

# A keménységmérés technikai újdonságai

Tóth Péter\*

A különféle keménységmérési eljárások a terhelő erő tartománya szerint három csoportba sorolhatóak:

- Nanokeménységmérési eljárások (terhelés: 1 g alatti)
- Mikrokeménységmérési eljárások (terhelés: 1 g – 1000 g)
- Makrokeménységmérési eljárások (terhelés: 1 kg – 3000 kg)

A terhelés létrehozása szerint a keménységmérő gépeknek alapvetően két típus létezik: a hagyományos, közvetlen súlyterheléses és a zárt hurkos, erőmérő cellás gépek. Ez utóbbiak, az elektronika rohamos fejlődésnek köszönhetően, napjainkban egyre nagyobb teret hódítanak.

Ennek az új terhelő rendszernek köszönhetően a vizsgálatok reprodukálhatósága kb. 75%-kal nőtt.

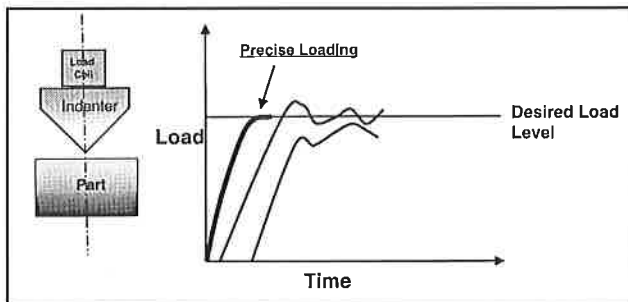
## A Testor 2000 Rockwell-keménység-mérő gép

A terhelő rendszere a már említett zárt hurkos, erőmérő cellás. Továbbá, a hagyományos keménységmérőktől eltérően – melyeknél a vizsgálandó próbatétel mozog az álló szűrőszerszám felé –, a menetes orsó alkalmazása már feleslegessé vált, mivel a szűrőszerszám mozog a vizsgálandó tárgy felülete felé. Ezáltal az erő és a benyomódás közvetlenül a vizsgálat tengelyében mérhető. További előnye, hogy a tárgyat közelítő szűrőszerszám sebessége kb. 10-szer gyorsabb lehet a korábbi megoldásokénál. A száloptikás megvilágítás pedig a vizsgált felület igen nagy fényerejű, jól fókuszált megvilágítását biztosítja, és így az optikai lineáris mérés technikával a szűrőszerszám elmozdulása nagyon pontosan mérhető az elmozdulás teljes tartományában.

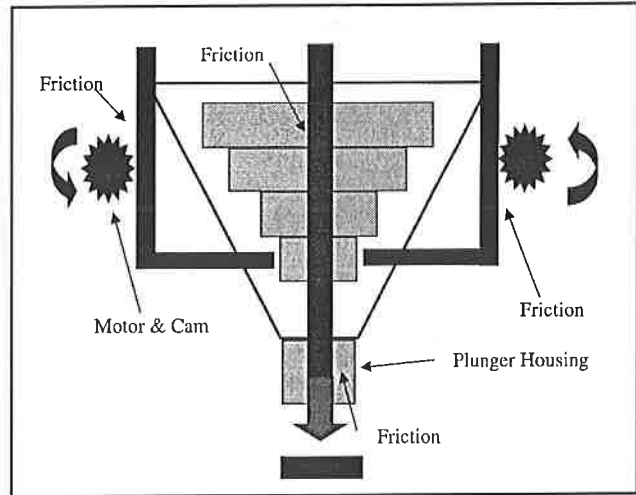
### A rendszer előnyei:

- Zárt hurkos terhelő egység (a terhelő erő túlfutása és ingadozása megszűnik).
- A szűrőszerszám közvetlenül az erőmérő cellára van felfogtatva.
- A terhelő erő nagysága tetszőlegesen beállítható a szabványosított vagy a megválasztott értékre.
- A próbatétel „mechanikai reakcióit, ellenállását” érzékelő áramkör megakadályozza az erőmérő cella és a szűrőszerszám károsodását.
- Nincsenek súlyos mozgó tömegek, a hagyományoshoz képest kb. 70%-kal kevesebb alkatrészből áll.

A legnagyobb probléma a hagyományos, közvetlen súlyterheléses rendszerek esetén az, hogy a terhelés ingadozik, illetve nem áll be a pontosan a megkívánt értékre (1. ábra). Ennek elkerülhetetlen oka az, hogy az elmozduló súlyok egy mechanikus áttételen keresztül terhelik a szűrőszerszámot és azon keresztül a próbatétel felületét. A mozgó súlyoknak tehetetlensége (inerciája) van, a mechanikus áttétel meglehetősen nagy számú alkatrésze pedig súrlódik (2. ábra). Mivel ezek időben nem állandó értékek, nagyon nehéz velük kalkulálni, és befolyásukat nem is lehet kiküszöbölni.



