



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۷۸۰۹-۱

چاپ اول

ISIRI

7809-1

1st.edition

آزمون سختی سنجی فلزات - روش برینل
قسمت اول : روش آزمون

Metallic materials hardness testing
Brinell hardness test
Part 1: Test method

« بسمه تعالی »

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحبان نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ((۵)) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد

اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید.

همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها ، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران: کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵



ضلع جنوبی میدان ونک - صندوق پستی : ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵-دفتر مرکزی :تهران

۰۲۶۱-تلفن مؤسسه در کرج : ۸-۲۸۰۶۰۳۱



۰۲۱-تلفن مؤسسه در تهران ۵-۸۸۷۹۴۶۱

۰۲۱-دورنگار : کرج ۲۸۰۸۱۱۴ - ۲۶۱ تهران: ۳-۸۸۸۷۱۰۳-۸۸۸۷۰۸۰



۰۲۶۱ دورنگار : ۲۸۰۷۰۴۵-۲۶۱-تلفن : ۲۸۰۷۰۴۵-پخش فروش



پیام نگار :  **Standard @ isiri.or.ir**



بها : ۲۵۰۰ ریال 



Headquarter: Institute of Standards and Industrial Research of IRAN

P.O. BOX : 31585-163Karaj – IRAN

Central office : Southern corner of Vanak square , Tehran

P.O. BOX : 14155 –6139 Tehran - IRAN



Tel.(Karaj): 0098 261 2806031 –8



Tel.(Tehran): 0098 21 8879461-5



Fax (Karaj): 0098 261 2808114



Fax (Tehran): 0098 21 8887080 , 8887103



Email : Standard @ isiri . or . ir



Price : 2500 RLS

کمیسیون استاندارد آزمون سفتی سنجی فلزات

روش برینل - قسمت اول : روش آزمون

رئیس

محمودیان - طاهر

(دکترای مهندسی شیمی)

سمت یا نمایندگی

کارشناس ارشد شرکت ملی فولاد ایران

اعضاء

اسلامی - محمدرضا

(لیسانس مهندسی متالورژی)

تکتار - نجف

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

ترابی - سعید

(لیسانس مهندسی متالورژی)

خداپرستی - کامران

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

رادمهر - بهرام

(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

زمانی نژاد - امیر

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

عوضیار - محمد

(تکنسین امور آزمایشگاهی)

فتحی - رستم

(فوق دیپلم متالورژی)

گودرزیان - جعفر

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

مقدم نیا - وحید

(لیسانس مهندسی متالورژی)

معین پور - ابوالفضل

(لیسانس مهندسی متالورژی)

کارشناس آزمایشگاه مرکزی فولاد آلیاژی ایران

کارشناس شرکت ملی فولاد

شرکت بین المللی بازرسی کالای تجاری (I.G.I)

مسئول آزمایشگاه متالورژی پژوهشگاه نیرو

کارشناس شرکت ملی فولاد

مسئول آزمایشگاه متالورژی موسسه استاندارد و

تحقیقات صنعتی ایران

کارشناس شرکت فولاد مبارکه

کارشناس شرکت فولاد مبارکه

سرپرست آزمایشگاه مکانیک شرکت ذوب آهن

اصفهان

مسئول آزمایشگاه متالورژی شرکت ساپکو

کارشناس مرکز پژوهش متالورژی رازی

مدنی - نادر

(لیسانس مهندسی متالورژی)

وصالی - رضا

(لیسانس مهندسی متالورژی)

مدیر پژوهش شرکت ملی فولاد ایران

قائم مقام مدیر عامل مرکز پژوهش متالورژی رازی

دیبر

سوفالی - زهره

(لیسانس مهندسی متالورژی)

باقوت - بهنام

(فوق لیسانس مهندسی متالورژی)

مدیرکل مهندسی پزشکی موسسه استاندارد و

تحقیقات صنعتی ایران

کارشناس ارشد مؤسسه استاندارد و تحقیقات

صنعتی ایران

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	پیشگفتار
پ	مقدمه
۱	۱-هدف و دامنه کاربرد
۱	۲-مراجع الزامی
۲	۳-کلیات
۲	۴-نمادها و نشانه های شناسایی
۳	۵-وسایل لازم
۴	۶-آزمونه
۵	۷-روش آزمون
۹	۸-عدم قطعیت نتایج
۹	۹-گزارش آزمون
	پیوست الف-دستورالعمل بازرسی دوره ای دستگاههای آزمون
۱۱	توسط کاربر-(اطلاعاتی
	پیوست ب-حداقل ضخامت مورد نیاز برای نمونه تحت
۱۲	آزمون متناسب با قطر متوسط فرورفتگی-(الزامی
۱۴	پیوست پ-تعیین سختی برینل سطوح تخت-(الزامی

پیشگفتار

استاندارد " روشهای سختی سنجی فلزات - سختی سنجی برینل - بخش اول : روش آزمون " که توسط کمیسیون فنی مربوطه تهیه و تدوین شده و در دویست و هفدهمین جلسه کمیته ملی استاندارد مکانیک و فلزشناسی مورخ ۸۳/۱۲/۱۷ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد رسمی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود. این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران ۷۹۴ سال: ۱۳۵۱ شده و استاندارد قبلی باطل اعلام میشود .

منبع و مرجعی که در تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

1-ISO 6506-1 (1999): Metallic materials –Brinell hardness test-Part 1:
Test method

در این استاندارد مقادیر نیرو بر حسب کیلوگرم نیرو محاسبه شده اند. که این مقادیر قبل از پذیرش سیستم بین المللی SI در نظر گرفته شده بودند. در این استاندارد تصمیم بر این شد که مقادیر نیرو همچنان بر حسب یکاهای قدیمی باشند. اما در تجدید نظر بعدی توجه به مقادیر گرد شده نیروی آزمون و تاثیرات ممکن آن ضروری است.

این استاندارد فقط در خصوص فرورونده ساچمه ای از جنس فلز سخت (هارد متال) مطابق آنچه که در متن استاندارد تعریف شده است کاربرد دارد.

نماد سختی برینل HBW می باشد که نباید با نمادهای HB و HBS تحت شرایطی که از فرورونده ساچمه ای از جنس فولاد استفاده می گردد، اشتباه شود.

آزمون سفتی سنجی فلزات روش برینل - قسمت اول : روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد آزمون سختی سنجی به روش برینل را برای مواد فلزی تعیین کرده و برای کاربرد دارد. $650HBW$ سختی‌هایی تا حدود

یادآوری- برای مواد یا محصولات مخصوص، استانداردهای ویژه ای وجود دارد که باید به ^(۱)... آنها مراجعه نمود (به عنوان مثال استاندارد ملی ایران شماره

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/یا تجدید نظر، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. با این وجود بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/یا تجدید نظر، آخرین چاپ و/یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱- استاندارد ملی ایران به شماره ۷۸۰۹-۲: آزمون سختی سنجی فلزات - روش برینل - قسمت دوم: تصدیق و کالیبراسیون دستگاههای آزمون - سال ۱۳۸۴

: مواد فلزی زینتر (تف جوش) شده به غیر از فلزات سخت (هارد $ISO 4498-1$ - استاندارد قسمت اول: مواد دارای سختی یکنواخت. - تعیین سختی ظاهری - متال) یا فولادهای سماتنه

۳ کلیات

(در سطح آزمون تحت D در این روش یک فرورونده (ساجمه ای از جنس فلز سخت با قطر باقی میماند اندازه گیری (F) که پس از حذف نیرو (d) آزمون فرورونده شده و سپس قطر فرورفتگی می‌شود.

تحت عنوان: روش سختی سنجی مواد زینتر $ISO 4498-1$ - ۱ تا زمان تدوین استاندارد ملی ایران به استاندارد شده به غیر از فلزات سخت (هارد متال‌ها) یا فولادهای سماتنه، مراجعه شود.

