



Nyomás és hőmérséklet hatása acélok ragasztott kötéseinek tulajdonságaira

Effect of pressure and temperature on the properties of adhesive bondings of steels

Mónus László József¹, Fábíán Enikő Réka², Kuti János³

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, Budapest, Magyarország, monuslaszlojosef@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, Budapest, Magyarország, fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu

³Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, Budapest, Magyarország, kuti.janos@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

E munka során S355 J2 acél ragasztásához kerestük a lehető legkedvezőbb ragasztási feltételeket biztosító ragasztót és azokat a ragasztási tényezőket, amelyekkel a legerősebb kötést lehet létrehozni. A vizsgálatokhoz három különböző ragasztót teszteltünk növelt szilárdságú acéllemezek átlapoltt kötéseinek tesztelésére, állandó ragasztási időtartam, felületi érdesség és rétegvastagság alkalmazásával, különböző nyomás és hőmérséklet paraméterekkel létrehozott ragasztott minták szakítóvizsgálattal meghatározható tulajdonságait vizsgáltuk. A kutatási munka során számos érdekes dolgot tapasztaltunk, és egyértelműen meghatározhatóvá vált, hogy melyik ragasztási módszer és ragasztó a legmegfelelőbb a modern versenyíj kötéseinek elkészítéséhez.

Kulcsszavak: szerkezeti acél, ragasztás, szakító vizsgálat

Abstract

During this research, it was looking for the glue that provides the most favorable adhesive bonding conditions and the bonding parameters for S355J2 steel, which would produce the strongest bond. The tensile properties of specimens bonded under different pressure and temperature parameters were investigated. Three different adhesives were used to test overlapped joints of increased strength steel plates using constant bonding time, surface roughness, and layer thickness. During this work, were experienced several interesting things and clearly determined which bonding method and adhesive material is the most suitable for creating the bindings of modern competition bow.

Keywords: Structural steel, adhesive bonding, tensile test

1. Bevezetés

Az ipari világ ma is keresi a kis tömeg, szívósság által jellemezhető anyagfészeségek egyidejű alkalmazásából, összeépítéséből extrém igénybevételeknek ellenálló, jó szilárdsági tulajdonsággal bíró gépek, szerkezetek, gépelemek gazdaságos gyártását. Különböző anyagok összekötésének egyre népszerűbb eszköze a ragasztástechnika. Gépész és hegesztőmérnökként egy dinamikusan fejlődő technikai sporttal az íjászával foglalkozom, mint sportoló és mint tervező, egy távolsági világrekord

lövő íjat szerettem volna ragasztani, innen származik a vizsgálatom aktualitása. Kutatásom során szigorú feltételek mellett különböző hőmérsékleteken és nyomásokon vizsgáltam három különböző ragasztó viselkedését és szerettem volna megtalálni azt a ragasztót és azokat a fizikai paramétereket melyek segítségével ragasztva elkészíthetem a számomra elérhető legjobb ragasztott kötést. [1] A ragasztás sokrétű technológia, amely segítségével megvalósíthatunk eltérő anyagminőségű fémek, fémek és polimerek, fémek és kompozitok, fémek és üvegek, polimerek és polimerek, kompozitok és kompozitok, üvegek és polimerek, gumik és fémek, valamint textíliák és gumi anyagok közötti kötéseket. A ragasztó a felsorolt szerkezeti elemek között kötéshálót alakít ki, mely a különböző anyagok közötti összekötő hídaként funkcionál. A kötés fizikai tulajdonságai és felépítése az adhézió függvénye, tehát a ragasztás a ragasztó felülethez való tapadásától, illetve saját belső szilárdságának mértékétől függ. A ragasztás technológiai folyamata számos olyan műveletet foglal magában, amelyek a ragasztott kötés tervezés szerinti összeállításához vezetnek, mint például: a ragasztófelület előkezelése a ragasztáshoz, a ragasztó előkészítése és keverése, a ragasztók helyzetének beállítása és összeszerelése, a ragasztó kikeményítése, a kötés minőségének ellenőrzése és a befejező műveletek [2, 3].

