



XII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2007. március 16–17.

TITÁNBÓL KÉSZÜLT NYOMÁSTARTÓ EDÉNY HEGESZTÉSE

Juhász Krisztina

Abstract

When planning and manufacturing pressure vessels there must be taken into consideration high quality standard prescriptions, because they contain substances which can be hazardous for the environment and human health. As the bundle tubes heat exchanger must be able to cool the wet chlorine gas it cannot be manufactured from stainless steel, because the gas destroys it. For this reason the producer chose as heat exchanger material the unalloyed titanium with the designation Titanium Grade 2. This material has high affinity to the oxygen, nitrogen and hydrogen, this arise problems when welding it so there was need for several experiments to determine it's weldability. The welding operation must be made by qualified welder. Due to these things we can found that the critical point in producing pressure vessels from titanium is the operation of welding.

Összefoglalás

A nyomástartó edények tervezésénél és gyártásánál nagy gondot kell fordítani a megfelelőségre, a pontosságra és a minőségügyi előírásokra, hiszen a legtöbb esetben olyan közeget fognak bennük tárolni, szállítani, keverni és hűteni-fűteni, melyek az emberre és környezetre is egyaránt károsak. Mivel a vizsgált hőcserélőnek alkalmasnak kell lennie nedves klórgáz hűtésére, ezért nem volt célszerű normál korrózióálló acélból készíteni, mert a benne lévő nedvesség miatt a klór az acélt megtámadja. Ezért alapanyagként a Titán Grade 2 jelű ötvöztelen titánt választották a tervezők. A titán egy „kényes” szerkezeti anyag, mert magas hőmérsékleten nagy az affinitása az oxigénhez, nitrogénhez és hidrogénhez, ezért különleges technológiát és eljárást igényel, úgy mint a megfelelő anyagból készült eszközök, berendezések használata, valamint a speciális hegesztéstechnológia alkalmazása. A titán alapanyagból készülő nedves klórgáz hűtésére alkalmas hőcserélő gyártásának minden szempontból a legkritikusabb pontja a hegesztés.

1. A titán és tulajdonságai

A titán csak az 1950-es években tűnt fel, mint szerkezeti anyag az iparban. Gyakorisága ma a vegyipari gépészetben már olyan, mint kb. 35 évvel ezelőtt a saválló acéloké volt. Azért csak ekkor került előtérbe, mert előállításuk több fázisból áll, meglehetősen bonyolult és költséges.

A titán néhány jellemzője:

- ezüstfehér színű szerkezeti anyag, sűrűsége: $\rho = 4,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, olvadáspontja: 1670°C ;
- az ipari (technikai) tisztaságú fémtitán 99,2-99,7% tisztaságú;
- szakítószilárdsága: $R_m = 400-600 \text{ N/mm}^2$, kontrakciója: $Z = 35-65\%$;
- rugalmassági modulusa: $E = 12500-105000 \text{ N/mm}^2$;
- rácsszerkezete: 882°C alatt sűrű illeszkedésű, hexagonális térrácsú (α -titán);

882°C felett térközepes köbös térrácsú (β -titán);

- kiváló korrózióállóságú, 400°C (650°C)-ig korrózióálló, nedves, tengervizes, szervessavas közegeknek tökéletesen ellenáll;
- a kén-, salétrom-, és foszforsav megtámadja;
- nem mágneses, kicsi a hőtágulása, rossz hővezető, jól hegeszthető argon védőgázban.

2. A titán jelentősége a mai ipari termelésben

1990-ben a világ titántermelése kb. 100 ezer tonna volt, mára ez az érték a felére zsugorodott [1]. A titánt napjainkban elsősorban a vegyipar (szivattyúk, csővezetékek, hőcserélők), a gyógyszeripar, az élelmiszeripar, a petrokémiai ipar, valamint a tengeri-, repülő- és űrjármű ipar gyártási területén használják. Magyarországon titángyártásról nem beszélhetünk, a feldolgozás viszont évtizedek óta folyik főleg a vegyipari és gyógyszeripari berendezéseket gyártó vállalatoknál 2001 óta folyamatosan bővülő felhasználási igénnyel.

