

ASTM E10-93

روشهای استاندارد برای سختی سنجی برینل مواد فلزی¹

این استاندارد تحت عنوان ثابت E 10 منتشر شده است، عدد پس از این عنوان نشانگر سال پذیرفته شدن، یا در صورت باز نگری، سال آخرین بازنگری است. عدد داخل پرانتز نشانگر سال آخرین تأیید است. اندیس اپسیلون (ε) نشانگر تغییرات ویراستاری پس از آخرین بازنگری یا تأیید است. این استاندارد برای استفاده شعب وزارت دفاع مورد تأیید قرار گرفته است.

1. هدف و دامنه کاربرد

1.1 روش تست سختی که در این مقاله به آن اشاره خواهد شد (بخش A) جهت تعیین سختی برینل مواد فلزی است و شامل روشهای تست جهت تأیید دستگاههای سختی سنج برینل (بخش B) و کالیبراسیون بلوکهای استاندارد سختی (بخش C) می گردد. 1.2 مقادیر بیان شده در واحد SI (متریک) به عنوان استاندارد تلقی می گردند.

نکته 1: در واژگانهای مشترک، نیروی معادل به Kgf جایگزین نیوتن شده است.

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

2. اسناد مرجع

2.1 استانداردهای ASTM:

E4 روشهای تأیید نیروی ماشینهای تست

E74 روشهای کالیبراسیون تجهیزات اندازه گیری نیرو جهت

تأیید نیروی اعلام شده ماشینهای تست

E140 جداول تبدیل سختی برای فلزات

3. اصطلاحات

3.1 **سفتی سنجی برینل** - یک ایندنتور ساچمه تنگستن کار باید با قطر D بر روی سطح قطعه کار فشار داده می شود و قطر اثر d به جا مانده در سطح بعد از برداشتن نیروی تست F اندازه گیری می شود (جدول 1 و شکل های 1 و 2 را ببینید).

3.2 **عدد سفتی برینل** - عددی که متناسب است با خارج قسمت بدست آمده از تقسیم نیروی تست، بر مساحت سطح انحنادار اثر که کروی فرض می شود، و بر قطر ساچمه.

$$HB = 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

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. ویراست کنونی در پانزدهم آگوست 1993 تأیید شده و در اکتبر 1993 منتشر شده است. در ابتدا به نام 24T-E10 انتشار یافته و آخرین نشر قبلی E10-84 است.

که در آن:

D = قطر ساچمه بر حسب mm (میلیمتر)

F = نیروی تست بر حسب N (نیوتن) و

d = قطر متوسط اثر بر حسب mm (میلیمتر)

نکته 2- قبل از نماد HB مقدار سفتی اعلام می شود اگر شرایط غیر از شرایط مشخص شده در 11.1.2 استغاده شود مقدار سفتی توسط انریس هایی که نشانگر شرایط تست می باشند به ترتیب زیر کامل می شود:

(1) قطر ساچمه به میلیمتر

(2) عددی که نشانگر مقدار نیروی تست بر حسب کیلوگرم نیرو است (پرول 3 را ببینید) و

(3) زمان بارگذاری به ثانیه.

مثال:

350 HB 5/750 = سفتی برینل 350 که توسط یک ساچمه با قطر 5 mm و توسط یک نیروی (750 Kgf) 7.355 KN که برای زمان بین 10 تا 15 ثانیه اعمال شده برست آمده است.
600 HB 1/30/20 = سفتی برینل 600 که توسط یک ساچمه با قطر 1 mm و توسط یک نیروی (30 Kgf) 294.2 N که برای زمان 20 ثانیه اعمال شده برست آمده است.

اعداد سفتی برینل بسته به نیروی استغاده شده تفاوت می کنند، با این وجود وقتی نسبت نیروی تست به میزور قطر ساچمه ثابت نگاه داشته می شود نتایج تست عموماً یکسان است (پرول 3 را ببینید).
پرول 2 سفتی برینل متناظر با قطر اثرهای مختلف را برای نیروهای (3000 Kgf) 29.4 KN و (1500 Kgf) 14.7 KN و (500 Kgf) 4.9 KN لیست کرده است.

جدول 1 نماد و شرح

نکته	$0.102 = \frac{1}{9.80665} = \frac{1}{g_n}$	ثابت
D	قطر ساچمه، mm	F
F	نیروی تست، N	d
d	قطر متوسط اثر، mm	h
h	عمق اثر، mm	HB
HB	$\frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$	نیروی تست
	$= \frac{\text{سختی برینل}}{\text{مساحت اثر}}$	



$$= 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

جدول 2 اعداد سختی برینل

(قطر ساچمه 10 mm ، نیروهای اعمال شده 500 ، 1500 ، 3000 kgf)

نکته: مقادیر داده شده در جدول برای اعداد سختی برینل تنها حل معادله داده شده در تعریف 4.2 است، و شامل مقادیر برای قطر اثر خارج از محدوده پیشنهاد شده در 8.1 می باشد. این مقادیر به شکل اینالیک نشان داده شده اند.

Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number		
	500kgf Load	1500kgf Load	3000kgf Load		500kgf Load	1500kgf Load	3000kgf Load		500kgf Load	1500kgf Load	3000kgf Load		500kgf Load	1500kgf Load	3000kgf Load
2.00	158	473	945	2.60	92.6	278	555	3.20	60.5	182	363	3.80	42.4	127	255
2.01	156	468	936	2.61	91.8	276	551	3.21	60.1	180	361	3.81	42.2	127	253
2.02	154	463	926	2.62	91.1	273	547	3.22	59.8	179	359	3.82	42.0	126	252
2.03	153	459	917	2.63	90.4	271	543	3.23	59.4	178	356	3.83	41.7	125	250
2.04	151	454	908	2.64	89.7	269	538	3.24	59.0	177	354	3.84	41.5	125	249
2.05	150	450	899	2.65	89.0	267	534	3.25	58.6	176	352	3.85	41.3	124	248
2.06	148	445	890	2.66	88.4	265	530	3.26	58.3	175	350	3.86	41.1	123	246
2.07	147	441	882	2.67	87.7	263	526	3.27	57.9	174	347	3.87	40.9	123	245
2.08	146	437	873	2.68	87.0	261	522	3.28	57.5	173	345	3.88	40.6	122	244
2.09	144	432	865	2.69	86.4	259	518	3.29	57.2	172	343	3.89	40.4	121	242
2.10	143	428	856	2.70	85.7	257	514	3.30	56.8	170	341	3.90	40.2	121	241
2.11	141	424	848	2.71	85.1	255	510	3.31	56.5	169	339	3.91	40.0	120	240
2.12	140	420	840	2.72	84.4	253	507	3.32	56.1	168	337	3.92	39.8	119	239
2.13	139	416	832	2.73	83.8	251	503	3.33	55.8	167	335	3.93	39.6	119	237
2.14	137	412	824	2.74	83.2	250	499	3.34	55.4	166	333	3.94	39.4	118	236
2.15	136	408	817	2.75	82.6	248	495	3.35	55.1	165	331	3.95	39.1	117	235
2.16	135	404	809	2.76	81.9	246	492	3.36	54.8	164	329	3.96	38.9	117	234
2.17	134	401	802	2.77	81.3	244	488	3.37	54.4	163	326	3.97	38.7	116	232
2.18	132	397	794	2.78	80.8	242	485	3.38	54.1	162	325	3.98	38.5	116	231
2.19	131	393	787	2.79	80.2	240	481	3.39	53.8	161	323	3.99	38.3	115	230
2.20	130	390	780	2.80	79.6	239	477	3.40	53.4	160	321	4.00	38.1	114	229
2.21	129	386	772	2.81	79.0	237	474	3.41	53.1	159	319	4.01	37.9	114	228
2.22	128	383	765	2.82	78.4	235	471	3.42	52.8	158	317	4.02	37.7	113	226
2.23	126	379	758	2.83	77.9	234	467	3.43	52.5	157	315	4.03	37.5	113	225
2.24	125	376	752	2.84	77.3	232	464	3.44	52.2	156	313	4.04	37.3	112	224
2.25	124	372	745	2.85	76.8	230	461	3.45	51.8	156	311	4.05	37.1	111	223
2.26	123	369	738	2.86	76.2	229	457	3.46	51.5	155	309	4.06	37.0	111	222
2.27	122	366	732	2.87	75.7	227	454	3.47	51.2	154	307	4.07	36.8	110	221
2.28	121	363	725	2.88	75.1	225	451	3.48	50.9	153	306	4.08	36.6	110	219
2.29	120	359	719	2.89	74.6	224	448	3.49	50.6	152	304	4.09	36.4	109	218
2.30	119	356	712	2.90	74.1	222	444	3.50	50.3	151	302	4.10	36.2	109	217
2.31	118	353	706	2.91	73.6	221	441	3.51	50.0	150	300	4.11	36.0	108	216
2.32	117	350	700	2.92	73.0	219	438	3.52	49.7	149	298	4.12	35.8	108	215
2.33	116	347	694	2.93	72.5	218	435	3.53	49.4	148	297	4.13	35.7	107	214
2.34	115	344	688	2.94	72.0	216	432	3.54	49.2	147	295	4.14	35.5	106	213
2.35	114	341	682	2.95	71.5	215	429	3.55	48.9	147	293	4.15	35.3	106	212
2.36	113	338	676	2.96	71.0	213	426	3.56	48.6	146	292	4.16	35.1	105	211
2.37	112	335	670	2.97	70.5	212	423	3.57	48.3	145	290	4.17	34.9	105	210
2.38	111	332	665	2.98	70.1	210	420	3.58	48.0	144	288	4.18	34.8	104	209
2.39	110	330	659	2.99	69.6	209	417	3.59	47.7	143	286	4.19	34.6	104	208
2.40	109	327	653	3.00	69.1	207	415	3.60	47.5	142	285	4.20	34.4	103	207
2.41	108	324	648	3.01	68.6	206	412	3.61	47.2	142	283	4.21	34.2	103	205
2.42	107	322	643	3.02	68.2	205	409	3.62	46.9	141	282	4.22	34.1	102	204
2.43	106	319	637	3.03	67.7	203	406	3.63	46.7	140	280	4.23	33.9	102	203
2.44	105	316	632	3.04	67.3	202	404	3.64	46.4	139	278	4.24	33.7	101	202
2.45	104	313	627	3.05	66.8	200	401	3.65	46.1	138	277	4.25	33.6	101	201
2.46	104	311	621	3.06	66.4	199	398	3.66	45.9	138	275	4.26	33.4	100	200
2.47	103	308	616	3.07	65.9	198	395	3.67	45.6	137	274	4.27	33.2	99.7	199
2.48	102	306	611	3.08	65.5	196	393	3.68	45.4	136	272	4.28	33.1	99.2	198
2.49	101	303	606	3.09	65.0	195	390	3.69	45.1	135	271	4.29	32.9	98.8	198
2.50	100	301	601	3.10	64.6	194	388	3.70	44.9	135	269	4.30	32.8	98.3	197
2.51	99.4	298	597	3.11	64.2	193	385	3.71	44.6	134	268	4.31	32.6	97.8	196
2.52	98.6	296	592	3.12	63.8	191	383	3.72	44.4	133	266	4.32	32.4	97.3	195
2.53	97.8	294	587	3.13	63.3	190	380	3.73	44.1	132	265	4.33	32.3	96.8	194
2.54	97.1	291	582	3.14	62.9	189	378	3.74	43.9	132	263	4.34	32.1	96.4	193
2.55	96.3	289	578	3.15	62.5	188	375	3.75	43.6	131	262	4.35	32.0	95.9	192
2.56	95.5	287	573	3.16	62.1	186	373	3.76	43.4	130	260	4.36	31.8	95.5	191
2.57	94.8	284	569	3.17	61.7	185	370	3.77	43.1	129	259	4.37	31.7	95.0	190



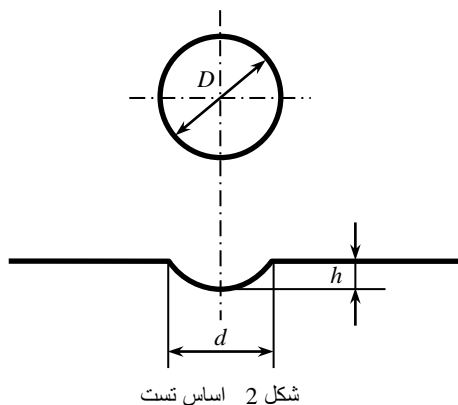
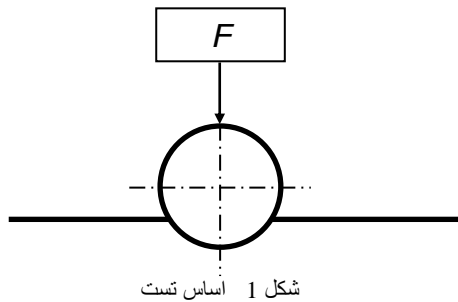
2.58	94.0	282	564	3.18	61.3	184	368	3.78	42.9	129	257	4.38	31.5	94.5	189
2.59	93.3	280	560	3.19	60.9	183	366	3.79	42.7	128	256	4.39	31.4	94.1	188

