**TANMENET**

**34 582 03 ÉPÜLET- ÉS SZERKEZETLAKATOS**

**SZAKKÉPESÍTÉS**

1. **szakképzési évfolyam**

**10162-12 Gépészeti alapozó feladatok 10. nap**

**Gépészeti alapozó gyakorlat.**

Anyagvizsgálatok: csoportosítása.

|  |
| --- |
| * Keménység mérések csoportosítása, besorolása a mechanikai vizsgálatok közé. * Brinnel keménység mérő gép, működésének megismertetése. * Rockwel keménység mérő gép, működésének megismertetése |
| |  | | --- | | **Keménységmérés**  A **keménység a szilárd anyagok tulajdonsága** és egyfajta eredő jellemző, azaz az anyag adott állapotát eredményező technológiai műveletek hatásai minősíthetők vele,illetve **arányban áll a rugalmassággal, a szilárdsággal, a kopásállósággal; fordítottan arányos a képlékenységgel, a szívósággal** **csillapítóképességgel**.  **A keménység azzal az ellenállással jellemezhető, amit a szilárd anyagok kifejtenek a beléjük hatoló, illetve velük kölcsönhatásba kerülő keményebb vizsgálószerszámmal szemben.**  A gyakorlatban bevált keménységmérő módszerek **négy jellegzetes csoportba** sorolhatók:  **A szúró keménységmérés**: a vizsgálandó anyagnál jóval keményebb, ún. szúrószerszámot nyomnak alkalmasan megválasztott terheléssel az anyagba, és a létrejövő lenyomat területéből vagy a benyomódás mélységéből származtatják a keménységi mérőszámot  **Az ejtő keménységmérés**: a vizsgálandó anyagra ejtett mérőtest visszapattanási magasságából határozható meg az ütközés rugalmas energiájával összefüggő keménységi mérőszám  **A rezgő keménységmérés**: a vizsgálandó anyagra szorított rezgőfej rezgésben tartásához szükséges energia méréséből fejezhető ki az anyag csillapítóképességével összefüggő keménységi mérőszám.  **A karc keménységmérés**: különböző anyagokkal megkarcoljuk az anyagot, ha jelet hagy, akkor keményebb mint amit karcoltunk  Szokás megkülönböztetni **statikus** (lassú, nyomásszerű terheléssel járó) és **dinamikus** (gyors, ütésszerű terheléssel járó) keménységmérési eljárásokat is.  Az **elsőbe tartoznak** a legelterjedtebbek közül a Brinell, a Vickers- és a Rockwell-eljárások,  míg az **utóbbiba** a Poldi- és a Shore-féle módszerek.   * **statikus, ha az igénybevétel időben állandó, vagy csak igen lassan, egyenletesen változik,** * **dinamikus , ha a terhelés időben változik, hirtelen, ütésszerű, lökésszerű pl. motorok indítása, ütközés stb.**         A **nyomási keménység**et jellemzően, de nem kizárólagosan, fémek keménységének megállapítására használják. Ennél a módszernél valamilyen behatoló testet (golyót, gúlát, kúpot) nyomnak a vizsgált anyag felületébe, és a benyomódás mértékéből állapítják meg a keménységet. A leggyakrabban alkalmazott eljárások a *Brinell*-, a *Vickers*- és a *Rockwell*-féle keménységmérő módszerek.  DSCN0018 DSCN0022  DSCN0017 DSCN0021  A statikus anyagvizsgálati módszerek közül az egyik legáltalánosabb a keménységmérés, az anyagoknak egy mérőtest behatolásával szembeni ellenállásának a meghatározása.  A különböző eljárások jellegzetességeit összefoglalva, az alábbi megállapítások tehetők:   * Az eljárások egyik csoportjába egy adott nagyságú terhelőerő és az általa létrehozott lenyomat felületének viszonyát tekinti mérőszámnak * A másik csoport az adott geometriájú szerszám adott erő hatására létrejövő mélységirányú elmozdulását tekinti mérőszámnak   **Brinell módszer:**  A Brinell-módszer esetén **egy edzett, polírozott acélgolyót** **nyomnak** **meghatározott terheléssel és adott ideig a vizsgálandó anyagfelületbe**. Mivel a terhelés és a létrejövő gömbsüveg-geometriájú lenyomat felülete egymással nem arányos, a szúrószerszámot és a terhelést szabványosítani kellett. A 850 HV 10-nél nagyobb keménységű golyó a mérendő anyag vastagságától függően 10 (csak 6 mm vastagság felett); 5 (6 és 3 mm között is); 2,5; 2 vagy 1,25 (2 mm alatti) mm átmérőjű lehet.  