

Ferromágneses anyagok roncsolásmentes vizsgálata új módszerrel

Vértesy Gábor¹ – Ivan Tomáš²

A ferromágneses anyagok vizsgálata során magától értetődő, hogy a mágneses tulajdonságok mérésével számos, az anyagban végbemenő változás nyomon követhető, hiszen szoros kapcsolat van az anyagok szerkezete és mágneses viselkedése között. A mágneses tulajdonságok vizsgálatának egyik hatékony (de természetesen nem egyetlen) módja az anyag mágneses hiszterézis görbéjének mérése. Számos ilyen vizsgálati módszert alkalmaznak a gyakorlatban is, ahol szerkezeti anyagok hiszterézis görbéjét közvetlenül mérik, és ebből vonnak le következtetéseket azok fáradására, vagy egyéb, az anyagszerkezetben bekövetkező változásra [1, 2]. Ezen módszerek hátránya azonban, hogy egyrészt a roncsolásmentes módon alkalmazott mágneses mérések sokszor csak nehezen valósíthatók meg, különösen, ha nagyméretű, szabálytalan alakú mérendő objektumról van szó, másrészt csupán néhány, a hiszterézis görbéből származtatható paraméter (telítési indukció, koercitív térerősség, kezdőpermeabilitás stb.) mérésére van lehetőség. További hátrány, hogy ezen paraméterek megbízható méréséhez az anyagot mágnesesen telíteni kell, ami a nagy lemágnesezési tényezőből adódó szórt mágneses tér miatt nagyon sok esetben nehéz, vagy lehetetlen.

A jelen munkában egy olyan új, az elméleti mágneses hiszterézis modellezésen és számításon alapuló mérés technikát ismertetünk, amelynek során a hiszterézis alhurkok sorozatának mérésével határozhatók meg az anyagtól függő paraméterek. Ez a módszer jól kihasználja a korszerű számítástechnika lehetőségeit, és segítségével sokkal több információ származtatható, mintha csak a hiszterézis hurok néhány kiválasztott paraméterét mérnénk. Jelentős előny még, hogy az anyagot nem kell mágnesesen telíteni: a lemágnesezett állapot környékén mért hiszterézis alhurkok sorozatából is mágnesesen tökéletesen jellemezhető az anyag. Az alábbiakban összefoglaljuk a módszer lényegét, bemutatjuk a munka során elért első eredményeket, és azokat összehasonlítjuk a hagyományos hiszterézis mérésekkel kapott eredményekkel.

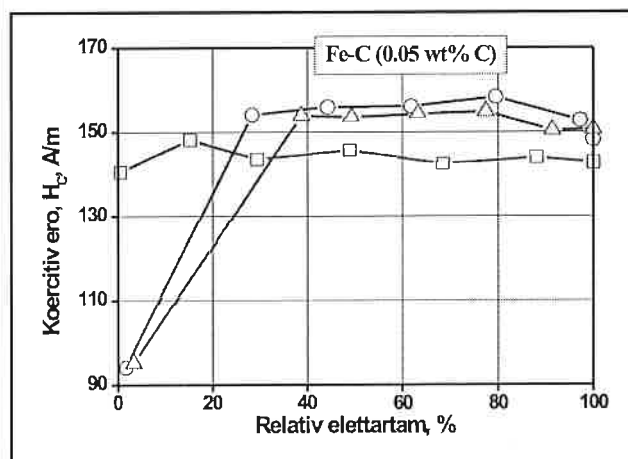
A hiszterézis alhurkok módszere

A módszer a mágneses hiszterézis görbe elméleti modellezésén alapul. A kiindulási alap az ún. Preisach-modell, amely szerint a mágnesezési folyamat nagyszámú, elemi mágnesezési hurok szuperpozíciójával írható le [3]. A mágnesezhető anyag viselkedése a külső mágnesező tér bármilyen tartományában egy eloszlásfüggvénnyel (Preisach-függvény) jellemezhető, ami azt mutatja meg, hogy egy adott mágneses tér értékénél mennyi elemi mágneses ugrás következik be. A Preisach-függvény sok információt tartalmaz a mágnesezési folyamatról, ami viszont szorosan összefügg a mikroszerkezet változásával. Ezért az erre alapozott, és a megfelelő számítástechnikai háttérrel kiegészített mágneses hiszterézis mérések jó alapot szolgáltatnak az anyagok roncsolásmentes jellemzéséhez [4].

Első lépésként a módszer hatékonyságának igazolására két, egyenként három darabból álló mintasorozaton végeztünk méréseket. Azt vizsgáltuk, hogy a fárasztás hatására milyen mágneses változások következnek be. A minták 0.05, ill. 0.1 súlyszázalék szenet tartalmazó, 950 °C-on hőkezelt, rúd alakú (6 mm átmérőjű és 100 mm hosszú), polikristályos Fe-C minták voltak. A próbatesteket szervohidraulikus berendezéssel fárasztottuk, 1 Hz-es frekvenciájú, rögzített amplitúdójú,

±5.5 kN (180 MPa) erősségű ciklikus terhelést alkalmazva. Az minták átlagos élettartama 120 000 (C = 0.05%), ill. 140 000 (C = 0.1%) ciklus volt. Minden 20 000 ciklus után mértünk.