جدول 2 ادامه

Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number		
	500kgf Load	1500kgf Load	3000kgf Load		500kgf Load	1500kgf Load	3000kgf Load		500kgf Load	1500kgf Load	3000kgf Load		500kgf Load	1500kgf Load	3000kgf Load
4.40	31.2	93.6	187	5.05	23.3	69.8	140	5.70	17.8	53.5	107	6.35	14.0	42.0	84.0
4.41	31.1	93.2	186	5.06	23.2	69.5	139	5.71	17.8	53.3	107	6.36	13.9	41.8	83.7
4.42	30.9	92.7	185	5.07	23.1	69.2	138	5.72	17.7	53.1	106	6.37	13.9	41.7	83.4
4.43	30.8	92.3	185	5.08	23.0	68.9	138	5.73	17.6	52.9	106	6.38	13.8	41.5	83.1
4.44	30.6	91.8	184	5.09	22.9	68.6	137	5.74	17.6	52.7	105	6.39	13.8	41.4	82.8
4.45	30.5	91.4	183	5.10	22.8	68.3	137	5.75	17.5	52.5	105	6.40	13.7	41.2	82.5
4.46	30.3	91.0	182	5.11	22.7	68.0	136	5.76	17.4	52.3	105	6.41	13.7	41.1	82.2
4.47	30.2	90.5	181	5.12	22.6	67.7	135	5.77	17.4	52.1	104	6.42	13.6	40.9	81.9
4.48	30.0	90.1	180	5.13	22.5	67.4	135	5.78	17.3	51.9	104	6.43	13.6	40.8	81.6
4.49	29.9	89.7	179	5.14	22.4	67.1	134	5.79	17.2	51.7	103	6.44	13.5	40.6	81.3
4.50	29.8	89.3	179	5.15	22.3	66.9	134	5.80	17.2	51.5	103	6.45	13.5	40.5	81.0
4.51	29.6	88.8	178	5.16	22.2	66.6	133	5.81	17.1	51.3	103	6.46	13.4	40.4	80.7
4.52	29.5	88.4	177	5.17	22.1	66.3	133	5.82	17.0	51.1	102	6.47	13.4	40.2	80.4
4.53	29.3	88.0	176	5.18	22.0	66.0	132	5.83	17.0	50.9	102	6.48	13.4	40.1	80.1
4.54	29.2	87.6	175	5.19	21.9	65.8	132	5.84	16.9	50.7	101	6.49	13.3	39.9	79.8
4.55	29.1	87.2	174	5.20	21.8	65.5	131	5.85	16.8	50.5	101	6.50	13.3	39.8	79.6
4.56	28.9	86.8	174	5.21	21.7	65.2	130	5.86	16.8	50.3	101	6.51	13.2	39.6	79.3
4.57	28.8	86.4	173	5.22	21.6	64.9	130	5.87	16.7	50.2	100	6.52	13.2	39.5	79.0
4.58	28.7	86.0	172	5.23	21.6	64.7	129	5.88	16.7	50.0	99.9	6.53	13.1	39.4	78.7
4.59	28.5	85.6	171	5.24	21.5	64.4	129	5.89	16.6	49.8	99.5	6.54	13.1	39.2	78.4
4.60	28.4	85.4	170	5.25	21.4	64.1	128	5.90	16.5	49.6	99.2	6.55	13.0	39.1	78.2
4.61	28.3	84.8	170	5.26	21.3	63.9	128	5.91	16.5	49.4	98.8	6.56	13.0	38.9	78.0
4.62	28.1	84.4	169	5.27	21.2	63.6	127	5.92	16.4	49.2	98.4	6.57	12.9	38.8	77.6
4.63	28.0	84.0	168	5.28	21.1	63.3	127	5.93	16.3	49.0	98.0	6.58	12.9	38.7	77.3
4.64	27.9	83.6	167	5.29	21.0	63.1	126	5.94	16.3	48.8	97.7	6.59	12.8	38.5	77.1
4.65	27.8	83.3	167	5.30	20.9	62.8	126	5.95	16.2	48.7	97.3	6.60	12.8	38.4	76.8
4.66	27.6	82.9	166	5.31	20.9	62.6	125	5.96	16.2	48.5	96.9	6.61	12.8	38.3	76.5
4.67	27.5	82.5	165	5.32	20.8	62.3	125	5.97	16.1	48.3	96.6	6.62	12.7	38.1	76.2
4.68	27.4	82.1	164	5.33	20.7	62.1	124	5.98	16.0	48.1	96.2	6.63	12.7	38.0	76.0
4.69	27.3	81.8	164	5.34	20.6	61.8	124	5.99	16.0	47.9	95.9	6.64	12.6	37.9	75.7
4.70	27.1	81.4	163	5.35	20.5	61.5	123	6.00	15.9	47.7	95.5	6.65	12.6	37.7	75.4
4.71	27.0	81.0	162	5.36	20.4	61.3	123	6.01	15.9	47.6	95.1	6.66	12.5	37.6	75.2
4.72	26.9	80.7	161	5.37	20.3	61.0	122	6.02	15.8	47.4	94.8	6.67	12.5	37.5	74.9
4.73	26.8	80.3	161	5.38	20.3	61.8	122	6.03	15.7	47.2	94.4	6.68	12.4	37.3	74.7
4.74	26.6	79.9	160	5.39	20.2	60.6	121	6.04	15.7	47.0	94.1	6.69	12.4	37.2	74.4
4.75	26.5	79.6	159	5.40	20.1	60.3	121	6.04	15.6	46.8	93.7	6.70	12.4	37.1	74.1
4.76	26.4	79.2	158	5.41	20.0	60.1	120	6.06	15.6	46.7	93.4	6.71	12.3	36.9	73.9
4.77	26.3	78.9	158	5.42	19.9	59.8	120	6.07	15.5	46.5	93.0	6.72	12.3	36.8	73.6
4.78	26.2	78.5	157	5.43	19.9	59.6	119	6.08	15.4	46.3	92.7	6.73	12.2	36.7	73.4
4.79	26.1	78.2	156	5.44	19.8	59.3	119	6.09	15.4	46.2	92.3	6.74	12.2	36.6	73.1
4.80	25.9	77.8	156	5.45	19.7	59.1	118	6.10	15.3	46.0	92.0	6.75	12.1	36.4	72.8
4.81	25.8	77.5	155	5.46	19.6	58.9	118	6.11	15.3	45.8	91.7	6.76	12.1	36.3	72.6
4.82	25.7	77.1	154	5.47	19.5	58.6	117	6.12	15.2	45.7	91.3	6.77	12.1	36.2	72.3
4.83	25.6	76.8	154	5.48	19.5	58.4	117	6.13	15.2	45.5	91.0	6.78	12.0	36.0	72.1
4.84	25.5	76.4	153	5.49	19.4	58.2	116	6.14	15.1	45.3	90.6	6.79	12.0	35.9	71.8
4.85	25.4	76.1	152	5.50	19.3	57.9	116	6.15	15.1	45.2	90.3	6.80	11.9	35.8	71.6
4.86	25.3	75.8	152	5.51	19.2	57.7	115	6.16	15.0	45.0	90.0	6.81	11.9	35.7	71.3
4.87	25.1	75.4	151	5.52	19.2	57.5	115	6.17	14.9	44.8	89.6	6.82	11.8	35.5	71.1
4.88	25.0	75.1	150	5.53	19.1	57.2	114	6.18	14.9	44.7	89.3	6.83	11.8	35.4	70.8
4.89	24.9	74.8	150	5.54	19.0	57.0	114	6.19	14.8	44.5	89.0	6.84	11.8	35.3	70.6
4.90	24.8	74.4	149	5.55	18.9	56.8	114	6.20	14.7	44.3	88.7	6.86	11.7	35.2	70.4
4.91	24.7	74.1	148	5.56	18.9	56.6	113	6.21	14.7	44.2	88.3	6.86	11.7	35.1	70.1
4.92	24.6	73.8	148	5.57	18.8	56.3	113	6.22	14.7	44.0	88.0	6.87	11.6	34.9	69.9
4.93	24.5	73.5	147	5.58	18.7	56.1	112	6.23	14.6	43.8	87.7	6.88	11.6	34.8	69.6
4.94	24.4	73.2	146	5.59	18.6	55.9	112	6.24	14.6	43.7	87.4	6.89	11.6	34.7	69.4
4.95	24.3	72.8	146	5.60	18.6	55.7	111	6.25	14.5	43.5	87.1	6.90	11.5	34.6	69.2
4.96	24.2	72.5	145	5.61	18.5	55.5	111	6.26	14.5	43.4	86.7	6.91	11.5	34.5	68.9
4.97	24.1	72.2	144	5.62	18.4	55.2	110	6.27	14.4	43.2	86.4	6.92	11.4	34.3	68.7
4.98	24.0	71.9	144	5.63	18.3	55.0	110	6.28	14.4	43.1	86.1	6.93	11.4	34.2	68.4
4.99	23.9	71.6	143	5.64	18.3	54.8	110	6.29	14.3	42.9	85.8	6.94	11.4	34.1	68.2
5.00	23.8	71.3	143	5.65	18.2	54.6	109	6.30	14.2	42.7	85.5	6.95	11.3	34.0	68.0
5.01	23.7	71.0	142	5.66	18.1	54.4	109	6.31	14.2	42.6	85.2	6.96	11.3	33.9	67.7
5.02	23.6	70.7	141	5.67	18.1	54.2	108	6.32	14.1	42.4	84.9	6.97	11.3	33.8	67.5