2. Próbatetek gyártása és vizsgálati technikák

A próbatetek 15mm x 100mm x 2mm-es S335 J2-es minőségű acéllemezekből átlapolat ragasztási technikával lettek összeragasztva. A vizsgálatokhoz három különböző ragasztót alkalmaztunk. ezek a következők voltak: Uverapid 20, EA 40 és Araldite AW 106 kétkomponensű epoxiragasztó. A próbatetek irodalmi ajánlásoknak megfelelően [4, 5]. acetonnal voltak tisztítva ragasztás előtt. Bár az irodalmi adatok a felületi érdességre vonatkoztatva eltérőek, főleg anyagminőség függvényében, [6]. A vizsgálatainkhoz a próbatetek előkészítése során 15-20 µm felületi érdességet alkalmaztunk. Az így kapott felületeken semmi egyenetlenség, foltosság nem látszott, ahogy azt az 1. a) ábrán is láthatjuk. A vizsgálatokhoz átlapolat ragasztott kötések készítettünk, 30 próbatest készült Uverapid 20-as ragasztóval, 30 darab Araldite AW 106-os ragasztóval és újabb 30 darab EA 40-es ragasztóval. A használt ragasztók kétkomponensű epoxi alapú, nagy szilárdságú, rugalmas ragasztók. A cél az volt, olyan ragasztott kötések létrehozása melyek nagy szakítószilárdságúak, de ugyanakkor megfelelően rugalmasak és szívósak, hogy nagy és dinamikus igénybevételek hatására is helyt álljanak. 15 mm x 20 mm-es ragasztási felületekkel dolgoztam. Minden egyes darabnál a ragasztó 0,13 -0,18 mm rétegvastagságú volt. A kötések kialakításához 3 órás ragasztási időt számoltunk. Az elkészített próbatetek sorszámozással voltak jelölve (1. ábra, b) felvétele)



a)



b)

1. ábra A próbatetek vizsgálati előkészítése a) mintadarabok felületi kezeléseket követően b) a ragasztott és sorszámozott próbatetek a felületi kezeléseket követően

A 90 darab próbatest ragasztása egyidejűleg készült el. A folyamat elvégzéséhez ragasztó-illesztő készüléket készítettem. Ezek nyomás hatására összenyomva tartották a ragasztott felületeket egyenletesen, egyidejűleg és ellenőrizhetően a ragasztás teljes időtartamára. Mivel a hőmérséklet és a nyomás hatását vizsgáltuk ezért az illesztő készülékeket nagy kiterjedésű kemencékbe helyezve, a ragasztandó próbatesteket tűzoltó tömlőkbe vezetett levegővel nyomtuk össze.