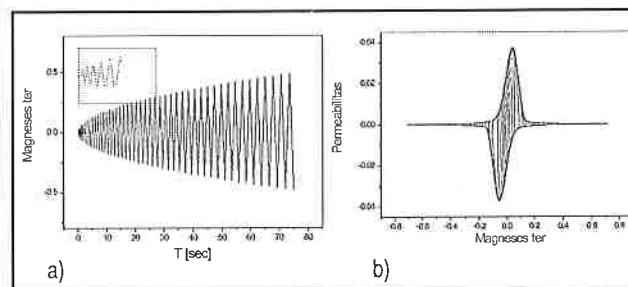
Összehasonlító mérések céljából a hagyományos hiszterézis paramétereket is mértük egy hiszterográf segítségével. Az 1. ábrán látható a koercitív erő változása a 0.05% széntartalmú minta élettartamának függvényében. Látható, hogy a fárasztás elején ez a mennyiség jól mérhető módon megnő, de a további fárasztás hatására már nem változik, tehát ennek alapján nem állapítható meg a minta várható maradék élettartama. A többi paraméter mérése hasonló eredményre vezetett.



1. ábra. A hagyományos hiszterézis mérésekből meghatározott koercitív erő változása a minta élettartamának függvényében, három különböző mintára.

A Preisach-eloszlás kísérleti meghatározásához a mintákat egy erre a célra kifejlesztett eszközzel mértük, amelynek során az anyagot háromszög alakú árammal egy szolenoidban ciklikusan mágneseztük a lemágnesezett állapotból kiindulva. Az áramerősség időbeli változása minden ciklusban állandó volt, és az amplitúdó lépésről lépésre növekedett. A mintát körülvevő érzékelő tekercsben indukált jel arányos a mágneses indukció megváltozásával. A 2. ábra mutatja a mágneses tér időbeli változását, valamint a minta permeabilitását a ciklikusan növekvő mágneses tér függvényében.

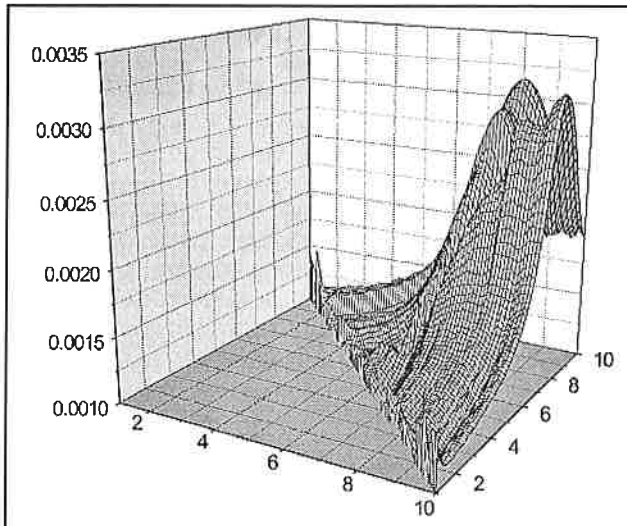
A mért adatok alapján kiszámítottuk a Preisach-eloszlást, amely a 3. ábrán látható. Ez a három dimenziós függvény tartalmazza mindazon



2. ábra. A mintát gerjesztő mágneses tér időbeli változása, a kezdeti szakasz kinagyítva, (a), és a minta permeabilitásának változása a ciklikusan növekvő mágneses tér hatására (b).

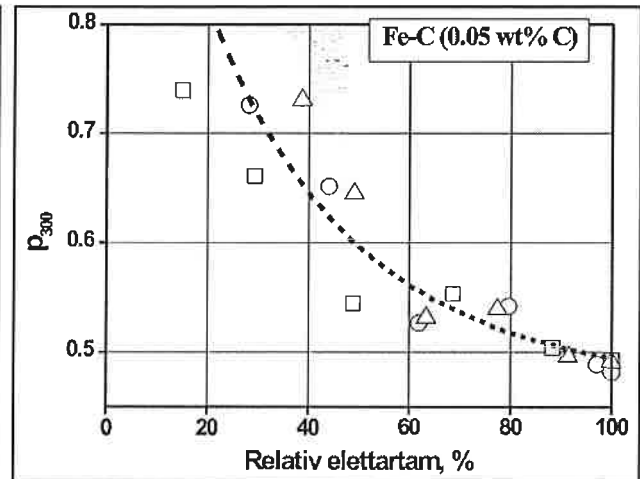
¹ Magyar Tudományos Akadémia, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet, 1525 Budapest, Pf. 49

² Cseh Tudományos Akadémia, Fizikai Intézet, Na Slovance 2, 18221 Praha



3. ábra. A mágneses alhurkok mérési sorozata alapján számított Preisach-eloszlás

adatot, amelyet a mágneses hiszterézis alhurkok mérésének sorozatából kapunk. Igen nagyszámú paraméter származtatható belőle. Annak eldöntése, hogy az eloszlásfüggvény különböző pontjai az anyag mely jellemzőjének felelnek meg, egyáltalán, hogy melyeknek van fizikai jelentése, további részletes analízist igényel. Illusztrációként, és összehasonlításként egy paraméter változását mutatjuk be a 4. ábrán, a minta élettartamának függvényében. Jól látszik, hogy a p_{300} -nak nevezett paraméter monoton csökken az élettartam függvényében, tehát annak alapján egyértelműen következtetni lehet a mért minta várható élettartamára. Több, hasonló tulajdonsággal rendelkező paraméter is származtatható. A mért adatok jól egyeznek mindkét vizsgált mintasorozat esetén.



