

**Prohászka János:**

## A fémek és ötvözetek mechanikai tulajdonságai

A Műegyetemi Kiadó gondozásában, az Oktatási Minisztérium Felsőoktatási Pályázatok Irodájának támogatásával, Dobránszky János szerkesztésében 2001-ben hiánypótló könyv jelenhetett *Prohászka János* akadémikusnak a tollából. Az anyagtudomány mélyebb alapjainak megismertetésében korábban is úttörő szerepet vállaló professzor most egy 409 oldal terjedelmű monográfiában igyekszik mindazt összefoglalni, amit a fémek és ötvözetek mechanikai tulajdonságairól tudni kell. Tekintettel arra, hogy e tulajdonságokat az anyag rács- és szövetszerkezete határozza meg, a tulajdonságok tárgyalása nem képzelhető el az anyagszerkezet lényegi tárgyalása, áttekintése nélkül. A 13 fejezetre tagozódó könyvet minden esetben fejezetenkénti irodalomjegyzék zár. Ez megkönnyíti az egyes részterületek iránt érdeklődő olvasóknak a tájékozódást.

A könyv első, igen hangsúlyos, 73 oldal terjedelmű fejezete a tulajdonképpeni azokat az alapfogalmakat tekinteli át, amelyekkel a fémek és ötvözetek mechanikai tulajdonságait értelmezni, és jellemezni tudjuk. A feszültségi és alakváltozási mennyiségek mechanikai értelmezését követően bemutatja azok kísérleti meghatározásának anyagvizsgálati eljárásait: a szakító-, nyomó-, hajlító-, nyíró- és csavaróvizsgálatot és mérőszámait; a különböző Brinell-, Vickers-, Mayer-, Knoop-, Rockwell-féle és egyéb keménységmérési eljárásokat; az anyagok szívósságának jellemzésére alkalmazott Charpy-féle ütővizsgálat jellegzetességeit. Ezt a fejezetet az alakítástechnológiai szempontból igen lényeges technológiai próba, a mélyhúzóhatóság néhány kérdésének taglálása zárja.

A 67 oldal terjedelmű második fejezet a mechanikai viselkedés alapjait adó kristályhibákkal foglalkozik. Az ötvözésnek, a hőkezelésnek és a képlékenyalakításnak a tulajdonságok módosításában betöltött szerepének megértését segíti a pont- és vonalszerű kristályhibák, a diszlokációk energiája, sokszorozódása, metsződése, nem-konzervatív mozgása című alfejezetek, majd a felületi rács hibák és a kristályhibák kölcsönhatását tárgyaló fejezet-rész.

Az első két fejezet a mechanikai tulajdonságok megértésének alapjait tárgyalja. A harmadik, mindössze 26 oldalnyi fejezet, a tulajdonságok egyikeivel, a rugalmas viselkedéssel foglalkozik. Ennek keretében a rugalmas alakváltozás atomi szerkezetből következő okaival, a jelenség kontinuummechanikai leírásával, az egykristályos és a polikristályos fémek rugalmas viselkedésének különbségével, az anizotrópia jelenségével ismerkedhet meg az olvasó. Külön rész taglalja az ún. különleges alakváltozásokat, a „gumiszerű” ötvözeteket, az alakemlékező ötvözeteket, a magnetosztrikció jelenségét és a piezoelektromos anyagokat.

A mindössze nyolc oldal terjedelmű nyedik fejezet az anelaszticitással és az anyagok belső súrlódásával foglalkozik. Az anyagok rugalmas viselkedésének tárgyalásakor hallgatólagosan mindig feltételezzük, hogy a feszültségek és alakváltozások között abszolút lineáris kapcsolat van, azaz a terhelésre az anyag azonnal, időben „késés” nélkül és veszteségmentesen, energiafelhasználás nélkül „válaszol”. Ez azonban csak nagyon jó közelítéssel igaz, hisz a szerkezetnek (az anyagnak) időre van szüksége, hogy a külső terhelésre „megadja a választ”. A „hatás” (terhelés) és a „válasz” (alakváltozás) közötti kapcsolat döntően nem lineáris. Erről az „anelaszticitás” kifejezéssel illetett jelenségről kaphatunk képet az fejezet átolvasása után.

