

A mechanikai tulajdonságok intelligens adatbázisai

Lehofer Kornél

Abstract

Intelligent databases of the mechanical properties. The intelligent database stores the correlation equations based on metal physics correctly and concerning to the mechanical properties (e.g. fatigue or creep strengths) of an alloy group consist of different alloys having the same material structure character (e.g. precipitation hardened ferritic steels). The principles of new method are presented by the high cycle fatigue strengths of ferritic structural steels hardened with subsequent tempering. (These steels were produced and investigated in Japan and Hungary respectively [20, 21].) The material structure of these steels can be also characterised by their yield strength measured at 20°C [10]. Since both the yield strength and the fatigue strength depend on the same way (linear with $1/\sqrt{L}$) the average distant (L) of precipitated particles [19] therefore the are linear correlation among the fatigue strengths and the yield strength too (Fig. 1–3). Therefore it is good enough for this ferritic steel group a general simplified Smith-diagram (Fig. 4) to store in an intelligent database.

Bevezetés

A gépészet mai fejlettségi szintjén a háztartási gépektől az űreszközökig terjedő sokféle funkcionális igényre tervezett szerkezetek anyagaival szemben támasztott követelmények kielégítése érdekében a tervezőmérnök nagyszámú szerkezeti anyag közül választhat. Még ha a nemfém szerkezeti alap- és kompozit anyagok egyre terebélyesedő kínálatától el is tekintünk, akkor is a szerkezeti vas- és fémötvözetek – nemzetközi szabványokban és céges ajánlatokban rögzített – választéka igen széles. Az eligazodás általában nem könnyű, mivel a különféle szerkezeti anyagokat a manapság korszerűnek mondott számítógépes adatbázisok is a kémiai összetételhez kötött minőséggel szerint tartalmazzák. Így az azonos célra szóba jöhető ötvözeteknek a teherviselő fémszerkezet szilárdsági méretezéséhez szükséges mechanikai tulajdonságainak, nemkülönben a feldolgozhatósági (pl. hőkezelés, hegesztés), illetve a felhasználhatósági (pl. korrózióállóság) tulajdonságainak a kiválasztást segítő összehasonlító – netán gazdasági szempontokat is figyelembe vevő – értékelése sem könnyű feladat.

Nehezíti a feladat megoldást az a körülmény is, hogy az acéلبól és fémötvözetekből épített szerkezetek szilárdsági méretezéséhez és biztonságos működtetésük megítéléséhez szükséges mechanikai tulajdonságok hiányosan állanak rendelkezésünkre, különösen a hosszabb, nagyságrendileg a 10^5 h élettartamhoz tartozó kúszási és kifáradási szilárdságok. Egyrészt a különböző összetételű és hőkezelési állapotú szerkezeti anyagok nagy száma, valamint az időben változó hő- és mechanikai igénybevételek, illetve az egyéb járulékos igénybevétel (pl.: korróziós, neutron besugárzási) hatások sokfélesége miatt, másrészt, mert az anyag szerkezete és mechanikai tulajdonságai közötti fémfizikai összefüggésekről is hiányosak még az ismerteink. Ezért még akkor is idő- és költségigényes vizsgálatokra kényszerülünk, amikor egy már vizsgált típusú ötvözetből kissé eltérő összetételű és hőkezelésű ötvözet tulajdonságára van szükségünk, illetve, ha a korábbi vizsgálatokhoz képest az igénybevétel időbeni változása akárcsak kisebb mértékben is módosul. És bár kiterjedt vizsgálatok és kísérletek folynak világszerte, mégis, az említett okok miatt, nem hasznosodik teljes körűen az egyébként egyre növekvő mennyiségű vizsgálati adat információ-tartalma, mégpedig a számítógépesített adatbankok létesítése ellenére sem, mivel – mint említettük, ezek az elnevezésünk szerint **elsődleges adat-**

bázisok – az adatokat a kémiai összetétellel jellemzett szabványos ötvözetípusok szerint rendszerezik és értékelik.

Az ebből fakadó bizonytalanságok feloldása, párosulva a méretezendő szerkezet várható igénybevétele hely- és időfüggvényeinek meghatározási nehézségeivel – beleértve a szerkezet gyártása és szerelése során visszamaradó járulékos igénybevételt is –, állítja nehéz feladat elé a tervezőmérnököt. Ezért is nélkülözhetetlen a korábbi tervezési, gyártási és üzemeltetési tapasztalatok, valamint az anyagvizsgálati adatok rendszerezett feldolgozása és hasznosítása.