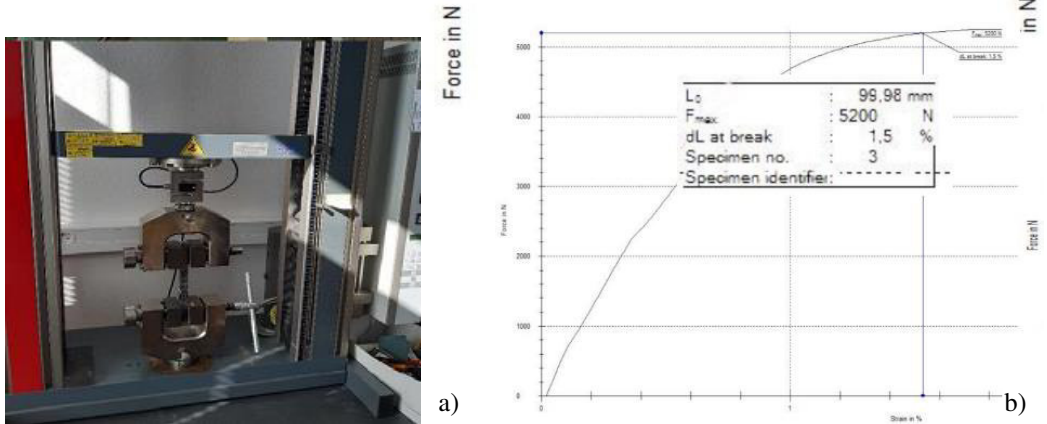


2. ábra Munkadarabok különböző 1, 3 és 6 bar nyomás alatt egyidejűleg

A próbatestek ragasztásának teljes folyamata részletezve a következőképp zajlott: a próbatestek elkészítése érdekében a mintadarabokat méretre vágtam, a felületet acetonnal való zsírtalanítás után egyengettem, a sorját eltávolítottam köszörüléssel, a ragasztandó felületeket különféleképpen megmunkáltam, a kívánt felületi érdességet kialakítottam és mértem. Ezt követően a felületeket újból acetonnal zsírtalanítottam, a próbatesteket feliratoztam azonosításuk érdekében, majd a ragasztó komponenseket súly szerinti kimértem és bekevertem a 3 különböző ragasztót, külön tálkában. Ezt követően a próbatesteket szerszámba helyeztem, a ragasztandó felületeket ragasztóval kentem be 15mm x 15mm felületen, majd összeillesztettem és hézagoltam. Végül összeszereltem a ragasztószerszámot, bezártam, nyomás alá helyeztem tömlővel (Az alkalmazott nyomás 1- 3- 6 bar volt), és a ragasztott próbatesteket hőkamrába helyeztem (50-70-90 C⁰) 3 órán keresztül. A kötési idő lejártá után a próbatesteket a hőkamrából kivéve, majd a ragasztószerszámból kibontva, az esetenként túlcordult ragasztót eltávolítva a ragasztott felület oldalairól a munkadarabok tároló dobozába tettem, amelyek szobahőmérsékletű laboratóriumi környezetben 24 órás pihentetés után kerültek szakítóvizsgálatra, az irodalmi ajánlások szerint. A kombinációk számát növelte a három különféle ragasztó alkalmazása. Igyekeztem a sokrétű paraméterek változtatásával megállapítani a szakítószilárdság értékeit, azok függőségeit, szabályszerűségeit. [4-6]

2.1 Szakítóvizsgálatok

A ragasztott próbatesteken szabványos szakítóvizsgálatot végeztünk Zwick Z010 szakítógéppel az ÉMI-TÜV SÜD Kft. KERMI anyagvizsgáló laborjában, Budapesten. A mérések során a vizsgálati hőmérséklet 20 C⁰ volt, a szakítóvizsgálatokat $v = 15$ mm/min szakítósebességénél végeztük. A szakító vizsgálatok után sztereomikroszkóppal vizsgáltuk az elszakadt kötések felületét.



3. ábra Szakító vizsgálat részletei a) Zwick Z010 szakítógép b) Araldite AW 106-os ragasztó által létrehozott ragasztott kötés szakítódigramja

