XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SAROKPONTOK KIS KARBONTARTALMÚ, ÖTVÖZETLEN LÁGYACÉLOK HIDEGALAKÍTÁSA SORÁN A T_H ÉRTÉK SZEMPONTJÁBÓL

Fábián Enikő- Réka

Abstract

When the coiling temperature of the hot rolled, Al-killed low carbon enamelling grade steel is high; the microstructure is formed from ferrite and large carbides. High finishing temperatures combined with high coiling temperatures can result in the material to appear a coarse degenerate form of pearlite. Due to the cold rolling at the beginning of the process the dislocation density increase. After some % of reducing of the thickness at the ferrite –carbide interfaces appear voids. Increasing the reduction appears cracks in the carbides. After heavy reductions the carbides are broken into fragments, groups of fragments being elongated in the rolling direction. Measuring the hydrogen permeation times we have observed, that the T_H value of the hot rolled strip were very short ($T_H=0.6$). At 12-20% reductions it could be discern some voids and few cracks in carbides, the $T_H = 2.6-3.5$. After 25-30% reduction appear some broken carbides. At 37% reduction was observed a jumping in T_H value ($T_H = 11.56$), where we could discern beautifully broken carbides and microcavity between them. At 51% reduction was observed another jumping in T_H value ($T_H = 24.4$), here for the microstructure has become characteristic the broken carbides. Other jumping were observed at 60% reduction ($T_H = 47.9$) and at 70% reduction of the thickness ($T_H = 101$.)

Összefoglalás

Nagy hőmérsékleten csévélt melegenhengerelt, Al-al csillapított EK4 típusú acélok szövetszerkezetét alapvetően ferritszemcsék és a szemcsehatárokon kialakult masszív karbidok alkotják. Bizonyos körülmények között a szövetben masszív cementit filmmel körülvett perlit csomók is kialakulhatnak. Hideghengerlés hatására kezdetben a diszlokációsűrűség nő a ferrit szemcsékben, majd a ferrit szemcsék és a karbidok határfelületén mikroüregek képződnek, további alakítás hatására a karbidok elrepedeznek. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy melegen hengerelt állapotban a lemez mintáknál mért hidrogén permrációs idő rövid, (T_H átlag=0,6). 12-20%-os alakíttottság esetén alig találtunk elrepedt karbidot, T_H átlag=2,6-3,5-ig nőtt. 25-30%-os alakíttottság esetén már felfedezhető néhány eltört karbidszemcse, de szép töredezett karbidokat és köztük mikroüregeket csak 37%-os alakítás után találtunk. ($T_H = 11,56$). Újabb ugrást a T_H értékben kb. 51%-os fogyás után mértünk ($T_H = 24,4$), mikor jellemzővé vált a karbidok töredezettsége; ám 60%-os alakíttottságnál a T_H érték újból jelentősen nőtt ($T_H = 47,9$) míg 70% fölött T_H átlag=101.

1. Bevezetés

Az acél hidrogénátbocsátó képessége függ a hidrogénnek az acélban való oldhatóságától és diffúziós tényezőjétől. A hidrogén az acélban intersticiósan oldódik. A hidrogénatomok a vas ideális rácsában az oktaédes és tetraédes helyeken helyezkedhetnek el, reális szerkezetekben viszont úgynevezett csapdahelyekhez is kötődnek. Ilyen csapdák a vakanciák, diszlokációk, szemcse- és fázishatárok, a mikroüregek stb. A csapdák számával a hidrogén oldhatósága és a diffúziója módosul. Minden olyan

technológiai művelet, amely az acélokból a csapdahelyek számát és minőségét módosítja, a hidrogén oldhatóságát és diffúzióját nagymértékben befolyásolja.

Kis karbon tartalmú ötvözetlen lágyacéloknál nagy T_H értékű hidegen hengerelt lemezt úgy tudunk előállítani, ha az alapanyagul szolgáló melegen hengerelt szalag szövetszerkezetét ferrit és masszív karbid szövetelemek alkotják. Hideghengerlés hatására a masszív karbidok összetöredeznek, erőteljes alakítás után a karbidok az alakítás irányában elnyújtott csoportokat képeznek.

2. Kísérleti anyag, kísérleti technika

A kísérletek során kis karbon tartalmú, alumíniummal csillapított acéllemezeket vizsgáltunk, vegyi összetételét az 1. táblázatban láthatjuk. Az acélt a Dunafer Rt-nél, LD konverterben állították elő, majd folyamatosan öntötték. A brammát 6 állványos meleghengerson melegen hengerelték és nagy hőmérsékleten csévélték.

C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	N	O	Fe
0.05	0.21	0.008	0.012	0.016	0.05	0.037	0.026	0.038	0.0042	0.0024	többi

1 sz. táblázat. A vizsgált acél vegyi összetétele

Alakítás céljából a homogén szövetszerkezetű, 2,31 mm vastagságú, melegszalagból 50x 160 mm² méretű próbalemezeket vágunk ki, amelyeket duó -állványon, szobahőmérsékleten, különböző mértékben alakítottunk a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszékén (minden vastagsághoz 3-3 próbalemez).

A vizsgálati minták szövetszerkezetét Leica MEF 4 típusú fénymikroszkóppal, illetve Philips XL30 scanning elektronmikroszkóppal vizsgáltuk.

