



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

ANYAGSZERKEZETTANI VIZSGÁLATOK A MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNY OKTATÁSÁBAN

BITAY Enikő, BAGYINSZKI Gyula

Abstract

The material structure testing, concerned they the aim of the education of his technical background the presentation of examination principles, and through this the practical justification of the fact that the different levels of the struture of the material are observable with suitable devices. The testing instruments, concerned methods although quite different, it common, that the producer of their information, concerned his carrier some kind of radiation, which may be of two kinds: electromagnetic- (light-, X-ray-) or corpuscular-, that is particle (electron-, neutron-) radiation. The bigger part of the testings on the surface of a sample (on the surface of exterior), his smaller part on its volume (on inner whole one's) can be done. The surface may be the exterior border of the material body, his inside you are his showing segment fracture.

Key words:

macrostructure, microstructure, crystal structure, visual testings, nondestructive testings, microscope testings, electron microscope testings, radio-crystallography, geometry crystallography

Összefoglalás

Az anyagszerkezet-tani vizsgálatok, illetve azok technikai háttere oktatásának célja vizsgálati elvek bemutatása és ezen keresztül annak gyakorlati igazolása, hogy az anyag szerkezetének különböző szintjei megfelelő eszközökkel észlelhetők. A vizsgálati eszközök, illetve módszerek, noha eléggé különbözőek, abban közösek, hogy információjuk előállítója, illetve hordozója valamilyen sugárzás, ami kétféle lehet: elektromágneses (fény-, röntgen-) vagy korpuszkuális, azaz részecske- (elektron-, neutron-) sugárzás. A vizsgálatok nagyobb része az anyagminta felületén (külső felszínén), kisebb része annak térfogatán (belső egészén) végezhető el. A felület lehet az anyagi test külső határa, belsejét láttató metszete vagy törete.

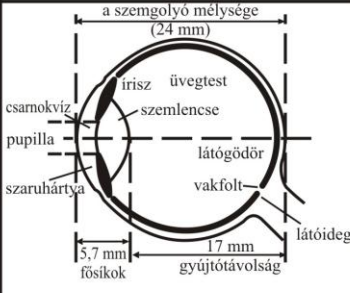


Kulcsszavak:

makroszerkezet, mikroszerkezet, kristályszerkezet, vizuális vizsgálatok, roncsolásmentes vizsgálatok, mikroszkópi vizsgálatok, elektronmikroszkópi vizsgálatok, radio-krisztallográfia, geometriai krisztallográfia

1. Bevezetés

A szilárd anyagok szerkezetét az egésztől a rész(let)ek felé célszerű áttekinteni, hozzárendelve az anyagszerkezet egyes szintjeihez a jellemző szerkezetvizsgálati módszereket. Az anyagszerkezet vizsgálata magában hordja azt az igényt, hogy közvetlenül vagy közvetetten (vizsgálóeszközök felhasználásával) „láthatóvá” tegyük az anyagfelépítés különböző szintjeit, illetve az azokra valamilyen formában utaló jeleket, és a kapott információk alapján értelmezzük az anyagok tulajdonságait.

A vizsgálóeszköz felbontóképességéhez igazodva szokás makroszkopikus, mikroszkopikus, szubmikroszkopikus és atomi szintű szerkezetről beszélni. Ezek az emberi szem, a fénymikroszkóp és a különféle elektronmikroszkópok felbontóképességével észlelhető részletekre utalnak. Az **1. ábrán** egy turbinalapát példáján keresztül láthatók az anyagszerkezeti szintek, illetve a nagyságrendi különbségeik (2 nagyságrendnyi lépésekben) is.

