

NAGYSZILÁRDSÁGÚ AUTÓIPARI LEMEZEK HAJLÍTÁSA, VISSZARUGÓZÁSI PROBLÉMAKÖRE

BENDING OF HIGH-STRENGTH AUTOMOTIVE SHEET MATERIALS, AND SPRING-BACK PROBLEMS

Béres Gábor¹, Danyi József¹, Végvári Ferenc¹

¹Kecskeméti Főiskola, Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai KAR, Anyag-technológia Tanszék, Magyarország, 6000. Kecskemét, Izsáki út 10. Telefon: +36-76/516377, levelezési cím, beres.gabor@gamf.kefo.hu

Abstract

The main aim of the automotive material innovations is to reduce car weight. This is necessary for reducing fuel consumption and poison gas emission. It is possible by using of thinner but higher strength sheet materials. Generally the higher strength coupled with less formability, which would leads to further technological problems, such as spring-back after bending. The heavy loaded, and in passenger-safety aspect relevant elements frequently consist of welded sheets, so-called Tailor Welded Blanks. The components could have different strength and sometimes different thickness too. In those cases, the spring-back requires special attention.

Keywords: automotive sheet materials, strength and ductility, spring-back.

Összefoglalás

A járműipari anyagok fejlesztésének és alkalmazásuknak a célja a járművek tömegének csökkentése. A kisebb tömegű járművek üzemanyag fogyasztása kisebb, és kisebb az általuk kibocsátott mérgező gáz mennyisége is. A kisebb járműtömeg vékonyabb, de nagyobb szilárdságú anyagok, pl. lemezek alkalmazásával érhető el. Az új, nagyszilárdságú lemezek alakíthatósága viszont kisebb, mint a lágy anyagoké, ezért használatuk technológiai problémákat vet fel. Ilyen például az alakításnál bekövetkező visszarugózás. Gyakran alkalmazzák, az ún. tailored, azaz hegesztett lemezeket. Ezeknél, az alakítandó darab terítéke különböző szilárdságú lemezek összehegesztésével készül. Ez esetben a hajlításnál jelentkező visszarugózás különösen nagy gondot okoz.

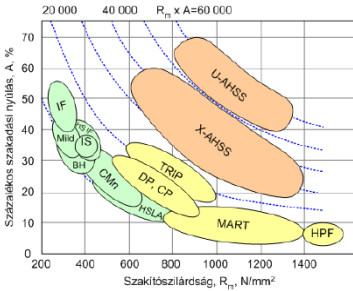
Kulcsszavak: járműipari lemezek, szilárdság és alakíthatóság, visszarugózás.

1. Bevezetés

A járműipar területén egyik legfontosabb kérdés a járművek tömegének csökkentése. Ezzel ugyanis kisebb üzemanyag fogyasztás és kisebb káros anyag kibocsátás érhető el. Fontos azonban, hogy a kisebb tömegű jármű is megfelelő védelmet biztosítson a gépkocsival utazók számára. Ha a jármű teherhordó vázelemei

vékonyabb lemezből készülnek, a lemezanyagnak feltétlenül nagyobb szilárdságúnak kell lennie. Az utóbbi időben rendkívüli fejlődés volt tapasztalható az új, nagyszilárdságú (HSS), sőt, az ultra nagyszilárdságú (UHSS) lemezanyagok kifejlesztése területén. A lemezanyagok szilárdságának növelésével együtt jár alakíthatóságuk csökkenése. Ez a

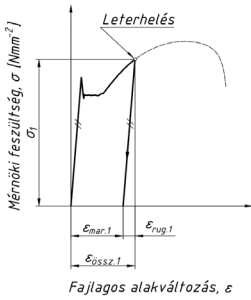
lemezek feldolgozása során gondot okozhat (1. ábra). [1]



1. ábra. A járműiparban használt lemezanyagok

1.1. Lemezek visszarugózása hajlításnál

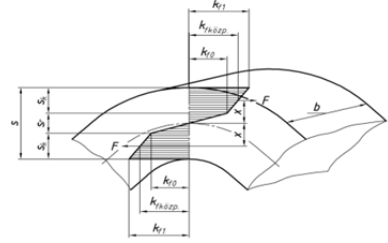
A gyakorlatban alkalmazott szerkezeti anyagaink képlékeny alakítással történő megmunkálása során, a darab alakváltozása rugalmas és képlékeny alakváltozási komponensekből tevődik össze. A terhelő, alakító erő megszűnésekor az összalakváltozás rugalmas összetevője csökken, amely következtében az alakított darab mérete megváltozik. Ez egyszerűen szemléltethető pl. egy lágyacél próbatest szakító diagramján (2. ábra). [2]



