

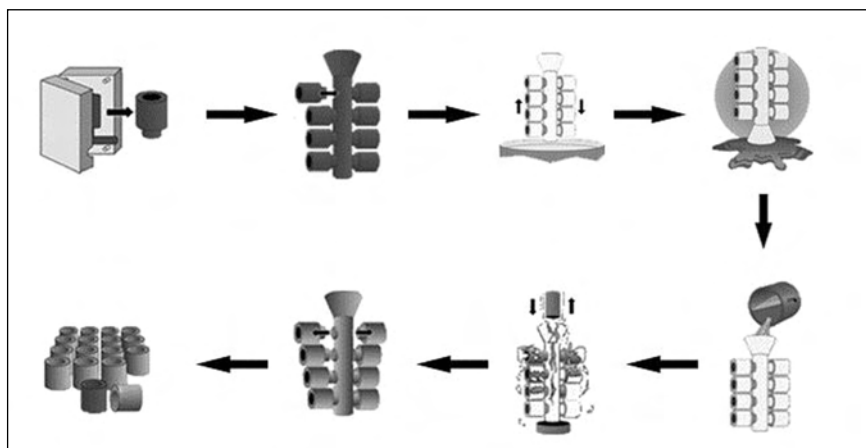
DEFFEND ENIKŐ

Szuperduplex acél bevezetése a Magyarmet Bt.-nél

A több mint 30 éves múlttal rendelkező Magyarmet Finomöntőde Bt. beépítésre kész alkatrészek nemzetközileg elismert szállítója. Az öntőde a megbízható és pontos viaszkiolvasztásos precíziós öntést széles alapanyag-választékkal párosítja: gyengén és erősen ötvözött (korrózió- és hőálló) acélok, kopásálló ötvözetek, Ni- és Co-bázisú ötvözetek, ezek száma ma már eléri a 190-et. Elsősorban kis és közepes szériájú precíziós öntvényeket gyárt 40 kg tömeghatárig és 500 x 400 x 300 mm befoglaló méretig. A formailag bonyolult alkatrészek, vagy különleges ötvözetek esetében a Magyarmet Bt. mindig megtalálja az utat az új megoldáshoz.

1. Bevezetés

A több mint 30 éves múlttal rendelkező Magyarmet Finomöntőde Bt. közel 90%-ban beépítésre kész alkatrészeket gyárt, ezek nemzetközileg elismert szállítója. A bicskei öntőde a megbízható és pontos viaszkiolvasztásos precíziós öntést (1. ábra) széles alapanyag-választékkal párosítja: gyengén és erősen ötvözött (korrózió- és hőálló) acélok, kopásálló ötvözetek, Ni- és Co-bázisú ötvözetek, ezek száma ma már eléri a 190-et. Elsősorban kis és közepes sorozatú precíziós öntvényeket gyárt 40 kg tömeg-

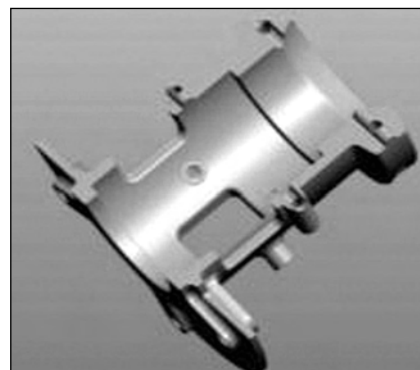


1. ábra. A precíziós öntés sematikus folyamatábrája

határig és 500 x 400 x 300 mm befoglaló méretig. A bonyolult alkatrészek, vagy különleges ötvözetek esetében a Magyarmet Bt. mindig megtalálja az utat az új megoldásokhoz, ezzel is többletet kínálva vevőinek.

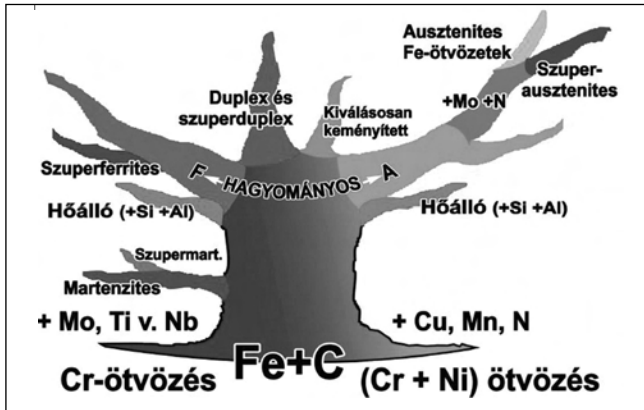
2011-ben egy szélérőműveket gyártó angol cég kereste meg a Magyarmet Bt.-t egy érdekes témával kapcsolatban: a 2012-es, Angliában rendezendő olimpiai játékok energiaellátásának egy részét megújuló energiaforrásból, szélenergiából szándékoztak előállítani. A szigetország szokásos energiakapacitása nem fedezte az olimpia idejének fokozott energiaigényét, ezért szélérőműveket telepítettek a brit partok közelébe, a tengerre, hogy értékes szárazföldi területet ne raboljanak el, s a lakosságot se zavarják vele. Az öntőde olyan