5.03 23.5 70.4 141 5.68 18.0 54.0 108
5.04 23.4 70.1 140 5.69 17.9 53.7 107

6.33 14.1 42.3 84.6 6.98 11.2 33.6 67.3
6.34 14.0 42.1 84.3 6.99 11.2 33.5 67.0



جدول 3 شرایط تست			
نماد سختی	قطر ساچمه D, mm	$0.102F$ D^2	نیروی تست مقدار نامی
HB 10/3000	10	30	29.42 KN - (3000 kgf)
HB 10/1500	10	15	14.71 KN - (1500 kgf)
HB 10/1000	10	10	9.807 KN - (1000 kgf)
HB 10/500	10	5	4.903 KN - (500 kgf)
HB 10/250	10	2.5	2.452 KN - (250 kgf)
HB 10/125	10	1.25	1.226 KN - (125 kgf)
HB 10/100	10	1	980.7 N - (100 kgf)
HB 5/750	5	30	7.355 KN - (750 kgf)
HB 5/250	5	10	2.452 KN - (250 kgf)
HB 5/125	5	5	1.226 KN - (125 kgf)
HB 5/62.5	5	2.5	612.9 N - (62.5 kgf)
HB 5/31.25	5	1.25	306.5 N - (31.25 kgf)
HB 5/25	5	1	245.2 N - (25 kgf)
HB 2.5/187.5	2.5	30	1.839 KN - (187.5 kgf)
HB 2.5/62.5	2.5	10	612.9 N - (62.5 kgf)
HB 2.5/31.25	2.5	5	306.5 N - (31.25 kgf)
HB 2.5/15.62	2.5	2.5	153.2 N - (15.625 kgf)
HB 2.5/7.81	2.5	1.25	76.61 N - (7.8125 kgf)
HB 2.5/6.25	2.5	1	61.29 N - (6.25 kgf)
HB 2/120	2	30	1.177 KN - (120 kgf)
HB 2/40	2	10	392.3 N - (40 kgf)
HB 2/20	2	5	196.1 N - (20 kgf)
HB 2/10	2	2.5	98.07 N - (10 kgf)
HB 2/5	2	1.25	49.03 N - (5 kgf)
HB 2/4	2	1	39.23 N - (4 kgf)
HB 1/30	1	30	294.2 N - (30 kgf)
HB 1/10	1	10	98.07 N - (10 kgf)
HB 1/5	1	5	49.03 N - (5 kgf)
HB 1/2.5	1	2.5	24.52 N - (2.5 kgf)
HB 1/1.25	1	1.25	12.26 N - (1.25 kgf)
HB 1/1	1	1	9.807 N - (1 kgf)

A. تشریح کلی و روش تست سختی سنجی برینل 5.2.1. دستگاه

5.1 ماشین تست- تجهیزات سختی سنجی برینل معمولاً شامل یک دستگاه تست است که قطعه کار را نگاه داشته و به ساچمه‌ای که در تماس با سطح قطعه کار است نیروی اثرگذاری را وارد می‌کند. طراحی ماشین تست بایستی به گونه‌ای باشد که هیچگونه حرکت جانبی یا چرخشی ایندنتور و یا قطعه کار در حین اعمال نیرو رخ ندهد. ساختار ماشین تست بایستی اعمال نیرو به ایندنتور را بطور آرام و بدون نیروهای ضربه‌ای تضمین کند. احتیاط‌های لازم جهت جلوگیری از نیروهای زیاد لحظه‌ای که توسط اینرسی سیستم، اورشوت سیستم هیدرولیک، و یا غیره بوجود می‌آید، بایستی صورت گیرد. دفترچه راهنمای تولید کننده دستگاه را برای توضیح مشخصات ماشین، محدودیتها، و روش عملکرد آن را ببینید.

5.2 ساچمه‌های برینل

5.2.1 ساچمه استاندارد برای سختی سنجی برینل بایستی دارای قطر بوده و انحراف آن از این مقدار بیشتر از 0.005 mm در هیچ قطری نباشد. ساچمه بایستی پولیش شده بوده و عاری از هرگونه ترک‌های سطحی باشد. ساچمه‌های

هنگامیکه یکی از این نیروها همراه با ساچمه 10 mm بکار برده می‌شود، نیازی به تناسب مقدار سختی برینل توسط معادلات جدول 1 نیست.

3.3 تایید- چک کردن یا تست نمودن جهت اطمینان از مطابقت با مشخصات.

3.4 کالیبراسیون- تنظیم پارامترهای مهم بوسیله مقایسه با مقادیر اعلام شده توسط یک دستگاه مرجع یا توسط مجموعه‌ای از استانداردهای مرجع.

4. اهمیت و کاربرد

4.1 سختی سنجی برینل یک سختی سنجی نفوذی تجربی می‌باشد. سختی سنجی برینل اطلاعات مفیدی درباره مواد فلزی فراهم می‌کند. این اطلاعات می‌تواند به استحکام کششی، مقاومت در برابر فرسودگی، چکش‌خواری، و یا دیگر خواص فیزیکی مواد فلزی مرتبط باشد و در کنترل کیفی و انتخاب مواد مفید است. سختی سنجی برینل در یک نقطه خاص از قطعه نمی‌تواند نشانگر خواص فیزیکی کل قطعه و یا محصول نهایی باشد. سختی سنجی برینل برای تست پذیرش محموله‌های تجارتي قابل قبول بوده، و بطور گسترده‌ای در صنعت برای این منظور استفاده می‌گردد.