2. ábra. Rugalmas és képlékeny alakváltozás szakítóvizsgálatnál

A hajlító szerszámban meghajlított lemez, az erő megszűnése után kinyílik, visszarugózik. A műveletre jellemző feszültségi és alakváltozási állapotból adódóan, a hajlított lemezben az ún. semleges szál környezetében mindig marad egy rész (s_r), amely csak rugalmas alakváltozást szenved

(3. ábra). Ez a része a lemeznek, próbál kiegyenesedni, az általa képviselt nyomtérrel nyit is a hajlított lemezen, ezzel hozzájárul a lemez visszarugózásához. Mivel azonban a rugalmasan alakváltozott réteg, csak kis része a lemezvastagságnak, a lemez kiegyenesedni nem tud, maradó feszültség keletkezik a hajlított darabban.



3. ábra. A hajlított lemezben ébredő érintő irányú feszültségek

Ahhoz, hogy az előírt munkadarabot méret és alakpontosan állítsuk elő, a visszarugózás mértékét, illetve mértékének függését a technológiai és szerszámzási paramétereiktől és az alakított anyag tulajdonságaitól, ismerni kell. Ennek birtokában lehet ugyanis több ismert módszer alkalmazásával - túlhajlítással, vasalással stb. - kiküszöbölni vagy mérsékelni a visszarugózás okozta alak és méret hibát.

2. A visszarugózási szög kísérleti úton történő meghatározása

A szakirodalomban található több, jól használható összefüggéssel a visszarugózási szögek számítással meghatározhatók [2,3]. Ennek ellenére, a gyakorlatban célszerű a sorozatgyártás megkezdése előtt próbahajlítást végezni. Rontja ugyanis a számítások megbízhatóságát több, az összefüggésekben figyelembe nem vehető körülmény. Ilyen lehet a lemezanyagok alakíthatósági tulajdonságaiban való szórás.

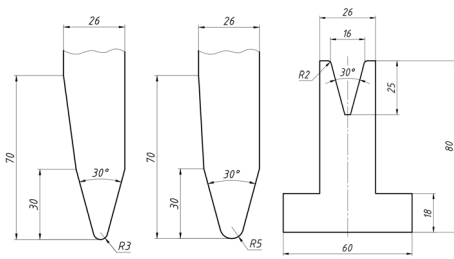
A vizsgált lemezek - mélyhúzó és DP-s lemezek (1. táblázat) - visszarugózási szögei, 3 és 5 mm-es sugáron történő hajlítások esetén, viszonyítási alapot szolgáltat-

hatnak a hegesztett lemezek mérhető értékeket illetően. A hajlító műveleteket AMADA HFE-50-20 típusú CNC vezérlésű

gépen végeztük a **4. ábrán** látható szerzőpárokkal.

1. táblázat. Homogén lemezek szabad hajlításnál kapott visszarugózási szögei

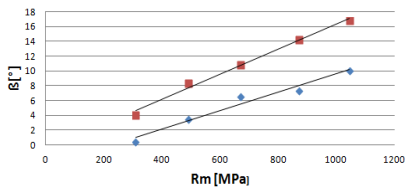
Anyag	s [mm]	Rp0.2 [Mpa]	Rm [Mpa]	A80 [%]	Z [%]	n	r	β [°]	
								r/s=3	r/s=5
DC04	1	180	310	43,0	55,0	0.221	1,14	0°25'	4°
DP450	1	300	490	27,0	60,2	0.160	1,08	3°30'	8°20'
DP600	1	450	670	18,7	60,0	0.140	0.788	6°35'	10°50'
DP800	1	600	870	13,7	53,7	0.102	0.758	7°20'	14°10'
DP1000	1	780	1045	11,3	50,0	0.057	0.733	10°	16°45'



4. ábra. Hajlító szerzőpárok

A táblázat adataiból és az **5. ábrán** a diagramból is látható a lemezanyag szilárdsága és a hajlítási sugár szerepe a visszarugózási mértékét illetően.

