

jes mértékben bebizonyosodtak, pedig nem is aknáztuk ki a termékben rejlő összes lehetőséget, így pl. a kokilla-hőmérséklet csökkentését az öntvény tulajdonságainak javítása érdekében.

A károsanyag-kibocsátás várt csökkenését belső mérésekkel igazoltuk. A magkésztésnél az összes karbon értékeket több mint 97%-kal csökkenttük. Az öntés során ezek az értékek több mint 99%-kal csökkentek, így mindkét területen jóval alatta maradtak a mai, levegőtisztítás nélküli határértékeknek. Ezen kívül elmarad még a kondenzátumok szárazjéggel történő eltávolítása, amelyre eddig műszakonként többször is szükség volt.

Gazdasági szempontok

A fentiekén túl a szervesetlen kötőanyagrendszerek alkalmazásának gazdasági előnyei is vannak. A költség/haszon viszonyszámok vizsgálatkor beigazolódott, hogy a szervesetlen kötőanyagok melletti döntés hosszú távon megtérül.

- A meglévő beruházásokat minden további nélkül lehet használni →
- Elérhetőek a ma alkalmazott ütemidők →

- A kötőanyagköltségek összemérhetőek →
- A kibocsátott levegő tisztításának elmaradása a magkésztés és az öntés során ↓
- A magkezelés automatizálása ↓
- A magszekrények jobb rendelkezésre állása, kisebb kopása ↓
- Hasonló vagy jobb öntvényminőség ↓
- Stabil és megbízható folyamat ↓
- Energiaköltségek növekedése (szerszámfűtés, a belövőfej hűtőegységei) ↑
- Szerszámköltségek növekedése (fűtés, fűvókák, kikönnnyítések) ↑

Regenerálás

A képződő használt homok jelentős mennyisége miatt a maghomok újrafeldolgozása központi kérdés a szervesetlen kötőanyagok bevezetésekor.

Különböző próbaadagok regenerálása, kiterjedt vizsgálatok és az ezekből nyert ismeretek alapján a

technológiai fejlesztés egyik következő lépése lesz egy homokregeneráló berendezés beüzemelése. Ezzel mindenre kiterjedő, zárt homokkörforgás jön létre.

Összefoglaló és kitekintés

A hengerfejöntészetben nincs alternatívája a szervesetlen kötőanyagok további terjedésének. Azt, hogy megéri átállni a szervesetlen kötőanyagok használatára, bizonyítják a rövid átfutási idők, a kevesebb manuális ráfordítás és a költséges, a károsanyag-kibocsátás elkerülésére ill. a káros anyagok kezelésére szolgáló műszaki berendezések beszerzésének, telepítésének és működtetésének elmaradása.

A környezet- és munkavédelem, továbbá a fenntartható és gazdaságos működés az öntészet egyik legfontosabb kihívása lesz a jövőben. A szervesetlen kötőanyagrendszerek, a kapcsolódó folyamatok és termékek további fejlesztésével ezek a kihívások leküzdhetők.

Fordította: Lakatos Dániel

SÉLEI ANETT

Vékonyfalú, ferrites alapszövetű gömbgrafitos öntöttvas gyártása hőkezelés nélkül

A megrendelők egyik legfontosabb igénye a folyamatos költségcsökkentés, ami a technológiák fejlesztésével valósítható meg. A cikk ismerteti az utólagos hőkezelési eljárás megszüntetésére irányuló gyártmányfejlesztést, amellyel a termék-előállítás költsége a megrendelőnél jelentősen csökkenthető. Az olvasztástechnológia fejlesztése segítségével, a vékony öntvényrészek esetében is sikerült olyan kis keménységű, nagymértékben ferrites szövetszerzetű gömbgrafitos öntöttvasat előállítani, amely a vevői elvárásnak megfelel. Az eljárás lényege a szigorú metallurgiai előírások betartása, illetve a megfelelő hűlési viszonyok kialakítása az öntés kezdetétől az ürítés végéig.

Bevezetés

A nyugat-európai megrendelő igen változatos méretű és kivitelű raklapemelő békát gyárt. A megrendelő által előírt műszaki követelmény az EN GJS 400-15 gömbgrafitos öntöttvas, amelynek 5–90 mm-es falvastagság esetében is, hőkezelés nélkül max. 160 HB keménységnek kell megfelelnie, ezáltal biztosítani a gyors és könnyű megmunkálhatóságot, valamint a méretpontos öntvénygyártást. A szigorú keménységi érték előírásának az az oka, hogy az öntvényeket nagy hatékonyságú célgépeken, igen nagy fordulatszámokon munkálják meg, mivel csak így érhető el a megfelelő mennyiségű öntvény megmunkálása egységnyi idő alatt (3 db/perc). A különböző falvastag-

Sélei Anett 2013-ban végzett a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán, anyagmérnök szakon, öntész-fémelőállító szakirányon. Jelenleg a Szegedi Öntőde Kft.-nél dolgozik technológus beosztásban. Emellett foglalkozik szimulációs vizsgálatokkal is.

sági viszonyok az 1. képen láthatóak.

