FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

NÖVELT SZILÁRDSÁGÚ AUTÓIPARI LEMEZANYAGOK

DANYI József, KECSKÉS Bertalan, VÉGVÁRI Ferenc

Abstract

The world's automotive industry uses more and more higher strength steels like dual phase steels for manufacturing cars. Using sheet metals with higher strength the thickness of sheets and the weight of cars can be reduced. Besides high strength the sheet must have high ductility and energy absorbing quality to provide safety for passengers in case of collision. In this paper the measured results of different strength and thickness dual phase steel sheets are presented, and shown how they meet these criteria. We carried out tensile tests on samples taken from sheets parallel, in 90°, and in 45° to rolling direction. We determined true stress – true strain curve, hardening exponent “n” and strain ratio “r”. The measured results are recorded in Lillet-diagram that shows the ductility of sheets.

Key words:

Dual phase steels, strain ratio, hardening exponent, Lillet– diagram

Összefoglalás

A világ autóipara egyre nagyobb mennyiségben használ fel növelt szilárdságú ún. duál-fázisú acélokat a gépjárműgyártáshoz. A nagyobb szilárdságú lemezek használatával csökkenthető az alkalmazott lemez vastagsága, így a jármű tömege. A nagy szilárdság mellett a lemeznek jól alakíthatónak és megfelelő energiaelnyelő képességgel kell rendelkeznie az utasok biztonsága érdekében az esetleges ütközés esetén. Ebben a publikációban több beszállítótól származó különböző szilárdságú, lemezvastagságú és kohászati adagszámú DP jelű acéllemezek vizsgálati eredményeit mutatjuk be, hogyan felel meg ezeknek a feltételeknek. Szakítóvizsgálatot végeztünk a hengerlési irányban, rá merőlegesen és 45°-ra kivett próbatesteken. Meghatároztuk a vizsgált lemezanyag folyásgörbáját, az átlagos keményedési kitevőt „n” és az átlagos normál irányú anizotrópia mértékét „r”. Az így kapott értékeket feltüntettük a Lillet –diagramban, amely a lemez alakíthatóságát mutatja meg.

Kulcsszavak:

Duál-fázisú lemezek, anizotrópia, keményedési kitevő, Lillet-diagram.

1. Bevezetés

Egy közepes kategóriájú személygépkocsi gyártása során a növelt szilárdságú lemezek ($R_m=350-560$ MPa) a felhasznált lemezanyag 41%-át teszik ki. A nagyobb szilárdságú lemezek ($R_m > 600$ MPa) felhasznált mennyisége is eléri a 12%-ot. A nagyszilárdságú lemezeknek általában az ún. duál-fázisú acélokat alkalmazzák. Ezek az acélok a nagy szilárdság mellett kellő mértékű nyúlással, alakíthatósággal rendelkeznek.

A TÁMOP 4.2.1./B-09/KONV-2010 pályázat keretén belül [1] megvizsgáltunk 15 darab különböző vastagságú, szilárdságú és kohászati adagszámú duál-fázisú acéllemezt hogyan felelnek a fenti

követelményeknek. A vizsgálatokba bevont lemezek szilárdsága 440 – 780MPa köztiek. Az elvégzett vizsgálatok a kémiai összetétel mellett Erichsen féle mélyítő vizsgálat, illetve szakítóvizsgálat.

2. Karosszéria elemek lemezanyagainak vizsgálata

Az elvégzett vizsgálatok közül ebben a publikációban a kémiai összetétel és a szakítóvizsgálat eredményét, illetve az abból megállapítható jellemzőket mutatjuk be.

2.1. Kémiai összetétel vizsgálata

A kémiai összetételt FOUNDRY MASTER PRO spektrométerrel vizsgáltuk. Az 1. táblázatban megadtuk a vizsgált mintákon végzett 8 mérés átlagait. Az acélok szilárdságának növelését elsősorban a mangántartalom növelésével biztosítják. Egyes nagyobb szilárdságú acélokban viszont túlzott a 2%, illetve azt meghaladó mangántartalom. Kedvezőbbek az átlagos 0,2% szilícium mellett azok, amelyek ennél kevesebb mennyiséget tartalmaznak. Egyes minták nagyobb nitrogéntartalommal rendelkeznek, amelyek az öregedést előidézhetik. Nem mindegyik minta rendelkezik kellő mennyiségű alumíniummal a nitrogén lekötésére. Más nitridképző elemek is kevés mennyiségben találhatók meg.

1. táblázat

Jelölés	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Nb	Ti	V	N
DP440	0,05	0,20	0,68	0,009	0,002	0,03	0,00	0,03	0,04	0,01	0,00	0,01	0,005
DP450	0,06	0,21	0,69	0,008	0,003	0,03	0,00	0,03	0,04	0,01	0,00	0,01	0,005
DP450	0,06	0,02	0,70	0,011	0,004	0,03	0,00	0,03	0,04	0,01	0,00	0,02	0,005
DP600	0,08	0,14	1,70	0,009	0,001	0,69	0,00	0,01	0,04	0,01	0,00	0,01	0,006
DP600	0,08	0,20	0,99	0,014	0,003	0,03	0,00	0,03	0,04	0,03	0,00	0,02	0,005
DP600	0,09	0,21	1,00	0,011	0,003	0,03	0,00	0,03	0,04	0,03	0,00	0,02	0,005
DP600	0,10	0,21	1,01	0,011	0,003	0,03	0,00	0,03	0,05	0,03	0,00	0,01	0,005
DP600ZF100	0,06	0,23	2,20	0,016	0,001	0,31	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	0,005
DP600ZF100	0,12	0,15	2,20	0,021	0,023	0,70	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,081
DP600ZF100	0,09	0,14	1,77	0,012	0,001	0,68	0,00	0,01	0,05	0,01	0,00	0,01	0,008
DP780	0,13	0,26	2,30	0,030	0,004	0,22	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,024
DP780	0,06	0,24	2,30	0,020	0,002	0,20	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,005
DP780	0,07	0,26	2,23	0,022	0,002	0,22	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,019
DP780HHE	0,05	0,13	1,59	0,022	0,001	0,32	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,005
DP780HHE	0,07	0,26	2,22	0,026	0,002	0,20	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,005