سختی برینل با حاصل تقسیم نیروی آزمون بر مساحت سطح تغییر شکل یافته فرورفتگی متناسب می باشد. ناحیه فرورفتگی به صورت یک کره که دارای قطری معادل نصف قطر ساچمه می باشد، در نظر گرفته می شود.

۴ نمادها و نشانه های شناسایی

شکل و جدول شماره ۱ را ملاحظه نمایید.

۴-۱- سختی برینل به صورت HBW نشان داده می شود.

یادآوری - زمانی که تحت شرایط استاندارد از ساچمه های فولادی استفاده گردد، سختی برینل به صورت HB یا HBS نشان داده می شود.

۴-۲- قبل از عبارت HBW میزان سختی و پس از آن از شاخص های تکمیلی استفاده می شود که هر یک بیانگر یکی از موارد ذیل می باشند.

الف) قطر ساچمه بر حسب میلی متر

ب) نشانه ای که بیانگر نیروی آزمون (بار اعمالی) است (بر اساس جدول شماره ۲)

پ) مدت زمان اعمال نیرو، بر حسب ثانیه. چنانچه با زمان تعیین شده در دستورالعمل اختلاف داشته باشد.

مثال ۱- در صورتی که سختی به صورت $350 HBW 5/750$ ارایه شده باشد به معنی سختی ۳۵۰ برینل، بدست آمده توسط ساچمه ای با قطر ۵ میلی متر و نیروی اعمالی $7/350 kN$ برای مدت زمان ۱۰ تا ۱۵ ثانیه می باشد.

مثال ۲- در صورتی که سختی به صورت $600 HBW 1/30/20$ ارایه شده باشد به معنی سختی ۶۰۰ برینل، بدست آمده توسط ساچمه ای با قطر ۱ میلی متر و نیروی اعمالی $2/294 N$ برای مدت زمان ۲۰ ثانیه می باشد.

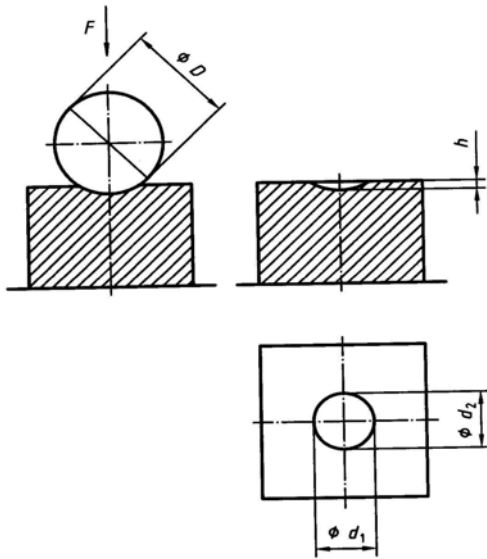
۵ وسایل لازم

۵-۱- در این آزمون به دستگاہی نیاز است که قادر باشد نیرویی معادل $9/807N$ تا $29/42kN$ را بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۸۰۹ سال ۱۳۸۴ ایجاد نماید.

۵-۲- فرو رونده یک ساچمه کاملاً صیقلی از جنس فلز سخت و منطبق با مشخصات مندرج در استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۸۰۹ سال ۱۳۸۴ می باشد.

۵-۳- ابزار اندازه گیری مطابق با مشخصات ارایه شده طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۸۰۹ سال ۱۳۸۴ خواهد بود.

یادآوری - یک روش پیشنهادی برای بازرسی دوره ای توسط کاربر در پیوست الف ارائه شده است.



شکل شماره ۱- نمایش تصویری اصول و قواعد آزمون

جدول شماره ۱- نماد و نشانه های شناسایی

واحد	نشانه های شناسایی	نماد
mm	قطر ساچمه	D
N	نیروی آزمون (بار اعمالی)	F
mm	قطر متوسط فرورفتگی $d = \frac{d_1 + d_2}{2}$	d
mm	قطرهای اندازه گیری شده در زاویه ۹۰° (دو قطر عمود برهم)	d ₁ , d ₂
mm	عمق فرورفتگی $= \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$	h
	نیروی آزمون × عدد ثابت = سختی برینل	HBW
N/mm ²	نسبت نیرو به قطر مساحت ناحیه فرو رفته $= 0/102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$	$0/102 \times F/D^2$
<p>یادآوری - عدد ثابت ارائه شده در فرمول بالا عبارت است از :</p> $\frac{1}{g_n} = \frac{1}{9/80665} \approx 0/102$ <p>g_n = نیروی شتاب ثقل زمین</p>		

۶ آزمون^۱

۶-۱- آزمون باید بر روی سطحی انجام گیرد که کاملاً صاف بوده و عاری از هرگونه پوسته اکسیدی، جسم خارجی و بویژه روغن باشد. آزمون باید دارای سطحی باشد که امکان اندازه گیری دقیق قطر فرورفتگی را فراهم نماید.

۶-۲- آماده سازی آزمون باید به گونه ای انجام گیرد که حداقل تغییر را در سطح ایجاد نماید به عنوان مثال سطح، کار گرم^۲ و یا کار سرد^۳ نگردد.

۶-۳- ضخامت آزمون می بایست حداقل ۸ برابر عمق فرورفتگی باشد. مقادیر حداقل ضخامت آزمون که متناسب با قطر متوسط فرورفتگی است، در پیوست ب آورده شده است. یاد آوری -تغییر شکل های قابل رؤیت در پشت آزمون تحت آزمون می تواند بیانگر نازک بودن بیش از اندازه ضخامت آزمون باشد. در صورت انجام آزمون بر روی چنین آزمون ای باید تغییر شکل دائمی بوجود آمده در پشت آزمون در گزارش آزمون قید گردد.

۷ روش آزمون

۷-۱- اغلب آزمون در دمای معمولی اتاق که بین ۱۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس است انجام می شود. آزمایشهایی که تحت شرایط کنترل شده انجام می گیرند، باید در دمای (23 ± 5) درجه سلسیوس باشند.

۷-۲- نیروهای اعمالی باید با استفاده از جدول شماره ۲ انتخاب شوند.

۷-۳- نیروی اعمالی باید به نحوی انتخاب گردد که قطر فرورفتگی بین مقادیر $0.24D$ و $0.6D$ قرار گیرد.

- نسبت نیرو به قطر $(F/D^2 \times 0.102)$ باید مطابق با نوع ماده و آزمون سختی همانگونه که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، انتخاب گردد.

- به منظور ایجاد حداکثر اثر فرورفتگی (وسیع ترین مساحت) بر روی آزمون باید از ساچمه ای استفاده کرد که تا حد امکان قطر بزرگتری داشته باشد.

- زمانی که آزمون محدودیتی در ضخامت نداشته باشد، ترجیحاً از ساچمه ای با قطر ۱۰ میلی متر استفاده می گردد.

۷-۴- آزمون باید بر روی یک سطح کاملاً صلب و محکم قرار داده شود. سطح تماس باید کاملاً از اجسام خارجی نظیر: پوسته، روغن، آشغال و غیره، عاری و تمیز باشد. بسیار ضروری است که

1-Test Piece
2-Hot work
3-Cold work

آزمونه بصورت کاملاً محکم بر روی صفحه زیرین قرار گیرد و هیچگونه حرکت و جابجایی به هنگام آزمون رخ ندهد.

۷-۵- فرورونده را در تماس با سطح آزمون قرار داده و سپس نیروی آزمون را در جهت عمود بر سطح، بدون هرگونه ضربه، لرزش و یا جابجایی، تا رسیدن به مقدار معلوم شده اعمال نمایید. زمان رسیدن نیرو از نیروی ابتدایی به حداکثر آن نباید از ۲ ثانیه کمتر و از ۸ ثانیه بیشتر باشد. پس از آن نیرو را به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه نگه دارید. برای مواد خاص (همانند فلزات نرم) که مکث بیشتری مورد نیاز است، این زمان باید با رواداری در حدود ± 2 ثانیه بکار رود.

