X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BÓRRAL MIKROÖTVÖZÖTT, KIS KARBONTARTALMÚ, ALUMÍNIUMMAL CSILLAPÍTOTT ACÉLLEMEZEK SZÖVETSZERKEZETÉNEK HATÁSA A LEMEZEK HIDROGÉNÁTERESZTŐ KÉPESSÉGÉRE

Fábián Enikő Réka

Abstract

There is not a well definite relationship between the microstructures (studied by optical microscope) of the studied boron micro alloyed, aluminium killed, low carbon steel sheets and the hydrogen permeability. The hot rolled coil of Fe13B grade steel microstructure had constituted from ferrite, carbide and inclusions non-metallic. The ferrite grains size was not homogeneous (generally the grains size class were 10 but at the end and at the beginning of the coil, next to the surfaces we could 6 by standard ASTM E 112-96). We observed big quantity of carbides (on average 7000- 13 000 carbides/mm²)- with size smaller than 1 μm². The T_H values were low as before such after skin pass rolling (between: 1.6- 2.2). At the cold rolled coils of DC04EK-B grade steel T_H values were between 1,8-10,7. The samples had homogenous microstructure composed from fine grain ferrite, small carbides (on average 1 100- 6 000 carbides/mm², with size smaller than 1 μm²) and some inclusions non-metallic. Skin pass rolling has no effect on the hydrogen permeability of the B micro alloyed low carbon steel sheets. At these steels is possible that the hydrogen traps are in relation with the nitrid formation.

Bevezetés

A hidrogén az acélban intersticiósan oldódik. A hidrogénatomok a vas ideális rácsában az oktaédes és tetraédes helyeken helyezkedhetnek el, reális szerkezetekben viszont úgynevezett csapda helyekhez is kötődnek. Ilyen csapdahelyek az interszticiális helyek, szemcsehatárok, határfelületek, diszlokációk, mikroüregek. Az acélok tulajdonságait a rendkívül kis mennyiségben (10...30g/t) alkalmazott B ötvöző jelentős mértékben befolyásolhatja: például az acélhoz adagolt bórnak szilárdságnövelő hatása van. Felmerült a kérdés, hogy milyen hatása van a bórral való mikroötvözésnek a hidrogén csapdák kialakulására.

Kíséleti anyagok

A vizsgált, 1. táblázatban látható vegyiösszetételű, 3 adag, bórral mikroötvözött, kis karbontartalmú, alumíniummal csillapított, acélokat a Dunafer Rt-nél, LD konverterben állították elő, ahol ezekből folyamatos öntéssel brammákat gyártottak. A brammákat 6 állványos meleghengerson hengerelték. A további technológiai műveleteket a Dunafer- Voest Alpine Hideghengermű Kft-nél végezték. Egy adagot (G jelű) pácolás után dresszíroztak és kikészítettek. A technológiai adatokat a 2. táblázatban

láthatjuk. Két adagot (E és F jelűeket) pácolás után 7 lépésben hidegen hengereltek, lágyítottak és dresszíroztak, majd kikészítették (lásd 3. táblázat).

Tekercs jele	Vegyösszetétel (tömeg%)													
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Ti	V	B	O	N
G	0,039	0,21	0,015	0,014	0,009	0,03	0,04	0,03	0,038	<0,005	<0,005	0,0028	0,0039	0,0050
F	0,036	0,21	0,008	0,007	0,007	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0026	0,0032	0,0031
E	0,042	0,22	0,011	0,008	0,009	0,04	0,03	0,03	0,052	<0,005	<0,005	0,0030	0,0036	0,0029

1. táblázat. A vizsgált tekercsek vegyi összetétele adagelemzéskor

Mintatekercs jele	Minőség	Melegtekercs mérete [mm x mm]	Izzítási hőm. magban [°C]	Beadási hőm. [°C]	Hengerlési véghőm. [°C]	Csévélési hőmérséklet [°C]
G	FeP13-B	2,20 x 1100	1297	1023	847	676 °C