Tanulmányunk célja bemutatni, hogyan képezhetők intelligens adatbázisok a fémtanilag megalapozott ismereteink rendszerbe szervezett alkalmazásával úgy, hogy az ötvözött szerkezeti acéloból és fémötvözetekből tervezett szerkezetek szilárdsági méretezéséhez nélkülözhetetlen, de idő-, költség- és vizsgálat-berendezés igényes (pl.: kúszási, fáradási) mechanikai anyagjellemzők várható értéke meghatározható legyen az ötvözeteken napi rendszerességgel (a minőségbiztosítás és -tanúsítás céljából), 20°C-on, szabványos szakítóvizsgálattal meghatározott folyáshatárral mint másodlagos anyagszerkezet-jellemzővel.

Új értékelési módszer – Intelligens adatbázis

Ismertes, hogy a röntgensugaras anyagszerkezet-vizsgálatok eredményei alapján a múlt század elejére tisztázódott a fémek kristályos szerkezete. Az atomok szabályos elrendeződéséből – feltételezve, hogy húzófeszültség hatására a kristály maradó alakváltozás nélkül valamely atomsíkja mentén ridegen fog eltörni – számítható volt a tökéletes rácsonak feltételezett kristályok szilárdsága. Már az első ilyen (a magyar származású Orován Emil által, az 1930-as évek elején, elvégzett) számításoknál kiderült, hogy az elméleti szilárdság mintegy két nagyságrenddel nagyobb a polikristallin fémek mérhető szilárdságnál, ami az elmélet alapján nyilvánvaló volt, mivel a kristallithatárokon a kristályrács szükségképpen rendezetlen. Ám az akkor előállított egykristályokon mért szilárdság is kisebb volt a számítottnál, amiből Orován és mások is arra következtettek, hogy a vizsgált egykristályok feltehetően rácsrendezetlenségeket, ún. diszlokációkat tartalmaznak.

A korábban csak feltételezett diszlokációk jelenlétét később sikerült, például elektronmikroszkóppal láthatóvá tenni, és mennyiségüket is mérni tudjuk. Mindezek megalapozták a fémek reális szerkezete és a mechanikai tulajdonságai közti összefüggések megismerését. Ez a folyamat kísérletekkel és vizsgálatokkal ellenőrzött fémtani modellek alkalmazásával napjainkban is tart.

Mivel a fémek és ötvözeik folyáshatárának ismerete mind a feldolgozhatóságuk mind a belőlük gyártott fémszerkezetek szilárdsági méretezése szempontjából kiemelt jelentőségű, ezért a kezdetektől fogva sokan modellezték és vizsgálták a polikristallin fémek és ötvözeik reális szerkezete és folyáshatára közti összefüggéseket, így ezek a legismertebbek (lásd, pl. összefoglalóan az [1 és 2]-ben). Azt is megállapították, hogy a folyáshatárt növelő technológiai műveletek (ötvözés, hidegalakítás, szemcsefinomítás, hőkezelés) kombinált hatása összegződve nyilvánul meg a fémötvözet folyáshatárában. Ezek a műveletek természetesen a fémötvözet más, a szilárdsági méretezés szempontjából fontos mechanikai tulajdonságait is befolyásolják.

Bár a fémötvözetek mechanikai tulajdonságait leíró fémfizikai modellek ma még ugyan nem alkalmasak a tulajdonságok közvetlen meghatározására, mert vagy nehezen mérhető – különösen statisztikailag megbízhatóan – elsődleges anyagszerkezet-jellemzőket tar-

talmaznak, pl. szabad úthossz, vagy nem mérhetőket, pl. a mozgó diszlokációk sűrűsége. E fémfizikai modellek azonban kifejezik az anyagszerkezetet és az igénybevétel jellemző tényezők közötti összefüggések matematikai jellegét. Vonatkozik ez a szakítóvizsgálattal leggyakrabban mért folyáshatára is.

Az új értékelési módszer alapelve: Ha összevetjük a folyáshatárt és a más, nehezebben mérhető mechanikai tulajdonságot (pl. a kifáradási és a kúszási szilárdságot, a törési szívósságot) az elsődleges anyagszerkezet-jellemzőkkel leíró modelleket, akkor minőségileg új, fémfizikailag megalapozott és a mérési adatok átfogóbb értékelését lehetővé tevő korrelációs összefüggésekre juthatunk a folyáshatár mint másodlagos anyagszerkezet-jellemző és más mechanikai tulajdonságok között.