۷-۶- در طی انجام آزمون، تجهیزات باید از هر گونه شوک، ضربه و یا لرزشی که بر روی نتیجه آزمایش اثر گذار است، محافظت شود.

۷-۷- فاصله لبه هر آزمون تا مرکز فرورفتگی باید حداقل $2/5$ برابر قطر متوسط فرورفتگی باشد.

۷-۸- فاصله بین مراکز دو فرورفتگی مجاور باید حداقل سه برابر قطر متوسط هر فرورفتگی باشد.

۷-۹- قطر هر یک از فرورفتگی ها می بایست در دو جهت عمود بر هم اندازه گیری شود. متوسط دو عدد خوانده شده باید برای محاسبه سختی برینل بکار گرفته شود.

یادآوری - در مورد برخی از دستگاهها، موارد ذیل باید رعایت شوند:

- بررسی متوسط مقادیر اندازه گیری شده بزرگترین عدد ثبت شده

- ارزیابی اثر سطح فرورفتگی در سطح فلز

جدول شماره ۲- نیروهای اعمالی برای شرایط مختلف آزمون

نمادسختی	قطر ساچمه D mm	نسبت نیرو به قطر $F/D^2 \times 0.102$ N/mm ²	مقدار اسمی نیروی اعمالی F N
HBW _{10/3000}		۳۰	
HBW _{10/1500}	۱۰	۱۵	۲۹۴۲۰
HBW _{10/1000}	۱۰	۱۰	۱۴۷۱۰
HBW _{10/500}	۱۰	۵	۹۸۰۷
HBW _{10/250}	۱۰	۲/۵	۴۹۰۳
HBW _{10/100}	۱۰	۱	۲۴۵۲
	۱۰		۹۸۰/۷

<i>HBW</i> _{5/750}	5	30	7355
<i>HBW</i> _{5/250}	5	10	2452
<i>HBW</i> _{5/125}	5	5	1226
<i>HBW</i> _{5/62.5}	5	2/5	612/9
<i>HBW</i> _{5/25}	5	1	245/2
<i>HBW</i> _{2/5/187.5}	2/5	30	1839
<i>HBW</i> _{2/5/62.5}	2/5	10	612/9
<i>HBW</i> _{2/5/31.25}	2/5	5	306/5
<i>HBW</i> _{2/5/15.625}	2/5	2/5	153/2
<i>HBW</i> _{2/5/6.25}	2/5	1	61/29
<i>HBW</i> _{1/30}	1	30	294/2
<i>HBW</i> _{1/10}	1	10	98/07
<i>HBW</i> _{1/5}	1	5	49/03
<i>HBW</i> _{1/2.5}	1	2/5	24/52
<i>HBW</i> _{1/1}	1	1	9/807

جدول شماره ۳- نسبت نیرو به قطر برای مواد فلزی مختلف

نسبت نیرو به قطر $0.102 \times F/D^2$ N/mm^2	سختی برینل <i>HBW</i>	ماده تحت آزمون
30	—	فولاد - آلیاژهای پایه نیکل آلیاژهای پایه تیتانیم
10	< 140	چدن *
30	≥ 140	
5	< 35	مس و آلیاژهای مس
10	200 تا 35	
30	> 200	

۲/۵	< ۳۵	فلزات سبک و آلیاژهای آنها
۵	۳۵ تا ۸۰	
۱۰		
۱۵		
۱۰	> ۸۰	
۱۵		
۱	—	سرب، قلع و آلیاژهای آنها
استاندارد ملی ایران به شماره ... ^۱		فلزات زینتر شده
* - برای سختی سنجی چدن قطر اسمی ساچمه باید ۲/۵، ۵ و یا ۱۰ میلی متر باشد.		

۷-۱۰- جدول پ-۱ (پیوست پ را ملاحظه نمایید) حاوی جداول محاسباتی است که باید برای تعیین سختی برینل سطوح تخت^۲ از آنها استفاده کرد.

۸ عدم قطعیت نتایج

عدم قطعیت نتایج به متغیرهایی وابسته است که ممکن است به دو صورت زیر دسته بندی شوند :
الف) متغیرهایی وابسته به دستگاه آزمون سختی سنجی برینل (شامل عدم قطعیت مربوط به دستگاه اندازه گیری و کالیبراسیون توسط نمونه های مرجع^۳)
ب) متغیرهایی که به نحوه آزمون بستگی دارند (تغییر در شرایط عملکرد)

یادآوری - ارزیابی نهایی عدم قطعیت باید بر طبق اطلاعات موجود در مرجع : "راهنمای بیان عدم قطعیت در اندازه گیری"^۴ انجام گیرد، ولی به عنوان یک ملاک تشخیص، عدم قطعیت بسط یافته را در یک سطح اطمینان ۹۵ درصدی می توان معادل با حداکثر خطای مجاز ذکر شده در جدول ۵ استاندارد ملی ایران به شماره ۷۸۰۹-۲ سال ۱۳۸۴ در نظر گرفت.

۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

۱-۹- شماره این استاندارد ملی (۱-۷۸۰۹ سال ۱۳۸۴)

۲-۹- کلیه جزئیات ضروری برای تکمیل شناسایی آزمون.

۳-۹- نتیجه بدست آمده (با توجه به یادآوری کلی شماره ۱ که در ذیل آمده است).

۴-۹- مقررات و الزامات اضافی که خارج از هدف و دامنه کاربرد این بخش از استاندارد باشد.

مراجعه شود. ISO 4498-1-۱- تا زمان تدوین استاندارد ملی به استاندارد

2- Flat

3- Reference

4- Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, ISO, 1993

۵-۹- دمای انجام آزمون، چنانچه خارج از محدوده ارائه شده در بند (۷-۱) باشد.

۶-۹- زمان انجام آزمون درخصوص مواد خاص موضوع بند (۷-۵).

۷-۹- میزان عدم قطعیت اندازه گیری .

۸-۹- جزئیات مواردی که ممکن است نتایج آزمون را تحت تأثیر خود قرار داده باشند.

یادآوری کلی ۱- هیچگونه روش دقیقی برای تبدیل سختی برینل به سایر مقیاسهای سختی و یا استحکام کششی وجود ندارد. بنابراین تا حد امکان از انجام چنین تبدیل هایی باید اجتناب نمود، مگر آنکه مبنای قابل قبولی بر اساس انجام آزمایشهای مقایسه ای بدست آمده باشد.

یادآوری کلی ۲- باید توجه نمود که برای مواد نامتجانس^۱ یا غیر ایزوتروپ، به عنوان مثال آن موادی که کارسرد زیاد بر روی آنها انجام شده، بین دو قطر فرورفتگی اختلافی وجود خواهد داشت. محدوده‌های این اختلاف بر اساس ویژگیهای محصول قابل شناسایی است.

پیوست الف

دستورالعمل بازرسی دوره ای دستگاههای آزمون توسط کاربر (اطلاعاتی)

انجام تصدیق غیر مستقیم به عنوان بازرسی معمول^۱ بسیار وقت گیر و پرهزینه می باشد. لذا دستورالعمل ذیل پیشنهاد می گردد:

- حداقل یکبار در روز (در صورتی که دستگاه مورد استفاده قرار گیرد) دستگاه را بازرسی نمایید.
- قبل از بازرسی حداقل ۲ فرورفتگی ایجاد نمایید تا از ثابت بودن آزمون، فرورونده و سندان (صفحه زیر آزمون) اطمینان حاصل نمایید. از نتایج مربوط به این دو فرورفتگی مقدماتی صرف نظر کنید.