2. táblázat A vizsgált meleghengerelt minták technológiai jellemzői

Mintatekercs jele	Meleg-minőség	Készáru minőség	Melegtekercs mérete [mm]	Készáru mérete [mm]	Csévélési hőm. [°C]	Lágyítás	
						Hőm. [°C]	Idő [h]
F	FeP13-B	DC 04EK-B	3,5x1295	1,00x1280x2220	677	680	18
E	FeP13-B	DC 04EK-B	3,2x1135	0,8x1120x1692	692	670	16

3. táblázat. A vizsgált hideghengerelt minták technológiai jellemzői

A tekercsek elejéből, közepéből és végéből kb. 2 m² méretű próbalemezeket vágtak ki dresszírozatlan, illetve dresszírozott állapotban (a tekercs közepén 4-5 m hosszúságban nem dresszírozták a tekercset, hogy ilyen állapotban is megvizsgálhassuk az anyagokat). Metallográfiai vizsgálatra a mintadarabok a próbalemezek közepén levő keresztcsíkból származnak (vizsgáltuk a lemezeket szélről középig). Hidrogénátbocsátó képesség vizsgálatára a lemezek széléből és közepéből voltak a minták kivágva, a metallográfiai vizsgálatra kerülő mintadarabok mellől.

Kísérleti technika

A vizsgálati minták szövetszerkezetét (zárványosság, szemcseméret, karbidok) Leica MEF 4 típusú fénymikroszkóppal vizsgáltuk. A csiszolatokon a karbidokat Klemm marószerszettel tettük láthatóvá, a karbidok méretét és morfológiáját Quantimet 550 MW típusú képelemzővel a Dunafer Innovációs Menedzsmentjénél határozták meg a lemezek közepéből kivett mintákon.

A diszlokációsűrűséget, kiválásokat JEOL 200A típusú transzmissziós elektronmikroszkóppal vizsgáltuk.

A minták hidrogén áthatolási idejét DIPERMET –H berendezéssel mértük 40x70 mm-es mintákon, majd ebből számoltuk ki a hidrogénáthatolási idő mérőszámait ($T_H = \frac{t_0}{d^2}$, ahol t_0 hidrogén átlépési idő [perc], d lemezvastagság.[mm]).

Vizsgálati eredmények

A melegenhengerelt, Fe13B, minőségű, dresszírozott illetve dresszírozatlan állapotú szalagok esetében

1. ábra A lemezminták hidrogénáthatolásának a mérőszámai

2. ábra A melegtekercs szövetszerkezete
a)tekercs eleje részlet b) tekercs közepe dresszírozva)

3. ábra Karbidszemcsék eloszlása (melegenhengerelt tekercs eleje) Klemm

4. ábra Jellemző szövetszerkezet hidegenhengerelt lemezeknél (1 mm-es szalag közepe)

a T_H érték minden esetben igen alacsony volt (1,6- 2,2 -ig változott). A hidegen hengerlt szalagok esetében mértünk 10,7-is.. A minták szövetszerkezete minden esetben ferritszemcsék és karbidok képezik kevés nemfémes zárvány tartalommal (1000x-es nagyításban tapasztaltuk, hogy a legtöbb esetben ezek elnyújtott szulfidok és oxidokból álló komplex zárványok). A zárványtartalom nem jelentős és viszonylag egyenlő mértékben találtunk mindenik lemez típusnál

A melegtekercs szövetszerkezete inhomogén volt. A lemezfelület közelében az ASTM E 112-1996 szerint helyenként 6-os fokozatszámú ferritszemcséket láttunk,

máshol pedig igen finom (11-es fokozatszámú) ferritszemcsék képezték a szövetet (2. ábra). A

meleghengerelt szalagból származó minták esetében a karbidok jellemzően a szemcsehatárokon, illetve a hármes szemcsetalálkozási helyeken fordultak elő, meglehetősen nagy számban ($7400 \dots 12800 \text{ db/mm}^2$). (3. ábra). A karbidok mérete átlagosan $0,5 - 1 \mu\text{m}^2$ közé esett, morfológiájukat tekintve, jellemzően nyújtottak voltak.

