FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

NAS329J3L DUPLEX ACÉL LÉZERSUGARAS FELÜLETKEZELÉSE

LASER SURFACE HEAT TREATMENT OF NAS329J3L TYPE DUPLEX STAINLESS STEEL

LŐRINC Zsuzsanna

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Atomfizika Tanszék és Anyagtudomány és Technológia Tanszék, 1111 Budapest, Magyarország, Műegyetem rakpart 3.
zsuzsanna.lorinc@gmail.com*

Abstract

Duplex stainless steels are a family of grades combining good corrosion resistance with excellent mechanical properties. Nowadays the application of the laser material processing is an important research field. In this paper my aim is to present the laser surface treatment of NAS329J3L type steel. The laser surface treatment was carried out with different process parameters. Thermoelectric power (TEP) and ferrite content measurements were performed. I prepared cross sectional specimens and I applied tint etchant to examine the effect of the heat input on the microstructure. The results show that coarse ferrite grains are formed in the seam and the austenite content strongly decreased. Furthermore I found a clear relation between the TEP and the laser pulse energy.

Keywords: duplex stainless steel, laser surface treatment, microstructure, Seebeck coefficient

Összefoglalás

A kiváló mechanikai tulajdonságú duplex acélok a korrózióálló acélok családjába tartoznak. Manapság az anyagtudományi kutatások egyik fontos területe a lézersugaras anyagmegmunkáló technológiák duplex acélokra történő alkalmazhatóságának vizsgálata. Jelen dolgozatban a NAS 329J3L (UNS S31803) duplex acélon végzett lézersugaras felületkezelést mutatom be, valamint a felületkezelés, mint hőbevitellel járó folyamat anyagszerkezetre gyakorolt hatását vizsgálom. A felületkezelt minták anyagszerkezeti változásainak kimutatására termoelektromos erő -és ferrittartalommérést, és metallográfiai vizsgálatot végeztem. Az eredmények alapján elmondható, hogy a felületkezelt sávban a ferritszemcsék eldurvultak és kevés ausztenit képződött. Mindezek mellett kapcsolat figyelhető meg a termoelektromos erő változása és az alkalmazott lézerimpulzus energiája között.

Kulcsszavak: duplex acél, lézersugaras felületkezelés, szövetszerkezet, termoelektromos erő

1. Bevezetés

A 20. században az ipari igényeket kielégítve, kifejlesztették az ún. duplex acélokat, amelyek szövetszerkezete közel azonos arányban tartalmaz ferritet és ausztenitet. A duplex acélok főbb ötvözőelemei a króm (Cr) a nikkel (Ni) és a molibdén (Mo) javítják az acél korrózióval szembeni ellenállását. A duplex acélok megjelenésével a megmunkálásukhoz és hegesztésükhöz kapcsolódó nehézségek is megjelentek. A hegesztett varratok kis szívóssága miatt, kezdetben csak néhány speciális alkalmazási területen terjedtek el a duplex acélok. A

gyártástechnológia fejlődésével az acélok minősége és hegeszthetősége is javult, és manapság már egyre szélesebb körben figyelhető meg az alkalmazásuk [1].

A napjainkban is tartó fejlődés megköveteli a duplex acélok tulajdonságainak egyre pontosabb ismeretét. A hagyományos anyagmegmunkáló technológiák mellett fontos a lézersugaras anyagtechnológiák duplex acélokra való alkalmazhatóságának vizsgálata, adott esetben fejlesztése.

2. Kísérleti megvalósítás

A 2 mm vastag duplex acéllemezéből vízsugaras vágással 90×3 mm méretű darabokat vágtam ki. A minták méretét úgy határoztam meg, hogy a termofeszültségmérőbe megfelelően behelyezhetők legyenek. A lézersugaras felületkezelés kivitelezése előtt a mintákon TechLab termofeszültségmérővel, termoelektromos erő-mérést végeztem, illetve Fischer Feritscope FMP30 hordozható ferritszkóppal megmértem az anyag ferrittartalmát [2]. A duplex acél kémiai összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A NAS329J3L duplex acél kémiai összetétele

Kémiai összetétel (wt%)								
C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Mo	Cu	N
0,020	0,44	0,92	0,022	5,28	22,58	3,10	-	0,17

A Lasersystems Kft. telephelyén található TruPulse 103 típusú lézerberendezésen végeztem el a felületkezeléseket. A felületkezelések kivitelezése során minden mintadarabra (összesen 24 db) két vonalat húztam egymás mellé a darab teljes hosszában. A mintadarabok mindegyikét egymástól eltérő technológiai paraméterekkel felületkezelttem.

3. A felületkezelést követő vizsgálatok és értékelésük

3.1 Termofeszültségmérés és ferrittartalommérés

A lézersugaras felületkezelés elvégzése után ismét megmértem a minták termoelektromos erejét (a rézhez viszonyított relatív Seebeck-állandót) és ferrittartalmát, és a mért értékeket összehasonlítottam a kiindulási állapotban mért értékekkel.

A termofeszültségmérésnél a legnagyobb mérési hibát az jelentheti, hogy az egyes mintáknál eltérhet a mintát leszorító erő nagysága, aminek következtében változhat a termikus kontaktus minősége. Az említett hibaforrást nem lehetett teljesen kiküszöbölni, tekintve, hogy a mintabefogót minden egyes minta behelyezésekor kézzel kellett rácsavarni a mintára. Valamint az eltérő felületi érdesség is befolyásolhatja kismértékben a mérési eredményeket. [3]

Az 1. ábrán látható, hogy a termoelektromos erő változása jó közelítéssel arányos az alkalmazott impulzusenergiával. A ferritszkóppal mérhető ferrittartalom változása és az alkalmazott impulzusenergia között ugyanakkor semmilyen változás nem figyelhető meg.