A folyáshatár mint másodlagos anyagszerkezet-jellemző azért alkalmazható más mechanikai tulajdonságok leírására, mert

- a folyáshatár értéke ugyan attól, a diszlokációk mozgását gátló mikroakadály-rendszerétől (pl. szemmagyság, kiválások átlagos távolsága, oldott ötvözőelemek mennyisége) függ, mint amitől a többi mechanikai tulajdonság is;

- a folyáshatár értékében az anyag mikroszerkezetében eleve meglévő akadályrendszer természetes átlagos hatása jut kifejezésre, hiszen az anyag kellően nagy, makroszkópos térfogatán mérjük;

- a legmegbízhatóbban ismertek a folyáshatár és az elsődleges anyagszerkezeti jellemzők – szemmagyság, kiválások átlagos távolsága stb. – közötti fémfizikai összefüggések.

Ezekhez járul egy jelentős gyakorlati szempont is, nevezetesen az, hogy még manapság is gyakran úgy közlik valamely ötvözet nagy gondal meghatározott kifáradási, törésmechanikai stb. jellemzőit, hogy a vizsgált ötvözet mikroszerkezetére csak a kémiai összetételéből, hőkezelésének technológiai adataiból és a 20°C-on végzett szakítóvizsgálattal jellemzőiből (így a folyáshatárából) következtethetünk – nem beszélve az évtizedekkel korábban, a több tízezer órás kúszásvizsgálatok igen értékes eredményeit tartalmazó közleményekről (pl. [6]). Ezek az igen értékes adatok az elsődleges anyagszerkezet-jellemzőkkel dolgozó fémfizikai modellek számára hasznavehetetlenek!

Az együtt értékelhető ötvözetek csoportosítása: Mivel a folyáshatár összetetten, de természetes módon átlagolva minősíti az anyagszerkezetnek a diszlokációk mozgását gátló mikroakadály-rendszerét, ezért a folyáshatárral leírni kívánt mechanikai tulajdonságokra a fémfizikai modellek összevetésével levezethető korrelációs összefüggések az azonos bázisfémű ötvözetek meghatározott csoportjaira érvényesek.

Az azonos bázisfémű ötvözetek közül egy csoportba sorolhatók azok a különböző összetételű és/vagy hőkezelésű ötvözetek, amelyeknek legében azonos a szövetszerkezete (pl. kiválásokkal keményített), de szilárd oldat matrixuk minősége és rácsszerkezetre azonos (pl. ferrites) és a leírni kívánt mechanikai tulajdonsághoz rendelhető egyéb fémtani (metallurgiai és technológiai) kritériumoknak is megfelelnek. Ebből az következik, hogy a folyáshatárral – mint másodlagos anyagszerkezet-jellemzővel – leírt mechanikai tulajdonságra érvényes korrelációs összefüggés együtthatói nagy statisztikai biztonsággal határozhatók meg, mivel az ötvözetcsoporthoz tartozó anyagmintákon mért adatok együttesen értékelhetők! Az ily módon meghatározott korreláció az ötvözetcsoporthoz sorolható valamennyi ötvözetre érvényes, még ha a leírt mechanikai tulajdonságát eddig nem is vizsgálták!

Azaz, ezzel az értékelési módszerrel, az elsődleges adatbázisok felhasználásával, minőségileg új, ötvözetcsoporthoz érvényes **intelligens adatbázist** hozhatunk létre.

Az intelligens adatbázist felhasználva valamely ötvözet a megtervezett, az előírt, vagy a vizsgálattal meghatározott fémtani jellemzői alapján besorolható a megfelelő ötvözetcsoporthoz, és folyáshatárának tervezett vagy megmért várható értékének és szórásának ismeretében a keresett mechanikai tulajdonságának várható értéke és szórása közvetlenül számítható a keresett tulajdonságra érvényes korrelációs összefüggésből.

Az azonos bázisfémű ötvözetek csoportba sorolásának alapvető szempontja az, hogy a minőségre és rácsszerkezetre azonos szilárd oldatú matrixuk kiválásokkal keményített-e vagy sem. Ugyanis a kiválások keményedési hatása egy nagyságrenddel nagyobb az egyéb szilárdságnövelő hatásoknál.