A vizsgált hideghengerelt szalagok szövetszerkezete homogén. A mintákat finomszemcsés (10-11-es fokozatszámú) egyenlőtengelyű ferritszemcsék és apró karbidok alkotják. A szemcseméret hatását a hidrogén permeációjára a 5. ábra a) szemlélteti. A hideghengerelt szalagok esetében a karbidok nem kötődnek feltétlen a szemcsehatárokhöz. (4. ábra). Az 1 mm -es miták esetében a karbidok csiszolatokon látható metszetének átlagos mérete $0,47$ és $0,86 \mu\text{m}^2$ között változik, mennyisége $1000 - 3500 \text{ db/mm}^2$ közé esik. A $0,8 \text{ mm}$ lemezmiták esetében $3100 - 6000 \text{ db/mm}^2$ karbidszemcsét találtunk melyek kisebbek, mint $0,6 \mu\text{m}^2$ (4. táblázat).

5. ábra A mikroszerkezet hatása a hidrogén permeációjára

Mintavétel helye		T_{H-E}	Karbid átlag		T_{H-F}	Karbid átlag		T_{H-G}	Karbid átlag	
			terület $[\mu\text{m}^2]$	db/mm ²		terület $[\mu\text{m}^2]$	db/mm ²		terület $[\mu\text{m}^2]$	db/mm ²
dresszírozatlan	tekercs eleje	6,3	0,45	5376	7	0,68	1923	1,6	0,84	7422
	tekercs közepe	5,4	0,49	5985	9,6	0,71	1742	2,2	0,61	9032
	tekercs vége	3,7	0,54	4387	10,7	0,67	1148	2,1	0,61	10684
dresszírozott	tekercs eleje	4,2	0,51	3111	5,9	0,6	1612	2,1	0,74	9441
	tekercs közepe	4,4	0,49	5470	7,1	0,77	3010	1,9	0,55	11131
	tekercs vége	1,9	0,5	4001	9,5	0,57	1965	1,7	0,68	12794

4. táblázat A minták hidrogénáthatolási idejének a mérőszámai és a karbidok mennyisége és mérete a lemezek keresztcsíkjának közepén

Dresszírozás hatására alapvetően az acélok diszlokációsűrűsége változik. Méréseink alapján úgy találtuk, hogy a dresszírozott lemezek T_H értéke nem feltétlenül nagyobb, mint a dresszírozatlan állapotú mintáknál mért értékek (1. ábra)

Következtetések

A vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a bórral mikroötvözött, kis karbontartalmú, alumíniummal csillapított acélok esetében a lemezminták hidrogénáthatolási idejének mérőszámait a szemcseméret nem befolyásolja.

A szövetszerkezetben talált kisméretű ($<1\mu\text{m}^2$) karbidok- még ha nagy számban vannak is jelen- nem befolyásolják a hidrogén áthatolási idejét.

A dresszírozás hatására bekövetkező diszlokációsűrűség növekvése nem befolyásolja a T_H értéket a bórral mikroötvözött kis karbontartalmú, alumíniummal csillapított acélok esetében. Ez a megállapításunk egyezik a szakirodalommal- [1]

A hidrogén csapdák ezeknél az acéloknál feltehetően a nitridek képződésével vannak kapcsolatban.

Megjegyzés

A kísérleteket OM támogatással készülő: ALK 0038/ 2001 hivatkozási számú „Zománcozható acéllemezek, technológiák és vizsgálati módszerek” című K+F munka keretében végeztük a Dunafer Innovációs Menedzsment koordinációjával.