Befolyásolhatja a mérés eredményét a vizsgálandó anyag vastagsága is, ezért az legalább tízszerese legyen a várható benyomódás mélységének.  A vizsgálandó anyagfajtához igazodva a terhelés 1D2 (ón, ólom), 2,5D2 (ón-antimon, ólom-antimon ötvözetek, azaz csapágyfémek), 5D2 (Al- és Cu-ötvözetek), 10D2 (Cu- és Ní-ötvözetek), vagy 30D2 (vasötvözetek) lehet (amelyet kg-ban kell érteni, ha a golyóátmérőt mm-ben helyettesítjük),  A golyó átmérőjének és az alkalmazandó terhelésnek a megválasztásakor tekintettel kell lenni arra is, hogy a benyomódás átmérője 0,25...O,6D között maradjon.  A vizsgálati időtartamot a várható keménységtől (anyagminőségtől) függően célszerű megválasztani: 10... 15 s, ha HU > 100 (vasötvözetek); 30 ± 3 s, ha 100 > HB > 35 (Ni- és Cu ötvözetek) 120 ± 5 s, ha 35 > HB > 0 (Al- és Zn-Ötvözelek); 180 ± 10 s, ha 10 > HB (Pb-és Sn-ötvözetek).  A keménységet a terhelés és a létrejött gömbsüveglenyomat területének hányadosaként de­finiálják:      Ahol:  F - a terhelő erő  D – a golyóátmérő  d – a lenyomatátmérő. Két egymásra merőleges átmérőt kell lemérni, majd ezek számtani közepét venni.  h – a benyomódás mélysége    Vizsgálóasztal  Lenyomat  Vizsgálandó darab  Edzett acélgolyó  Brinell keménységmérés  Ehhez a feladathoz rendszerint a keménységmérő gépbe épített mikroszkópos mérőműszert kell alkalmazni.  A lenyomat közepe a **munkadarab szélétől legalább 2,5d távolságra legyen** **vasötvözeteknél** és **rézötvözeteknél**, míg ***könnyűfémeknél ez a távolság*** ***legalább 3d legyen***.  Ha több mérés történik, akkor a **két benyomódás közötti távolság az előzők** **szerint 4d, ül. 6d**.  A Brinell-keménységet - ha a **golyó átmérője 10 mm**, a vizsgálati **terhelés** **3000 kg és a terhelési idő 10... 15** s - a keménység számértékével **és HB jellel** **kell jelölni (pl. 255 HB**).  Egyéb esetben a HB jelet ki kell egészíteni a vizsgálat jellemzőit meghatározó számértékekkel (egymástól törtvonallal elválasztva), a következő sorrendben: golyóátmérő, mm; vizsgálati terhelés, kg; terhelési idő, s; ***pl. 185 HB 5/750/20.***  **A módszer 450 HB-nél kisebb keménységek mérésére alkalmazható a golyó** **deformálódása (a mérés torzítása) nélkül**. Alakváltozás (deformálódás) esetén a golyót cserélni keli. Lehetőség van nagyobb keménységű (pl. keményfém) golyók alkalmazására ís, de ez esetben már ún. módosított Brinell-keménységmérésről van szó, melynek jelölési módja HBW.  Speciális igényű (pl. 20 °C-hoz képest meleg - 40...900 °C-os - állapotú) keménység-meghatározás esetén keményfém golyó használható. A hagyományos és köztudatba berögzült kp/mm2 (kg/mm2) mértékegységű keménységértékeket az Sí-mértékegységek bevezetésével nem változtatták meg (nem szorozták meg 9,81 m/s2-tel), hanem azokat mértékegység nélküli számként kell kezelni.  **Brinell- keménységmérés legnagyobb hibája**, hogy az eredményt a vizsgálat körülményei jelentősen befolyásolják.  **A fontosabb befolyásoló tényezők:**  a golyó átmérője  a terhelőerő nagysága  a golyóátmérő és a vizsgálat anyag vastagságának viszonya  a golyó benyomódásának mértéke  a benyomódás ideje  a lenyomatok távolsága <https://youtu.be/fH-EGbxgSSc> Roncsolásos anyagvizsgálatok II 14’<https://youtu.be/VcIxW1LF6g4> Brinnel keménységmérés 3’<https://youtu.be/RJXJpeH78iU> Brinnel teszt film 3’ **Kattints az URL címekre filmek megnézése érdekében!** |   A **Rockwell-keménység** olyan anyagtulajdonság, amely azt fejezi ki, hogy egy anyag felülete mennyire szilárd, milyen mértékben ellenálló a külső mechanikai behatásokkal szemben.  