A 21 oldal terjedelmű ötödik fejezet az egykristályok képlékeny alakváltozásával kapcsolatos ismereteket foglalja össze. Tárgyalja a különböző rácsszerkezetű fémek csúsztatásait, csúsztási irányait, rendszereit és az ezekből egyértelműen következő tényeket, mint például a különböző rács szerkezetű fémek felkeményedését.

A 45 oldal terjedelmű hatodik fejezet a polikristályos fémek képlékeny alakváltozásával és a szilárdságuk növelésének elvi és gyakorlati lehetőségeivel, az azt megvalósító technológiák sajátosságaival foglalkozik. Külön rész tárgyalja az egy- és a polikristályos anyagokra jellemző feszültség-alakváltozás görbéket. Átfogó képet kaphatunk az oldott ötvözőelemeknek a mechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatásáról, a kiválasztás, a diszperziós keményedésről, a két- és többfázisú rendszerek viselkedéséről, a fázisátalakulás okozta szilárdság-növekedésről. Mintegy tíz oldal terjedelemben tárgyalja a szerző a szuperképlékenység sajátosságait.

A hetedik fejezet a kúszás jelenségével, leírásának ún. „mérnöki” lehetőségeivel, a folyamat fizikai alapjaival foglalkozik. Az alapvető definíciókat megismerve átfogó képet kaphatunk a kúszás elvileg lehetséges mechanizmusairól: a diszlokációk csúsztatásával és kúszásával, a kristallithatárok csúsztatásával és a ponthibák rendezéssel diffúziójával megvalósuló maradó alakváltozással lejártszó kúszásról. Az alapvető mechanizmusok ismeretében lehetőség van a kúszásra igénybevett anyagok mikroszerkezeti sajátosságainak tárgyalására és egyben a kúszásálló anyagok fejlesztési irányainak kijelölésére. A kúszás jelenségének tárgyalását követően kézenfekvő az alakváltozás lehetséges mechanizmusainak áttekintése a terhelő

feszültség és a hőmérséklet függvényében. Az Ashby által javasolt normalizált feszültség-hőmérséklet koordináta-rendszerben néhány fémre és ötvözetre nézve képet kaphatunk a különböző alakváltozási mechanizmusokról, azok működési feltételeiről és egyben a kúszásálló ötvözetek fejlesztési tendenciáiról.

A 21 oldal terjedelmű nyolcadik fejezete a kifáradás jelenségét tekinti át röviden. Az alapfogalmakat követően bemutatja a terhelés körülményeinek az élettartamra gyakorolt hatását és ezen keresztül a mérnöki gyakorlatban széles körben alkalmazott ún. biztonsági diagramok típusait, azok jellemzőit. Külön rész tárgyalja az ismétlődő terhelés hatására bekövetkező felkeményedést, lágyulás folyamatát, azok anyagszerkezeti hátterét. A fejezetet a kisciklusú fáradásra vonatkozó ismeretek tárgyalása zárja, különös tekintettel annak anyagszerkezeti vonatkozásaira.

A törések jellegzetességeit taglalja a kilencedik fejezet 47 oldalnyi terjedelemben. A törési folyamatok megismerésében minden esetben az ideális, a kohéziós szilárdságból kell kiindulni, és sorra venni mindazon tényezőket, amelyek ezen ideális szilárdságot csökkentik, legyenek ezek akár „belső” ún. anyagszerkezeti, akár külső, vizsgálattechnikai paraméterek. A fejezet e tényezőkről ad áttekintést a ridegtörés Griffith-féle energetikai kritériumból kiindulva a rideg, hasadásos repedés keletkezésének diszlokációs modelljén keresztül a polikristályos fémek rideg-szívós átmenetének értelmezéséig. A képlékeny, kúszásos és fáradásos törés jellegzetességeit, azok anyagszerkezeti sajátosságait külön-külön részek tárgyalják. A fejezetet a törethelyületek információtartalmának elemzése, a fraktográfiai sajátosságok bemutatása zárja.