- حداقل یک آزمون سختی سنجی بر روی بلوک مرجعی که سختی آن تقریباً برابر سختی نمونه مورد آزمون است انجام دهید. اگر اختلاف میان سختی اندازه گیری شده و محدوده مجاز ارایه شده در جدول ۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۸۰۹ سال ۱۳۸۴ زیاد باشد می بایست دستگاه را بطور حتم بازرسی کاملی نمود. در غیر اینصورت یک ممیزی عادی باید انجام گیرد.

پیوست ب

مداقل ضخامت مورد نیاز برای نمونه تمت آزمون متناسب

با قطر متوسط فرورفتگی

(الزامی)

جدول ب-۱ حداقل مقادیر مربوط به ضخامت آزمون را که با قطر متوسط فرورفتگی مرتبط است

ارایه می کند.

جدول ب-۱

حداقل ضخامت آزمونیه (mm)				قطر متوسط فرورفتگی (mm)d
قطر ساچمه (mm)				
D=۱۰	D=۵	D=۲/۵	D=۱	
			۰/۰۸	۰/۲
			۰/۱۸	۰/۳
			۰/۳۳	۰/۴
			۰/۵۴	۰/۵
		۰/۲۹	۰/۸	۰/۶
		۰/۴		۰/۷
		۰/۵۳		۰/۸
		۰/۶۷		۰/۹
		۰/۸۳		۱
		۱/۰۲		۱/۱
	۰/۵۸	۱/۲۳		۱/۲
	۰/۶۹	۱/۴۶		۱/۳
	۰/۸	۱/۷۲		۱/۴
	۰/۹۲	۲		۱/۵
	۱/۰۵			۱/۶
	۱/۱۹			۱/۷
	۱/۳۴			۱/۸
	۱/۵			۱/۹
	۱/۶۷			۲
	۲/۰۴			۲/۲
۱/۱۷	۲/۴۶			۲/۴
۱/۳۸	۲/۹۲			۲/۶
۱/۶	۳/۴۳			۲/۸
۱/۸۴	۴			۳
۲/۱				۳/۲
۲/۳۸				۳/۴
۲/۶۸				۳/۶
۳				۳/۸
۳/۳۴				۴
۳/۷				۴/۲
۴/۰۸				۴/۴
۴/۴۸				۴/۶
۴/۹۱				۴/۸
۵/۳۶				۵
۵/۸۳				۵/۲
۶/۳۳				۵/۴
۶/۸۶				۵/۶
۷/۴۲				۵/۸
۸				۶

پیوست پ

تعیین سختی برینل سطوح تخت

(الزامی)

نحوه تعیین سختی برینل سطوح تخت در جدول پ-۱ ارایه گردیده است.

جدول پ-۱

فرورونده ساچمه ای D mm				نسبت نیرو به قطر $0,102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2,5	1
متوسط قطر فرورفتگی a mm				نیروی آزمون F N					
				سختی برینل HBW					
10	5	2,5	1	29 420	14 710	9 807	4 903	2 452	980,7
				7 355	—	2 452	1 226	612,9	245,2
				1 830	—	612,9	306,5	153,2	61,29
				294,2	—	98,07	49,03	24,52	9,807
2,40	1,200	0,600 0	0,240	653	327	218	109	54,5	21,8
2,41	1,205	0,602 4	0,241	648	324	216	108	54,0	21,6
2,42	1,210	0,605 0	0,242	643	321	214	107	53,5	21,4
2,43	1,215	0,607 5	0,243	637	319	212	106	53,1	21,2
2,44	1,220	0,610 0	0,244	632	316	211	105	52,7	21,1
2,45	1,225	0,612 5	0,245	627	313	209	104	52,2	20,9
2,46	1,230	0,615 0	0,246	621	311	207	104	51,8	20,7
2,47	1,235	0,617 5	0,247	616	308	205	103	51,4	20,5
2,48	1,240	0,620 0	0,248	611	306	204	102	50,9	20,4
2,49	1,245	0,622 5	0,249	606	303	202	101	50,5	20,2
2,50	1,250	0,625 0	0,250	601	301	200	100	50,1	20,0
2,51	1,255	0,627 5	0,251	597	298	199	99,4	49,7	19,9
2,52	1,260	0,630 0	0,252	592	296	197	98,6	49,3	19,7
2,53	1,265	0,632 5	0,253	587	294	196	97,8	48,9	19,6
2,54	1,270	0,635 0	0,254	582	291	194	97,1	48,5	19,4
2,55	1,275	0,637 5	0,255	578	289	193	96,3	48,1	19,3
2,56	1,280	0,640 0	0,256	573	287	191	95,5	47,8	19,1
2,57	1,285	0,642 5	0,257	569	284	190	94,8	47,4	19,0
2,58	1,290	0,645 0	0,258	564	282	188	94,0	47,0	18,8
2,59	1,295	0,647 5	0,259	560	280	187	93,3	46,6	18,7
2,60	1,300	0,650 0	0,260	555	278	185	92,6	46,3	18,5
2,61	1,305	0,652 5	0,261	551	276	184	91,8	45,9	18,4
2,62	1,310	0,655 0	0,262	547	273	182	91,1	45,6	18,2
2,63	1,315	0,657 5	0,263	543	271	181	90,4	45,2	18,1
2,64	1,320	0,660 0	0,264	538	269	179	89,7	44,9	17,9
2,65	1,325	0,662 5	0,265	534	267	178	89,0	44,5	17,8
2,66	1,330	0,665 0	0,266	530	265	177	88,4	44,2	17,7
2,67	1,335	0,667 5	0,267	526	263	175	87,7	43,8	17,5
2,68	1,340	0,670 0	0,268	522	261	174	87,0	43,5	17,4
2,69	1,345	0,672 5	0,269	518	259	173	86,4	43,2	17,3
2,70	1,350	0,675 0	0,270	514	257	171	85,7	42,9	17,1
2,71	1,355	0,677 5	0,271	510	255	170	85,1	42,5	17,0
2,72	1,360	0,680 0	0,272	507	253	169	84,4	42,2	16,9
2,73	1,365	0,682 5	0,273	503	251	168	83,8	41,9	16,8
2,74	1,370	0,685 0	0,274	499	250	166	83,2	41,6	16,6
2,75	1,375	0,687 5	0,275	495	248	165	82,6	41,3	16,5
2,76	1,380	0,690 0	0,276	492	246	164	81,9	41,0	16,4

جدول پ-۱ (ادامه)