جدول 7 نیروهای سختی سنجی استاندارد		
قطر ساچمه mm	نیرو	محدوده پیشنهادی HB
10	29.42 KN (3000 kgf)	600 تا 96
10	14.7 KN (1500 kgf)	300 تا 48
10	4.90 KN (500 kgf)	100 تا 14

6.1.2 حداقل عرض بایستی با ملزومات 8.3 مطابقت داشته باشد.

6.1.3 **پردافت کاری**- در مواقع لزوم، سطحی که قرار است روی آن اثر گذاشته شود بایستی سوهان کاری، سنگ زنی، ماشین کاری یا توسط مواد سایشی پولیش شود بطوریکه لبه‌های اثر بطور واضح مشخص بوده و امکان اندازه‌گیری قطر با دقت مشخص شده امکان پذیر باشد (9.1 را ببینید). دقت شود که از گرمادهی بیش از اندازه یا انجام عملیات سرد روی سطح بایستی پرهیز شود.

7. تایید ماشین سختی سنجی

7.1 **روش تایید**- ماشین سختی سنجی بایستی بر طبق یکی از دو روش پذیرفته شده تایید ماشین سختی سنجی برینل که در Part B بیان شده است، تایید شود.

7.2 **ممدوده نیروی تست**- در مواقع تایید مستقیم، ماشین سختی سنجی برینل در یک محدوده نیروی تست هنگامی قابل قبول است که در آن خطای نیروی تست از $\pm 1\%$ تجاوز نکند. در مواقع تایید غیر مستقیم، ماشین سختی سنجی برینل در یک محدوده نیروی تست هنگامی قابل قبول است که در آن، مقدار سختی متوسط بدست آمده در محدوده $\pm 3\%$ سختی برینل بلوک تست استاندارد بکار برده شده باشد.

8. روش

8.1 **مقدار نیروی تست**- معمولاً نیروی سختی سنجی برینل استاندارد بایستی (29.42 KN (3000 kgf، 14.7 KN (1500، 4.90 KN (500 kgf) باشد. پیشنهاد میشود که قطر اثر بین 25 و 60% قطر ساچمه باشد. حد پایین در قطر اثر به دلیل ریسک در خراب شدن ساچمه و دشواری اندازه‌گیری اثر، لازم است. حد بالا به دلیل کاهش در حساسیت همچنانکه قطر اثر به قطر ساچمه نزدیک می شود، لازم است. ملزومات ضخامت و فاصله‌گذاری 6.1.1، 6.1.2 و 8.3 می تواند حداکثر قطر مجاز اثر را برای یک تست خاص تعیین کند. جدول 7 نیروهای تست استاندارد و اعداد سختی برینل تقریبی برای محدوده قطر اثرهای بالا را نشان می دهد. الزامی در مطابقت سختی سنجی برینل و این محدوده‌های سختی وجود ندارد، اما باید توجه داشت که با استفاده از نیروهای متفاوت روی ساچمه قطر 10 mm اعداد سختی برینل متفاوت می تواند برای یک ماده خاص بدست آید. با این وجود به منظور دستیابی به یک مقیاس پیوسته از مقادیر بهتر است یک نیروی منحصر بفردی جهت پوشش محدوده کامل سختی برای یک کلاس از مواد مفروض، استفاده کرد. برای فلزات نرم‌تر، نیروهای (2.45 KN (250 kgf، 1.23 KN (125 kgf) ، یا (0.981 KN (100 kgf) گاهی استفاده می‌شود. نیروی مورد

کوچکتر دارای قطر و تیرانس نشان داده شده در جدول 4 نیز می توانند استفاده شوند به شرط آنکه تمهیدات 8.1 رعایت شود.

جدول 4 تیرانس های ساچمه های سختی سنجی برینل	
قطر ساچمه mm	تیرانس mm
10	± 0.005
5	± 0.004
2.5	± 0.003
2	± 0.003
1	± 0.003

5.2.2 ساچمه تنگستن کاربیدی که دارای سختی بالای 1500 HV10 است را می توان روی موادی که سختی آنها بیشتر از 650 نباشد استفاده نمود. سختی سنجی برینل برای موادی که دارای سختی بالای 650 HB هستند پیشنهاد نمی شود.

5.2.2.1 ترکیبات شیمیایی ساچمه تنگستن کارباید بایستی به ترتیب زیر باشد:

تنگستن کارباید (WC)	بالانس
کبالت (Co)	5.0 تا 7.0 %
مجموع مابقی کاربایدها	2 % max

5.2.3 اگر ساچمه‌ای برای تست یک قطعه استفاده شود و سختی بالای حد تعیین شده در 5.2.2 (650 HB) بدست آید، نتیجه تست غیر قابل قبول بوده و ساچمه بایستی تعویض گردد.

5.3 **وسيله اندازه گیری**- مدرج میکرومتر میکروسکوپ یا دیگر وسایل اندازه‌گیری که برای اندازه‌گیری قطر اثر استفاده می شود باید به گونه‌ای باشد که اندازه‌گیری مستقیم قطر تا 0.1 mm و تخمین قطر تا 0.05 mm را ممکن سازد.

نکته 5- این شرط تنها مربوط به سافتار وسیله اندازه‌گیری است و میز ملزومات اندازه‌گیری قطر اثر نمی باشد.

6. قطعه کار

6.1.1 **ضخامت**- ضخامت قطعه کار باید به گونه‌ای باشد که بواسطه نیروی اعمال شده هیچگونه برآمدگی یا اثری در سمت مخالف اثرگذاری قطعه دیده نشود. به عنوان یک قاعده کلی، ضخامت قطعه کار بایستی حداقل ده برابر عمق اثر باشد (جدول 5).

جدول 5 حداقل ضخامت لازم برای سختی سنجی برینل			
قطعه کار mm	حداقل ضخامت		
	بار 500 kgf	بار 1500 kgf	بار 3000 kgf
1.6	100	301	602
3.2	50	150	301
4.8	33	100	201
6.4	25	75	150
8.0	20	60	120
9.6	17	50	100

جدول 6 محدوده سختی که توسط روش بلوک تست استاندارد بکار برده می شود

100 تا 200 HB
300 تا 400 HB
500 تا 600 HB

9. اندازه گیری اثر

9.1 قطر- در سختی سنجی برینل، دو قطر از اثر، در زاویه عمود به یکدیگر بایستی اندازه گیری شده و مقدار متوسط به عنوان مبنای محاسبات عدد سختی برینل برای قطعه کارهای تخت استفاده شود. اگر بزرگترین و کوچکترین قطر قرائت شده یک اثر 0.1 mm یا بیشتر تفاوت داشته باشند، برای راهنمایی بیشتر به مشخصات ماده مورد نظر رجوع کنید. برای تست‌های عادی و همچنین تست‌هایی که جهت تعیین تطابق با مشخصات محصول یا مواد انجام می شود، قطر اثر بایستی با دقت 0.05 mm برآورد شود.