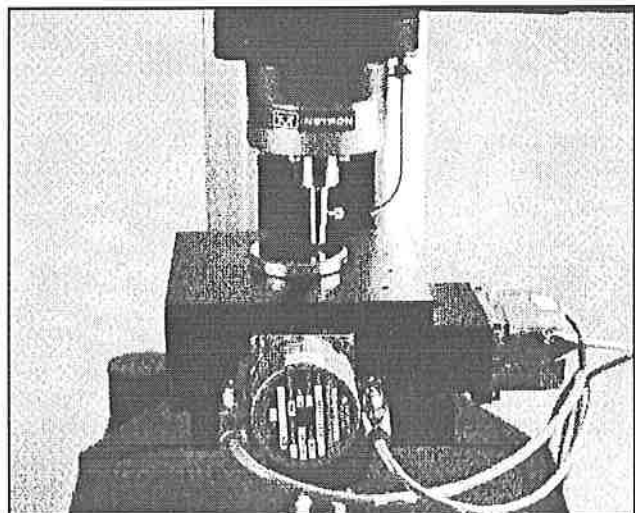
1. ábra



2. ábra

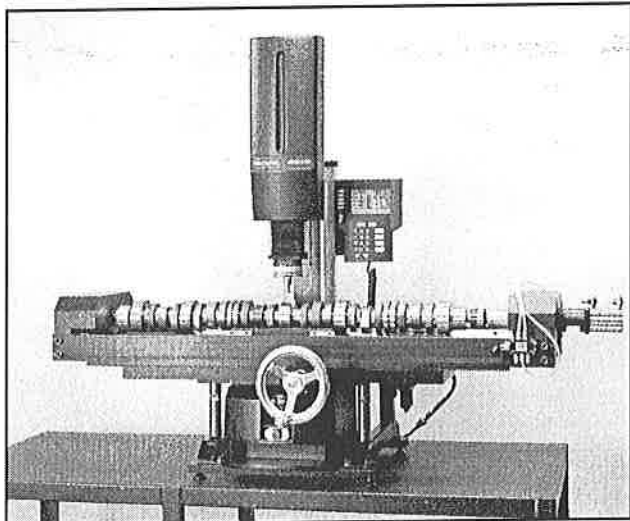
Ezzel szemben a zárt hurkos terhelő rendszer esetén a terhelést egy mikromotor hozza létre, az erő nagyságát pedig a rendszerbe sorosan kötött erőmérő cella és zárt hurkos elektronika szabályozza. Ez azt jelenti, hogy az erőmérő cella folyamatosan méri a terhelés nagyságát és a megkívánt erő elérése érdekében a terhelőmotor vezérlése pillantról pillanatra változik.

Érdemes továbbá figyelembe venni az ún. GR&R körvizsgálatok tapasztalatait is, mely a gép kezelőjének befolyását írja le statisztikai megközelítésben. A körmérés célja annak meghatározása volt, hogy ugyanazon a hagyományos és új terhelési rendszerű géppel, ugyanolyan körülmények között, ugyanazon próbatéteken mért keménységértékek hogyan alakulnak a különböző gépkezelő személyek esetében. A vizsgálat megdöbbentő felismeréssel szolgált: míg a zárt hurkos mérőrendszerű gépen a különböző gépkezelők által mért értékek között 3% szórás volt tapasztalható, addig a közvetlen súlyterheléses gépen ugyanazon gépkezelők által mért keménységértékek között nem ritkán 20%-os szórás is előfordult! Ennek oka elsősorban a közvetlen súlyterheléses gépek terhelési görbéjének alakulásában keresendő (nem mindegy milyen „lendülettel” adjuk rá a súlyterhelést, mennyi ideig tarjuk rajta a főterhelést a próbatésten, Rockwell-eljárás esetén mennyire pontos az előterhelő erő nagysága stb.). Mindezek a zárt hurkos gépen beállított, stabilan állandó és reprodukálható értékek (az elő- és főter-



3. ábra

\*Testor Kft.



4. ábra

helés nagysága, rajtartásának időtartama, a terhelés sebessége mind-mind beállítható és reprodukálható érték). A kezelő dolga csupán a vizsgálat egyetlen gombnyomással történő elindítása. Ennek köszönhető a mért eredmény objektivitása és megbízhatósága.

A Testor 2000 keménységmérő gépek alkalmazási területe – a kiegészítő tartozékokkal együtt (lásd például a címlapon) – széles körű. A nagy „termelékeségük” miatt kiválóan alkalmasak a nagy sorozatszámú mérések végrehajtására. Éppen ezért több automata tárgyasztalmozgató rendszer is illeszthető hozzá, a legegyszerűbb mikrométeres X-Y tárgyasztaltól az elektromotor léptetésű X-Y tárgyasztalos megoldáson (3. ábra) át például a vezérmű bütökstengelyek mérésre alkalmas X irányú eltolással és szögelfordulással pozicionáló automata tárgyasztalig (4. ábra).

### Keménységmérés magas hőmérsékleten

A technika mai állása szerint Rockwell-keménységmérést 700 °C-ig lehetséges végrehajtani (pl. keménységmérés belső égésű motorok alkatrészein, turbinák csapágyszárán stb.). A legnagyobb körültekintést a szűrőszerszám (gyémántkúp) hőállóságának illetve hő hatásra bekövetkező karakterisztikus tulajdonság-változásainak a figyelembe vétele, valamint a keménységmérő gép hőszigetelése, alkatrészeinek a sugárzó hőtől való megvédése jelenti (5. ábra).