3. A Titán Grade 2-ből készülő hőcserélő hegesztése és problémái

A titán hegesztése

A titánnak és ötvözeteinek néhány különleges tulajdonsága miatt az erre az anyagra szokásos kötési eljárások száma behatárolt. Ilyen eljárás lehet az AWI (amit ebben az esetben is alkalmaztunk), az AFI, a plazmasugaras, az elektronsugaras és az ellenállás pont- és vonalhegesztés.[2]

A Titán Grade 2 egy ötvözetlen titánfajta (ahol a Grade 2 jelölés a titán minőségére, fajtájára utal, anyagjele W. Nr. 3.7035), melyet azért választottunk alapanyagként, mert a „tisztá” titán ellenáll annak a nedves klórgáznak, amit a hőcserélőnek hűtenie kell.

A hőcserélők gyártásában tapasztalatot szerzett technológusoknak a Titán Grade 2 esetében alapvetően két területre kell fokozottan odafigyelniük: az egyik a felület előkészítés, tisztaság, a másik a hegesztéstechnológia. Az alkalmazott felület előkészítési technológia az alábbi műveletekből áll:

Művelet	Művelet
1.	Felülettisztítás, zsírtalanítás P3-Galvaclean 4112, 0,3-1,5 %-os oldattal (60-80 bar)
2.	Vizes lemosás (gőzborotva) 60-80 bar
3.	Pácolás: Carre Edelstahl-Beizpaste ES 50 %-os vizes oldattal, felhordása savszivattyúval permetezéssel, vagy ecseteléssel. Időtartama 1-5 perc
4.	Vizes lemosás (gőzborotva) 60-80 bar
5.	Közömbösítés P3-Galvaclean 4112(Henkel) 0,3-1,5 %-os oldattal (60-80 bar)
6.	Vizes lemosás (gőzborotva) 60-80 bar
7.	Acetonos törlés a hegesztési munkák megkezdése előtt.

A felület előkészítési technológia lépései

Amennyiben a felületben bepréslődött fémes szennyeződés is található, úgy azokat mosás előtt csiszolással el kell távolítani. Mosás után a felületeket bő hideg vízzel le kell öblíteni, és nyugvó

levegőn kell szárítani. A mosáshoz használt munkaterületet, az emelő- és szállító eszközöket úgy kell kialakítani, illetve megválasztani, hogy a tisztítás után a felületek ne szennyeződjenek el.

Ha az előkészítés befejeződött, a következő lépés az, hogy a gyártmánynak keresni kell egy tiszta, rendbentartott, huzatmentes, daruzható, forgatóval ellátott hegesztő munkahelyet, melyben a (tiszta ruhás) minősített hegesztő(k) megkezdheti(k) a hegesztést. A hegesztőnek a hegesztendő éleket a hegesztés megkezdése előtt elő kell készítenie és a hegesztési hozaganyagot (AWI-pálcát) - ami az AWS (amerikai szabvány) szerinti ERTi-2 típusjelű huzal - acetonnal át kell mosnia. Ügyelnie kell arra, hogy az acetonozáshoz használt ruha ne szöszöljön.

Védőgázt (4.5 minőségű 99,995 %-os illetve 5.0 minőségű 99,999%-os tisztaságú argont) egyidőben három helyre kell biztosítani: a hegesztéshez, a varrat és környezete korona oldali védelméhez és a varrat gyök és környezete gyök oldali védelméhez.