Általában anyagok kiválasztásakor, azok felhasználásának tervezésekor, kopások számítása esetén van jelentősége. **A Rockwell-keménység mérése** A mérési módszer hasonló a [Brinell-keménység](https://hu.wikipedia.org/wiki/Brinell-kem%C3%A9nys%C3%A9g) méréséhez. Apró [kúpot](https://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%BAp) sajtolnak meghatározott erővel a mintaanyag felületébe először előterhelésként, majd teljes terhelésen. A teljes terhelés és előterhelés lenyomatának mélységét mérik, és ezek hányadosa adja meg a keménység értékét.  A vizsgálat népszerűségét az egyszerűségének, gyorsaságának és megbízhatóságának köszönheti, amellett, hogy a vizsgálandó felületet csak kis mértékben és felületen roncsolja.  A mérési eljárás szabványosítva van, az ISO 6508 szabványsorozat taglalja.   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Rockwell skálák | | | | | | **Skála** | **Rövidítés** | **Terhelés** | **Mérőtest** | **Felhasználása** | | A | HRA | 60 [kp](https://hu.wikipedia.org/wiki/Kilopond) (588,4 [N](https://hu.wikipedia.org/wiki/Newton_(m%C3%A9rt%C3%A9kegys%C3%A9g))) | 120°-os gyémánt kúp† | [volfrám-karbidok](https://hu.wikipedia.org/wiki/Volfr%C3%A1m-karbidok) (vidia) | | B | HRB | 100 kp (980,7N) | 1/16 [hüvelyk](https://hu.wikipedia.org/wiki/H%C3%BCvelyk_(m%C3%A9rt%C3%A9kegys%C3%A9g)) (1,588 mm)-es acél golyó | [alumínium](https://hu.wikipedia.org/wiki/Alum%C3%ADnium), [bronz](https://hu.wikipedia.org/wiki/Bronz), [lágy acélok](https://hu.wikipedia.org/wiki/Ac%C3%A9l) | | C | HRC | 150 kp (1471N) | 120°-os gyémánt kúp | kemény acélok | | D | HRD | 100 kp (980,7N) | 120°-os gyémánt kúp |  | | E | HRE | 100 kp (980,7N) | 1/8 hüvelyk (3,175 mm)-es acél golyó |  | | F | HRF | 60 kp (588,4N) | 1/16 hüvelyk (1,588 mm)-es acél golyó |  | | G | HRG | 150 kp (1471N) | 1/16 hüvelyk (1,588 mm)-es acél golyó |  |  Rockwell keménység [http://www.kemenysegmero.hu/images/stories/rockwell.gif](http://www.kemenysegmero.hu/Rockwell_keménységmérő.html)   **Története**   Egy Ludwig nevű bécsi professzor már 1908-ban felvetette a behatolási mélység különbség  mérését mint keménységmérő metódust, de az első ilyen keménységméri eljárást mégis csak 1914-ben szabadalmaztatta Hugh M Rockwell és Stanley P. Rockwell az USA-ban. **A Rockwell keménységmérés eljárása**[[http://www.kemenysegmero.hu/images/stories/ew675_rockwell_kemenysegmero_01.jpg](http://www.kemenysegmero.hu/Rockwell_keménységmérő.html)](http://www.kemenysegmero.hu/Rockwell_keménységmérő.html) A Rockwell keménység meghatározása során előbb egy kissebb terhelőerővel (un. előterhelő erővel) nyomják a behatolótestet a vizsgált felületbe, ekkor nullázzák az elmozdulás mérőt, majd adott ideig a terhelést megemelik (főterhelés). A fő terhelés elvétele után az előterhelési erő mellett mérik meg a behatolás mélységét.  HR= N-h\*s  **Ahol:** N – skálára jellemző konstans h – lenyomat maradó mélysége előterhelés mellett mérve s – skálára jellemző konstans A Rockwell keménységmérésnek sok skálája létezik a behatolótesttől és a terhelő erőtől függően. **Rockwell keménysémérés előnyei** - gyors vizsgálat, közvetlen leolvashatóság - könnyen automatizálható - alacsony költség, mivel nincs optikai leolvasás - a közvetlen leolvasás miatt kissebb kezelői hiba  R**ockwell keménységmérés hátrányai** - befogásból eredő hibalehetőségek a vizsgálat kivitele közben - éledzett darabok mérhetősége limitált - gyémánt behatolótest sérüléknysége - a keménység értékek gyenge diferenciálódása  KV 2 tipusú keménységmérő gép  **Eljárás**  A vizsgálatot általában 10 °C és 35 °C közötti környezeti hőmérsékleten kell végezni. Az ellenőrzött körülmények között kivitelezett vizsgálatokat (23 ± 5) °C hőmérsékleten kell elvégezni.  A próbatestet merev támasztékra kell helyezni, és oly módon kell alátámasztani, hogy a felület, amelyre a lenyomat készítendő, a behatolótest és a benyomóerő tengelyére merőleges síkban legyen, és a próbatest ne mozdulhasson el.  