نکته 6- این اندازه‌گیریها معمولاً توسط یک وسیله اندازه‌گیری پرتابل با بزرگنمایی کم (تقریباً 20x) و دارای مدرج در پشمی انجام می‌گیرد. اگر تعیین دقیقتر مورد نیاز باشد، مانند داوری یا تست‌های استانداردسازی، یک دستگاه اندازه‌گیری آزمایشگاهی مانند یک وسیله اندازه‌گیری میکرومتری لازم است.

10. تبدیل به دیگر واحدهای سختی یا استحکام کششی

10.1 هیچگونه روش کلی برای تبدیل دقیق اعداد سختی برینل به دیگر آحاد سختی یا استحکام کششی وجود ندارد. اینگونه تبدیلات در بهترین حالت تقریبی هستند و بنابراین بجز حالت‌های خاص، که یک اساس قابل اعتماد برای تبدیل تقریبی توسط تست‌های مقایسه‌ای بدست آمده است، باید از آن پرهیز نمود.

نکته 7- برای تبدیل سختی E140 برای فلزات، مقادیر تبدیل شده سختی تقریبی را برای مواد خاص از قبیل فولاد، فولاد زنگ نزن، نیکل و آلیاژهای با نیکل بالا، و برنج گلوله‌ای ارائه می‌دهد.

11. گزارش

11.1 گزارش بایستی شامل اطلاعات زیر باشد (4.2 را ببینید):

11.1.1 عدد سختی برینل

11.1.2 شرایط تست هنگامیکه عدد سختی برینل توسط نیرویی غیر از نیروی (3000 kgf) 29.42 KN، قطر ساچمه‌ای غیر از 10 mm، و زمان ماندگاری نیرو غیر از 10 الی 15 ثانیه تنظیم شده باشد (3.2 و 8.4 را ببینید).

12. دقت و بایاس

12.1 دقت یک برنامه تست بین آزمایشگاهی در حال تکمیل است، هنگامیکه کامل شود به عنوان اساس اعلام دقت مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

12.1 بایاس (Bias) هیچگونه پایه‌ایی برای تعریف بایاس جهت این روش وجود ندارد.

B. تایید دستگاه سختی سنجی برینل

13. هدف

13.1 بخش B دو روش برای تایید ماشینهای سختی سنجی برینل ارائه میدهد. این دو عبارتند از:

13.1.1 **تایید مستقیم-** تایید جداگانه اعمال نیرو، ایندنتور، و وسیله اندازه‌گیری جهت اندازه‌گیری قطر اثر.

استفاده بایستی مشخصاً در گزارش تست اعلام شود (4.2 و 11.1.2 را ببینید).

8.1.1 جهت تست قطعات کوچک و یا نازک، گاهی اوقات ساچمه با قطر کمتر از 10 mm استفاده می‌شود. در اینگونه تست‌ها (که بایستی به عنوان تست استاندارد تلقی گردند) اگر نسبت بین نیروی اعمال شده، F ، در واحد نیوتن، و قطر ساچمه، D ، در واحد میلیمتر، برابر با تست استاندارد باشد آنگاه تقریب خوبی از تست استاندارد می‌دهند. جاییکه :

$$0.102F/D^2 = 30 \text{ (3000 kgf) } 29.42 \text{ KN}$$

ساچمه 10 mm

$$0.102F/D^2 = 15 \text{ (1500 kgf) } 14.7 \text{ KN}$$

ساچمه 10 mm

$$0.102F/D^2 = 5 \text{ (500 kgf) } 4.90 \text{ KN}$$

ساچمه 10 mm

مثال- یک نیروی تست (125 kgf) 1.23 KN روی ساچمه 5 mm تقریبی از نیروی تست استاندارد (500 kgf) 4.90 KN (kgf) روی ساچمه 10 mm است.

8.1.2 سختی سنجی برای فلزات نرم اغلب با نسبت نیرو- قطر زیر انجام می‌شود:

$$0.102F/D^2 = 2.5$$

$$0.102F/D^2 = 1.25$$

$$0.102F/D^2 = 1.0$$

هنگامیکه ساچمه‌های با قطر کمتر از 10 mm استفاده می‌شود، هم نیروی تست و هم اندازه ساچمه بایستی مشخصاً در گزارش تست اعلام گردد (3.2، نکته 3، و 11.1.2 را ببینید).

8.2 شعاع انحنای

روی یک سطح انحنادار اثر گذاشته می‌شود، حداقل شعاع انحنای سطح بایستی کمتر از $2 \frac{1}{2}$ برابر قطر ساچمه باشد. اثرهای گذاشته شده روی سطوح انحنادار ممکن است به جای شکل دایروی کمی بیضی‌گون باشند. اندازه‌گیری اثر بایستی به صورت مقدار متوسط قطر اصلی و فرعی انجام شود.

8.3 فاصله گذاری اثر ها- فاصله مراکز اثرها از لبه قطعه یا لبه اثر دیگر بایستی حداقل دو نیم برابر قطر اثر باشد.

8.4 اعمال نیروی تست- نیرو را به شکل یکنواخت به قطعه وارد کنید. احتیاط‌های لازم جهت پیشگیری از بارگذاری لحظه‌ای در سیستم را در نظر بگیرید. نیروی کامل تست را به مدت 10 الی 15 ثانیه اعمال کنید.

8.4.1 اگر زمان ماندگاری نیروی تست غیر از 10 الی 15 ثانیه استفاده شده است، نتایج تست بایستی با استفاده از فهرست مطرح شده در 4.2 و 11.1.2 گزارش شود.

8.5 هم ترازی- زاویه بین خط نیروی ایندنتور و سطح قطعه

کار بایستی $2^\circ \pm 90$ باشد.

15.2 **تایید غیر مستقیم** - تایید توسط روش بلوک تست استاندارد.

15.2.1 یک ماشین سختی سنجی برینل همچنین می‌تواند توسط یک سری تست به تعداد حداقل پنج عدد، روی بلوک تست سختی استاندارد چک شود (بخش C).

15.2.2 اگر قرار است دستگاه سختی سنج در شرایطی غیر از 15 / 9.42 KN (3000 kgf) استفاده شود، دستگاه بایستی در این شرایط نیز تایید شود.

15.2.3 دستگاه سختی سنج بایستی برای هر نیروی تست و برای هر اندازه ساچمه مورد استفاده تایید شود. برای هر نیروی تست، بلوک های استاندارد در محدوده های سختی داده شده در جدول 6، بایستی استفاده شود.

نکته 8- هنگامیکه تست سفتی مورر سوال، رسیرن به مهروره سفتی بالاتر که در جدول 6 تعریف شده است را غیر ممکن می سازد (برای 10 یا 5 $0.102 F/D^2 = 5$)، تایید می تواند توسط دو بلوک در مهروره سفتی پایینتر انجام شود.