*További fontos szempont, hogy a csoportba sorolt ötvözet a folyáshatárával leírni kívánt mechanikai tulajdonság vizsgálati igénybevételének hőmérsékletéhez és időtartamához viszonyítva **relatív stabil hőkezelési állapotú** legyen. Ez általában teljesül, mert a szerkezeti anyagokat az igénybevétel hőmérsékletéhez és a megkívánt élettartamhoz viszonyítva relatív stabil hőkezelési állapotban használják. Ez a gyakorlat az ötvözetek mechanikai tulajdonságainak optimalizálására irányuló kísérletek tapasztalatait hasznosítva alakult ki, és az anyagszabványokba is bekerültek hőkezelésük ajánlott technológiái.*

A kiválásokkal keményedő ötvözetek jellemzése: A szerkezeti anyagok részének anyagszerkezete kemény, inkoherens kiválásokkal – acéloknál főleg karbidokkal – keményített szilárd oldat. Ezt az anyagszerkezetet hőkezeléssel állítjuk elő, mégpedig a növelt hőmérsékletű oldó-homogenizáló kezelést követő gyors hűtéssel – fázisátalakulással vagy a nélkül – létrehozott túltelített szilárd oldat mérsékelt hőmérsékletű megeresztésével. Ez a művelet az ötvözet mechanikai (pl.: kúszási vagy törésmechanikai [8, 9]) tulajdonságai szempontjából akkor optimális, amikor a stabil méretű inkoherens kiválások megjelenésére jellemzően az $R_{p0,2/20}$ folyáshatár maximumát követő, még viszonylag nagy értéke az anyag szívósságára jellemző (és a szakítóvizsgálattal során mért szilárdsági és nyúlási adatokból meghatározható [7]) fajtajos törési munka ($W_{c/20}$) maximum értékével párosul.

Relatív stabil állapotban az ötvözetek anyagszerkezete a 20°C-on mért folyáshatárakkal ($R_{p0,2/20}$) jellemezhető. Ugyanis a T hőmérsékleten mért folyáshatár arányos a 20°C-on mérttel, azaz $R_{p0,2T} = k \cdot R_{p0,2/20}$. A k tényező a hőmérséklet függvénye, de ez a függvény ötvözetcsoporthoz azonos [10, 11] és a kiválásokkal keményített ferrites acélcsoportra a [12] Függelékében).

Az értékelési módszer elve, röviden összefoglalva: a 20°C-on mért folyáshatárral leírni kívánt mechanikai tulajdonságra a fémfizikai modellek összevetésével levezethető korrelációs összefüggés együtthatóit a megfelelő anyagszerkezeti és fémtani kritériumok szerint képzett ötvözetcsoporthoz tartozó anyagmintákon mért adatok együttes értékelésével nagy statisztikai biztonsággal meghatározzuk. Az ily módon meghatározott korrelációs összefüggéssel a leírt mechanikai tulajdonság várható értéke és szórása az ötvözetcsoporthoz sorolható valamennyi ötvözetre érvényesen közvetlenül számítható a 20°C-on mért folyáshatár várható értékének és szórásának ismeretében. Azaz, ezzel az értékelési módszerrel, az elsődleges adatbázisok felhasználásával, minőségileg új, ötvözetcsoporthoz érvényes intelligens adatbázist hozhatunk létre.

A módszer alkalmazásának eredményeit és előnyeit a leggyakrabban használt szerkezeti anyagok, nevezetesen az inkoherens kiválásokkal keményített, relatív stabil állapotú szerkezeti acélok és fém-ötvözetek felhasználása szempontjából alapvető mechanikai jellemzőiknek (kúszási, kifáradási szilárdság növelt hőmérsékleten, törési szívósság) leírásával – négy évtizedes kutatómunkánk alapján – már szemléltettük [13–18]. Jelen tanulmányunkban a nagyciklusú kifáradási szilárdság példáján mutatjuk be az intelligens adatbázis létrehozásának módszerét.

