

# Precíziós mérőeszközök rövid ismertetője



## Keménységmérő berendezések

### Keménységmérési módszerek és iránymutatás a berendezések kiválasztásához

Módszerek	Mikro-keménység (Mikro-Vickers)	Mikro felületi karakterisztikák	Vickers	Rockwell	Super-Rockwell	Brinell	Shore	Szivacs, gumi, és műanyag esetén	Hordozható Visszapattanás elvén működő
<b>Anyag</b>									
IC tok	●	●							
Keménységfém, kerámia (vágószerszámok)		▲	●	●					
Acél (hőkezelt anyagok, nyersanyagok)	●	▲	●	●	●		●		●
Színesfémek	●	▲	●	●	●				●
Műanyagok		▲		●				●	
Köszőrűkő				●					
Öntvény							●		
Szivacs, gumi								●	
<b>Alak</b>									
Vékony lemez (borotva, fémfólia)	●	●	●		●				
Vékony film, galvanizált, festett felület (nitrid réteg)	●	●							
Kis alkatrészek, túszerű alkatrészek (karóra, varrógéptű)	●	▲							
Nagy minta (szerkezet)						●	●		●
Fémes anyag-összetételek (edzett fázisú multi-öntvények)	●	●							
Műanyag lemez	▲	▲		●				●	
Szivacs, gumilap								●	
<b>Alkalmazás</b>									
Anyagok fizikai tulajdonságai	●	●	●	●	●	●	●	●	▲
Hőkezelési folyamat	●		●	●	●		▲		▲
Mély-cementálás	●		●						
Nemesítés	●		●		●				
Láng- vagy nagyfrekvenciás edzés	●		●	●					
Edzhetőségi vizsgálat			●	●					
Hegesztés maximum keménysége			●						
Hegesztési keménység			●	●					
Magas hőmérsékletű edzés (magas hőmérsékleti karakterisztikák, meleg-megmunkálás)			●						
Törési szívósság (kerámia)	●		●						

Jelek: ● Alkalmas ▲ Igen alkalmas

### Keménységmérési módszerek

#### (1) Vickers

A Vickers keménység a legszélesebb körben alkalmazott vizsgálati eljárás. Széles körű alkalmazhatóságát a kis terhelés alkalmazásának köszönheti, ahol a terhelés kisebb mint **9.807N** (1kgf). Ahogy a lenti képlet is jól mutatja, a Vickers keménység meghatározható az F (N) terhelőerő és a kontaktfelület S (mm<sup>2</sup>) hányadosaként, amely a behatolótest lenyomatának d (mm, a két átló méretének átlaga) átlója alapján számolható (behatolótest egy  $\theta=136^\circ$  lapszögű piramis). A k egy állandó ( $1/g=1/9.80665$ ).

$$HV = k \frac{F}{S} = 0.102 \frac{F}{S} = 0.102 \frac{2F \sin \frac{\theta}{2}}{d^2} = 0.1891 \frac{F}{d^2} \quad \begin{matrix} F: N \\ d: mm \end{matrix}$$

A Vickers keménység számítási hibája az alábbi képlettel adott, ahol  $\Delta d_1$ ,  $\Delta d_2$ , és 'a' jelenti a mikroszkóp mérési hibáját, a leolvasás hibáját, és a keletkezett élvonal hibáját. A  $\Delta \theta$  egysége szög.

$$\frac{\Delta HV}{HV} \approx \frac{\Delta F}{F} - 2 \frac{\Delta d_1}{d} - 2 \frac{\Delta d_2}{d} - \frac{a^2}{d^2} \cdot 3.5 \times 10^{-3} \Delta \theta$$

#### (2) Knoop

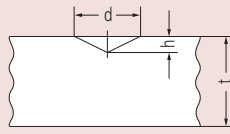
Ahogy a következő képlet is mutatja, a Knoop keménység a lenyomat vetített felületét A (mm<sup>2</sup>) veszi figyelembe, amely a hosszabb d (mm) átló alapján számolható. Itt a behatolótest egy rombusz keresztmetszetű gyémánt gúla (szemközti élszög  $172^\circ 30'$  és  $130^\circ$ ). A Knoop keménység Mikro-Vickers keménységmérő berendezésen is mérhető Knoop behatolótest alkalmazásával.

$$HK = k \frac{F}{A} = 0.102 \frac{F}{A} = 0.102 \frac{F}{cd^2} = 1.451 \frac{F}{d^2} \quad \begin{matrix} F: N \\ d: mm \\ c: \text{állandó} \end{matrix}$$

#### (3) Rockwell és Super-Rockwell

A Rockwell vagy Super-Rockwell keménység esetén minden esetben először előterhelést alkalmazunk, majd azt követi a főterhelés, amely után visszall az előterhelés. A behatolótest egy gyémántkúp (csúcshossz:  $120^\circ$ , csúcsh sugar: 0.2mm) vagy gyémántgömb (acél vagy keménységfém golyó). A keménység érték az előterhelés és a főterhelés közötti behatolási mélység különbsége h ( $\mu$ m) alapján számolható. Rockwell esetén az előterhelés 98.07N, Super-Rockwell esetén 29.42N. Az alkalmazott szimbólum megadja a behatolótest típusát, a terhelőerőt és a keménység képletét. A Japanese Industrial Standards (JIS) számos skálát ad meg a kapcsolódó keménységhez.