فرورونده ساچمه ای D mm				نسبت نیرو به قطر $0,102 \times FID^2$					
10	5	2,5	1	30	15	10	5	2,5	1
متوسط قطر فرورفتگی d mm				سختی برینل HBW					
2,77	1,385	0,6925	0,277	488	244	163	81,3	40,7	16,3
2,78	1,390	0,6950	0,278	485	242	162	80,8	40,4	16,2
2,79	1,395	0,6975	0,279	481	240	160	80,2	40,1	16,0
2,80	1,400	0,7000	0,280	477	239	159	79,6	39,8	15,9
2,81	1,405	0,7025	0,281	474	237	158	79,0	39,5	15,8
2,82	1,410	0,7050	0,282	471	235	157	78,4	39,2	15,7
2,83	1,415	0,7075	0,283	467	234	156	77,9	38,9	15,6
2,84	1,420	0,7100	0,284	464	232	155	77,3	38,7	15,5
2,85	1,425	0,7125	0,285	461	230	154	76,8	38,4	15,4
2,86	1,430	0,7150	0,286	457	229	152	76,2	38,1	15,2
2,87	1,435	0,7175	0,287	454	227	151	75,7	37,8	15,1
2,88	1,440	0,7200	0,288	451	225	150	75,1	37,6	15,0
2,89	1,445	0,7225	0,289	448	224	149	74,6	37,3	14,9
2,90	1,450	0,7250	0,290	444	222	148	74,1	37,0	14,8
2,91	1,455	0,7275	0,291	441	221	147	73,6	36,8	14,7
2,92	1,460	0,7300	0,292	438	219	146	73,0	36,5	14,6
2,93	1,465	0,7325	0,293	435	218	145	72,5	36,3	14,5
2,94	1,470	0,7350	0,294	432	216	144	72,0	36,0	14,4
2,95	1,475	0,7375	0,295	429	215	143	71,5	35,8	14,3
2,96	1,480	0,7400	0,296	426	213	142	71,0	35,5	14,2
2,97	1,485	0,7425	0,297	423	212	141	70,5	35,3	14,1
2,98	1,490	0,7450	0,298	420	210	140	70,1	35,0	14,0
2,99	1,495	0,7475	0,299	417	209	139	69,6	34,8	13,9
3,00	1,500	0,7500	0,300	415	207	138	69,1	34,6	13,8
3,01	1,505	0,7525	0,301	412	206	137	68,6	34,3	13,7
3,02	1,510	0,7550	0,302	409	205	136	68,2	34,1	13,6
3,03	1,515	0,7575	0,303	406	203	135	67,7	33,9	13,5
3,04	1,520	0,7600	0,304	404	202	135	67,3	33,6	13,5
3,05	1,525	0,7625	0,305	401	200	134	66,8	33,4	13,4
3,06	1,530	0,7650	0,306	398	199	133	66,4	33,2	13,3
3,07	1,535	0,7675	0,307	395	198	132	65,9	33,0	13,2
3,08	1,540	0,7700	0,308	393	196	131	65,5	32,7	13,1
3,09	1,545	0,7725	0,309	390	195	130	65,0	32,5	13,0
3,10	1,550	0,7750	0,310	388	194	129	64,6	32,3	12,9
3,11	1,555	0,7775	0,311	385	193	128	64,2	32,1	12,8
3,12	1,560	0,7800	0,312	383	191	128	63,8	31,9	12,8
3,13	1,565	0,7825	0,313	380	190	127	63,3	31,7	12,7
3,14	1,570	0,7870	0,314	378	189	126	62,9	31,5	12,6
3,15	1,575	0,7875	0,315	375	188	125	62,5	31,3	12,5
3,16	1,580	0,7900	0,316	373	186	124	62,1	31,1	12,4
3,17	1,585	0,7925	0,317	370	185	123	61,7	30,9	12,3
3,18	1,590	0,7950	0,318	368	184	123	61,3	30,7	12,3
3,19	1,595	0,7975	0,319	366	183	122	60,9	30,5	12,2
3,20	1,600	0,8000	0,320	363	182	121	60,5	30,3	12,1
3,21	1,605	0,8025	0,321	361	180	120	60,1	30,1	12,0
3,22	1,610	0,8050	0,322	359	179	120	59,8	29,9	12,0
3,23	1,615	0,8075	0,323	356	178	119	59,4	29,7	11,9
3,24	1,620	0,8100	0,324	354	177	118	59,0	29,5	11,8
3,25	1,625	0,8125	0,325	352	176	117	58,6	29,3	11,7
3,26	1,630	0,8150	0,326	350	175	117	58,3	29,1	11,7
3,27	1,635	0,8175	0,327	347	174	116	57,9	29,0	11,6
3,28	1,640	0,8200	0,328	345	173	115	57,5	28,8	11,5
3,29	1,645	0,8225	0,329	343	172	114	57,2	28,6	11,4
3,30	1,650	0,8250	0,330	341	170	114	56,8	28,4	11,4
3,31	1,655	0,8275	0,331	339	169	113	56,5	28,2	11,3
3,32	1,660	0,8300	0,332	337	168	112	56,1	28,1	11,2

جدول پ-۱ (ادامه)

فرورونده ساچمه ای D mm				نسبت نیرو به قطر $0,102 \times F/D^2$					
10	5	2,5	1	30	15	10	5	2,5	1
متوسط قطر فرورفتگی d mm				سختی برینل HBW					
3,33	1,665	0,832 5	0,333	335	167	112	55,8	27,9	11,2
3,34	1,670	0,835 0	0,334	333	166	111	55,4	27,7	11,1
3,35	1,675	0,837 5	0,335	331	165	110	55,1	27,5	11,0
3,36	1,680	0,840 0	0,336	329	164	110	54,8	27,4	11,0
3,37	1,685	0,842 5	0,337	326	163	109	54,4	27,2	10,9
3,38	1,690	0,845 0	0,338	325	162	108	54,1	27,0	10,8
3,39	1,695	0,847 5	0,339	323	161	108	53,8	26,9	10,8
3,40	1,700	0,850 0	0,340	321	160	107	53,4	26,7	10,7
3,41	1,705	0,852 5	0,341	319	159	106	53,1	26,6	10,6
3,42	1,710	0,855 0	0,342	317	158	106	52,8	26,4	10,6
3,43	1,715	0,857 5	0,343	315	157	105	52,5	26,2	10,5
3,44	1,720	0,860 0	0,344	313	156	104	52,2	26,1	10,4
3,45	1,725	0,862 5	0,345	311	156	104	51,8	25,9	10,4
3,46	1,730	0,865 0	0,346	309	155	103	51,5	25,8	10,3
3,47	1,735	0,867 5	0,347	307	154	102	51,2	25,6	10,2
3,48	1,740	0,870 0	0,348	306	153	102	50,9	25,5	10,2
3,49	1,745	0,872 5	0,349	304	152	101	50,6	25,3	10,1
3,50	1,750	0,875 0	0,350	302	151	101	50,3	25,2	10,1
3,51	1,755	0,877 5	0,351	300	150	100	50,0	25,0	10,0
3,52	1,760	0,880 0	0,352	298	149	99,5	49,7	24,9	9,95
3,53	1,765	0,882 5	0,353	297	148	98,9	49,4	24,7	9,89
3,54	1,770	0,885 0	0,354	295	147	98,3	49,2	24,6	9,83
3,55	1,775	0,887 5	0,355	293	147	97,7	48,9	24,4	9,77
3,56	1,780	0,890 0	0,356	292	146	97,2	48,6	24,3	9,72
3,57	1,785	0,892 5	0,357	290	145	96,6	48,3	24,2	9,66
3,58	1,790	0,895 0	0,358	288	144	96,1	48,0	24,0	9,61
3,59	1,795	0,897 5	0,359	286	143	95,5	47,7	23,9	9,55
3,60	1,800	0,900 0	0,360	285	142	95,0	47,5	23,7	9,50
3,61	1,805	0,902 5	0,361	283	142	94,4	47,2	23,6	9,44
3,62	1,810	0,905 0	0,362	282	141	93,9	46,9	23,5	9,39
3,63	1,815	0,907 5	0,363	280	140	93,3	46,7	23,3	9,33
3,64	1,820	0,910 0	0,364	278	139	92,8	46,4	23,2	9,28
3,65	1,825	0,912 5	0,365	277	138	92,3	46,1	23,1	9,23
3,66	1,830	0,915 0	0,366	275	138	91,8	45,9	22,9	9,18
3,67	1,835	0,917 5	0,367	274	137	91,2	45,6	22,8	9,12
3,68	1,840	0,920 0	0,368	272	136	90,7	45,4	22,7	9,07
3,69	1,845	0,922 5	0,369	271	135	90,2	45,1	22,6	9,02
3,70	1,850	0,925 0	0,370	269	135	89,7	44,9	22,4	8,97
3,71	1,855	0,927 5	0,371	268	134	89,2	44,6	22,3	8,92
3,72	1,860	0,930 0	0,372	266	133	88,7	44,4	22,2	8,87
3,73	1,865	0,932 5	0,373	265	132	88,2	44,1	22,1	8,82
3,74	1,870	0,935 0	0,374	263	132	87,7	43,9	21,9	8,77
3,75	1,875	0,937 5	0,375	262	131	87,2	43,6	21,8	8,72
3,76	1,880	0,940 0	0,376	260	130	86,8	43,4	21,7	8,68
3,77	1,885	0,942 5	0,377	259	129	86,3	43,1	21,6	8,63
3,78	1,890	0,945 0	0,378	257	129	85,8	42,9	21,5	8,58
3,79	1,895	0,947 5	0,379	256	128	85,3	42,7	21,3	8,53
3,80	1,900	0,950 0	0,380	255	127	84,9	42,4	21,2	8,49
3,81	1,905	0,952 5	0,381	253	127	84,4	42,2	21,1	8,44
3,82	1,910	0,955 0	0,382	252	126	83,9	42,0	21,0	8,39
3,83	1,915	0,957 5	0,383	250	125	83,5	41,7	20,9	8,35
3,84	1,920	0,960 0	0,384	249	125	83,0	41,5	20,8	8,30
3,85	1,925	0,962 5	0,385	248	124	82,6	41,3	20,6	8,26
3,86	1,930	0,965 0	0,386	246	123	82,1	41,1	20,5	8,21
3,87	1,935	0,967 5	0,387	245	123	81,7	40,9	20,4	8,17
3,88	1,940	0,970 0	0,388	244	122	81,3	40,6	20,3	8,13

