

FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Az ellenállásponthegesztés metallográfiai vizsgálatokra alapozott optimalizálása

Szabó Péter

Abstract

This paper contains the results of a research work, in which the results of metallographic examinations were used in optimisation of the technology of resistance spot welding. The task of the work was to determine the effects of the welding parameters for the final strength, the characteristics of the joint, and to explore the potential defects of joint. Further task was to examine the texture of the joint and the HAZ. The final aim was to introduce the forming of weld.

Bevezetés

Vékonylemezek alkalmazásánál az ellenállásponthegesztés egyike a legtisztább és legtermelékenyebb hegesztő eljárásoknak, annak ellenére, hogy az egyik legnagyobb hátránya, hogy a létrehozott kötést roncsolásmentes vizsgálattal nehezen lehet megbízhatóan vizsgálni. Azért, hogy a gyártók elkerüljék a szerkezetek törését, általában több hegesztett kötést alkalmaznak, mint ami szükséges lenne akkor, ha a kötések megbízhatóbbak lennének. Annak érdekében, hogy biztosítsuk az eljárás egyenletességét, az elektród végeket tökéletesre kell munkálni, aminek az eredménye a hatékonyság csökkenése. Az utóbbi időben használt minőségbiztosítási előírások azt tüzték ki célul, hogy az áramot akkor kell kikapcsolni, amikor a fröcskölés megjelenik, ez volt a roncsolásos vizsgálatok eredménye. Ezen vizsgálatok csak megfelelő számú minta esetén alkalmazhatóak, amelyben ugyanakkor nagy lehet a hibás varratok száma.

Célkitűzés

A dolgozat célja az volt, hogy meghatározzuk az egyes paraméterek végső kötészialakításra gyakorolt hatását és a varratjellemzőket, illetve feltárjuk az esetleges kötészhibákat. Célul tűztem ki továbbá a varrat és a hőhatásövezet szövetszerkezetének vizsgálatát és a következtetések levonását. Végső célom pedig az ellenállásponthegesztett kötés kialakulási folyamatának bemutatása volt. Az eredmények

kiértékelése után képet kapunk a hegesztési paraméterek jelentőségéről, amiket a technológia optimalizálásánál figyelembe kell venni.

A vizsgálatok körülményei

Makroszkópi- és mikroszkópi vizsgálat céljára, a lemezekre merőleges és a pontvarrat középpontján átmenő vizsgálati felületű csiszolatot készítünk. A felületet csiszolással, polírozással és maratással hozzuk vizsgálatra alkalmas állapotba. A makroszkópi vizsgálat célja a durva kötés hibák (repedés, porozitás, szívódási üreg), illetve a varratjellemzők (pontvarrat méretei, az elektróda benyomódása) meghatározása. A mikroszkópi vizsgálat lehetővé teszi a pontvarrat és a hőhatásövezet szövetszerkezetének vizsgálatát.

Elméleti háttér

Amikor a lágyacélt nagyon intenzív hevítésnek, illetve hűtésnek tesszük ki, akkor a szerkezetben nincs észrevehető változás egészen addig, amíg a hőmérséklet el nem éri az eutektoidos hőmérsékletet (kb. 723 °C). Ezen hőmérséklet fölött ausztenit kezd formálódni a perlit szemcsékben, amely gyors hűtés esetén martenzitté alakul át. A ferrit-ausztenit fázisátalakulási hőmérséklet fölött a proeutektoidos ferrit finomodik a hőciklus hatására. Még nagyobb hőmérsékleten a karbon diffúziója a formálódó perlit szemcsékből a környező ausztenitbe történik, majd az ausztenit szemcsenövekedése megy végbe. Ez addig folytatódik, amíg a szolidus hőmérsékletet elérjük, és az olvadás megkezdődik. A gyors hőciklus alatt végbemenő metallurgiai változások elsősorban a hőmérséklet-maximum elérésétől függenek. A szövetszerkezet vizsgálata a hőciklus után lehetővé teszi, hogy megbecsüljük, hogyan lehet a hőmérséklet-maximumot minden pontban elérni, azaz túllépni az eutektoidos hőmérsékleten.

Kísérleti eredmények

A kísérletek elvégzése után a próbatesteket mikroszkópi- és makroszkópi vizsgálatoknak vetettük alá. Azt vizsgáltuk, milyen mértékben befolyásolják a heglencse kialakulását a hegesztési paraméterek. Jelen dolgozat a hőbevitelt leginkább meghatározó faktor, a hegesztési áramerősség hatásának vizsgálati eredményeit tartalmazza.

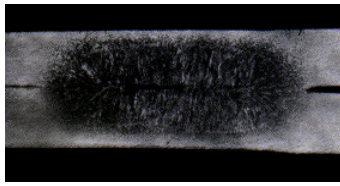
Az 1. ábra egy olyan kötést mutat, ahol nem alakult ki teljesen a heglencse. A kötés jellemzői:

- Az összefüggő hegpont kialakulásához nem volt elegendő a hőbevitel.
- Az elektród-benyomódás alig vehető észre.

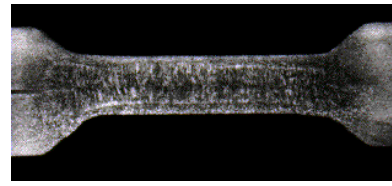
A 2. ábra valamivel nagyobb hőbevitel eredményét mutatja. Jellemzői:

- A heglencse tökéletesen kifejlődött és jelentősen elvékonyodott.
- Mély elektród-benyomódás figyelhető meg.
- A lemezek között megjelenik a fröcskölési nyom.
- Mintha a heglencsén kívül, a hőhatásövezetben is összehegedtek volna a lemezek.