szélérőműveknek a vezeték tartó, ún. „fogólapház” alkatrészének gyártását kapta feladatául, amelynek funkciója a szélérőműveket összekötő kábelek megóvása volt (2. ábra). A „fogólapház” alkatrészhez olyan anyagot kellett választani, amely ellenáll a szélsőséges időjárási körülményeknek, a nagy nyomású sós tengervíznek, a fagynak, vagy akár az olajnak is, mindezek mellett 20 éven át is nagy szilárdságú, és megfelelő nyúlással rendelkezik [1].

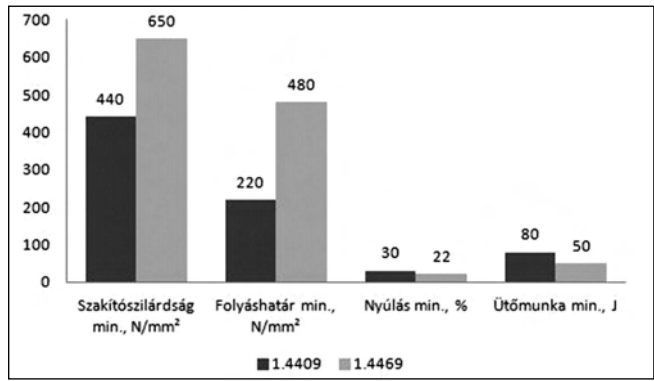


2. ábra. A „fogólapház” háromdimenziós képe

Deffend Enikő anyagmérnök (BSc), a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán szilikát-, polimertechnológia szakirányon végzett 2010-ben. Az ajkai Le Bélier Magyarország Formaöntőde Zrt.-nél kezdett dolgozni mint minőségügyi mérnök, termékfelelős. 2011-től dolgozik a Magyarmet Bt. műszaki osztályán gyártás-előkészítő mérnökként. Főbb feladatai: új termékek bevezetése, folyamattervezés és a már meglévő termékek gyártástechnológiájának fejlesztése, ezen felül környezetvédelmi és auditori feladatokat is ellát.



■ 3. ábra. A duplex acélok „családfája”



■ 4. ábra. A hőkezelt állapotú 1.4409 és 1.4469 anyagminőségek jellemző mechanikai tulajdonságai

2. Az anyagminőség kiválasztása

Fél év folyamatos kutatás, fejlesztés és tervezés előzte meg az első mintadarabok gyártását. Kiinduló pontként az ötvény alapanyagának kiválasztásához azt a vevő által adott információt használtuk fel, hogy a korábbi beszállítójuk az adott alkatrészt rozsdamentes, ausztenites acélból készítette, a 1.4409 számú DIN szabványnak megfelelően. A problémát az jelentette, hogy az ötvények a tengerben hamar korrodálódtak, és nem volt meg a gyakorlati körülmények között elvárt szilárdságuk sem. Ezeknek a tudatában csak egy acéltípus, az ún. duplex acél felelt meg a magas minőségi követelményeknek.

A duplex acélok erősen ötvözött korrózióálló acélok, zömében két fázis alkotja az acél szövetszerkezetét: a ferrit és az ausztenit (3. ábra). Ennek az a jelentősége, hogy kihasználják mindkettő előnyét: a ferrit javítja a korrózióállóságot, az ausztenit pedig biztosítja a szívósságot, alakíthatóságot és a hegeszthetőséget. Általánosan jellemző ezekre az acélokra, hogy az ötvözők mennyiségének növelésével egyre nagyobb valószínűséggel jönnek létre különböző kiválások – a karbon mennyiségének csökkentése ezért is szükséges. A Cr-ötvözés célja a korrózióállóság javítása, a Ni-tartalom pedig növeli a szívósságot. A nitrogén szerepe a lyukkorrózióval szembeni ellenálló képesség javítása és a szilárdság növelése. Ezen három ötvözőt minden duplex acél tartalmazza, de a különböző környezeti hatásoknak való ellenállás, az elvárt mechanikai jellemzőknek, az alakíthatóságnak való megfelelést további

mikroötvözőkkel kívánják biztosítani, úgymint: Mo, W, B stb. [2].

