

Klincs kötések minőségi kérdései

Quality questions of clinch joint

SZ. JÓNÁS, M. TISZA

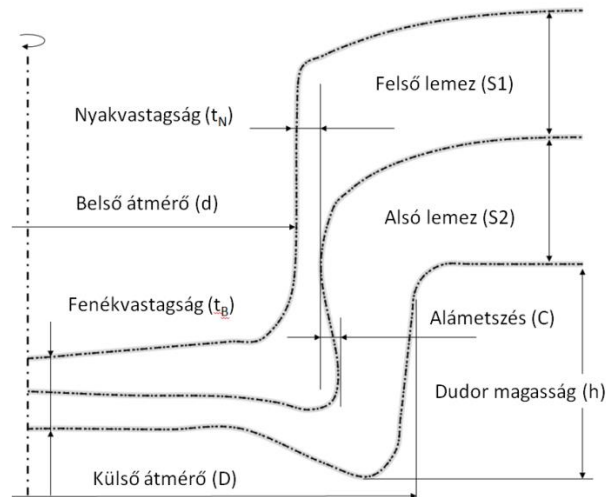
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informikai Kar, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet,
Mechanikai Technológiák Intézeti Tanszék

Absztrakt. Ebben a cikkben a klincseléssel készített kötések minőségi kérdéseit vizsgáljuk. A gyártás volumene miatt szükséges egyrészt magát a gyártási folyamatot is ellenőrizni, másrészt a kész kötést is. A különböző gyártók által kínált megoldásokat fogjuk röviden áttekinteni 1-1 példán keresztül bemutatva fontosságukat.

Abstract. This article deals with the quality of the clinch joints. Due to the volume of the production there is a need for the inspection of the joints and the monitoring of the joining process. Different producers give solutions for the inspection and monitoring and these solutions will be introduced through 1-1 example their importance.

Bevezetés

A klincselés a járműiparban egyre terjedő kötéstechnológia. Az utóbbi néhány évtizedben számos kutatás foglalkozott a kötés behatóbb vizsgálatával, így annak végeselemes modellezésével, kísérleti úton történő vizsgálatával, optimalizálásával [1-5]. Azonban a kötés minőségének vizsgálatára vonatkozóan meglehetősen kevés irodalmat találni [6]. Az elérhető ismeretek pedig főként a gyártók ajánlásai alapján lelhetőek fel [6,8-9]. Ebben a cikkben ezeket foglaljuk össze röviden. A klincselés, mint technológia vékonylemezek közötti oldhatatlan kötés képlékeny alakítással történő folyamata. Ennek végeredménye a klincs kötés. Rokonteknológiaként kezelhető a ponthegesztés vagy szegecseles. Alapvetően a lemezek egy speciális matricában egymásba nyomódnak a terhelést végző bélyeg hatására [1-6]. A kötés és annak fontosabb méretei az ábrán láthatóak (1. ábra). A gépek tönkremenetelét, amihez például a kopás vagy törés járulhat hozzá a folyamatos állapotfelügyelettel nyomon lehet követni. A gyártók 100000 kötetést követően javasolják a szerszámok cseréjét [6].



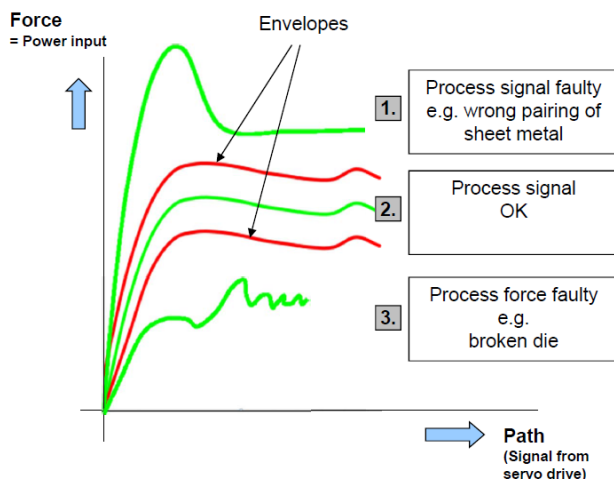
1. ábra: Kötés keresztmetszete és főbb méretei (saját ábra)

A kötés jóságának meghatározására több módszer ismeretes. A minősítésre a ponthegeztéshez hasonlóan elvégezhető roncsolásos vizsgálatok állnak rendelkezésre, de itt ezt nem tárgyaljuk részleteiben. Számos tanulmány foglalkozik a kötések statikus illetve dinamikus szilárdságának meghatározásával [1,4], azonban ezek roncsolásos vizsgálatok, tehát a kérdéses terméken nem megoldható az elvégzésük. A roncsolásos vizsgálatok mellett viszont szükségszerűen kell lennie olyan megoldásoknak, amelyek a kötés jóságának becslésére alkalmasak, illetve bizonyos előírásoknak képesek eleget tenni. A klincselés kötés legfőbb paraméterei könnyedén mérhetőek, illetve gyártás során a nyomóerő-elmozdulás diagramok regisztrálhatóak.