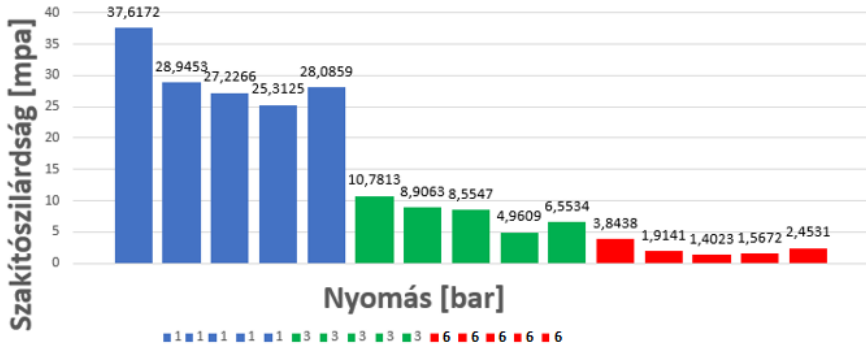
3. Vizsgálati eredmények

A ragasztandó felületek kialakítása legalább annyira meghatározta a kötés szakítószilárdságát, mint maga a ragasztó helyes kiválasztása. A szakítás 87 eredményes és 3 eredménytelen méréssel zárult. Az eredménytelennek mondott ragasztott kötéseknel, mindhárom esetben a ragasztás szétvált a szakítást megelőzően. Az eredménytelen vizsgálatok felületkezelési hiányosságokkal voltak összefüggésben, és számuk kellően kicsi volt az eredményes ragasztásokhoz képest. A ragasztott felületeknél a szakítóvizsgálatok eredményeit megfigyelve és értékelve következtettem a nyomás, valamint a hőmérséklet hatására melyek a próbatestek szakítószilárdságára és szakadási megnyúlására vetültek.

1. táblázat A ragasztott kötések szakítószilárdságainak átlaga, különböző hőmérsékleteken és nyomásokon.

Nyomás, bar		1 bar	1 bar	1 bar	3 bar	3 bar	3 bar	6 bar	6 bar	6 bar
Hőmérséklet, °C		50 C ⁰	70 C ⁰	90 C ⁰	50 C ⁰	70 C ⁰	90 C ⁰	50 C ⁰	70 C ⁰	90 C ⁰
Ragasztók										
Szakítószilárdság, (MPa)	Uverapid 20	17,14	28,08	8,52	11,54	19,55	8,08	7,08	6,52	4,38
	Araldite AW 106	9,41	37,61	15,23	8,63	18,23	11,62	5,71	11,55	7,89
	EA 40	2,05	4,91	0,93	1,41	2,19	0,79	0,55	0,79	0,43

A vizsgálati eredmények alapján látható, hogy az EA 40-es ragasztóval létrejött szakítószilárdság messze elmaradt az Uverapid 20-as és az Araldite AW 106-os ragasztókkal elért eredményektől. Az eredmények egyértelműen mutatták, hogy a ragasztások 3 bar és 6 bar nyomáson elmaradtak az 1 bar-on ragasztott kötésekkel szemben az összes ragasztó esetén, mindhárom hőmérsékleten. Kiemelve a legjobbnak látszó ragasztót és diagramban szemléltetve a ragasztáskor alkalmazott nyomás hatását. Látványos az alkalmazott nyomás hatása, hogy a legjobb szakítószilárdságok 1 bar nyomáson jöttek létre.



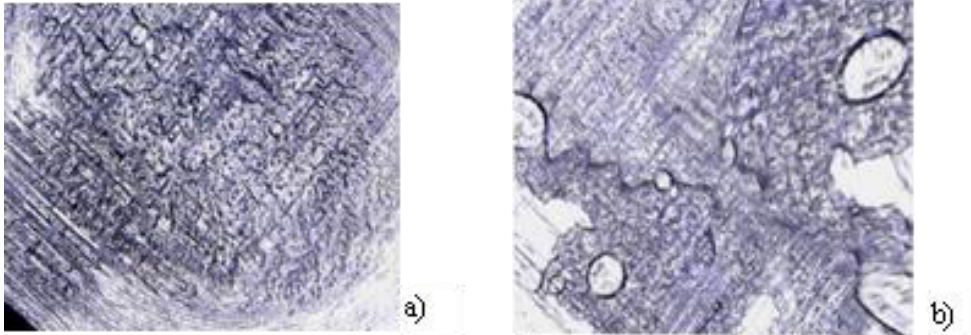
4. ábra Araldite AW 106-os ragasztó esetén a nyomás-szakítószilárdság viszonya

Ahhoz, hogy egy távlövő íj alkalmas legyen akár egy világrekord lövésére szívósnak, rugalmasnak kell lennie ahhoz, hogy elviselje a rá nehezedő dinamikus terheléseket. A szakadási nyúlás megmutatja, hogy mennyit képes az adott anyag nyúlni a szakadás bekövetkeztéig. Azok a ragasztási technikák, melyek nagy szakítószilárdság mellett kedvezően nagyobb szakadási nyúlást produkálnak, azok a kötések alkalmasabbak egy verseny íj szerkezetének kialakítására. Éppen ezért különös figyelmet szenteltem ezen értékek elemzésére is. A következő táblázatba a három különböző ragasztóval ragasztott, adott hőmérsékleten és adott nyomás hatására létrehozott kötések szakadási megnyúlásainak szórását rendeztem, kiemelve a legkedvezőbb értékeket.