2.2. Szilárdsági és alakíthatósági jellemzők vizsgálata

Eredményeinket alapvetően szakítóvizsgálatból származtattuk. A szakítóvizsgálatokat INSTRON 4482 típusú univerzális anyagvizsgáló berendezésen végeztük, a kétirányú alakváltozásokat videó extenzométerrel mértük. A mérési adatokat táblázatosan és szakítódiagram formájában számítógéppel rögzítettük. Valamennyi minta esetén a méréseket elvégeztük hengerlési irányban, rá merőlegesen és

45°-os szög alatt kivett mintákon is. Az azonos irányban minimum 3 mérést végeztünk. Az így felvett szakítódiagramból megszerkesztettük a mérnöki feszültség – fajlagos nyúlás ($\sigma - \varepsilon$) diagramot. Az 1. ábrán bemutatjuk a vizsgált acélok a mérnöki feszültség – fajlagos nyúlás ($\sigma - \varepsilon$) diagramjait. A vizsgálatból kitűnik, hogy a minták megfelelnek a szilárdsági elvárásoknak.

1. ábra $\sigma - \varepsilon$ (0°)

A videó extenzométerrel a lemez hossz és keresztirányban mért méretváltozásokból a térfogat állandóság alapján meghatároztuk a lemez vastagságirányú méretváltozását. A három irányban kapott méretváltozásokból kaptuk meg az összehasonlító alakváltozást (φ_0). Az egyenletes nyúlás szakaszában ható valódi feszültség értékét vettük az alakítási szilárdságnak (k_f). Ezek segítségével elkészítettük az alakítási szilárdság – összehasonlító alakváltozás diagramot, folyásgörbét. A mérési pontokra Nádai féle hatványfüggvényt illesztettük, melynek kiváló illeszkedését az $R^2=0,9964$ regressziós együttható bizonyítja (2. ábra).

2. ábra. Vizsgált lemezek folyásgörbéi (0°)

A különböző irányban kivett próbatestek alakváltozási mérőszámaikból határoztuk meg a normális irányú anizotrópia értékeit. A hengerlés különböző irányjaiban számított normál irányú

anizotrópiákból meghatároztuk az átlagos normál irányú anizotrópia értékét, amely a lemezanyag alakíthatóságának megítélése szempontjából fontos. A lemezanyagok fontos jellemzője a felkeményedés, amelyet a folyásgörbe meredeksége mutat meg. Az un. keményedési kitevő a Nádai féle folyásgörbe függvény hatványkitevője (n). A különböző irányú folyásgörbék keményedési kitevőiből azok átlagos értékeit határoztuk meg.

A lemezek alakíthatóságának megítélésére az átlagos normális irányú anizotrópia és a keményedési kitevők együttes figyelembevételével Lillet az alábbi diagramot alkotta meg [2].

3. ábra Lillet diagram

A 3. ábra alapján az általunk vizsgált minták a kevésbé mélyhúzzhatók közé tartoznak, de a kisebb szilárdságú lemezek (DP440, és DP450) a jól alakíthatók tartományába esik.

3. Következtetések

A vizsgált lemezanyagok gyengébb mélyhúzzhatósága - a felhasználók tapasztalatai szerint - nem csökkenti a lemezanyag jelentőségét a járművek vázszerkezetének gyártásánál, hiszen a felhasznált lemezek legnagyobb része sajtolásnak van igénybevéve, amely technológia nem követeli meg legnagyobb alakíthatóságot. Az ebből az anyagból készült alkatrészek esetén a nagy szilárdság fontosabb követelmény, amelyet a vizsgált minták biztosítottak.

Irodalomjegyzék

- [1] Kecskeméti Főiskola Kutatási jelentés: *A járműgyártásban használt lemezanyagok fejlesztési tendenciái, alkalmazási lehetőségei*. 2010. TÁMOP 4.2.1/B-09/11 KONV 2011-0003. sz. projekt.
- [2] Horváth László: *Mélyhúzás lemezanyagai és minősítő módszerei*, Oktatási segédlet, 2004.

Dr. Danyi József főiskolai tanár
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Anyagtechnológia Tanszék
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10
Tel: +36 76 516 371,
Fax: +36 76 516 399
danyi.jozsef@gamf.kefo.hu

Kecskés Bertalan tanszéki mérnök
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Anyagtechnológia Tanszék
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10
Tel: +36 76 516 374,
Fax: +36 76 516 396sz
kecskes.bertalan@gamf.kefo.hu

Dr. Végvári Ferenc főiskolai tanár
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Anyagtechnológia Tanszék
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10
Tel: +36 76 516 373,
Fax: +36 76 516 396
vegvari.ferenc@gamf.kefo.hu