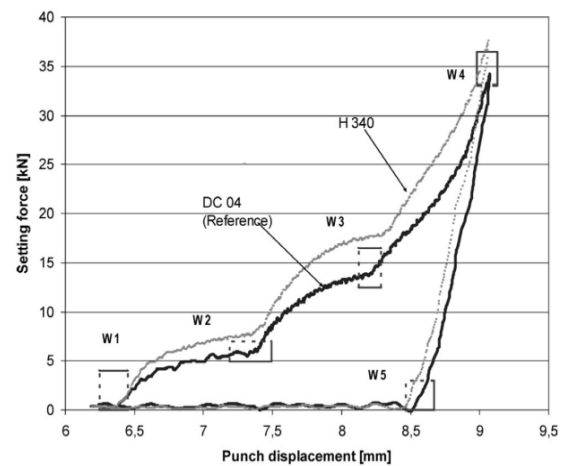
1. Gyártás közbeni állapotfelügyelet

A gyártás során gyakran nem kivitelezhető, hogy minden darabot, minden egyes kötést külön-külön vizsgáljunk. Mivel a klincselés főként autóiipari alkalmazás, ahol az automatizálás és robotizálás magas fokon áll, úgy szükséges a kötések gyártás közbeni felügyelete. Erre alkalmas megoldás a klincselő szerszám által kifejtett erő és a szerszám elmozdulás diagramját mérni. Ezt a megoldást számos gyártó a gépeikhez, mint online felügyeleti rendszert kínálja [6,8]. Mivel sok esetben adott anyagpár és lemezevastagságpár esetére készülnek a gépek, ismertek a roncsolásos anyagvizsgálatokkal megállapított értékek eléréséhez szükséges paraméterek, úgymint a fenékvastagság, alámetszés, nyakvastagság vagy dudor méret. Ezekhez a paraméterekhez a gyártók ismerik a terhelés-elmozdulás görbéket és egy adott megbízhatósági szint mellett, ahol a kötés szilárdsága nem csökken egy adott minimum határ alá, és egyben nem éri el a tönkremenetelhez szükséges mértéket (sem az anyagok nem szakadnak el, sem pedig a szerszám nem károsodik) sem, kijelölnek egy sávot. Ami ezen a sávon belül készül kötés, az elfogadhatónak tekinthető [7]. Mivel a gyártás során a szerszám óhatatlanul is kopik, elrepedhet vagy valamely alkatrésze meghibásodást szenvedhet el, fel kell készülni ezekre a helyzetekre is. A klincselő szerszámokra ható maximális, tehát még azok tönkremenetele nélkül alkalmazott terhelő erő ismeretében egy felső határ könnyedén definiálható, amellyel kivédhetünk bizonyos előre nem látható meghibásodásokat, károsodásokat. Ugyanígy a minimális, tehát a még

megfelelő kötés létrejöttéhez szükséges terhelő erőhöz is ki lehet jelölni egy értéket, ezzel biztosítva a szükséges alámetszést a kötésben. A szerszámban bekövetkezett változásoknak erre az erő-elmozdulás diagramra van hatása, tehát folyamatosan lehet becsülni annak élettartamát. Egy esetleges szerszámtörés például jelentkezhet alacsonyabb erő igényvel, ezt pedig a rendszer képes jelezni a megfelelő helyen. De váratlan hiba lehet a nem megfelelő anyagpár használata is, amelyek hatással vannak a görbére. Mivel akár töréshez is vezethet a hibás anyagpár használata, célszerű a monitoring rendszerek alkalmazása a gyártásban. Ezen felül a rendszerek képesek arra, hogy a lemezek vagy a gépbe helyezett bélyeg hosszára vonatkozóan jelezzék a felügyelettel foglalkozó személyzetnek a felmerülő probléma lehetséges okát, okait. Példaként az alábbi ábrák (2. és 3. ábra) hozhatóak fel, amely a fent említetteket is jelzi. A 2. ábrán a „2.”-vel jelölt zöld görbe az elfogadható kötés referenciája, míg az azt alulról és felülről határoló piros görbék a megfelelőségi tartományt jelölik ki. Az „1.”-gyel jelölt zöld görbe a hibás anyagpárt jelöli, a „3.”-mal jelölt pedig a törött matricát. A 3. ábrán közös diagramon ábrázolták az eltérő anyagok kötések mérhető görbéket (itt referenciaként a DC04-es anyagok kötését vették, míg a H 340 jelű acél kötése nagyobb erőigényvel rendelkezik).



