بیرون آورده اند.

16.5 ماکزیمم انحراف در تسطیح سطح نبایستی از ( 0.005 mm ) 0.002 in. تجاوز کند.

16.6 ماکزیمم خطا در توازی سطوح نبایستی از 0.002 in. ( 0.005 mm per mm ) تجاوز کند.

16.7 سطح تست بایستی عاری از خراش که در اندازه گیری عمق اثر دخالت می کند، باشد. صافی سطح میانگین ( Ra ) نبایستی از ( 0.0003 mm ) 12 μin. تجاوز کند.

16.8 سطح زیرین بایستی سنگ نرم خورده باشد.

16.9 جهت اطمینان از کنده نشدن مواد از سطح تست، ضخامت آن در زمان استاندارد ( به نزدیکترین عدد با درجه بندی ) ( 0.1 mm ) ± 0.005 in. بایستی روی بلوک حک شود یا اینکه یک اثر مشخص روی سطح تست گذاشته شود. دوباره پرداخت کردن بلوک جهت استفاده دوباره پیشنهاد نمی شود با این وجود، اگر یک بلوک تست استاندارد بازسازی شود، سطح تست جدید بایستی بر طبق مفاد این قسمت دوباره کالیبره شود.

#### 17. ماشین استانداردکننده

17.1 علاوه بر برآورده کردن الزامات عمومی که در قسمت 12 و 13 مشخص شده است، ماشین استاندارد بایستی الزامات زیر را، نیز بر آورده کند :

17.1.1 ماشین بایستی بطور مستقیم تایید شود. تایید مستقیم شامل موارد زیر است:

17.1.1.1 تایید نیروی تست ( 13.1.1 را ببینید )،

17.1.1.2 تایید ایندنتور ( 13.1.2 را ببینید )، و

17.1.1.3 تایید وسیله اندازه گیری ( 13.1.3 را ببینید ) .

17.1.2 هر نیروی تست اولیه بایستی در محدوده  $±0.5\%$

درست باشد. هر نیروی تست کلی بایستی در محدوده  $±0.25\%$  درست باشد.

17.1.3 تایید شکل ایندنتور یا توسط اندازه گیری مستقیم ویا توسط اندازه گیری تصویر بزرگ شده آن بر روی پرده انجام می شود. تایید بایستی حداقل در هشت قسمت با فاصله های متساوی انجام شود.

17.1.4 ایندنتور الماس بایستی دارای زاویه  $120° ± 0.1°$  باشد.

17.1.5 زاویه بین محور ایندنتور الماس و محور نگه دارنده

ایندنتور ( عمود بر سطح نشست ) نبایستی از  $0.3°$  تجاوز کند.

17.1.6 نوک ایندنتور الماس بایستی کروی باشعاع

متوسط  $0.200 ± 0.005$  mm باشد. در هر قسمت اندازه گیری

شده، شعاع نبایستی از  $0.200 ± 0.007$  mm تجاوز کند و

انحراف محلی از یک شعاع واقعی نبایستی از  $0.002$  mm تجاوز

کند سطح مخروط و نوک کروی بایستی بدرستی به شکل مماس

به هم متصل شوند.

17.1.7 قطر ساچمه استیل بایستی در محدوده

ترانس  $0.001$  mm باشد

17.1.8 وسیله اندازه گیری بایستی قادر به اندازه گیری دقیق

جابجائی عمودی به میزان  $± 0.1$  واحد راکول معمولی و  $± 0.1$

واحد برای راکول سوپر فیشیال باشد .

#### 18. روش استاندارد کردن

18.1 بلوکهای تست استاندارد بایستی توسط یک ماشین

استاندارد کننده، آنچنانکه در قسمت 17 گفته شد تحت دمای

$3°F ± 5°F$  (  $23°C ± 2°C$  ) با استفاده از روش تست عمومی

تشریح شده در بخش A، کالیبره شوند.

#### 19. تعداد اثر گذاری

19.1 بر طبق بخش A از این روش تست، حداقل پنج اثر

روی هر بلوک استاندارد، که بطور یکنواخت روی سطح بلوک

پراکنده شده اند، بگذارید .