A nagyciklusú kifáradási szilárdság leírása

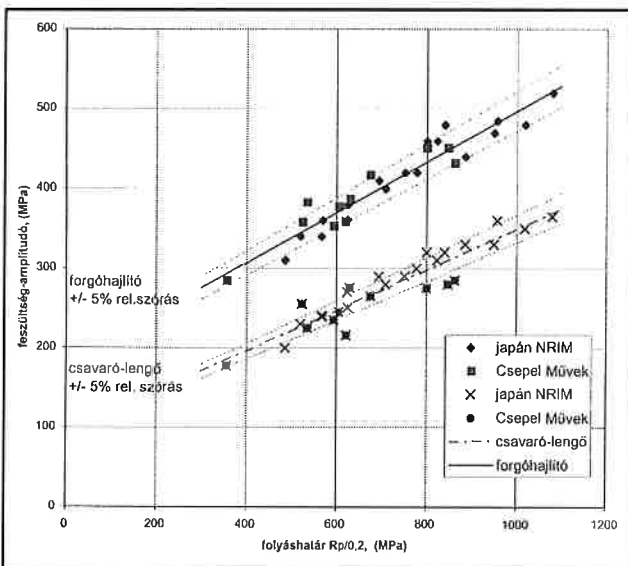
A fémek és ötvözeik feszültségfüggvényvel vezérelt kifáradása a $T < 0,4 \cdot T_{melt}$ hőmérsékleteken (T_{melt} az olvadáspont, K) a diszlokációknak az igénybevételhez képest kedvező irányú csúszási síkok mentén végbemenő, váltakozó irányú, konzervatív mozgásának a következménye.

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

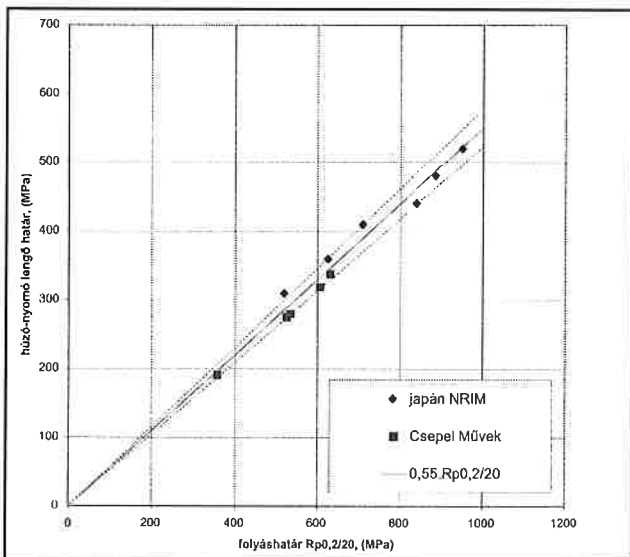
nye alapvetően. Ám a szakítóvizsgálat közben fellépő folyás ugyancsak a diszlokációk konzervatív mozgásának eredője.

Ezért várható volt az az eredmény, amelyet *T. Kawasaki* és *Y. Sawaki* nemesített, ötvözetlen és gyengén ötvözött szerkezeti acélokra 20°C-on végzett kiterjedt anyagszerkezeti (a karbidok átlagos méretét és távolságát *R. L. Fullman* ismert összefüggéseivel [5] határozták meg) és mechanikai (szakító- és forgóhajlító) vizsgálatokkal alátámasztva megállapítottak [19], nevezetesen: mind a folyáshatár, mind a forgóhajlító kifáradási szilárdság lineáris függvénye a karbidok átlagos távolsága reciprok négyzetgyökének, az $(1/\sqrt{L})$ -nek. (Közvetlenül megjegyezzük, hogy a folyáshatárra vonatkozó megállapításuk teljesen megegyező a korábbi kutatásokkal, például *N. J. Petch* (1953, [1]) acélokon, vagy *F. V. Lenel* és *G. S. Ansell* (1961, [2]) Al–Al₂O₃ rendszeren kapott eredményével.)

A két összefüggés összevetéséből módszerünk fémtanilag megalapozott korrelációs összefüggése egyértelműen következik: a kiválásokkal keményített szerkezetű övztek kifáradási szilárdsága folyáshatárunk lineáris függvénye.

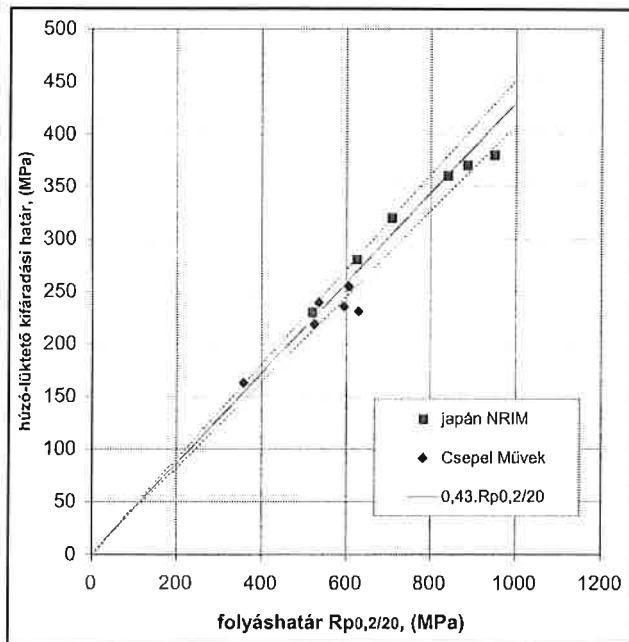


1. ábra. A kiválásokkal keményített ferrites szerkezeti acélok 20°C-on, 2.10⁷ ciklusnál mért forgóhajlító és csavaró-lengő kifáradási szilárdsága várható értékének változása folyáshatárunk függvényében