A korrózióállósági követelményeknek megfelelően kifejlesztettek új, rozsdamentes duplex acélokat, jelenleg az alábbi típusokat különböztetik meg:

- 22% krómtartalmú, molibdénnel is ötvözött, rozsdamentes duplex acél, PRE-érték: ~30, ahol PRE (Pitting Resistance Equivalent) a lyukkorróziós ellenállási egyenérték
- 25% krómtartalmú, rozsdamentes duplex acél, PRE-érték: ~31–40
- 25% feletti krómtartalmú, 0,25% körüli nitrogéntartalmú, molibdénnel ötvözött, rozsdamentes, ún. szuperduplex acél, PRE-érték: ~40–45
- 27% feletti krómtartalmú, 0,25% feletti nitrogéntartalmú, 3,5% feletti molibdénnel ötvözött, rozsdamentes, ún. hiperduplex acél, PRE-érték: > 45
- 22% krómötvözésű, 0,2% alatti nitrogéntartalmú, molibdénnel alacsonyán ötvözött, rozsdamentes, ún. soványduplex acél, PRE-érték: <30.

Összességében a megfelelő duplex acél kiválasztásánál három alapvető tényezőt kellett figyelembe venni:

1. Milyen felhasználási területen kívánják beépíteni és használni az adott ötvényt?
2. Milyen áron lehet beszerezni az alapanyagot, hiszen napjaink versenyközpontú piacán talán ez a legfontosabb szempont.
3. Vevői követelmény, hogy a választott acél lyukkorróziós ellenállási egyenértékének (PRE) 40-nél nagyobbak kell lennie.

Értékelve a kapott eredményeket egyértelműen megállapítható, hogy a legjobb tulajdonságokat – szakítószilárdság, nyúlás, ütőmunka és a pitting

korróziós index – az 1.4469-es szuperduplex anyagminőség adta. E szempontok alapján a 1.4469 EN szabvány szerinti besorolású szuperduplex acélt választottuk gyártásra, amely a már említett 1.4409-es acélt váltotta fel (4. ábra).

3. Az 1.4469-es szuperduplex acél vizsgálata a „fogólapház” gyártása során

3.1. Adagonkénti vegyi összetétel vizsgálata, a lyukkorróziós tényező meghatározása

Az előírt vevői specifikációknak megfelelően, a gyártás során minden ötvött adagnál külön vegyi összetételt vizsgáltunk (1. táblázat), majd ebből kiszámoltuk az adagonkénti pitting-indexet.

A lyukkorróziós index képlete:

$$PRE = Cr + 3,3 Mo + 16 N$$

Az 1. táblázat szemlélteti, hogy a vegyi összetétel változásával az index értéke is változott. A Cr, Mo és Ni %-os mennyiségének emelkedésével nőtt a tényező értéke is. A legmagasabb értéket a 13-4166-os adagnál értük el, itt volt a Cr értéke is a legmagasabb. Az adagok összetételének vizsgálatához minden esetben SpektroLab LM-10 spektrométert használtunk.

3.2. A mechanikai tulajdonságok vizsgálata

Az 1.4469-es ötvözetet a jól önthetőség, a nagy korrózióállóság, a könnyen elvégezhető megmunkálás, a nagy szilárdság, a nagy nyúlás és a

1. táblázat. A különböző öntési adagok összetétele és lyukkorróziós indexe

Adagszám	Anyag-minőség	C (%)	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)	Cu (%)	N (%)	PRE ≥ 40
13-3972	1.4469	0,026	26,78	4,58	6,75	0,234	0,188	44,902
13-4110	1.4469	0,027	26,40	4,56	7,09	0,193	0,200	44,648
13-4166	1.4469	0,025	26,86	4,57	6,51	0,191	0,196	45,077
13-4602	1.4469	0,027	26,60	4,49	7,06	0,173	0,199	44,601
13-4631	1.4469	0,028	26,83	4,55	7,02	0,179	0,192	44,917

2. táblázat. A „fogólapházak” öntési adagokénti mechanikai tulajdonságai

Adagszám	Anyag-minőség	Folyáshatár(Rp _{0,2}) N/mm ²	Szakító-szilárdság (R _m) N/mm ²	Szakadási nyúlás (A ₅) %
13-3972	1.4469	534,0	782,5	23,1
13-4110	1.4469	528,0	745,3	22,5
13-4166	1.4469	553,9	776,8	22,3
13-4602	1.4469	555,2	779,4	22,1
13-4631	1.4469	539,6	755,3	23,5

felületi hibák hegesztéssel való javíthatóság jellemezte. A mechanikai vizsgálatokhoz a Magyarmet Bt. saját laboratóriumában Instron 5988-as típusú elektromechanikus szakítógépet használtunk, amelynek a maximális szakítóereje 400 kN. A mérések eredménye a 2. táblázatban látható [3].