A törésmechanika néhány irányzatának ismertetése a tizedik fejezetben, 25 oldalnyi terjedelemben kapott helyet. A Griffith-elméletből kiindulva, annak Orovan Egon által javasolt módosításán keresztül a törésmechanikai gyakorlati alkalmazását segítő George Irwin által bevezetett repedésterjesztő erő fogalmáról, modellekről kaphatunk átfogó képet e fejezet bevezető részében. A lineárisan rugalmas törésmechanika klasszikus elveit, összefüggéseit követően a törési szívósság kísérleti módszereit ismerteti. Tekintettel arra, hogy a gyakorlatban minden esetben kisebb-nagyobb méretű képlékeny zóna keletkezik a repedés csúcsa előtt és e folyamat energia-elnyelődéssel jár, a képlékeny zóna méretét befolyásoló tényezők rövid áttekintése indokolt.

A sugárzásnak a fémek és ötvözetek viselkedésére gyakorolt hatásáról a tizenegyedik fejezetben tájékozódhat az olvasó mintegy 21 oldalnyi terjedelemben. Képet kaphatunk a nagyenergiájú részecskék becsapódása okozta anyagszerkezeti változások természetéről (és az ezzel okozott károsodás vizsgálattechnikai elveiről), valamint ezek eredőjéről, a mechanikai tulajdonságokban bekövetkező – káros jelenségeket tükröző – változásokról. A legényesebb ezek közül a szívós-rideg átmenet hőmérsékletének emelkedése, azaz az elridegedés.

A 12 fejezet kilencoldalnyi terjedelemben a társított anyagokkal, a kompozitokkal foglalkozik. Ezen, igen sokféle anyag sajátosságait, viselkedésének elveit taglaló szakirodalom ma már könyvtárakat tölt meg, így nem is várható, hogy a szerző mindezeket természetéről (és az ezzel adódóan csupán a néhány alapelv bemutatása mellett a szálerősítésű anyagok várható viselkedését leíró alapelvekkel ismerkedhet meg az olvasó. Ugyancsak képet kaphatunk a gyakorlat szempontjából igen perspektivikus részecskeerősítésű kompozitokról, amelyeket már napjainkban is széles körben alkalmaznak, és amelyek az anyagtudományi kutatások egyik kiemelt területe.

A könyv érdemi részét a féművegekkel foglalkozó, hétoldalnyi terjedelmű tizenharmadik fejezet zárja, amelyben képet kaphatunk arról, hogy ezen anyagok miképpen egyesítik a kristályos szerkezetű fémek és az amorf üvegek előnyös és hátrányos tulajdonságait. A gyakorlatban alkalmazott féművegek típusait, gyártásának technológiai megoldásait követően azok mechanikai tulajdonságait tekinti át a szerző.

A könyvet függelék és a könyv használatát nagyon megkönnyítő részletes tárgymutató zárja.

Jelen sorok írója összefoglalóan azt mondhatja, hogy az anyagtudománnyal, az anyagvizsgálattal, egyáltalán az anyagokkal foglalkozó szakemberek, egyetemi hallgatók számára magyar nyelven „megszületett” egy olyan könyv, amelyet az említett közösség „bibliaként” fog használni. Jómagam is, aki e közösségnek a tagja, messzemenően egyetértek Szerzőnek a könyv Előszavában megfogalmazottakkal: „Nem könnyű olyan tárgykörből egyetlen tankönyvet írni, melynek hazai előzményei nincsenek”. Megítélésem szerint Prohászka János akadémikus e valóban nem könnyű feladatot igen jól megoldotta, hisz olyan könyvet „tett le”, amelyből hazánkban nagyon sokan fognak tanulni az elkövetkezendő időben, és amelyre nagyon sokat fognak hivatkozni. A Szerző most is megtette azt a lépést, amelyet a több mint 35 éve, 1964-ben megtett, amikor is megírta az első olyan magyar nyelvű egyetemi jegyzetet, amelyben a fémek szerkezetét és technológiai tulajdonságait magyar nyelven első alkalommal a korszerű fémfizikai alapokon tárgyalta (Anyagszerkezeti ismeretek).

Toth László