A 2. ábrán a varratok beolvadási mélységét ábrázoltam az impulzusenergia függvényében. A pontok jó közelítéssel egyenes arányosságot mutatnak, ami összhangban van a területek arányának és az impulzusenergiák egyenes arányosságával. Mindebből arra lehet következtetni, hogy az impulzusenergia befolyásolja a legjobban a varrat geometriáját és a minta termoelektromos erejét a technológiai paraméterek közül.

1. ábra. A termoelektromos erő változása az impulzusenergia függvényében

2. ábra. A varratok beolvadási mélysége az impulzusenergia függvényében

3.2. Metallográfiai vizsgálatok

A felületkezelt sávokra merőlegesen elvágtam a mintákat és a kivágott darabokból keresztcsiszolatokat készítettem. A duplex acél szövetszerkezetének előhozásához a ferrit és az ausztenit fázis megkülönböztethetősége miatt, színes maratást alkalmaztam. A marószersz stabil filmréteget hoz létre a minta felületén. Maratás közben az elektropozitívabb fázis (anódos fázis) jobban maródik, mint az elektronegatívabb fázis. Kétfázisú ötvözetek esetén az egyik fázis potenciálja mindig nagyobb, mint a másik fázisé, így az egyes fázisok különböző színűek lesznek. [4]

3. ábra. Nagy hőbevitellel kezelt minta (20-as)

4. ábra. Kis hőbevitellel kezelt minta (25-ös)

A 3. és 4. ábrán látható varratok eltérő geometriájúak, ami a felületkezelésnél alkalmazott impulzusenergia nagyságával magyarázható. Nagyobb nagyítások esetén jól látszik, hogy a felületkezelt sávban a nagyméretű ferritszemcsék határain található az ausztenit fázis. A szemcsék alakja és orientációja a hőelvonás irányát követi. A nagy hűlési sebesség következtében az ausztenit fázis csak kis mennyiségben alakult ki, mivel a szilárd fázisú δ -ferrit, ausztenitté történő alakulásának sebességét a diffúzió sebessége határozza meg. [5] A gyors hűléssel járó nemegyensúlyi folyamatok eredményeként az ausztenit magképződéséhez és növekedéséhez szükséges diffúzió nem tudott, csak korlátozottan végbemenni.

A maratott mintákon, a felületkezelt sávokban a varrat alakját követő vonalak látszódtak. Ezeket a vonalakat első meggondolásként létrehozhatta a lézersugaras kezelés, illetve a minta színes maratása miatt is keletkezhetnek. Amennyiben a színes maratás miatt kialakult filmréteg miatt látszódnak a vonalak, úgy hagyományos kémiai maratást alkalmazva nem

lennének láthatók. A kémiai maratáshoz (nem színes) hígított királyvizet használtam, aminek az összetétele a következő volt: 100 ml H_2O , 15 ml HCl , 5 ml HNO_3 .

5. ábra. Királyvízzel maratott minta (20-as minta)

6. ábra. A varratok és az alapszövet keménysége

A vonalak keletkezésének magyarázata az lehet, hogy az olvadéktócsa szakaszos dermedése közben a kialakult, de még képlékeny szemcsék feletti olvadék rezgésbe jött, és az olvadék oszcillációja kismértékben deformálta a képlékeny szemcséket. Az olvadék rezgését okozhatta a jelenlévő fémgőz és a lézersugár keltette plazma nyomása, illetve az újabb lézerimpulzus.

A keménységet BUEHLER 1105 típusú mikrokeménységmérővel mértem. A terhelés minden esetben 50 g volt. A 6. ábrán látható, hogy a varrat keményebb, mint az alapszövet.

4. Összefoglaló

Az eddigi eredmények alapján elmondható, hogy a duplex acélban a lézersugaras felületkezelés hatására kétféle varrat alakult ki. A varrat típusok kialakulását az alkalmazott impulzusenergia nagysága határozza meg. A felületkezelt sávban a ferritszemcsék eldurvultak, és kevés ausztenit képződött. A varratszelvény alakját követő szintvonal jellegű vonalak a lézersugaras felületkezelés közben jöttek létre, és az olvadéktócsa szakaszos dermedésére vezethetők vissza. Mindezek mellett kapcsolat figyelhető meg a termoelektromos erő megváltozásának nagysága és az alkalmazott lézerimpulzus energiája között.

Irodalom

- [1] Robert N Gunn: *Duplex stainless steels*, Abington Publishing, Cambridge 1999. p: 1-10
- [2] Wladiczanski Ivett, Fodor Olivér, Dobránszky János: *A delta-ferrit meghatározása rozsdamentes acélokban*, Bányászati és kohászati lapok, Kohászat, 146 (2013:2) p:38-42.
- [3] Pál Zoltán: *Átalakulások vizsgálata Fe-alapú ötvözetekben keménység és termofeszültségmérések együttes alkalmazásával*, Doktori értekezés a Ph.D. fokozat megszerzésére, Kandó Kálmán Műszaki Tudományok (Járművek és mobil gépek) Doktori Iskola, 2010. p: 42-44.
- [4] George Vander Voort: *Tint Etching*, Metal Progress, 127, p:31-33, 36-38, 1985. March <http://www.metallography.com/etching/tint.htm>
- [5] S. Hertzman, J. Charles: *On the effect of nitrogen on duplex stainless steels*, Revue de Métallurgie, 2011. Vol. 108, Issue 7-8, p: 413-425.