#### 20. یکنواختی سختی

20.1 فرض کنید R1, R2...R5 مقادیر اندازه گیری شده در

واحد راکول که بطور صعودی مرتب شده اند، باشند.

20.2 غیر یکنواختی بلوک تحت شرایط خاص استاندارد

توسط R5 - R1 مشخص می شود.

**21. الزامات حک کردن روی بلوک و گواهی نامه**

21.1 هر بلوک تست استاندارد بایستی دارای علائم حک شده

زیر باشد:

21.1.1 متوسط ریاضی مقدار سختی که توسط یک تست

استاندارد بدست آمده و با دقت یک رقم اعشار بیان می گردد، برای مثال 66.3HRC.

21.1.2 مقدار تفرانس ( جدول 21 را ببینید ).

21.1.3 نام و نشان تولید کننده.

21.1.4 شماره و سریال منحصر به فرد.

21.1.5 نام و یا نشان موسسه کالیبره کننده اگر متفاوت از تولید کننده است.

21.1.6 ضخامت بلوک یا یک نشان مشخص کننده روی

سطح تست ، و

21.1.7 سال کالیبراسیون. اگر سال کالیبراسیون در شماره

سریال بلوک گنجانده شده باشد کافی است.

21.2 تمامی حکاکی های روی بلوک، به غیر از نشان رسمی،

بایستی خارج از سطح تست یا روی وجه کناری بلوک قرار داشته

باشد. هنگامیکه حکاکی ها در وجه کناری بلوک قرار دارد، و سطح

تست وجه بالاست اثر حکاکی بایستی درست خوانده شود.

21.3 هر بلوک بایستی به همراه یک گواهی نامه، که نشانگر

نتایج تستهای استاندارد جداگانه، و مقدار متوسط ریاضی این تستها

و همچنین موارد زیر ارائه می شود :

21.3.1 تاریخ استاندارد شدن،

21.3.2 شماره سریال بلوک،

21.3.3 نام تولید کننده و یا نشان تامین کننده.

مقدار غیر یکنواختی بلوک تست	سختی نامی بلوک تست استاندارد
	مقیاس C* :
0.5	60 و بالاتر
1.0	زیر 60
-----	
	مقیاس A :
0.5	80 و بالاتر
1.0	زیر 80 تا 60.5 شامل
-----	
	مقیاس 15N :
0.7	90 و بالاتر
1.0	زیر 90 تا 69.4 شامل
-----	
	مقیاس 30N :
0.7	77.5 و بالاتر
1.0	زیر 77.5 تا 41.5 شامل
-----	
	مقیاس 45N :
0.7	66.5 و بالاتر
1.0	زیر 66.5 تا 19.6 شامل
-----	
	مقیاس B** :
1.0	45 و بالاتر
1.5	زیر 45 تا 1.5 شامل
-----	
	مقیاس F :
1.0	99.6 تا 57.0 شامل
-----	
	مقیاس 15T :
1.0	75.3 و بالاتر
1.5	زیر 75.3 تا 60.5 شامل
-----	
	مقیاس 30T :
1.0	46.2 و بالاتر
1.5	زیر 46.2 تا 15.0 شامل
-----	
	مقیاس 45T :
1.0	17.6 و بالاتر
1.5	زیر 17.6 تا 1.0 شامل

\* مقادیر تفرانس ها برای سایر مقیاس ها در مورد بلوکهای فولادی با سختی

های معادل به این ترتیب می باشند :  $0.5 = 60.0 \text{ HRC}$  تا  $70.0 \text{ HRC}$  و  $1.0 = 20.0 \text{ HRC}$  تا  $59.9 \text{ HRC}$ .

\*\* مقادیر تفرانس ها برای سایر مقیاس ها در مورد بلوکهای فولادی با سختی های معادل به این ترتیب می باشند :  $1.0 = 1.0 \text{ HRB}$  تا  $100.0 \text{ HRB}$ .