2. ábra: Meghibásodási okok [1]



3. ábra: Referenciától eltérő anyagok klincselése [2]

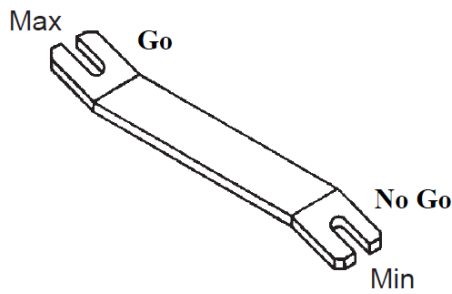
2. Gyártás utáni vizsgálati lehetőségek

A gyártást követően, a már elkészült kötések többféle módon ellenőrizhetjük. A legegyszerűbb és legkézenfekvőbb megoldások a „GO - NO GO” elvű ellenőrzés és a fenékvastagság mérése illetve a szemrevételezés útján kiszűrhető hibák keresése.

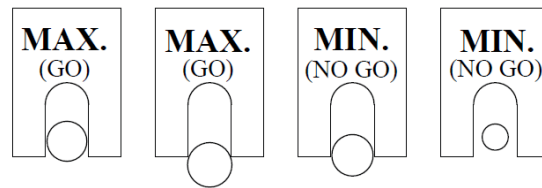
2.1. A „GO - NO GO” módszer alkalmazása klincs kötéseknel

A „GO - NO GO” módszernek a lényege, hogy adott kötéshez adott méretű dudor tartozik. Két féle szerszám szükséges (4. ábra) a mérés elvégzéséhez, egy legkisebb és egy legnagyobb még megfelelőséget biztosító. Az ellenőrzést végző a szerszámok egymás utáni vizsgálatával tud döntést hozni a klincs kötésről. Az ábrán látható a vizsgálati eljárás. A „GO” oldalon az felel meg, amelyik a szerszám villái közé befér, ugyanígy a „NO GO” oldalon is. Ha mindkét oldalon megfelelőséget

tapasztalunk, akkor jó eséllyel megfelelő a kötésünk. Enne magyarázata, hogy valószínűleg kedvező módon folyt az anyag a matricába radiális irányban [9].



4. ábra: Mérő eszköz: Go – No GO [9]



5. ábra: Mérés menete [9]

2.2. A fenékvastagság ellenőrzése

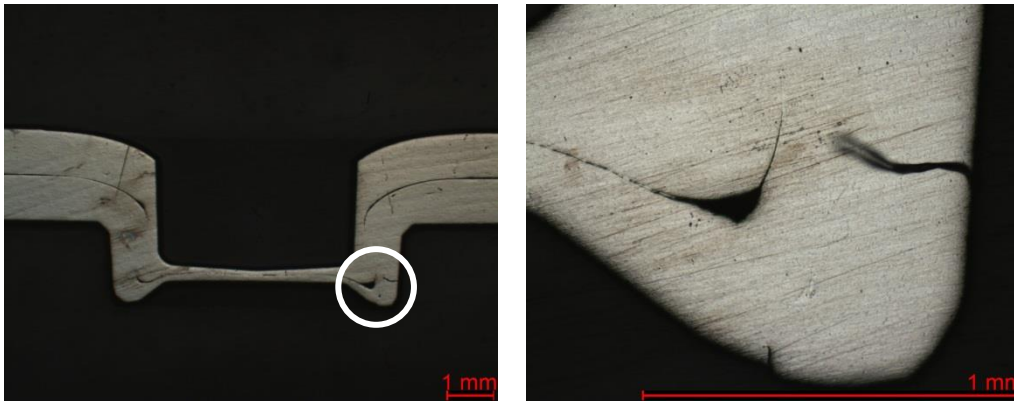
A kötés másik lényeges, és roncsolás nélkül mérhető paramétere az alakítást követően a maradó fenékvastagság (az 1. ábrán t_B méret). A fenékvastagság maradó értéke egyrészt megmutatja, hogy a tervezetthez képest milyen mértékben rugóztak vissza a kötésben résztvevő lemezek, másrészt összefüggés van az alámetszés és a fenékvastagság, nyakvastagság között. Utóbbi két paraméter a lemezek szétvágása után válna láthatóvá, tehát nem alkalmasak a minősítésre, azonban a mért fenékvastagságból lehet következtetni azok értékeire, illetve ez által a kötés várható szilárdságára is. A fenékvastagság és a kötés dinamikus szilárdsága között fennálló összefüggést DP600-as acélok esetére korábbi tanulmányokban már vizsgáltuk [10-11]. A fenékvastagságot viszonylag könnyen lehet mérni, ezért a gyártásközi vagy végellenőrzésekkor praktikus módja a kötés jóságának becslésére (6. ábra).