## Néhány új keménységmérési eljárás

### MicroRockwell-eljárás

Ez egy új, még nem szabványosított keménységmérési eljárás. Egyszerűen fogalmazva egy nem szabványosított Vickers-vizsgálat 500 g terheléssel, de a szűrőszerszám behatolási mélységének a mérésével.

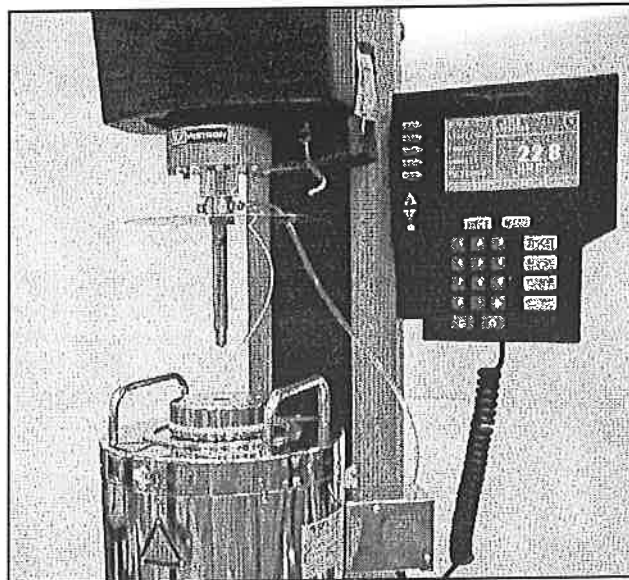
A mérés elve ugyanaz mint a macroRockwell-eljárásnak (behatolási mélység mérése főterhelés ráadása és elvétele után, az előterhelés fenntartása mellett). Egyetlen lényeges különbség a terhelés nagyságában van. Az előterhelés: 50 g, a főterhelés: 500 g.

### Az eljárás előnyei:

- Egyszerűbb és gyorsabb, mint a Vickers- vagy a Knoop-eljárás.
- A mérési eredményt gyorsabban szolgáltatja.
- Ideális a tömegtermelés minőség-ellenőrzéséhez.
- Alkalmazható például vékony fémlapok, borotvapengék, kis alkatrészek, bevonatok vagy hőkezelt rétegek vizsgálatára.

### Műszerezett benyomódás-mérés (IIT – Instrumented Indentation Testing)

Az eljárás lényege, hogy valamely zárt hurkos terhelő rendszerű (pl. Testor 2000, Testor 2100 vagy bármely Instron terhelőkeret) gép segítségével a szűrőszerszámot a próbatétel felületére nyomják mialatt fo-



5. ábra

lyamatosan mérik és regisztrálják a terhelő erőt a benyomódás függvényében.

A fel- és leterhelés során rögzítette adatok egy, a feszültség–alakváltozás görbéhez kísértetiesen hasonló terhelési görbét alkotnak, mely a keménységmérésén túl számos, például kúszási anyagjellemző meghatározást teszi lehetővé.

A mérési eljárás kitölti a most még meglévő „ürr” a hagyományos keménységmérés és szakítóvizsgálatok között.

Az anyagtulajdonságok lényegesen kisebb költséggel határozhatók meg így, mint szakítóvizsgálattal, és az sem elhanyagolható, hogy mindez a vizsgált próbatétel maradandó károsodása, teljes tönkremenetele nélkül lehetséges (ez különösen a nagy értékű, a kis mennyiségű vagy az egyedi alkatrészek esetén lehet lényeges szempont).

Az eljárás szabványosításnak előkészítése már folyamatban van, (mind az ISO, mind ASTM szervezetnél), kibocsátásuk, előreláthatólag a 2002. évre várható (DIN EN ISO 14577 számon). Az alkalmas mérőberendezés prototípusainak az elkészítése 2001 végére várható.

## Műanyagok, gumik keménységmérése

Bár ezek a módszerek nem sorolhatók az előzőekben ismertetett gépekkel és mérési eljárásokkal egy kategóriába, mindenképpen a cikk témájához tartozik a Shore-keménységmérés is. A 6. ábrán látható Shore-keménységmérő újdon-

sága, hogy cserélhető szondák segítségével egyetlen mérőóra alkalmas valamennyi Shore-skála (A, B, C, D, O stb.) szerinti mérés végrehajtására. Ez jelentős költségmegtakarítást jelenthet (beszerzési költség, kalibrálás, javítás, hitelesítés stb.).

A mérőóra alkalmas 6800 mérési eredmény tárolására, illetve az RS 232 kimenetén a mért adatok számítógépre átvihetők, feldolgozhatók és tárolhatóak. A mérendő anyagokra jellemző a keménység időfüggése, ezért a Shore-keménység a leolvasási idő függvényében változik. Ezt elkerülendő, a készülék egy előre beállított (0-99 s) idő eltelte után jelzi ki és rögzíti a Shore-keménység értékét.



6. ábra