A minták hidrogén áthatolási idejét a Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézetben kifejlesztett DIPERMET –H berendezéssel mértük 40x70 mm-es mintákon. Elektrolitként vizes kénsav oldatot (60ml/l cc H_2SO_4) használtunk, amelyhez 0,5 g/l As_2O_3 -ot és 0,3 g/l $HgCl$ -ot adagoltunk. Az As_2O_3 megakadályozza a hidrogénatomok rekombinációját, míg a lemez felületén képződő Hg réteg növeli a hidrogén aktivitását. A hidrogénátbocsátó képesség összehasonlíthatósága céljából a lemezek hidrogénáthatolási mérőszámát (T_H értékét) vettük alapul ($T_H=t_0/d^2$, ahol t_0 a hidrogén áthatolási ideje [perc], d- mintalemezek vastagsága [mm]).

3. Vizsgálati eredmények

A melegen hengerelt, Al-al csillapított, kis karbontartalmú lemezminták szövetszerkezetét ferrit, masszív karbid néhol degenerált perlitszemcse és kevés nemfemes zárvány alkotta (1. ábra). Szakirodalomból [1] ismert, hogy ha melegghengerléskor nagy végső hőmérséklethez (> 900°C) nagy csévélési hőmérséklet társul (nagyobb, mint 700°C) a lassú hűlés következtében a jelenlévő ausztenit masszív degenerált perlitté alakulhat.

A hideghengerlés hatására bekövetkező változások nyomon követése érdekében különböző mértékben alakított próbalemezeket vizsgáltunk (18 különböző lemezvastagság, vastagságonként legalább 3 próbalemez). Az alakváltozás (fogyás) hatását a lemezek hidrogénáthatolási idejére a 2. ábra szemlélteti.

1. ábra A melegenhengerelt szalag szövetszerkezete

2. ábra A T_H érték változása hideghengerlés során a lemezvastagság csökkenése függvényében

Amint az a 2. ábrából kitűnik bizonyos alakítási lépések után a T_H érték ugrásszerűen megnőtt. A jelenség okának vizsgálata céljából vizsgáltuk a próbalemezek szövetszerkezetét a hengerlés irányában, arra merőlegesen és a felülettel párhuzamosan. Fénymikroszkópos vizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy az első néhány mintánál alig történt fénymikroszkóppal megállapítható jelentős változás (szemcseméret, zárványosság, karbidok morfológiája). 12%-os lemezvastagságbeli fogyás után sikerült felfedezni néhány mikroüreget a ferrit és a karbid határfelületen, egyéb változást nem tapasztaltunk. 21%-os fogyásnál találtunk 1-2 repedést a hengerlés irányában fekvő karbidokban; a karbidok határfelületén megjelenő mikroüregek száma nőtt. 31%-os alakítottság után a hosszirányú csiszolaton már felfedezhető a ferritszemcsék nyújtottsága. A csiszolatokon láthatunk néhány töredezett karbidot, ám sok töredezett karbidot csak 37%-os fogyás után találtunk. Ennél az alakítottságnál tapasztaltuk az első jelentősebb ugrást a hidrogén permeációs idő mérőszámában. 51%-os fogyásnál újabb ugrást észleltünk ($T_H \sim 25$). A szövetszerkezetben itt vált jellemzővé a karbidok töredezettsége. Jellemzően az alakítás irányával párhuzamos karbidrészek töredeznek. 60%-os fogyás után a szövetszerkezetre jellemző a karbidok repedezettsége és a ferrit szemcsék nyújtottsága. ($T_H \sim 48$). Erőteljes alakítás hatására (kb. 70%-os fogyás után) az eltöredezett karbidok elcsúsznak, az alakítás irányában csoportokat képeznek. 68 %-os fogyás után a ferritszemcsék nyújtottsága igen erőteljessé vált. A T_H érték átlagosan 78,1 volt. A legvékonyabb három minta esetében a nyújtott ferritszemcsékben láthatóvá váltak a hengerlési iránnyal kb. 35°-os szöget bezáró csúszási síkok, amelyeket a nyírófeszültségnek tulajdoníthatunk. Ezeknél a mintalemezeknél a hidrogén permeációs idő mérőszáma elérte a 100-at.

3. ábra Fénymikroszkópos felvételek a) lapcsiszolat, fogyás 31%, b) lapcsiszolat, fogyás 60%, c) lapcsiszolat, fogyás 70%, d) hosszirányú csiszolat, fogyás 70%,

4. Összefoglaló

Hidegalakítás hatására a diszlokációsűrűség nő, részben ennek tulajdonítható a T_H érték növekedése.

A T_H érték ugrásszerűen nőtt 37%-os alakíttottság után, 51%-os, 60%-os, 68%-os és 70%-os fogyást követően. Ezeknél az alakváltozásoknál minden esetben valamilyen jellegzetes szövetszerkezeti változást tapasztaltunk (pl karbidok töredezettsége számottevő, illetve jellemző a karbidok töredezettsége, jellemző a ferritszemcsék nyújtottsága).

Irodalom

[1] Leonard E. Samuels: Light Microscopy of Carbon Steels, ASM International; Materials Park OH44073-0002, 1999 p.44-46

Fábián Enikő Réka, PhD hallgató/ Tud. munkatárs

BMGTE, Anyagtudomány és Technológia Tanszék / BAYATI

Magyarország, 1111 Budapest, Goldmann György tér 3 / 1116 Budapest Fehérvári út 130,

Telefon / Fax: +36-1-2611032

E-mail: enire@freemail.hu