## Vickers keménység és a minimum mintavastagság közötti kapcsolat

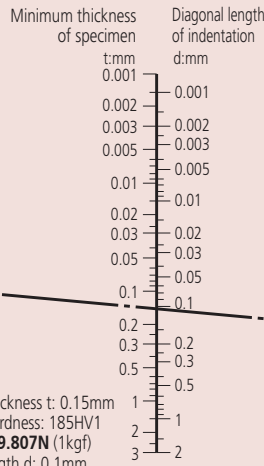
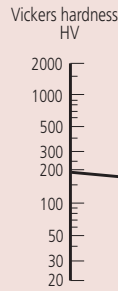


$$HV = 0.1891 \frac{F}{d^2}$$

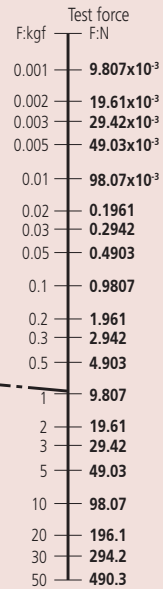
$$t > 1.5d$$

$$h \approx d/7$$

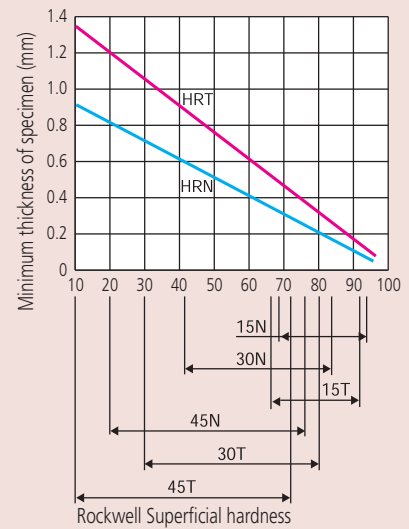
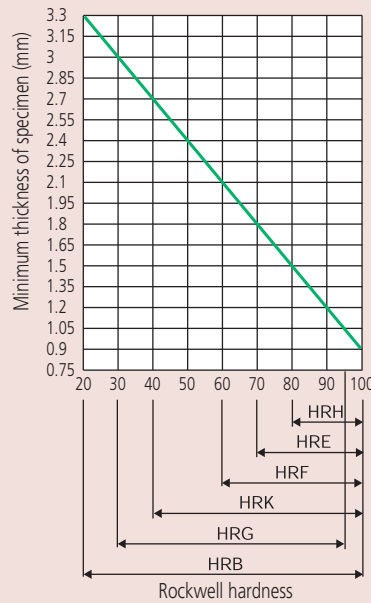
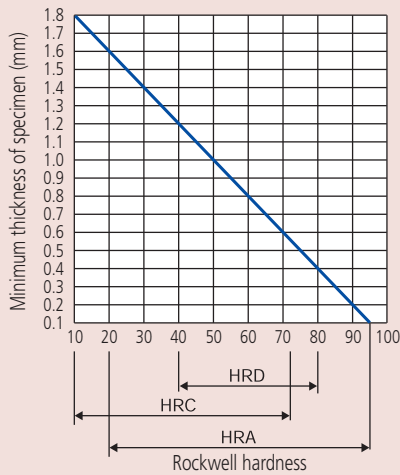
t: Thickness of specimen (mm)  
d: Diagonal length (mm)  
h: Depth of indentation (mm)



[Example]  
Specimen thickness t: 0.15mm  
Specimen hardness: 185HV1  
Test force F: **9.807N** (1kgf)  
Diagonal length d: 0.1mm



## Rockwell/Super-Rockwell keménység és a minimum mintavastagság közötti kapcsolat



## Rockwell keménység skála

Skála	Behatolótest	Erő (N)	Alkalmazás
A		588.4	Keményfém, vékony acéllemez
D	Gyémánt	980.7	Önkeményedő acél
C		1471	Acél (nagyobb mint 100HRB vagy kisebb mint 70HRC)
F	Golyó, átmérő 1.5875mm	588.4	Csapágyanyagok, lágyított réz
B		980.7	Sárgaréz
G		1471	Kemény alumíniumöntvény, berillium-réz, foszfor-bronz
H	Golyó, átmérő 3.175mm	588.4	Csapágyanyagok, köszörűkő
E		980.7	Csapágyanyagok
K		1471	Csapágyanyagok
L		588.4	
M	Golyó, átmérő 6.35mm	980.7	Műanyag, vezetők
P		1471	
R		588.4	
S	Golyó, átmérő 12.7mm	980.7	Műanyag
V		1471	

## Super-Rockwell keménység skála

Skála	Behatolótest	Erő (N)	Alkalmazás
15N		147.1	
30N	Gyémánt	294.2	Vékony, karbid vagy nitrid keményréteg acélon
45N		441.3	
15T		147.1	
30T	Golyó, átmérő 1.5875mm	294.2	Vékony lágyacél lemez, sárgaréz, bronz, stb.
45T		441.3	
15W	Golyó, átmérő 3.175mm	147.1	Műanyag, cink, csapágyöntvény
30W		294.2	
45W		441.3	
15X		147.1	
30X	Golyó, átmérő 6.35mm	294.2	Műanyag, cink, csapágyöntvény
45X		441.3	
15Y		147.1	
30Y	Golyó, átmérő 12.7mm	294.2	Műanyag, cink, csapágyöntvény
45Y		441.3	

## Kalibráló hasábok: Terhelőerő Rockwell és Super Rockwell esetén

No.		Rockwell keménység			Super-Rockwell keménység		
Előterhelés	N	98,07			29,42		
	kgf	10			3		
Főterhelés	N	588,4	980,7	1471	147,1	294,2	441,3
	kgf	60	100	150	15	30	45
Gyémánt behatolótest		A	D	C	15N	30N	45N
Gömb (coll)	Ø 1/16"	F	B	G	15T	30T	45T
	Ø 1/8"	H	E	K	15W	30W	45W
	Ø 1/4"	L	M	P	15X	30X	45X
	Ø 1/2"	R	S	V	15Y	30Y	45Y