15.2.4 **تکرار پذیری** - برای هر بلوک استاندارد شده، فرض کنید d_1, d_2, \dots, d_n مقدار متوسط قطر اثر اندازه گیری شده باشد، که بصورت افزایشی مرتب شده اند. تکرارپذیری دستگاه سختی سنج تحت شرایط تایید خاص توسط مقدار زیر تعیین می‌شود:

$$d_n - d_1$$

تایید تکرارپذیری دستگاه سختی سنج قابل قبول نخواهد بود مگر اینکه شرایط داده شده در جدول 9 را برآورده سازد.

15.2.5 **خطای دستگاه سختی سنج تحت شرایط تایید خاص توسط مقدار زیر مشخص می‌شود:**

$$\bar{H} - H$$

که در آن

$$\bar{H} - H = \text{خطا}$$

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n}$$

H_1, H_2, \dots, H_n = مقادیر سختی متناظر با d_1, d_2, \dots, d_n و H = سختی تعیین شده بلوک استاندارد.

15.2.6 دستگاه سختی سنج برینل تایید شده در نظر گرفته می‌شود اگر سختی متوسط بیش از 3% از مقدار سختی بلوک تست استاندارد سختی تفاوت نکند.

15.2.7 اگر گزارش تاییدیه صادر نشود تاییدیه کامل نخواهد بود.

جدول 9 تکرار پذیری دستگاه سختی سنج

سختی بلوک استاندارد	تکرار پذیری دستگاه سختی سنج، max	سختی معادل HB
		$H_1 - H_5$
<255	$0.04\bar{d}$	9
		17
>255	$0.02\bar{d}$	12
		17
		20
		24

13.1.2 **تایید غیر مستقیم** - تایید توسط روش بلوک تست استاندارد.

13.2 قبل از استفاده و بکارگیری ماشینهای نو و یا بازسازی شده بایستی در ابتدا توسط روش تایید مستقیم (13.1.1 را ببینید) چک شوند.

13.3 ماشینهایی که برای سختی سنجی روزمره بکار میروند می‌توانند توسط هر یک از روشهای تایید چک شوند.

14. الزامات کلی

14.1 قبل از تایید یک ماشین سختی سنجی برینل، توسط امتحان ماشین بایستی اطمینان حاصل کرد که:

14.1.1 ماشین به درستی برپاشده است.
14.1.2 نگهدارنده ساچمه، هنگامیکه یک ساچمه جدید که قطر نامی آن چک شده است (15.1.2 را ببینید)، محکم در جای خود نصب شده است.

14.1.3 نیرو بدون شوک یا لرزش اعمال و برداشته می‌شود.
14.2 اگر وسیله اندازه گیری بر روی ماشین سوار شده است، توسط امتحان ماشین بایستی اطمینان حاصل کرد که:

14.2.1 تغییر از حالت اعمال نیروی تست به حالت اندازه گیری، قرائت را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد.

14.2.2 روش نوردهی قرائت را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد.

14.2.3 مرکز اثر در مرکز میدان دید قرار دارد.

15. تایید

15.1 **تایید مستقیم** - تایید جداگانه اعمال نیرو، ایندنتور، و وسیله اندازه گیری:

15.1.1 **اعمال نیرو** - دستگاههای سختی سنجی برینل بایستی در نیروهایی که از آنها استفاده می‌شود تایید شوند. نیروهای تست به شکل پدیدیک توسط یک وسیله اندازه گیری نیرو که قابل ردیابی به استانداردهای بین المللی باشد، به شکلی که در استاندارد E4 توضیح داده شده، چک می‌شوند. یک ماشین سختی سنجی برینل هنگامی برای استفاده قابل قبول است که خطای نیروهای تست از $\pm 1\%$ تجاوز نکند.

15.1.2 **ایندنتور** - ایندنتوری که قرار است تایید شود بایستی یک ساچمه جدید که به شکل تصادفی از یک مجموعه انتخاب شده است و با الزامات تدوین شده 5.2 مطابقت دارد، باشد. تفاوت قطر متوسط ساچمه نسبت به قطر نامی، هنگامیکه حداقل در سه موقعیت اندازه گیری شود، نبایستی بیشتر از تolerانسهای داده شده در جدول 4 باشد.

15.1.3 **وسيله اندازه گیری** - وسیله اندازه گیری مورد استفاده جهت تعیین قطر اثر بایستی در پنج محدوده روی رنج کاری با استفاده از یک خطکش دقیق مانند یک میکرومتر، تایید شود. تنظیم وسیله بایستی به گونه ای انجام شود که، در تمام محدوده پوشش داده شده، تفاوت بین تقسیمات مدرج وسیله و مدرج کالیبره کننده از 0.01 mm تجاوز نکند.

- 15.3 گزارش تاییدیه- گزارش تست بایستی اطلاعات زیر را شامل شود:
- 15.3.1 رجوع به این استاندارد روش تست ASTM ،
- 15.3.2 روش تایید (مستقیم یا غیر مستقیم) ،
- 15.3.3 معرفی دستگاه سختی سنج ،
- 15.3.4 وسایل تایید (بلوک تست، وسیله تایید نیرو، غیره) ،
- 15.3.5 نوع ایندنتور و نیروی تست ،
- 15.3.6 نتایج بدست آمده ،
- 15.3.7 تاریخ تایید و رجوع به موسسه کالیبراسیون ،
- 15.3.8 هویت شخص تایید کننده.

16. روش چکهای پریدیک توسط کاربر

- 16.1 تایید توسط روش بلوک تست استاندارد (15.3) برای کاربرد روزانه بسیار وقتگیر است. به جای آن روش زیر پیشنهاد می شود:
- 16.1.2 حداقل یک چک روتین طبق 16.1.3 هر روز که از دستگاه استفاده می شود، انجام دهید.
- 16.1.3 به دستورالعمل راه اندازی تولید کننده دستگاه رجوع کنید. نیرو، ایندنتور، و وسیله اندازه گیری که برای سختی سنجی های روزمره استفاده می شوند را انتخاب کنید. حداقل دو اثر روی بلوک تست استاندارد سختی بگذارید. اگر متوسط این دو مقدار داخل تolerانسهای لازم قرار داشت (15.2.6 را ببینید)، دستگاه سختی سنج را می توان به عنوان دستگاهی که نتایج قابل قبول ارائه می کند در نظر گرفت. اگر نه، دستگاه سختی سنج بایستی آنچنانکه در 15.2 توضیح داده شد تایید کرد.

C. کالیبراسیون بلوکهای تست سختی استاندارد برای دستگاه سختی سنجی برینل

- 17.1 بخش C کالیبراسیون بلوکهای تست سختی استاندارد برای تایید دستگاه سختی سنج برینل آنچنانکه در بخش B توضیح داده شد را بیان می کند.