6. ábra: Fenékvastagság mérésének egyik lehetséges módja [3]

2.3. Kötések szemrevételezés útján történő ellenőrzése

Mérések során a szemrevételezés elengedhetetlen kiegészítése a fent említett módszereknek. A gyártók a 100%-os szemrevételezést ajánlják. A lemezek az alakítás során repedhetnek. Az alábbi példán alumínium (Al6065-T6) lemezek között létesített kötés tönkremenetele látható. Ez a hiba az alumínium T1-es állapotában nem következik be. Számos egyéb hiba is előfordulhat, így aszimmetria, nem megfelelő alakú dudor, stb.



7. ábra: Repedések a kötésben [saját ábra]

A szemrevételezés során, a bélyegoldali lemezen a benyomódás alakját és annak környezetét kell figyelni, hogy létrejött vagy sem, vannak-e repedések. A matrica oldalon pedig érdemes a szimmetrikusságot vizsgálni. A repedések nem megengedhetők [9].

3. Összefoglalás

A bemutatott eljárások segítségével biztosítható a kötések megfelelősége és a gépek felügyelete is. Csökkentve a hibák számát csökkenthető a selejtköltség, ami a gyártók egyik fő célkitűzése. Mivel a klinclés jól robotizálható a gyártás során számos mérést már a gyártás során el lehet végezteni gépekkel is. A gépek felügyelete lényeges kérdés, ugyanis egyrészt termelés kieséshez vezet egy meghibásodás, például törésből származóan, másrészt a gép cseréjének a költsége is tetemes összeg lehet.

Hivatkozások

- [1] M. Tisza – G. Gaszton – A. Kiss – P. Z. Kovács – Zs. Lukács (2014) *Alakítható nagyszilárdságú lemezanyagok klincls kötése*. Multidiszciplináris tudományok, 4. kötet. I. sz. pp. 49-58.
- [2] S. Coppieters (2012) *Experimental and numerical study of clinched connections*. PhD dissertation, KU Leuven.
- [3] S. Coppieters – S. Cooreman – H. Sol – D. Debruyne (2011) *Reproducing the experimental strength of clinched connections with finite element methods*. International Journal of Material Forming, Vol. 4, Nu. 4, pp. 429.
- [4] T. Sadowski – T. Balawender – P. Golewski (2015) *Technological aspects of manufacturing and numerical modelling of clinch-adhesive joints*, Springer.
- [5] L. Kascák – E. Spisák (2012) *Clinching as a non-standard method for joining materials of dissimilar properties*. Zeszyty naukowe politechniki rzeszowskiej Nr. 284. Mechanika z. 84, pp. 31-41.
- [6] Tünkers – Clinching – *Joining technology for car body production*, https://www.tuenkers.de/publish/binarydata/Aktuelles/2013/11/clinchen/tuenkers_clinching1.pdf

- [7] Y. Tan – O. Hahn – F. Du (2005) *Process Monitoring Method with Window Technique for Cinch Joining*. ISIJ International, Vol. 45 No. 5, pp. 723-729
- [8] <https://www.bollhoff-attexor.com/process/control.html>
- [9] BTM's – *User's guide for tooling* (<http://www.btmcorp.com/literature/btm-user-guide-tog-l-loc.pdf>)
- [10] Sz. Jónás – D. Felhős – M. Tisza (2017) *Clinching of High Strength Steels – Tests and Simulation*, In: NAFEM Ltd (szerk.), NAFEMS World Congress 2017: Summary of proceedings, Stockholm, Svédország, ISBN:978-1-910643-37-2
- [11] Sz. Jónás – M. Tisza (2017) *Clinching of DP600 Steel Sheets*, 5th International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering, Debrecen. pp. 222-227