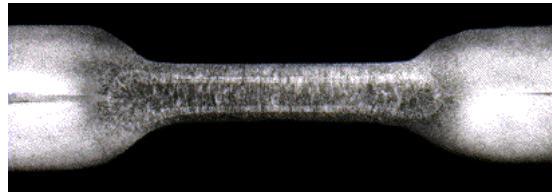
- Fontos továbbá, hogy az elektród alakjának negatívja pontosan látható a lemez felületén.



1. ábra
Ponthelesztett kötés alacsony áramerősség alkalmazásával



2. ábra
Ponthelesztett kötés közepes áramerősség alkalmazásával

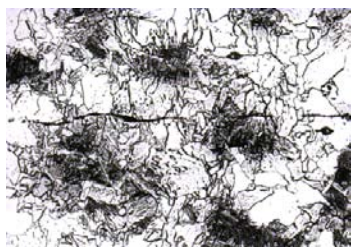


3. ábra
A hegesztett kötés kialakulása nagy áramerősség alkalmazása esetén

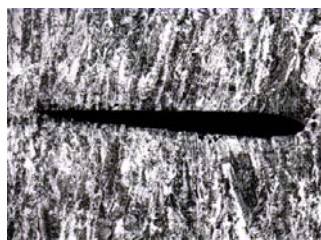
A 3. ábra nagy áram alkalmazásával összeheesztett kötésről készült. Ezen az ábrán a következők figyelhetők meg:

- A heglencse még jobban elvékonyodik.
- A hőhatásövezet szélesedik.
- Jelentős fröcskölés maradványai figyelhetők meg.
- A hőhatásövezetbeli összehegedés itt jobban megfigyelhető.
- A nyomódásból arra lehet következtetni, hogy az elektród jelentősen deformálódott. (A hegesztés alatt egyébként hozzáhegedt a lemezhez).

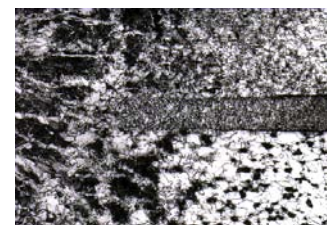
Mint az már az 1. ábrából is kiderült alacsony hegesztési áramerősség, vagy nagyon rövid hegesztési fűdő alkalmazása esetén, a nem elegendő hőbevitel miatt a heglencse nem tud teljes mértékben kialakulni. Az említett esetekben a lágyulás és a megolvadás helyi érintkezési pontokon keresztül jön létre (4. ábra).



4. ábra
Az érintkezési pontok megolvadása



5. ábra
A heglencse kialakulása



6. ábra
Fröcskölési nyom a lemezek között

Korábbi kutatások arra mutattak rá, hogy ezen „szigetek” a szakítás után ridegtörési pontokként figyelhetők meg. Ennek magyarázata a nagyon nagy helyi oxigéntartalom lehet, amelyet a felületi oxidréteg abszorpciója okoz, és amely belekerül a kisméretű megömlött zónába.

Az áramerősség növelésével a heglencse kezd kialakulni. A már előbb bemutatott 1. ábra mikroszkópi felvételén (5. ábra) már látható, hogy a középső rész még nem olvadt össze teljesen. A kerületen kezdődő megolvadás annak az eredménye, hogy az érintkezési terület legkülső felülete van a legkisebb háromtengelyű kényszer alatt. Ezért ez a felület alakul majd a legkönnyebben és így egy alacsony ellenállású áramutat fog jelenteni.

Jelentős hőbevitel esetén pedig a fröcskölés jelensége lép fel, melyet a 6. ábra mutat.

Összefoglalás

A mikro- és makroszkópi vizsgálatok eredményei alapján láthatóak az egyes paraméterek végső kötészakításra gyakorolt hatásairól a következők állapíthatók meg:

- A tökéletes lencse-kialakuláshoz megfelelő mennyiségű hőbevitelre van szükség.
- Túlzott hőbevitel ugyanakkor jelentős benyomódást, fröcskölést, sőt az elektród deformációját is okozhatja.
- A szövetszerkezeti képen jól látható, hogy a lágyulás és a megolvadás helyi érintkezési felületeken keresztül jön létre.
- A heglencse kialakulása az érintkezési terület széléről befelé történik.

Irodalomjegyzék

- [1] Bentley, K. P., Greenwood, J. A., Knowlson, P. McK., and Backer, R. G. 1963. Temperature distributions in spot welds. *British Welding Journal* 10(12), pp.:613-619.
- [2] J. E. Gould: An Examination of Nugget Development during Spot Welding, Using Both Experimental and Analytical Techniques, *Welding Journal*, 1987. Jan, pp.:1s-10s
- [3] Cho, H. S., Cho, Y. J., 1989. A study on the thermal behaviour in resistance spot welds. *Welding Journal* 68(6), pp.:236s-244s
- [4] H-F. Henrysson, F. Abdulwahab, B. L. Josefson, M. Fermer: Residual Stresses in Resistance Spot Welds, *Fatigue Design 1998*, Vol. I., Espoo, Finland, 26-29 May, 1998., pp.:179-190.

Szabó Péter, doktorandusz

Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék

Tel: 36-46-565-111/18-44; Fax: 36-46-363-929

E-mail: metszp@gold.uni-miskolc.hu