18. تولید کننده

- 18.1 هر بلوک فلزی که قرار است کالیبره شود بایستی ضخامتی کمتر از ضخامت 16 mm برای ساچمه 10 mm ، ضخامت 12 mm برای ساچمه 5 mm ، و ضخامت 6 mm برای ساچمه های کوچکتر داشته باشد.
- 18.1.1 حداکثر سطح مقطع بلوک تست بایستی 40 cm^2 برای ساچمه های کوچکتر از قطر 5 mm ، و 150 cm^2 برای ساچمه های مساوی یا بزرگتر از قطر 5 mm باشد.
- 18.2 هر بلوک بایستی توسط عملیات مخصوص و عملیات حرارتی به گونه ای آماده شود که یکنواختی مورد نیاز و پایداری ساختاری را بدهد.

- 18.3 حداکثر خطا در ترازوی سطوح بلوکها بایستی از 0.0008 mm/mm هنگامیکه با ساچمه های دارای قطر بزرگتر از یا مساوی 5 mm و 0.0002 mm/mm هنگامیکه با ساچمه های دارای قطر کوچکتر از 5 mm استفاده میشوند، تجاوز کند. حداکثر انحراف در تسطیح سطح بلوکها بایستی از 0.02 mm و 0.005 mm بترتیب برای ساچمه های دارای قطر مساوی یا بزرگتر از 5 mm و کمتر از 5 mm تجاوز کند.
- 18.4 سطح زیرین بلوک تستها بایستی سنگ نرم خورده باشد و صافی سطح میانگین Ra نباید از 0.0008 mm تجاوز کند.
- 18.5 سطح تست بایستی عاری از هرگونه خراش که با اندازه گیری قطر اثر تداخل کند، باشد.

- 18.5.1 صافی سطح میانگین Ra سطح تست نباید از 0.0003 mm برای ساچمه استاندارد 10 mm تجاوز کند. برای ساچمه های کوچکتر حداکثر صافی سطح میانگین 0.00015 mm پیشنهاد می شود.

- 18.6 ضخامت بلوک تست در زمان استاندارد نمودن آن بایستی با دقت 0.1 mm روی آن حک شود، و یا یک نشان هویت روی سطح تست گذاشته شود تا بتوان براحتی چک نمود که از آن هیچ موادی بعداً برداشته نشده است (قسمت 24 را ببینید).
- 18.7 هر بلوک، اگر از فولاد باشد، بایستی توسط تولید کننده خاصیت مغناطیسی آن برداشته شود (Demagnetize) و توسط کاربر Demagnetize نگهداری شود.
- 18.8 هر بلوک جهت ردیابی باید بطور یکتایی توسط تولید کننده سریال زده شود.

19. روش استاندارد نمودن

- 19.1 بلوکهای استاندارد بایستی توسط یک دستگاه سختی سنج برینل که بر طبق الزامات 15.1 تایید شده است کالیبره شوند.
- 19.2 مکانیزمی که اعمال نیرو را کنترل می کند بایستی تضمین کند که سرعت برخورد درست قبل از تماس ساچمه با قطعه و سرعت نفوذ از 1 mm/s تجاوز نمی کند.
- 19.3 نیروی تست بایستی در محدوده 0.25 % نیروی نامی باشد. استفاده از استاندارد E74 لوازم Class AA جهت تایید نیرو لازم است.
- 19.4 نیروی تست بایستی بین 10 تا 15 ثانیه ماندگار بماند.
- 19.5 بلوکهای استاندارد بایستی در دمای $5^{\circ}\text{C} \pm 23$ با استفاده از روش توضیح داده شده در بخش A کالیبره شود.

20. ایندنتور

- 20.1 یک ساچمه مطابق با الزامات 15.1.2 بایستی برای کالیبره کردن بلوک تست استاندارد سختی استفاده شود.

21. تعداد اثرها

- 21.1 حداقل پنج اثر که بطور یکنواخت پراکنده شده اند روی سطح تست بلوک بایستی گذاشته شود.

- 24.3.1 تاریخ استاندارد شدن،
- 24.3.2 شماره سریال بلوک، و
- 24.3.3 نام تولید کننده و یا نشان تامین کننده.

25. کلمات کلیدی

- 25.1 سختی برینل، فلزی

22. اندازه گیری قطر اثر

- 22.1 سیستم نور دهی وسیله اندازه گیری بایستی به گونه ای تنظیم شود که شدت نور روی تمام میدان دید یکنواخت بوده و حداکثر کنتراست بین اثر و سطح متأثر نشده ایجاد کند.
- 22.2 وسیله اندازه گیری بایستی با دقت 0.02 mm برای اثر های ایجاد شده توسط ساچمه های به قطر 5 mm یا بیشتر و 0.01 mm برای اثرهای ایجاد شده توسط ساچمه های با قطر کوچکتر مدرج شود.
- 22.3 وسیله اندازه گیری بایستی توسط یک میکرومتر رومیزی، یا توسط وسایل مناسب دیگر چک شود تا اطمینان حاصل گردد که اختلاف بین هر دو تقسیم وسیله اندازه گیری در محدوده ± 0.001 mm برای ساچمه های به قطر کوچکتر از 5 mm و در محدوده ± 0.002 mm برای ساچمه های به قطر بزرگتر قرار دارد.

23. تکرار پذیری

- 23.1 اگر d_1, d_2, \dots, d_n مقادیر متوسط قطرهای اندازه گیری شده که توسط یک مشاهده کننده تعیین شده اند و به شکل مقادیر افزایشی مرتب شده اند باشد تکرارپذیری نتایج سختی، برای بلوک تحت شرایط خاص استاندارد، به صورت $d_n - d_1$ تعریف میشود که حداقل 5 اثر $n =$
- 23.2 یکنواختی سفتی- تکرار پذیری اثرها بایستی مساوی یا کوچکتر از 2 % قطر متوسط، برای اعداد برینل مساوی یا کوچکتر از 225 و 1 % برای اعداد برینل بزرگتر از 225 باشد.

24. حکاکی

- 24.1 هر بلوک تست استاندارد بایستی دارای علائم حک شده زیر باشد:
 - 24.1.1 متوسط ریاضی مقدار سختی که توسط یک تست استاندارد بدست آمده است.
 - 24.1.2 نام و نشان تولید کننده.
 - 24.1.3 شماره سریال یا دیگر شناسه های یکتای بلوک.
 - 24.1.4 نام و یا نشان موسسه کالیبره کننده اگر متفاوت از تولید کننده است.
 - 24.1.5 ضخامت بلوک یا یک نشان رسمی روی سطح تست، (18.6 را ببینید).
 - 24.1.6 سال کالیبراسیون، اگر سال کالیبراسیون در شماره سریال بلوک گنجانده شده باشد کافی است.
- 24.2 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.
- 24.3 هر بلوک بایستی به همراه یک گواهینامه، که نشانگر نتایج تستهای استاندارد، و مقدار متوسط ریاضی این تستها و همچنین موارد زیر است ارائه شود :

ASTM E10-93

روشهاي استاندارد
براي سختي سنجي برينل مواد فلزي

ترجمه : احمد موتاب
ويرايش : محمدرضا ميكانيك