VIZSGÁLAT TÁRGYA ÉS MÉRETÉNEK NAGYSÁGRENDJE		VIZSGÁLAT ESZKÖZE ÉS JELLEMZŐ ANYAGSZERKEZETI SZINTJE	
turbina járókerék a turbínaházban	3 m	 <p>EMBERI SZEM(LENCSE) (SEGÍTŐ OPTIKAI ESZKÖZÖKKEL)</p>	MAKROSZERKEZET
turbinalapát a járókeréken	századrész: 30 m		
szemcsék a turbinalapátban	századrész: 0,3 m	 <p>FÉNYMIKROSKÓP</p>	MIKROSZERKEZET
ötvözőkiválások a szemcsékben	századrész: 3 μ m		
ötvözőkiválások fázishatárai	századrész: 30 nm		
szemcsék felépítő kristály(rács) szerkezet	századrész: 0,3 nm	 <p>ELEKTRONMIKROSKÓP</p>	SZUBMIKROSKÓPIKUS SZERKEZET

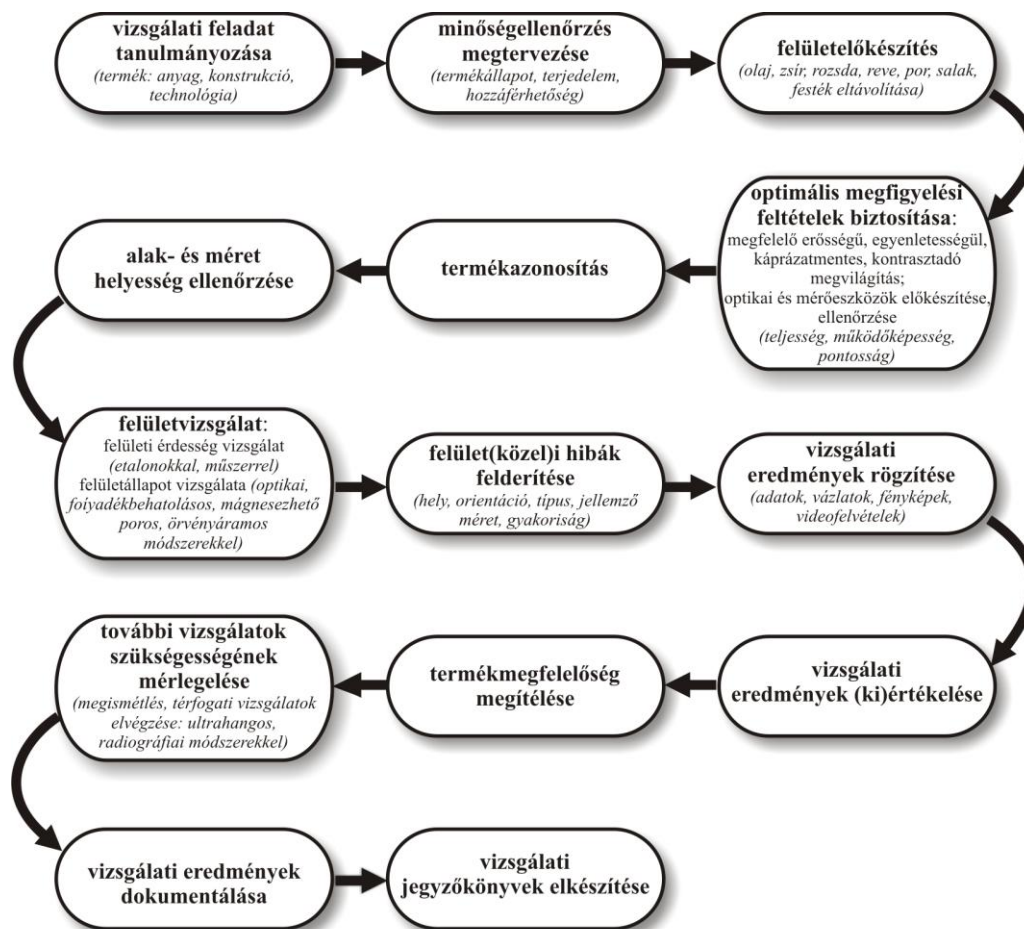
1. ábra. Szilárd anyagok szerkezeti szintjei és azok jellemző nagyságrendje

2. Makroszerkezeti vizuális és roncsolásmentes anyagvizsgálatok

A 2. ábra bemutatja a vizuális – azaz szemmel érzékelhető eredményt produkáló – vizsgálatok egy általános folyamatábráját, pontosabban alapvető szempontjainak rendszerét. Mivel szemünk felbontóképessége korlátozott, ezért már a makroszerkezet vizsgálatához is szükségessé válhat valamilyen optikai nagyítóeszköz igénybevétele.