2. ábra. A kiválásokkal keményített ferrites szerkezeti acélok 20°C-on, 2.10⁷ ciklusnál mért húzó-nyomó lengő kifáradási szilárdsága várható értékének változása folyáshatárunk függvényében

Ezt szemlélteti az 1. ábra nemesített, ötvözetlen és gyengén ötvözött szerkezeti acélokon a japán fémpari kutatóintézetben (NRIM) és a Csepel Művek anyagvizsgáló intézetében 20°C-on mért adatok [20, 21] együttes értékelése alapján. Az $N = 2.10^7$ igénybevételhez tartozó forgóhajlító illetve csavaró-lengő kifáradási szilárdság várható értékeit leíró regressziós egyenesek együtthatói: $r = 0,96$, azaz a korreláció szorosnak mondható, ugyanis a részleteiben szükségképpen különböző acélgártási technológiák és vizsgálattechnikák ellenére a mérési adatok zöme a regressziós egyenesek ± 5 rel. %-os sávjain belül vannak.



3. ábra. A kiválásokkal keményített ferrites szerkezeti acélok 20°C-on, 2.10⁷ ciklusnál mért húzó-lüktető kifáradási szilárdsága várható értékének változása folyáshatárunk függvényében

Hasonlóan szoros ($r = 0,97-0,98$) a korreláció a 20°C-on mért húzó-nyomó lengő és a húzó-lüktető kifáradási szilárdság és a folyáshatár között. És mivel a kapcsolatot origón átmenő egyenesekkel is egyenértékűen leírható (2. és 3. ábra), ezért a kiválásokkal keményített ferrites szerkezeti acélok csoportjára egy általános, egyszerűsített (számítógépes intelligens adatbankba is bevitelhető) kifáradási Smith-diagram szerkeszthető, amelyből a 4. ábrán alapján meghatározható a különböző közép feszültséghez tartozó húzó-lengő kifáradási szilárdság 20°C-on várható értéke a csoportba tartozó acél 20°C-on mért folyáshatára várható értékének ismeretében.

Az általános Smith-diagram használatához ismerni kell a gépalkatrész igénybevételének $R_m = (R_{max} - R_{min})/2$ közép feszültségét és nemesített acélananyagának $R_{p0,2/20}$ folyáshatárát. Ezek ismeretében a diagramban szereplő m közép feszültség-tényező számítható:

$$m = R_m / R_{p0,2/20}$$

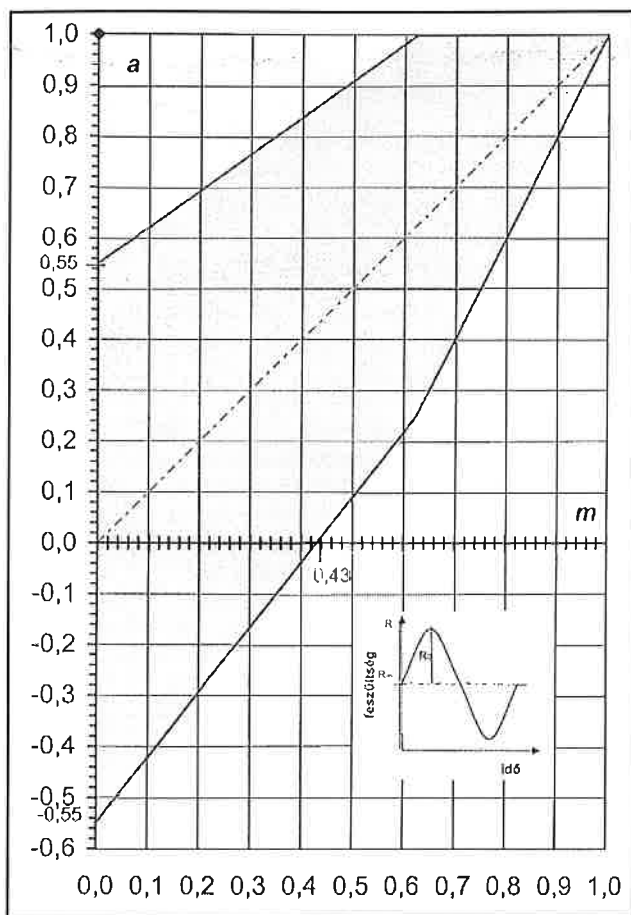
és a diagramból olvasható a kifáradás szempontjából még biztonságos feszültség-amplitúdót meghatározó amplitúdó-tényező abszolút értéke, $|\Delta a|$, amely az m értékéhez tartozó ordináta és a biztonsági terület határoló egyenesek metszéspontjainak a értékeiből számítható:

$$|\Delta a| = (a_{max} - a_{min})/2$$

Mivel a biztonsági terület határoló egyenesek egyenletei ismertek, ezért $|\Delta a|$ legnagyobb, még megengedhető értéke az m ismeretében közvetlenül kiszámítható, mégpedig:

$$|\Delta a| = -0,279 \cdot m + 0,55, \text{ a } 0 \leq m \leq 0,6242 \text{ tartományban, illetve } |\Delta a| = 1 - m, \text{ ha } m > 0,6242$$

Az általános Smith-diagram alapján az összetartozó m és $|\Delta a|$ értékekkel a nemesített (ferrit-szemcsés karbid szövetszerkezetű)



4. ábra. A kiválásokkal keményített ferrites szerkezeti acélok 20°C-on, $2 \cdot 10^7$ húzó-lengő igénybevételi ciklushoz tartozó általános, egyszerűsített kifáradási Smith-diagram

acélok – sima próbatesteken mért – 20°C-ra érvényes, a $2 \cdot 10^7$ igénybevételi ciklushoz tartozó húzó-lengő kifáradási szilárdságának (R_{le}) várható értéke az acél 20°C-on mért folyáshatárának ismeretében:

$$R_{le} = R_{p0,2/20} (m \pm \Delta a)$$

A húzó-nyomó lengő kifáradási szilárdság ($m = 0$): $R_{le} = \pm 0,55 \cdot R_{p0,2/20}$
 A húzó-lüktető kifáradási szilárdság: $R_{le} = R_{p0,2/20} (0,43 \pm 0,43)$

Hivatkozások

- [1] Petch, N. J.: Journal Iron and Steel Institute, 177 (1953) p. 25.
- [2] Lenel, F. V., Ansell, G. S.: Powder Metallurgy, Interscience Publishers, New York-London, 1961, pp. 267-307
- [3] Verő József: A folyási határ növelésének kérdése a korszerű elmélet tükrében, Kohászati Lapok, 100 (1967) 5. pp. 193-200.
- [4] Prohászka János: A szilárdságnövelés lehetséges módjai és korlátjai a korszerű fémtani kutatások tükrében, Bányászati és Kohászati Lapok Koházat, 105 (1972) 5. pp. 199-211.
- [5] Fullman, R. L.: Trans. AIME 197 (1953) pp. 447 – 452., és p. 1267.
- [6] Ergebnisse Deutscher Zeitstandversuche Langer Dauer, Hrg.: VDEh., Düsseldorf 1969.
- [7] Gillemot, L., Sinay, G.: A kontrakciós munka mint anyagjellemző, MTA Műsz. Tud., Oszt. Közl. 22. 1958. 4. pp. 343-363.
- [8] Artinger, I.: Kohászati Lapok 101 (1968) 4. pp. 120-124.
- [9] Artinger, I., Korach, M., Lehofer, K., Markó, J.: Connections between the factors determining the toughness of hot-working steels, Proc. of 5th Conf. on Dimensioning and 6th Congr. on Material Testing, Budapest 1974., Akadémiai Kiadó, Vol I. p. 214.
- [10] Lehofer, K.: Yield point as a material structure peculiarity, V. Symp. on Metallography, Proc. 2 Part, pp. 23-30. Vysoké Tatry, Czechoslovakia, 1983.
- [11] Lehofer, K.: A folyáshatár mint anyagszerkezet-jellemző, Magyarok szerepe a világ természettudományos és műszaki haladásában tudományos találkozó, Budapest 1986. Előadások II. kötet, 432-438 o.
- [12] Lehofer, K.: Anyagvizsgálók Lapja 14 (2004) 3. pp. 85-86. (Függelék)
- [13] Lehofer, K.: Összefüggések a kiválasztott keményedő ötvözetek szövetszerkezete és kúszási tulajdonságai között. Kandidátusi értekezés. MTA. 1970.
- [14] Lehofer, K.: New method for appreciation of recovery creep properties of the precipitation hardened alloys ... Proc. 4th Conf. on Dimensioning, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971. p. 89.
- [15] Lehofer, K.: Determination of fatigue life in elevated temperature on the basis of the creep laws, V. Mezinárodní symposium o zárupevných kovových materiálech 1976. Vsetin, II. pp. 392-402.
- [16] Lehofer, K.: A kifáradási élettartam meghatározása nagy hőmérsékleten, Gép XXIX. (1977) 3. pp. 100-108.
- [17] Lehofer, K.: Coherent view of creep and fatigue, Problemű Procsnosztyi (Problems of Strength) 1995. 1-2., pp. 126-136.
- [18] Lehofer, K.: A K_{IC} törési szívósság anyagszerkezet-függése, Anyagvizsgálók Lapja 1995/4. p. 123.
- [19] Mechanical Behaviour of Metals, Vol II, Fatigue of Metals, SMSc. Japan, 1972. Kawasaki, T., Sawaki, Y.: Microstructural analysis of fatigue strength of quenched and tempered steel, p. 240
- [20] NRI Fatigue data sheetes, Tokyo, Japan, 1978/79
- [21] Acél atlasz, Budapest, 1971. Csepel Művek Anyagvizsgáló Osztály