4. ábra. A Preisach-eloszlás egyik paraméterének függése az élettartamtól az 1. ábrán szereplő minták esetén

Összefoglalásképpen megállapítható, hogy az itt bemutatott új vizsgálati metodika az első kísérleti eredmények alapján ígéretesnek látszik a ferromágneses anyagokban bekövetkező szerkezeti változások nyomon követésére, az anyagok részletesebb jellemzésére.

Irodalom

- [1] H. Kronmüller: Int. J. Nondestruct. Testing, 3 (1972) 315
- [2] C.C.H. Lo, F. Tang, D.C. Jiles, S.B. Biner: IEEE Trans. Mag., 35 (1999) 3977
- [3] F. Preisach: Zeitschrift für Physik, 94 (1935) 277
- [4] I. Tomáš, Y.Y. Melikhov, J. Kadlecová, O.V. Perevertov: Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics, vol. 17, Electromagnetic Nondestructive Evaluation IV. (IOS Press, Amsterdam 2000), pp 120-126

Ausztentés feltöltő varratok ultrahangos vizsgálata atomerőműi szerkezetek gyártásakor

Széll László*

Az Oskarshamn svéd atomerőműi project keretében megrendeltek egy hegesztett radiál házszerkezetet. Az adott konstrukcióban ausztentés feltöltő hegesztéssel készült varratok is voltak.

A megrendelő kérte a részletes ultrahangos vizsgálati eljárás (DUP) kidolgozását különös tekintettel az ausztentés feltöltő hegesztésre, mely DUP-ot a Svéd Atomerőműi Ellenőrző Hatóságnál (SAQ) előzetesen jóvá kellett hagyatni. Sem a szabványos, sem pedig az ALSTOM-on (akkor ABB) cégen belüli létező vizsgálati előírások nem voltak alkalmazhatók arra az esetre.

A megrendelő szakmai irányelvként a KBM EP 3-23 előírást küldte meg.

A feladat végrehajtásának fő pontjai:

1. A KBM-EP 3-23 előírás értelmezése
2. Vizsgálófejek kiválasztása
3. Ellenőrző tesztek elkészítése
4. A DUP elkészítése és elfogadtatása SAQ-val.
5. A vizsgálatok elvégzése az átvevő jelenlétében.

A vizsgálati technikát SAQ elfogadta és a hegesztett radiál házat legyártottuk.

*ALSTOM Power Hungária Rt.

Új módszer a hőszigetelési hatások roncsolásmentes kiértékelésére

Száva János¹ – Dani Péter² – Constantin Vasile³
– Marti Isván⁴

Az épületek tartószerkezete sok esetben hengerelt fém-idomokból áll, amelyek a tűzvéz esetén károsodnak. Főleg a tartóelemeknek szilárdsága csökken a hőmérséklet-növekedés hatására. Többek között bekövetkezhet a szakítószilárdság tetemes (sok esetben 60–70%-os) csökkenése is.

Annak érdekében, hogy az épületek biztonsága megnövelhető legyen, a fém-idomokat, mint tartóelemeket, védőréteggel vonják be, amellyel csökkentik a hő terjedési sebességét a fémszerkezet felé és ugyanakkor az esztétikai követelményeket is kielégítik.

A szerzők, ezeknek a különböző típusú védőrétegeknek optimális kiválasztására és minőségi, illetve mennyiségi kiértékelésére dolgoztak ki egy sajátos eljárást, melynek bemutatása a jelen dolgozat témája.

Az eljárás elve: egy elektronikus próbapad segítségével ellenőrzött hőmérsékletnővekedést idézünk elő a tanulmányozott próbatestben. A hőmérséklet állandósulása (stabilizálódása) után pontosan megmérjük a különböző (festék)védőrétegen, illetve a fém próbatestben is a hőmérsékletet. A mért hőmérséklet-különbségekből meg lehet állapítani az illető védőréteg(ek) hőszigetelő hatásfokát. Ennek segítségével pedig, el lehet dönteni – a bevonat árát és a munkaköltséget is figyelembe véve –, hogy milyen típusú védőréteget érdemes maximális hatásfokkal alkalmazni (javasolni) annak érdekében, hogy az épület tartószerkezete tűzbiztonsági szempontból a leghosszabb ideig ellenálljon (ne menjen tönkre).

¹Dr., egyetemi tanár, okl. autómérnök; ²okl. elektromérnök, doktorandusz;

³okl.mérnök; ⁴ egyetemi hallgató