FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

LÁGYACÉLOK FELSZŐ FOLYÁSHATÁRÁNAK VIZSGÁLATA

MUCSI András

Abstract

This paper deals with the effect of improper engagement (misalignment) of tensile test specimens on the upper yield strength. Cold rolled and annealed low carbon steel specimens were tested by an in-house gripping system to estimate the effects of improper alignment of tensile specimens. It is demonstrated that the upper yield strength is extremely sensitive to how axially the load is applied during the tensile test. The sensitivity phenomena were analysed by FEM simulations.

Keywords:

upper yield strength, gripping system

Összefoglaló

A cikk a szakítóvizsgálat során vizsgálandó próbatest helytelen pozicionálásának a mért felső folyáshatárra gyakorolt hatását elemzi. A vizsgálatokat egy új fejlesztésű befogórendszerrel végeztük, alacsony karbontartalmú lágyacél lemezeken. Bebizonyosodott, hogy a felső folyáshatár igen erőteljesen függ a terhelés és a próbatest szimmetriatengelyének egytengelyűségétől. A cikk ennek következményeit demonstrálja mérési eredmények és véges elemes szimulációk bemutatásával.

Kulcsszavak:

felső folyáshatár, befogórendszer

1.Bevezetés

A lemezanyagok minősítése a próbatestek alakíthatósági illetve hőkezeltiségi állapota által megszabott anyagvizsgálati mérőszámok alapján történik. Alacsony karbontartalmú lágyacélok szakítóvizsgálata során meghatározott jellemzők nagymértékben függenek az előzetes hőkezelés módjától, valamint a jelen cikkben részletesen vizsgált próbatestbefogó-rendszer kialakításától.

1. Táblázat: A kísérleti anyag technológiai jellemzői és összetétele

Hengerlési véghőmérséklet (°C)	Csévélési véghőmérséklet (°C)	C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr
886	566	0.024	0.195	0.008	0.005	0.012	0.090	0.021

Ni	Al	Nb	V	Mo	As	Sn	O ₂	N ₂	B	Zr, Ca,W,Co
0.032	0.041	0.001	0.001	0.002	0.003	0.007	0.002	0.005	0.003	<0.001

2. Kísérleti anyagok és módszerek

Kísérleti anyagként alumíniummal csillapított, alacsony karbontartalmú lágyacélt használtuk. A kísérleti anyag gyártástechnológiai jellemzői valamint összetétele a 1. táblázatban láthatók.

A próbatestek előállítását a meleghengerről érdemes nyomon követni. A meleghengerről, valamint a megfelelően alacsony csévézési hőmérsékleten való tekerceselés illetve lehűtés után kb. 66%-os fogyással hideghengerről következett. A hideghengerről után kísérleti kemencében, szabályozott fűtéssel újrakristályosító hőkezelést végeztünk. Az újrakristályosító hőkezelés során a próbatesteket kb. 30°C/óra átlagos hevítési sebességgel hőkezeltük egészen 650°C-ig, ezután 5 órás hőntartás következett, majd kemencével együtt történt a lehűtés. A szakítópróbatest-lögyártmányok kb. 300mm hosszúak és 1mm vastagságúak voltak. A szakítóvizsgálatok során többször találkoztunk azzal a jelenséggel, hogy a felső folyáshatár sokszor nagyobb volt, mint a szakítószilárdság. Mindemellett igen nagy folyási nyúlás (kb.10%) jelentkezett a keményedési szakasz előtt. Igen sok mérési eredmény feldolgozása során a felső és alsó folyáshatár aránya valamint a hőkezeltégi állapot között erős korrelációt nem találtunk, emiatt a szakítógépjellemzőinek szakítódigrammra gyakorolt hatásának vizsgálatát tűztük ki célul. Első megfontolás alapján azt mondhatjuk, hogy próbatest befogásának módja befolyásolhatja az igen nagy, túszerű felső folyáshatár értékét. Jelen cikkben nem részletezett szilárdságtani számítások azt mutatják, hogy ha egy szakítópróbatestet nem tengelyvonalban, hanem attól néhány tízedmilliméter távolságban fellépő koncentrált erővel terhelünk, akkor a hajlítás miatti bevitt többletfeszültség a húzott oldalon 10-40%-os feszültségnövekedést eredményez [1]. Feltételeztük, hogy a túszerű felső folyáshatár megjelenését a befogórendszer tökéletlensége miatti többletfeszültségek befolyásolhatják, ezért ennek vizsgálatára az alábbiakban részletezett befogórendszert fejlesztettük ki.