HÍREK

Marovisz-közlemény

A IV. Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítást 2005. április 12-15-én Egerben rendezi meg a Marovisz. Terveink szerint a *Bent vagyunk! Bent vagyunk? Hogyan tovább?* gondolat jegyében alakítjuk programunkat, hogy – szakmánk érdekeinek figyelembevételével – szembesítsük a belépésünket megelőző elképzeléseinket a kirajzolódó valósággal, a mintegy egyéves tapasztalatainkkal.

Programunk módot ad a hazai és a külföldi szakembereknek, hogy napra készen bemutassák a módszer- és eszközfejlesztés eredményeit. Megfelelő áttekintéssel és hatáskörrel rendelkező előadók bevonásával foglalkozni fogunk az eszközfejlesztéshez szükséges gazdasági támogatások lehetőségeivel és korlátjaival; továbbá, a képzés, minősítés, akkreditálás stb. – már hagyományos – témákban bekövetkezelt változásokkal is.

Remélem, hogy e rövid előzetes programajánlat felkeltette szakmánk művelőinek az érdeklődését. Rendezvényünk részletei olvashatók a www.marovisz.hu honlapunkon, de személyesen is érdeklődhetnek az (1) 278-0632 telefonon.

Tisztelettel: *Tarnai György*

A Magyar Szabványügyi Testület 2004. június 28-i tisztújító közgyűlése a testület elnökévé választotta *dr. Ginszler János* egyetemi tanárt, az MTA leve-

lező tagját, a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék vezetőjét, a BME Mérnöktoyábbképző Intézetének igazgatóját. Gratulálunk! Munkájához sok sikert kívánunk!

A XI. Nemzetközi Hegesztési Konferencia (egyben a 4. GTE-MHTE-DVS közös konferencia) a Budapesti Műszaki Főiskolán 2004. augusztus 23. és 26. között került megrendezésre. A *Hegesztés az európai csatlakozás után* szlogenű konferenciát a világszerte elismert néhai *Prof. Dr. Konkoly Tibor* emlékének szánták születésének 80. évfordulója alkalmából. A külföldi résztvevők is megismerhették a hegesztés hazai fejlődéstörténetét, és eredményeit. Hazánkban a hegesztőmérnök (EWE) és technológus (EWT) képzés megfelel az Európai Unió követelményeinek és a diplomákat az EU tagállamai kölcsönösen elismerik. A hegesztés és a hozzá szervesen kapcsolódó anyagvizsgálat területéről kiütűnő (öt országból nyolc) külföldi és hazai szakemberek kutatási és ipari alkalmazási eredményeit bemutató előadásait hallgathatták a résztvevők

A konferencián átadták a GTE Hegesztési Szakosztálya által 1986-ban alapított *Zorkóczy Béla-emlékérmét* a hegesztés oktatása, kutatása és ipari alkalmazása terén kimagasló eredményeket elért szakembereknek. Ez évben Prof. Dr. Artinger István (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem), Dr. Gáti József (Budapesti Műszaki Főiskola) és Dr. Pirkó József (Miskolci Egyetem) részesült a kiütűetésben. Gratulálunk!