A roncsolásmentes anyagvizsgálatok fő alkalmazási célja az anyagoknak, illetve azok kötéseinek makroszerkezeti folytonosságát (kontinuitását) megszakító folytonossági hiányok felderítése, különös tekintettel a hibákra. Általában azok a folytonossági hiányok tekintendők hibának, amelyek jellemző mérete meghaladja a megengedett határértéket. A további vizsgálatok:

- a felületi, illetve felületközeli eltérések kimutatására alkalmas folyadékbehatolások (festékpentrációs), mágnesezhető poros, örvényáramos vizsgálat,
- a belső eltérések felderítésére használható ultrahangos, radiográfiai röntgen- és gammasugaras vizsgálat.



2. ábra. Vizuális és optikai vizsgálatok folyamata

3. Fénymikroszkópi vizsgálatok, szemcsenagyság meghatározása

E vizsgálatok jellemzője, hogy az adott anyagból készült próbatest maratlan (mikrorepedések, zárványok megfigyeléséhez) vagy maratott (fázisok, szemcsehatárok megfigyeléséhez) csiszolatát (polírozott, megfelelő kémiai szerrel kezelt síkmetszetét), továbbá töretfelületét rendszerint ötvenszeresnél nagyobb nagyításban vizsgáljuk. Minőségi (kvalitatív) vizsgálatokkal a fázisok, szövetelemek jelenlétének vagy hiányának, jellegének, alakjának, eloszlásának, orientációjának megfigyelése a célunk. Mennyiségi (kvantitatív) vizsgálatok során valamilyen mérőszámot határozzunk meg az egyes fázisok, illetve szövetelemek kiterjedésére (szemcseméretre), arányára vonatkozóan.

4. Elektronmikroszkópi vizsgálatok, diffrakciós számítások

Az elektronmikroszkóp a látható fénynél lényegesen rövidebb hullámhosszúságú, mágneses vagy elektrosztatikus elven irányítható, formálható, negatív elektromos töltésű elektronokból álló sugárral alkot képet. Elterjedt és szilárd fizikai anyagok vizsgálatára széleskörűen alkalmazható a pásztázó elektronmikroszkóp (SEM = scanning electron microscope). A kép kontrasztossága, fényereje, élessége és a kívánt nagyítás elektronikusan szabályozható. Elektromosságot nem vezető mintákat vizsgálat előtt vékony vezetőréteggel kell bevonni (pl. katódporlasztásos aranyozással vagy karbongőzőléssel).

A diffrakciós vizsgálatok során ha monokromatikus (egy adott λ hullámhosszúságú) röntgensugarak (mint elektromágneses hullámok) útjába részben vagy teljesen kristályos anyagot helyezünk, akkor a rendezett rácsszerkezeten elhajló hullámok úgy tekinthetők, mintha az anyag egy-egy atomsíkjáról, mint valami „tükrörről” verődtek volna vissza. A kristályos anyag mögé helyezett fotólemezzen fényes intenzitásmaximumot észlelünk, ha a szomszédos (egymást követő) atomsíkokról „visszaverődő” (azokon elhajló) hullámok útkülönbsége (Δs) az ismert λ hullámhossz pozitív egész számú (n) többszöröse. Ennek az azonos fázisban való hullámtalálkozásnak, illetve erősítésnek feltétele a Bragg-

egyenlet szerint $\Delta s = 2 \cdot d \cdot \sin \Theta = n \cdot \lambda$, ahol d a szomszédos „reflektáló” atomsíkok (rácscsíkok) távolsága, Θ a beeső röntgensugár és az atomsíkok által bezárt szög, n a reflexió foka. A vizsgálati módszer jellemzőinek ismeretében a diffrakciós képet rögzítő fotólemezzel (filmről) leolvasható a megvilágító sugár és valamely intenzitásmaximumot adó sugár által bezárt szög (2Θ). Így a fenti egyenletből meghatározható az adott beesési szög esetén „reflektáló” rácscsíkok d távolsága.