3. A kifejlesztett szakítópróbatest befogórendszer bemutatása

A szakítópróbatestek geometriai méreteit a következő ábra szemlélteti.

1. ábra A szakítópróbatestek geometriai méretei

A terhelés kvázi-egytengelyűvé tételére a következő lépéseket tettük. A próbatestek befogórészére egy erősítést ragasztottuk fel mindkét oldalra. Az erősítést a próbatest anyagával együtt a ragasztó megkötése után a mérőhosszhoz középpontosan kifűrtük, majd dörzsáraztuk. A kifűrt próbatesteket egy-egy csapon keresztül egy villához csatlakoztattuk, melynek eredményeképp a terhelés megjelenésekor a mérőszakasz a csapon keresztül a terhelőerővel szinte azonos hatásvonalra fordul be.

A próbatestet tartó villa egy gömbcsuklóba csatlakozik, mely szintén az egytengelyűségi feltételt biztosítja. A próbatest terhelési viszonyait Marc Mentat végeselem rendszerben elemeztük.

4. Az új típusú befogórendszerrel végzett kísérleti és szimulációs vizsgálatok

A következő ábra a végeselem szimulációkhoz használt modellt mutatja. A nem egytengelyű terhelés hatásának vizsgálatához olyan modelleket generáltunk, melyeken az egyik furat egy bizonyos "e" excentricitással el van tolva a mérőszakasz tengelyvonalához képest.

2. ábra: A szakítópróbatest modellje az excentricitás definíciójával

A táblázati adatok alapján kitűnik, hogy ha a furat helyzetét a mérőszakasz tengelyvonalához képest pár tizedmilliméterrel eltoljuk, akkor az egyenértékű feszültség igencsak megváltozik. A szakítópróbatestek nyújtása során a legnagyobb összegzett feszültség a 2. ábrán 1-es illetve 2-es pozícióval jelölt helyein a legnagyobb, itt a rádiusz miatt a próbatest szélessége elkezd nőni. Ezekben a pozíciókban a feszültségállapot nem egytengelyű, normálfeszültségek mellett megjelennek nyírófeszültségek is. A mérőszakaszon viszont gyakorlatilag az excentricitástól függetlenül közel egytengelyű feszültségállapot jön létre. Abban a pillanatban, amikor megjelenik az első Lüders-front a feszültségállapot a mérőhosszon is többtengelyűvé válik. Azt is megfigyelhetjük, hogy $e=0$ excentricitás esetén a mérőhosszban ébredő feszültségnél mintegy 11%-al nagyobb összegzett feszültség keletkezik a rádiusz miatti kiszélesedés kezdetén. Ez az oka annak, hogy a Lüders front az esetek döntő többségében a rádiusz kezdeténél indul el.

3. ábra: Feszültségeloszlás egy rugalmasan terhelt, 0.5mm excentricitással rendelkező próbatest esetén

Az eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy a szakítóvizsgálatoknál alkalmazott befogórendszerek igen eltorzíthatják a felső folyáshatár értékét. Erre mutat példát a következő két diagram. Két ugyanazon módon hőkezelt próbatest szakítódíagramja látható hagyományos ékes befogópofával (a), illetve az általunk kifejlesztett befogórendszerrel végzett vizsgálat esetén (b).

4. ábra: Hagományos ékes befogópofákkal (a) és az általunk kifejlesztett befogórendszerrel (b.) végzett vizsgálatok eredményei

5. Összefoglalás

A cikkben ismertettünk egy új, szakítóvizsgálatokhoz kifejlesztett befogórendszert, mely csökkenti a mérőszakasz és az erőbevezetés hatásvonalának excentricitását. Alacsony karbontartalmú, alumíniummal csillapított lágyacélok szakítóvizsgálata során megállapított felső folyáshatár értéke nagymértékben függ az erőbevezetés és a mérőszakasz egytengelyűségétől. Ezt mérésekkel illetve végeselemes szimulációkkal bizonyítottuk. Az általunk használt próbatestek esetén egytized milliméteres excentricitás növekedés kb. 16 MPa-al csökkenti a mért folyáshatár értékét.

Irodalom

- [1] J.R. Davis (szerk.): Tensile Testing, ASM International, USA, 2004.
- [2] V.V. Pustovalov: Plasticity of metals and alloys, Nova Science Publishers, Inc., New York, 2009.

Mucsi András, doktorandusz, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
1081, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.
E-mail: mucsi.andras@freemail.hu