A henger alakú termékeket megfelelő módon, például legalább 60 HRC Rockwell-keménységű acélprizmával kell alátámasztani. Külön figyelmet kell fordítani a behatolótestek, a próbatest, a központosító prizma és az anyagvizsgáló gép tárgyasztalának megfelelő felfekvésére és beállítására, mert bármely merőlegességi hiba hibás eredményekhez vezethet.    A behatolótest és a vizsgálandó felület érintkezésbe hozása után az Fo előterhelést lökés, rázkódás és ingadozás nélkül kell ráadni. Az Fo előterhelés időtartama legfeljebb 3 másodperc legyen.    A mélységmérő berendezés kiindulási pozícióba állítását követően legalább 1 másodperc, de legfeljebb 8 másodperc alatt lökés, rázkódás és ingadozás nélkül kell a terhelést *F*o-ról F-re növelni.    A teljes terhelést (4 ± 2) másodpercig kell fenntartani. Az *F1* főterhelést levéve, de az *F*o előterhelést fenntartva, rövid megnyugvási idő után kell az utolsó leolvasást elvégezni.    A Rockwell-keménység számértéke a lenyomat h maradó mélységéből a 2. táblázat szerinti képlet alapján határozható meg, és gyakran közvetlenül leolvasható a mélységmérő berendezésről. A Rockwell-keménységi érték levezetését az 1. ábra tartalmazza.    A vizsgálat alatt a berendezést óvni kell a lökésektől és rezgésektől.  Mérési sorozat kezdése előtt, vagy ha több, mint 24 óra telt el az utolsó mérés után, valamint a behatolótest vagy a próbatest alátámasztásának minden egyes cseréje vagy eltávolítása és visszaszerelése után meg kell győződni arról, hogy a behatolótest és a próbatest alátámasztása megfelelően van-e a gépre felszerelve. Ilyen jellegű változtatások után az első két leolvasást figyelmen kívül kell hagyni.  Két egymás melletti lenyomat középpontjainak távolsága legalább négyszerese legyen a lenyomat átmérőjének (de 2 mm-nél ne legyen kisebb).  A lenyomat középpontjának távolsága a próbatest szélétől legalább két és félszerese legyen a lenyomatátmé­rőnek (de 1 mm-nél ne legyen kisebb).   **Rockwell keménységmérés**  Az eljárás során egy 120° kúpszögű gyémántkúpot nyomunk a felületbe és mérjük a kúp benyomódását. A mérési eredmények megbízhatóbbak, ha először csak egy kicsi előterhelést alkalmazunk és ezután egy nagyobb főterhelést. Mérjük a gyémántkúp maradó benyomódását a főterhelés hatására (h). A keménység mérőszámát a következő képlettel számoljuk:  https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0012_gepelemek_es_abrazolas/math/Eq_0005.png   * h: Gyémántkúp maradó benyomódása a főterhelés hatására [mm].   A mérés elvét az 5.9. ábra szemlélteti.  **5.9. ábra - Rockwell keménység mérési elve**  Rockwell keménység mérési elve  A fenti ábra jelöléseinek értelmezése:   * Fo: Előterhelés. * F1: Főterhelés * h1: Szerszám benyomódása az előterhelés hatására. * h2: Szerszám benyomódása a főterhelés hatására. * h3: Főterhelés hatására történő benyomódás rugalmas része. * h: Főterhelés hatására történő benyomódás képlékeny (maradó) része.   Az eljárás előnyei:   * Gyors, egyszerű, az eredmény közvetlenül leolvasható. * Jól automatizálható, sorozatmérésre alkalmas. * Bármilyen keménységű anyag vizsgálható. * Kismértékű a felület roncsolása. * Vékony munkadarab is vizsgálható.   Az eljárás hátrányai:   * Pontatlanabb, mint a Brinell, vagy a Vickers-eljárás   **Fogalomtár:**  **Keménység (szúrókeménység mérés esetén):** idegen test behatolásával szemben kifejtett ellenállás  **Előterhelő erő:** egy kis mértékű erő, melynek célja, hogy a felületi egyenlőtlenségből és a rugalmas deformációból adódó deformációt kiküszöbölje. <https://youtu.be/fH-EGbxgSSc> Roncsolásos anyagvizsgálatok II 14’ [**https://youtu.be/CWeT75Iuo4o**](https://youtu.be/CWeT75Iuo4o) **rockwell mérés10’**  [**https://youtu.be/G2JGNlIvNC4**](https://youtu.be/G2JGNlIvNC4) **rockwell test 3’**  [**https://youtu.be/5byS9Dx3cbQ**](https://youtu.be/5byS9Dx3cbQ) **rockwell vizsgálat 3’** Kattints rá az URL címekre a filmek megnézése miatt! |