A vizsgált anyagok visszarugózási szögei szabad "V" hajlításnál

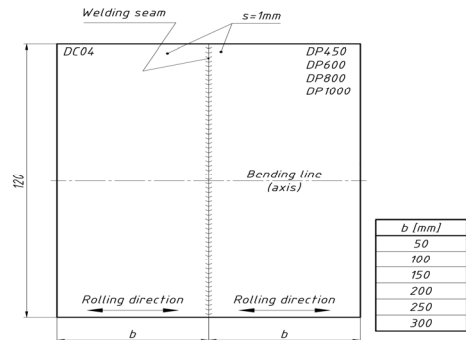


5. ábra. Homogén lemezek visszarugózási szögei

3. Visszarugózás hegesztett lemezek hajlításánál

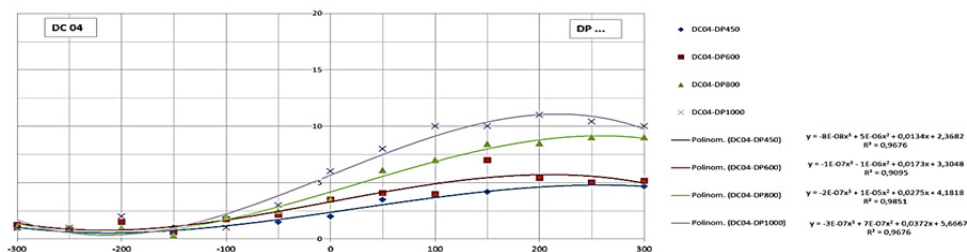
Sok esetben készülnek jármű karosszéria elemek különböző szilárdságú (egyes esetekben különböző vastagságú vagy eltérő bevonatú) lemezek összehegesztésével

előállított terítékekből. Ezeknél a terítékeknél különös jelentőséggel bír, és az eddigieknél is több figyelmet igényel a visszarugózás, kiváltképp a szerelő műveletek automatizálhatósága szempontjából. [4] Hegesztett lemezek visszarugózásának vizsgálatára a **6. ábrán** látható próbatesteket készítettünk. A hegesztett próbatestek hosszúsága a hajlítás tengelyével párhuzamos irányban 100, 200, 300, 400, 500, 600 mm volt. A visszarugózási szöget a varrat közvetlen közelében is mértük.

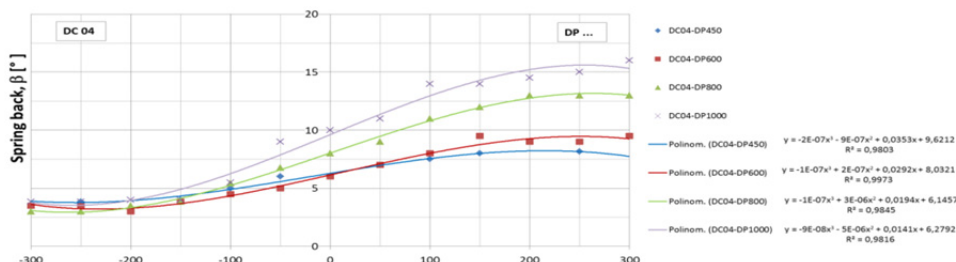


6. ábra. Hegesztett lemezek visszarugózásának méréséhez készített próbatest

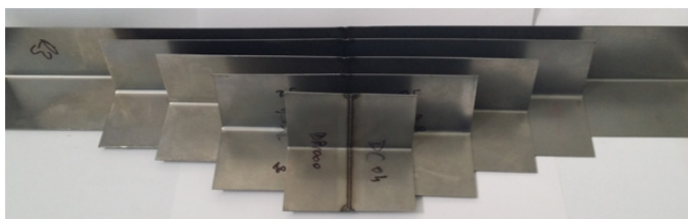
A hegesztett lemezek visszarugózási szög értékei a **7. és a 8. ábrán**, a hegesztett és meghajlított lemezek pedig a **9. ábrán** láthatók.



7. ábra. Hegesztett lemezek visszarugózása 3mm-es hajlítási sugárnál



8. ábra. Hegesztett lemezek visszarugózása 5mm-es hajlítási sugárnál



9. ábra. Hegesztett lemezek hajlítás után

4. Következtetések

- Kísérleteinkből beigazolódott, hogy:
- a különböző szilárdságú hegesztett lemezek egyesítésének helyén a visszarugózási szög értéke jó közelítéssel a két lemezen mért visszarugózási szögek középértéke;
 - hajlított alkatrészek gyártása szempontjából fontos információ, hogy a hegesztés vonalától 200-300 mm távolságra a lemezrészek egymásra hatása már nem jelentős;
 - ez azonban azt is jelenti, hogy a hegesztett lemezek nem csak mérethibások lehetnek, de a különböző mértékű visszarugózás alakhibát is okoz.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] ThyssenKrupp Steel Europe
- [2] Danyi, J., Végyvári, F.: *Járműgyártás és fenntartás*, Elektronikus tankönyv, 2011.TÁMOP-4.1.2./A/2-10/1 2010-0018.
- [3] Oehler, G, Kaiser, H.: *Vágó-, sajtoló- és húzószerszámok*. Műszaki kiadó, Budapest 190.-194. oldal
- [4] http://incar.thyssenkrupp.com/4_02_060_QT_03_Sitzquerraeger-TB.html?lang=en

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0029 projekt részeként, Az Új Széchenyi Terv keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.