جدول پ-۱ (ادامه)

فرورونده ساچمه ای D mm				نسبت نیرو به قطر $0,102 \times F/D^2$					
10	5	2,5	1	30	15	10	5	2,5	1
متوسط قطر فرورفتگی d mm				سختی برینل HBW					
3,89	1,945	0,972 5	0,389	242	121	80,8	40,4	20,2	8,08
3,90	1,950	0,975 0	0,390	241	121	80,4	40,2	20,1	8,04
3,91	1,955	0,977 5	0,391	240	120	80,0	40,0	20,0	8,00
3,92	1,960	0,980 0	0,392	239	119	79,5	39,8	19,9	7,95
3,93	1,965	0,982 5	0,393	237	119	79,1	39,6	19,8	7,91
3,94	1,970	0,985 0	0,394	236	118	78,7	39,4	19,7	7,87
3,95	1,975	0,987 5	0,395	235	117	78,3	39,1	19,6	7,83
3,96	1,980	0,990 0	0,396	234	117	77,9	38,9	19,5	7,79
3,97	1,985	0,992 5	0,397	232	116	77,5	38,7	19,4	7,75
3,98	1,990	0,995 0	0,398	231	116	77,1	38,5	19,3	7,71
3,99	1,995	0,997 5	0,399	230	115	76,7	38,3	19,2	7,67
4,00	2,000	1,000 0	0,400	229	114	76,3	38,1	19,1	7,63
4,01	2,005	1,002 5	0,401	228	114	75,9	37,9	19,0	7,59
4,02	2,010	1,005 0	0,402	226	113	75,5	37,7	18,9	7,55
4,03	2,015	1,007 5	0,403	225	113	75,1	37,5	18,8	7,51
4,04	2,020	1,010 0	0,404	224	112	74,7	37,3	18,7	7,47
4,05	2,025	1,012 5	0,405	223	111	74,3	37,1	18,6	7,43
4,06	2,030	1,015 0	0,406	222	111	73,9	37,0	18,5	7,39
4,07	2,035	1,017 5	0,407	221	110	73,5	36,8	18,4	7,35
4,08	2,040	1,020 0	0,408	219	110	73,2	36,6	18,3	7,32
4,09	2,045	1,022 5	0,409	218	109	72,8	36,4	18,2	7,28
4,10	2,050	1,025 0	0,410	217	109	72,4	36,2	18,1	7,24
4,11	2,055	1,027 5	0,411	216	108	72,0	36,0	18,0	7,20
4,12	2,060	1,030 0	0,412	215	108	71,7	35,8	17,9	7,17
4,13	2,065	1,032 5	0,413	214	107	71,3	35,7	17,8	7,13
4,14	2,070	1,035 0	0,414	213	106	71,0	35,5	17,7	7,10
4,15	2,075	1,037 5	0,415	212	106	70,6	35,3	17,6	7,06
4,16	2,080	1,040 0	0,416	211	105	70,2	35,1	17,6	7,02
4,17	2,085	1,042 5	0,417	210	105	69,9	34,9	17,5	6,99
4,18	2,090	1,045 0	0,418	209	104	69,5	34,8	17,4	6,95
4,19	2,095	1,047 5	0,419	208	104	69,2	34,6	17,3	6,92
4,20	2,100	1,050 0	0,420	207	103	68,8	34,4	17,2	6,88
4,21	2,105	1,052 5	0,421	205	103	68,5	34,2	17,1	6,85
4,22	2,110	1,055 0	0,422	204	102	68,2	34,1	17,0	6,82
4,23	2,115	1,057 5	0,423	203	102	67,8	33,9	17,0	6,78
4,24	2,120	1,060 0	0,424	202	101	67,5	33,7	16,9	6,75
4,25	2,125	1,062 5	0,425	201	101	67,1	33,6	16,8	6,71
4,26	2,130	1,065 0	0,426	200	100	66,8	33,4	16,7	6,68
4,27	2,135	1,067 5	0,427	199	99,7	66,5	33,2	16,6	6,65
4,28	2,140	1,070 0	0,428	198	99,2	66,2	33,1	16,5	6,62
4,29	2,145	1,072 5	0,429	198	98,8	65,8	32,9	16,5	6,58
4,30	2,150	1,075 0	0,430	197	98,3	65,5	32,8	16,4	6,55
4,31	2,155	1,077 5	0,431	196	97,8	65,2	32,6	16,3	6,52
4,32	2,160	1,080 0	0,432	195	97,3	64,9	32,4	16,2	6,49
4,33	2,165	1,082 5	0,433	194	96,8	64,6	32,3	16,1	6,46
4,34	2,170	1,085 0	0,434	193	96,4	64,2	32,1	16,1	6,42
4,35	2,175	1,087 5	0,435	192	95,9	63,9	32,0	16,0	6,39
4,36	2,180	1,090 0	0,436	191	95,4	63,6	31,8	15,9	6,36
4,37	2,185	1,092 5	0,437	190	95,0	63,3	31,7	15,8	6,33
4,38	2,190	1,095 0	0,438	189	94,5	63,0	31,5	15,8	6,30
4,39	2,195	1,097 5	0,439	188	94,1	62,7	31,4	15,7	6,27
4,40	2,200	1,100 0	0,440	187	93,6	62,4	31,2	15,6	6,24
4,41	2,205	1,102 5	0,441	186	93,2	62,1	31,1	15,5	6,21
4,42	2,210	1,105 0	0,442	185	92,7	61,8	30,9	15,5	6,18
4,43	2,215	1,107 5	0,443	185	92,3	61,5	30,8	15,4	6,15
4,44	2,220	1,110 0	0,444	184	91,8	61,2	30,6	15,3	6,12

جدول پ-۱ (ادامه)