2. táblázat A ragasztott kötések szakítóvizsgálat során mért szakadási megnyúlás értékei (%) -ban, meghatározott hőmérsékleten és nyomáson.

Nyomás, (bár) Hőmérséklet, (°C) Ragasztók		1bar 50C ⁰	1bar 70C ⁰	1bar 90C ⁰	3bar 50C ⁰	3bar 70C ⁰	3bar 90C ⁰	6bar 50C ⁰	6bar 70C ⁰	6bar 90C ⁰
Szakadási nyúlás, (%)	Uverapid 20	0,7	0,9	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5
	Araldite AW 106	0,7	1,1	0,8	0,6	0,8	0,6	0,4	0,6	0,5
	EA 40	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3

A mérési eredmények jól mutatják, hogy a legkedvezőbb szakadási nyúlás eredmények mind az Uverapid 20-as és az Araldite AW 106-os ragasztó esetén 1 bar nyomáson és 70 C⁰-os hőmérsékleten adódtak. A szakadási nyúlások alapján a legkiemelkedőbb ragasztások az Araldite AW 106-os ragasztó által ragasztott kötések voltak, melyeket 70 C⁰-os hőmérsékleten, 1 bar-ral nyomva ragasztottam. A szakító vizsgálatokat követő fénymikroszkópos vizsgálatok alapján a lemezek felületéről 87 mintánál nem vált le a ragasztó teljesen, csak lokálisan. Az 5. ábrán láthatjuk a legjobb szakítószilárdsági értékeket mutató Araldite AW 106-os ragasztóval ragasztott kötés fénymikroszkópos felvétele mellett az Uverapid 20-as ragasztóval ragasztott kötés megjelenését.



5. ábra A ragasztott kötések mikroszkópos felvételei a) Az Araldite AW 106-os ragasztó legnagyobb szilárdságú kötése. b) A legerősebb Uverapid 20-al ragasztott kötés

4. Következtetések

A kutatás során szigorú feltételek mellett különböző hőmérsékleteken és nyomásokon három különböző ragasztó viselkedését vizsgáltuk, azzal a céllal, hogy megtaláljuk azt a ragasztót és azokat a fizikai paramétereket melyek segítségével ragasztva elkészíthető az íjászat szempontjából elérhető legjobb ragasztott kötet. A vizsgálatokból kiderült, hogy a 15-20 μm felületi érdességű acéllemezeknél, 0,1-0,18-mm ragasztó rétegvastagság mellett, a három vizsgált ragasztó közül a legalkalmasabb a modern táv lövő íj szerkezetének elkészítéséhez az Araldite AW 106-os ragasztó, 70 C⁰-ra melegítve, 1 bar nyomás alatt hozta létre a legkiemelkedőbb eredményeket. Ezzel a ragasztási technikával elkészítve a modern távlövő íj markolatát és íjkarjait hamarosan versenykörülmények között is tesztelésre kerülnek.

5. Hivatkozások

- [1] Czvikovszky Tibor, Nagy Péter, Gaál János: A polimertechnika alapjai <https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch12s03.html>
- [2] Campbell Jr, F. C. (Ed.). (2003). Manufacturing processes for advanced composites. elsevier.
- [3] Rudawska, A. (2019). Surface treatment in bonding technology. Academic Press.
- [4] Wegman, R. F., & Van Twisk, J. (2012). Surface preparation techniques for adhesive bonding. William Andrew.
- [5] Rudawska, A. (2019). Surface treatment in bonding technology. Academic Press.
- [6] Duncan, B. C., & Crocker, L. E. (2001). Review of tests for adhesion strength.