Irodalom

[1] K. Kiuchi and R. B Mc Lellan: The Solubility and Diffusivity of Hydrogen in Well-Annealed and Deformed Iron; 49 - Perspectives in Hydrogen in Metals. Pergamon Press. 1990, 49

Fábián Enikő Réka

Tud. munkatárs / PhD hallgató

BAYATI / BMGTE, Anyagtudomány és Technológia tanszék

Magyarország, 1116 Budapest, Fehérvári út 130, / goldmann Gy. tér 3.

Telefon: 00-36-1-2611032 / e-mail: enire@freemail.hu

1. számú melléklet

A vizsgálati próbalemezek kontroll kémiai elemzés eredménye

A 2 mm vastagságú Fe 13 B minőségű acéllemezről származó mintavételi táblák vegyiösszetétele

Próba jele	Kémiai összetétel (tömeg%)													
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Ti	V	B	O	N
GEK	0,039	0,21	0,015	0,014	0,009	0,03	0,04	0,03	0,038	<0,005	<0,005	0,0028	0,0039	0,0050
GKK	0,039	0,21	0,015	0,013	0,008	0,03	0,04	0,03	0,039	<0,005	<0,005	0,0025	0,0028	0,0047
GVK	0,044	0,21	0,014	0,015	0,010	0,03	0,04	0,03	0,035	0,001	0,001	0,0025	0,0033	0,0048
GDEK	0,039	0,21	0,015	0,013	0,009	0,03	0,04	0,03	0,039	<0,005	<0,005	0,0029	0,0035	0,0048
GDKK	0,038	0,21	0,015	0,014	0,009	0,03	0,04	0,03	0,038	<0,005	<0,005	0,0029	0,0033	0,0048
GDVK	0,041	0,21	0,014	0,015	0,010	0,03	0,04	0,03	0,036	0,001	0,001	0,0024	0,0035	0,0048

Az 1 mm vastagságú DC 04 EK-B minőségű acéllemezről származó mintavételi táblák vegyiösszetétele

Próba jele	Kémiai összetétel (tömeg%)													
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Ti	V	B	O	N
FEK	0,037	0,21	0,009	0,006	0,007	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0026	0,0036	0,0029
FKK	0,034	0,21	0,008	0,007	0,008	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0025	0,0064	0,0033
FVK	0,046	0,21	0,008	0,007	0,007	0,02	0,02	0,03	0,039	0,001	0,002	0,0027	0,0049	0,0034
FDEK	0,042	0,21	0,008	0,007	0,007	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0026	0,0067	0,0037
FDKK	0,036	0,21	0,008	0,007	0,007	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0026	0,0032	0,0031
FDVK	0,045	0,21	0,008	0,007	0,008	0,02	0,02	0,03	0,039	0,001	0,002	0,0025	0,0064	0,0039

A 0,8 mm vastagságú DC 04 EK-B minőségű acéllemezről származó mintavételi táblák vegyiösszetétele

Próba jele	Kémiai összetétel (tömeg%)													
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Ti	V	B	O	N
EEK	0,037	0,22	0,011	0,008	0,009	0,04	0,03	0,03	0,052	<0,005	<0,005	0,0030	0,0036	0,0029
EKK	0,032	0,22	0,011	0,007	0,008	0,04	0,03	0,03	0,051	<0,005	<0,005	0,0027	0,0064	0,0033
EVK	0,044	0,23	0,011	0,008	0,008	0,04	0,03	0,03	0,054	<0,005	<0,005	0,0029	0,0049	0,0034
EDEK	0,038	0,22	0,012	0,007	0,007	0,04	0,03	0,03	0,054	<0,005	<0,005	0,0030	0,0067	0,0037
EDKK	0,033	0,22	0,011	0,008	0,009	0,04	0,03	0,03	0,052	<0,005	<0,005	0,0033	0,0032	0,0031
EDVK	0,035	0,23	0,011	0,008	0,009	0,04	0,03	0,03	0,0529	<0,005	<0,005	0,0032	0,0064	0,0039