Néhány gyakorlati tapasztalat

- A hegesztési varratok élkialakításánál a koronggal való köszörülés nem biztonságos (a köszörűkorong szemcséi ugyanis beéghetnek a titánba, ezzel a varrat hibáját okozhatják). Köszörüléskor nem keletkezhetnek felfutási színek, elszíneződések;

- Az utolsó művelet mindig forgácsoló művelet legyen, pl. élgyalulás, vagy kézi megmunkálásként az ún. turbómarózás;

- A titán könnyen kenődik, berakódik a szerszámba, ezért köszörülni, illetve turbómarózni csak kisebb sebességgel lehet, mint a korrózióálló acélokat;

- Az egyes lépések közben az „elkoszolódott” titánt több alkalommal is le kell mosni;

- Kifejezetten tilos szénacél drótkoronggal a titánhoz nyúlni, mivel így a varratot már előre tönkre lehet tenni, helyette rozsdamentes drótkorongot kell használni;

- Egy stabil ív biztosításának feltétele a wolfram elektróda hegyesre köszörülése;

- Ívgyújtás csak a hegesztési vályatban, vagy a már hegesztett rétegen végezhető (nagyfrekvenciás gyújtás);

- A hegesztőhuzalt az égő (pisztoly) előtti hegfürdőre, az alapanyaggal bezárt 20-45°-os szögben kell rávezetni. Hegesztés alatt a hegesztőhuzal vége mindig a védőgázburkon belül maradjon, nem érintheti a hegesztendő darabot, mivel ez a varrat szennyeződéséhez vezet;

- A hegfürdő térfogat a lehető legkisebb legyen;

- Kerülni kell az esetleges túlmelegedést, ezért a hegesztési folyamatot többször meg kell szakítani;

- Több rétegű hegesztéskor a hegesztés folytatása előtt minden sort le kell tisztítani;

- Az illesztési helyek és a varratátmenetek egymáshoz képest eltolva helyezkedjenek el;

- Hegesztés közben az egyes sorok gázvédelme nem szakítható meg;

- A végkráter kitöltéséhez nem szabad az ívhúzást hirtelen megszüntetni (végkráter-töltés);

- A védőgáz utánáramlás nem szűnhet meg, amíg a varrat lehűlése el nem éri a 300°C hőmérsékletet;

- Több ember kell a részegységek összeállításához, mint a korrozíóálló acéloknál, mivel szükséges a koronaoldali és a gyökoldali gázvédelemhez is egy-egy személy. Ezt a normaidő számításnál is figyelembe kell venni;

- Csővégek préseléséhez acetonban megtisztított prést kell használni. A préseléshez kenőanyag nem használható. 8-10 csővég préselése után a csőprés felmelegszik, ezért vagy hűteni kell, vagy két szerszámot felváltva kell használni.

A fentiek figyelembevételével hegesztették a 8-as számú hosszvarratot (WPS szám: Ti-51), aminek a megfelelőségét roncsolásmentes és roncsolásos vizsgálatok is igazolják.



A 8-as számú hosszvarrat makroszkópikus képe

4. Következtetések / Összefoglaló

A titán hegesztése tehát meglehetősen bonyolult és összetett feladat. Ahhoz, hogy megfelelő varratokat készítsünk nagyon nagy odafigyelés, szakértelem, idő és energia szükséges. Elengedhetetlen a kiváló alap-, és hozaganyag, a megfelelő és tiszta környezet, a kiépített hegesztőbázis, valamint a jól képzett személyzet. A másik fontos megállapítás, hogy a titán alkalmazása meglehetősen költséges, de a nagy pénzügyi ráfordítást kompenzálja az, hogy a hőcserélő várható élettartama 3-5-szöröse is lehet a korrozíóálló acélokkal szemben.

Irodalom

- [1] www.ombkenet.hu/bkl/bklk20041/dobranszky.pdf FÉMKOHÁSZAT folyóirat 137. évfolyam, 1. szám, 2004. 29-35. oldal (Dr. Dobránszky János: Titán: a fém, amelyet a repülés tett naggyá)
- [2] Dr. Gáti József - Dr. Kovács Mihály: A titán és ipari alkalmazása, BME Mérnök Továbbképző Intézet, Budapest, 1983.

Juhász Krisztina tanszéki mérnök

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Mechanikai Technológiai Szakcsoport

Cím: 6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10.

Telefon / Fax: +36-76-516376

E-mail: juhasz.krisztina@gamf.kefo.hu