3.3. Mikroszkópos vizsgálat

Az ausztenites-ferrites acélnak a kettős szövetszerkezet miatt közismert neve: duplex acél. A duplex acél mikroszerkezete nagy korrózióállóságot biztosít nyomás alatti törés és erózió esetén is. Az eredmény két kristályfázis, mindegyik olyan összetétellel, amely az adott fázist korrózióállóvá teszi. A duplex minőségekben térben középpontos kockarácsú fázis (ferrit) és felületen középpontos kockarácsú fázis (ausztenit) található. Így egy ötvözetben hasznosítani lehet mindkét fázis előnyös tulajdonságait.

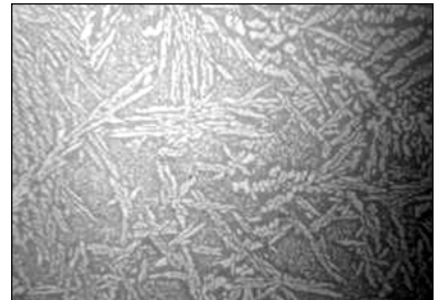
Szövetvizsgálathoz Struers mintaelőkészítő sort, nevezetesen: Discotom-5 daraboló gépet, LaboPress-3 mintabeágyazó gépet, Rotopol-11 csiszoló- és polírozó gépet, valamint Carl Zeiss Epityp 2-es fémmikroszkópot használtunk. Az 5. ábrán látható jellemző szövetképet kaptuk.

4. Az új ötvözet további fejlesztéseket generált a cégnél

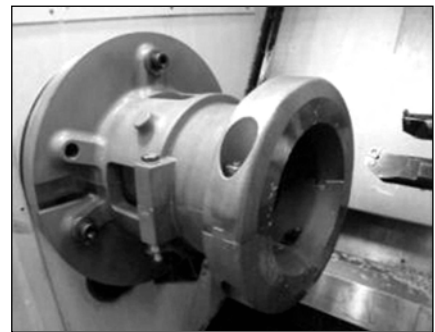
A „fogólapház” az öntöde életében for-

radalmi változásokat hozott. Anglia ugyan a precíziós öntvények hazája, ott mégsem talált a megrendelő cég megfelelő kivitelezőt a „fogólapháznak” vagy „kábfogóháznak” nevezett, szuperduplex acélból készült öntvény gyártására. A Magyarmet Bt. megfelelt a kihívásnak [4]. Az egyik legkiemelkedőbb teljesítmény, hogy sikerült betörnie egy olyan újabb piaci szegmensre, ahol az európai precíziós öntészet 50%-át az angol öntödék adják. Figyelemre méltó, hogy 2012-ben a cég angol exportja majdnem a duplájára nőtt. Az exportbevétel fő hányadát természetesen a megbízó angol cég megrendelése biztosította, de sok más angol vállalat is partnerünké vált.

A második, újító vonzata ennek az öntvénynek az új anyagok, eszközök, gépek és berendezések beszerzése volt, valamint kialakított a cégen belül egy tudatos jövőképet is. Nagy tömege és mérete miatt olyan, robottal működtetett héjképző konvejpálya megtervezését és kivitelezését igényelte, ahol már nagy sorozatban, hasonló paraméterű darabok tökéletes minőséggel kivitelezhetők. A „fogólapházhoz” egyedi mozgató kocsiakat, darukat, héjjavító asztalt, mosási és öntési technológiát kellett kidolgozni. A vevő készre munkálva igényelte a darabokat, így új CNC-megmunkáló központokat is vásárolni kellett a pontosság, a kiváló minőség és a gyártási sebesség növelése érdekében.



5. ábra. Ausztenites-ferrites szövet (kb. 42% ausztenit 58% ferrit), N=100X



6. ábra. Fogólapház-pár megmunkálás közben

A Magyarmet Bt. örömmel vette, hogy ezzel a termékfejlesztéssel közvetett módon a cég megnyerte belépőjét a 2012-es olimpiai játékokra, így segítve, bővítve a magyar sikereket, és ami a legfontosabb: közvetlen módon, az olimpiai energiaellátásban működhetett közre. Ennek hatására egy dolog biztossá vált: az egész üzem, a fejlesztőcsoport, a műszaki osztály, egyszerűen mindenki kicsit más szemmel nézte a londoni olimpiai játékokat a Magyarmet Finomöntöde Bt.-nél, mint bárki más Magyarországon [1].

5. Hivatkozások

- [1] Kelemen Petra: Magyar siker az angol vizeken, avagy hogyan lesz az egérből elefánt. Innovációs pályázat, Magyarmet Bt., 2013.
- [2] Pécsi Dénes: Duplex acél alkatrész megmunkálásának optimalizálása. Szakdolgozat. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar, 2012.
- [3] Fortágh Tamás: A „fogólapház” 1.4469-es anyagának laboratóriumi vizsgálata. Előadás, Magyarmet Bt., 2012.
- [4] Sz. n.: Magyar öntvények a brit tengervízben, Fejér Megyei Hírlap, 2012. júl. 27.