فرو رونده ساچمه ای D mm				نسبت نیرو به قطر $0,102 \times F/D^2$					
10	5	2,5	1	30	15	10	5	2,5	1
متوسط قطر فرورفتگی d mm				سختی برینل HBW					
4,45	2,225	1,1125	0,445	183	91,4	60,9	30,5	15,2	6,09
4,46	2,230	1,1150	0,446	182	91,0	60,6	30,3	15,2	6,06
4,47	2,235	1,1175	0,447	181	90,5	60,4	30,2	15,1	6,04
4,48	2,240	1,1200	0,448	180	90,1	60,1	30,0	15,0	6,01
4,49	2,245	1,1225	0,449	179	89,7	59,8	29,9	14,9	5,98
4,50	2,250	1,1250	0,450	179	89,3	59,5	29,8	14,9	5,95
4,51	2,255	1,1275	0,451	178	88,9	59,2	29,6	14,8	5,92
4,52	2,260	1,1300	0,452	177	88,4	59,0	29,5	14,7	5,90
4,53	2,265	1,1325	0,453	176	88,0	58,7	29,3	14,7	5,87
4,54	2,270	1,1350	0,454	175	87,6	58,4	29,2	14,6	5,84
4,55	2,275	1,1375	0,455	174	87,2	58,1	29,1	14,5	5,81
4,56	2,280	1,1400	0,456	174	86,8	57,9	28,9	14,5	5,79
4,57	2,285	1,1425	0,457	173	86,4	57,6	28,8	14,4	5,76
4,58	2,290	1,1450	0,458	172	86,0	57,3	28,7	14,3	5,73
4,59	2,295	1,1475	0,459	171	85,6	57,1	28,5	14,3	5,71
4,60	2,300	1,1500	0,460	170	85,2	56,8	28,4	14,2	5,68
4,61	2,305	1,1525	0,461	170	84,8	56,5	28,3	14,1	5,65
4,62	2,310	1,1550	0,462	169	84,4	56,3	28,1	14,1	5,63
4,63	2,315	1,1575	0,463	168	84,0	56,0	28,0	14,0	5,60
4,64	2,320	1,1600	0,464	167	83,6	55,8	27,9	13,9	5,58
4,65	2,325	1,1625	0,465	167	83,3	55,5	27,8	13,9	5,55
4,66	2,330	1,1650	0,466	166	82,9	55,3	27,6	13,8	5,53
4,67	2,335	1,1675	0,467	165	82,5	55,0	27,5	13,8	5,50
4,68	2,340	1,1700	0,468	164	82,1	54,8	27,4	13,7	5,48
4,69	2,345	1,1725	0,469	164	81,8	54,5	27,3	13,6	5,45
4,70	2,350	1,1750	0,470	163	81,4	54,3	27,1	13,6	5,43
4,71	2,355	1,1775	0,471	162	81,0	54,0	27,0	13,5	5,40
4,72	2,360	1,1800	0,472	161	80,7	53,8	26,9	13,4	5,38
4,73	2,365	1,1825	0,473	161	80,3	53,5	26,8	13,4	5,35
4,74	2,370	1,1850	0,474	160	79,9	53,3	26,6	13,3	5,33
4,75	2,375	1,1875	0,475	159	79,6	53,0	26,5	13,3	5,30
4,76	2,380	1,1900	0,476	158	79,2	52,8	26,4	13,2	5,28
4,77	2,385	1,1925	0,477	158	78,9	52,6	26,3	13,1	5,26
4,78	2,390	1,1950	0,478	157	78,5	52,3	26,2	13,1	5,23
4,79	2,395	1,1975	0,479	156	78,2	52,1	26,1	13,0	5,21
4,80	2,400	1,2000	0,480	156	77,8	51,9	25,9	13,0	5,19
4,81	2,405	1,2025	0,481	155	77,5	51,6	25,8	12,9	5,16
4,82	2,410	1,2050	0,482	154	77,1	51,4	25,7	12,9	5,14
4,83	2,415	1,2075	0,483	154	76,8	51,2	25,6	12,8	5,12
4,84	2,420	1,2100	0,484	153	76,4	51,0	25,5	12,7	5,10
4,85	2,425	1,2125	0,485	152	76,1	50,7	25,4	12,7	5,07
4,86	2,430	1,2150	0,486	152	75,8	50,5	25,3	12,6	5,05
4,87	2,435	1,2175	0,487	151	75,4	50,3	25,1	12,6	5,03
4,88	2,440	1,2200	0,488	150	75,1	50,1	25,0	12,5	5,01
4,89	2,445	1,2225	0,489	150	74,8	49,8	24,9	12,5	4,98
4,90	2,450	1,2250	0,490	149	74,4	49,6	24,8	12,4	4,96
4,91	2,455	1,2275	0,491	148	74,1	49,4	24,7	12,4	4,94
4,92	2,460	1,2300	0,492	148	73,8	49,2	24,6	12,3	4,92
4,93	2,465	1,2325	0,493	147	73,5	49,0	24,5	12,2	4,90
4,94	2,470	1,2350	0,494	146	73,2	48,8	24,4	12,2	4,88
4,95	2,475	1,2375	0,495	146	72,8	48,6	24,3	12,1	4,86
4,96	2,480	1,2400	0,496	145	72,5	48,3	24,2	12,1	4,83
4,97	2,485	1,2425	0,497	144	72,2	48,1	24,1	12,0	4,81
4,98	2,490	1,2450	0,498	144	71,9	47,9	24,0	12,0	4,79
4,99	2,495	1,2475	0,499	143	71,6	47,7	23,9	11,9	4,77
5,00	2,500	1,2500	0,500	143	71,3	47,5	23,8	11,9	4,75

جدول پ-۱ (ادامه)