5. Krisztallográfiai modellek és számadatok

A geometriai krisztallográfiát leggyakrabban (pl. tankönyvekben) kétdimenziós axonometrikus drótváz, húrcomópont vagy golyó ábrákkal szemléltetik. Előnyük az olcsó „előállítás”, a kis helyigény és a nagyfokú mobilitás.

Az előbbi csoport továbbfejlesztett térbeli változatai a gyárilag előállított (rendszerint műanyagból készült) demonstrációs modellek és építőkészletek (amik inkább a bonyolultabb szerves kémiai struktúrák makettjei). Ezek borsos árát a házilag „barkácsolt” golyó-drótváz (általában fém, műanyag és fa alapanyagú) vagy ragasztott ping-ponglabda modellekkel igyekeznek kiváltani.

A harmadik csoport a számítógépes statikus modelleké, melyek ötvözik az előző két csoport tulajdonságait és a kétdimenziós monitoron háromdimenziós objektumokként, felületekként jelennek meg. Nem megfoghatók ugyan, de térben elforgathatók, kicsinyíthetők, nagyíthatók. Nagy előnyük, hogy tetszőleges beállítású kétdimenziós kép menthető el róluk, így az első csoport létrehozásához is felhasználhatók.

A negyedik kategória a számítógépes animációké, melyek a leglátványosabbak, de a legfejlettebb hardver és szoftver hátteret igénylik. Segítségükkel a legbonyolultabb rácsátalakulások és torzulások is szemléletesen bemutatathatók. Szintén „hordozhatók” (pl. pendrive-on), bár több tárhelyet foglalnak el, mint a statikus modellek.

A kristályrendszerek leírására szolgál az ún. geometriai krisztallográfia, ami matematikai úton meghatározható paraméterekkel jellemzi a kristályrács elemeit, amihez felhasználja a radiokrisztallográfiai (diffrakciós) úton meghatározott rácsparamétert.

5. Összefoglalás, következtetések

A műszaki – elsősorban gépész és mechatronikai szakirányú – mérnökképzés anyagtudományi gyakorlat-moduljainak fontos része az anyagszerkezeti vizsgálatok. Ezek részben tantermi, részben laboratóriumi gyakorlatokat feltételeznek. Ehhez kívántunk egyfajta oktatási segédlet vázlatot összeállítani, ami segítheti a gyakorlatok tervezését, előkészítését, valamint lebonyolításuk hatékonyabbá tételét.

Irodalom

- [1] Bitay Enikő – Bagyinszki Gyula: *A műszaki anyagtudomány gyakorlatorientált oktatási struktúrája*. Műszaki Tudományos Füzetek FMTÜ XVI. Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa, Kolozsvár, 2011. 47–58.
- [2] Bagyinszki Gyula – Bitay Enikő: *Anyagtudományi gyakorlat-modulok a gépész- és mechatronikai mérnök képzésben*. Műszaki Tudományos Füzetek FMTÜ XVI. Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa, Kolozsvár, 2011. 5–16.
- [3] Bagyinszki Gyula – Kovács Mihály: *Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok – Anyagismeret*. Nemzeti Tankönyvkiadó – Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001.
- [4] Bagyinszki Gyula: *Anyagismeret és minősítés*. Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2004.
- [5] Bitay Enikő: *Anyagtudományi laboratórium I. Tulajdonságminősítő vizsgálatok*. Műszaki Tudományos Füzetek 11., Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2011.
- [6] Bagyinszki Gyula – Galla Jánosné – Harmath József – Jurcsó Péter – Kerekes Sándor – Tóth László: *Mérési gyakorlatok*. KIT Képzőművészeti Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 1999.
- [7] Bagyinszki Gyula – Tar Albert: *Anyagok szubmikroszkópikus és makroszkópikus krisztallográfiája*. Anyagok Világa (Materials World) – Független Elektronikus Szakmai Folyóirat VII. évf. 2. sz. 2007. október, Volume 2 - N^o 1.

Bitay Enikő egyetemi docens

Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar, 540485, Románia, Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.c.
E-mail: ebitay@ms.sapientia.ro

Bagyinszki Gyula egyetemi docens

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
E-mail: bagyinszki.gyula@bkgk.uni-obuda.hu