فرو رنده ساجمه ای D mm				نسبت نیرو به قطر $0,102 \times F/D^2$					
10	5	2,5	1	30	15	10	5	2,5	1
متوسط قطر فرو رفتگی d mm				سختی برینل HBW					
5,01	2,505	1,252 5	0,501	142	71,0	47,3	23,7	11,8	4,73
5,02	2,510	1,255 0	0,502	141	70,7	47,1	23,6	11,8	4,71
5,03	2,515	1,257 5	0,503	141	70,4	46,9	23,5	11,7	4,69
5,04	2,520	1,260 0	0,504	140	70,1	46,7	23,4	11,7	4,67
5,05	2,525	1,262 5	0,505	140	69,8	46,5	23,3	11,6	4,65
5,06	2,530	1,265 0	0,506	139	69,5	46,3	23,2	11,6	4,63
5,07	2,535	1,267 5	0,507	138	69,2	46,1	23,1	11,5	4,61
5,08	2,540	1,270 0	0,508	138	68,9	45,9	23,0	11,5	4,59
5,09	2,545	1,272 5	0,509	137	68,6	45,7	22,9	11,4	4,57
5,10	2,550	1,275 0	0,510	137	68,3	45,5	22,8	11,4	4,55
5,11	2,555	1,277 5	0,511	136	68,0	45,3	22,7	11,3	4,53
5,12	2,560	1,280 0	0,512	135	67,7	45,1	22,6	11,3	4,51
5,13	2,565	1,282 5	0,513	135	67,4	45,0	22,5	11,2	4,50
5,14	2,570	1,285 0	0,514	134	67,1	44,8	22,4	11,2	4,48
5,15	2,575	1,287 5	0,515	134	66,9	44,6	22,3	11,1	4,46
5,16	2,580	1,290 0	0,516	133	66,6	44,4	22,2	11,1	4,44
5,17	2,585	1,292 5	0,517	133	66,3	44,2	22,1	11,1	4,42
5,18	2,590	1,295 0	0,518	132	66,0	44,0	22,0	11,0	4,40
5,19	2,595	1,297 5	0,519	132	65,8	43,8	21,9	11,0	4,38
5,20	2,600	1,300 0	0,520	131	65,5	43,7	21,8	10,9	4,37
5,21	2,605	1,302 5	0,521	130	65,2	43,5	21,7	10,9	4,35
5,22	2,610	1,305 0	0,522	130	64,9	43,3	21,6	10,8	4,33
5,23	2,615	1,307 5	0,523	129	64,7	43,1	21,6	10,8	4,31
5,24	2,620	1,310 0	0,524	129	64,4	42,9	21,5	10,7	4,29
5,25	2,625	1,312 5	0,525	128	64,1	42,8	21,4	10,7	4,28
5,26	2,630	1,315 0	0,526	128	63,9	42,6	21,3	10,6	4,26
5,27	2,635	1,317 5	0,527	127	63,6	42,4	21,2	10,6	4,24
5,28	2,640	1,320 0	0,528	127	63,3	42,2	21,1	10,6	4,22
5,29	2,645	1,322 5	0,529	126	63,1	42,1	21,0	10,5	4,21
5,30	2,650	1,325 0	0,530	126	62,8	41,9	20,9	10,5	4,19
5,31	2,655	1,327 5	0,531	125	62,6	41,7	20,9	10,4	4,17
5,32	2,660	1,330 0	0,532	125	62,3	41,5	20,8	10,4	4,15
5,33	2,665	1,332 5	0,533	124	62,1	41,4	20,7	10,3	4,14
5,34	2,670	1,335 0	0,534	124	61,8	41,2	20,6	10,3	4,12
5,35	2,675	1,337 5	0,535	123	61,5	41,0	20,5	10,3	4,10
5,36	2,680	1,340 0	0,536	123	61,3	40,9	20,4	10,2	4,09
5,37	2,685	1,342 5	0,537	122	61,0	40,7	20,3	10,2	4,07
5,38	2,690	1,345 0	0,538	122	60,8	40,5	20,3	10,1	4,05
5,39	2,695	1,347 5	0,539	121	60,6	40,4	20,2	10,1	4,04
5,40	2,700	1,350 0	0,540	121	60,3	40,2	20,1	10,1	4,02
5,41	2,705	1,352 5	0,541	120	60,1	40,0	20,0	10,0	4,00
5,42	2,710	1,355 0	0,542	120	59,8	39,9	19,9	9,97	3,99
5,43	2,715	1,357 5	0,543	119	59,6	39,7	19,9	9,93	3,97
5,44	2,720	1,360 0	0,544	119	59,3	39,6	19,8	9,89	3,96
5,45	2,725	1,362 5	0,545	118	59,1	39,4	19,7	9,85	3,94
5,46	2,730	1,365 0	0,546	118	58,9	39,2	19,6	9,81	3,92
5,47	2,735	1,367 5	0,547	117	58,6	39,1	19,5	9,77	3,91
5,48	2,740	1,370 0	0,548	117	58,4	38,9	19,5	9,73	3,89
5,49	2,745	1,372 5	0,549	116	58,2	38,8	19,4	9,69	3,88
5,50	2,750	1,375 0	0,550	116	57,9	38,6	19,3	9,66	3,86
5,51	2,755	1,377 5	0,551	115	57,7	38,5	19,2	9,62	3,85
5,52	2,760	1,380 0	0,552	115	57,5	38,3	19,2	9,58	3,83
5,53	2,765	1,382 5	0,553	114	57,2	38,2	19,1	9,54	3,82
5,54	2,770	1,385 0	0,554	114	57,0	38,0	19,0	9,50	3,80
5,55	2,775	1,387 5	0,555	114	56,8	37,9	18,9	9,47	3,79
5,56	2,780	1,390 0	0,556	113	56,6	37,7	18,9	9,43	3,77

جدول پ-۱ (ادامه)

فروبرنده ساچمه ای D mm				نسبت نیرو به قطر $0,102 \times FID^2$					
10	5	2,5	1	30	15	10	5	2,5	1
متوسط قطر فروبرندگی d mm				سختی برینل HBW					
5,57	2,785	1,392 5	0,557	113	56,3	37,6	18,8	9,39	3,76
5,58	2,790	1,395 0	0,558	112	56,1	37,4	18,7	9,35	3,74
5,59	2,795	1,397 5	0,559	112	55,9	37,3	18,6	9,32	3,73
5,60	2,800	1,400 0	0,560	111	55,7	37,1	18,6	9,28	3,71
5,61	2,805	1,402 5	0,561	111	55,5	37,0	18,5	9,24	3,70
5,62	2,810	1,405 0	0,562	110	55,2	36,8	18,4	9,21	3,68
5,63	2,815	1,407 5	0,563	110	55,0	36,7	18,3	9,17	3,67
5,64	2,820	1,410 0	0,564	110	54,8	36,5	18,3	9,14	3,65
5,65	2,825	1,412 5	0,565	109	54,6	36,4	18,2	9,10	3,64
5,66	2,830	1,415 0	0,566	109	54,4	36,3	18,1	9,06	3,63
5,67	2,835	1,417 5	0,567	108	54,2	36,1	18,1	9,03	3,61
5,68	2,840	1,420 0	0,568	108	54,0	36,0	18,0	8,99	3,60
5,69	2,845	1,422 5	0,569	107	53,7	35,8	17,9	8,96	3,58
5,70	2,850	1,425 0	0,570	107	53,5	35,7	17,8	8,92	3,57
5,71	2,855	1,427 5	0,571	107	53,3	35,6	17,8	8,89	3,56
5,72	2,860	1,430 0	0,572	106	53,1	35,4	17,7	8,85	3,54
5,73	2,865	1,432 5	0,573	106	52,9	35,3	17,6	8,82	3,53
5,74	2,870	1,435 0	0,574	105	52,7	35,1	17,6	8,79	3,51
5,75	2,875	1,437 5	0,575	105	52,5	35,0	17,5	8,75	3,50
5,76	2,880	1,440 0	0,576	105	52,3	34,9	17,4	8,72	3,49
5,77	2,885	1,442 5	0,577	104	52,1	34,7	17,4	8,68	3,47
5,78	2,890	1,445 0	0,578	104	51,9	34,6	17,3	8,65	3,46
5,79	2,895	1,447 5	0,579	103	51,7	34,5	17,2	8,62	3,45
5,80	2,900	1,450 0	0,580	103	51,5	34,3	17,2	8,59	3,43
5,81	2,905	1,452 5	0,581	103	51,3	34,2	17,1	8,55	3,42
5,82	2,910	1,455 0	0,582	102	51,1	34,1	17,0	8,52	3,41
5,83	2,915	1,457 5	0,583	102	50,9	33,9	17,0	8,49	3,39
5,84	2,920	1,460 0	0,584	101	50,7	33,8	16,9	8,45	3,38
5,85	2,925	1,462 5	0,585	101	50,5	33,7	16,8	8,42	3,37
5,86	2,930	1,465 0	0,586	101	50,3	33,6	16,8	8,39	3,36
5,87	2,935	1,467 5	0,587	100	50,2	33,4	16,7	8,36	3,34
5,88	2,940	1,470 0	0,588	99,9	50,0	33,3	16,7	8,33	3,33
5,89	2,945	1,472 5	0,589	99,5	49,8	33,2	16,6	8,30	3,32
5,90	2,950	1,475 0	0,590	99,2	49,6	33,1	16,5	8,26	3,31
5,91	2,955	1,477 5	0,591	98,8	49,4	32,9	16,5	8,23	3,29
5,92	2,960	1,480 0	0,592	98,4	49,2	32,8	16,4	8,20	3,28
5,93	2,965	1,482 5	0,593	98,0	49,0	32,7	16,3	8,17	3,27
5,94	2,970	1,485 0	0,594	97,7	48,8	32,6	16,3	8,14	3,26
5,95	2,975	1,487 5	0,595	97,3	48,7	32,4	16,2	8,11	3,24
5,96	2,980	1,490 0	0,596	96,9	48,5	32,3	16,2	8,08	3,23
5,97	2,985	1,492 5	0,597	96,6	48,3	32,2	16,1	8,05	3,22
5,98	2,990	1,495 0	0,598	96,2	48,1	32,1	16,0	8,02	3,21
5,99	2,995	1,497 5	0,599	95,9	47,9	32,0	16,0	7,99	3,20
6,00	3,000	1,500 0	0,600	95,5	47,7	31,8	15,9	7,96	3,18