A megrendelő előző szállítója az öntvények kis keménységét csak hőkezeléssel tudta biztosítani, ami költséges és kényes. A hőkezelt öntvények gyakran deformálódtak, méreteik nem voltak megfelelőek. A vetemedett öntvények egyengetése többletköltséget jelentett a megrendelő számára. A deformáció elkerülésének érdekében az öntvényen belül távtartókat helyeztek el, ami a maggyártási és öntvénytisztítási folyamat bonyolultságát növelte.

Az öntvényár csökkentéséhez, optimalizálásához, valamint az öntvény alakjának megtartásához a hőkezelési folyamat elhagyása bizonyult szükségesnek, amit beszállító váltással kívánt megvalósítani a megrendelő. A megbízás alapján öntödénknél hőkezelés nélkül, öntött állapotban kellett ugyanazt a kis keménységet biztosítani a különböző falvastagságok esetében is, mint amit az előző beszállító csak hőkezeléssel tudott elérni.

A megrendelő a gyártáshoz biztosította a DISAMATIC formaszekrény nélküli formázógépre tervezett mintalapokat, amelyekkel korábban az előző beszállító gyártotta az öntvényeket.

A speciális olvasztástechnológiai fejlesztés legfontosabb kritériuma, hogy az alkalmazásra kerülő technológia a sorozatgyártás alatt megfelelő biztonsággal tudja garantálni a kis keménységű öntvényeket, a lehető leggazdaságosabban.

1. Az olvasztástechnológia tervezése

Az öntöttvas keménységét számos tényező befolyásolhatja: az öntöttvas kémiai összetétele, az olvasztási technológia vezetése, az olvadék kezelé-

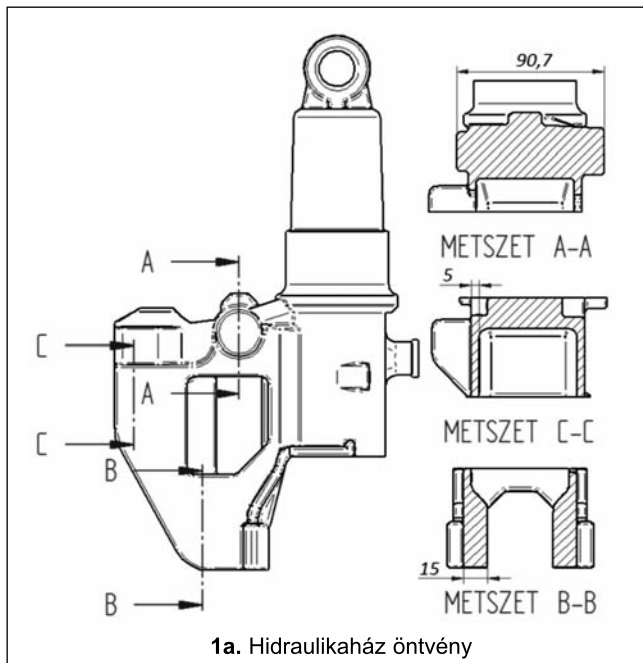
se, valamint a lehűlés sebessége.

Ahhoz, hogy megfelelő minőségű öntvényt gyártsunk, a felsorolt tényezők figyelembevételével kell az olvasztási folyamatot megvalósítani, az általunk alkalmazott EN GJS 400-15 vizsgálat alapján. A korábbi gyártások eredményei alapján vizsgáltuk a külön öntött próbatestek mechanikai tulajdonságait, továbbá az egyes adagok kémiai összetételét, a próbapálcák szövetszerkezetét.

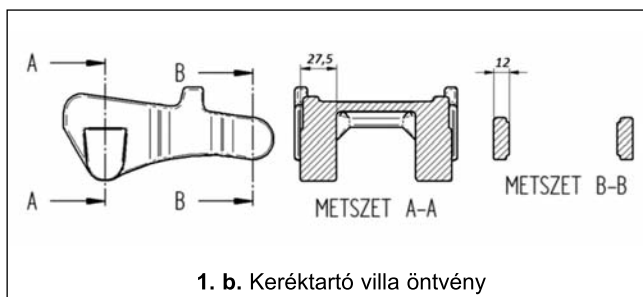
Az 1. táblázatban látható, hogy az A gyártás keménységi értéke a többi gyártáshoz képest nagyobb, ami a szövetszerkezet összehasonlításán is jól látható, a ferrit százalékos mennyisége ennél a gyártásnál kisebb.

A 2. képen látható, hogy a keménység csökkenésével a ferrit százalékos mennyisége növekedett.

A ferrit-perlit arányának változtatásával jelentősen befolyásolható az öntöttvas mechanikai tulajdonsága, keménysége elsősorban a kémiai összetételtől függően [2]. Az öntöttvas keménysége, az alapszövettől függ, annál nagyobb, minél több a perlit százalékos mennyisége, vagyis minél nagyobb a kötött karbon tartalom [1].



1a. Hidraulikaház öntvény



1. b. Keréktartó villa öntvény

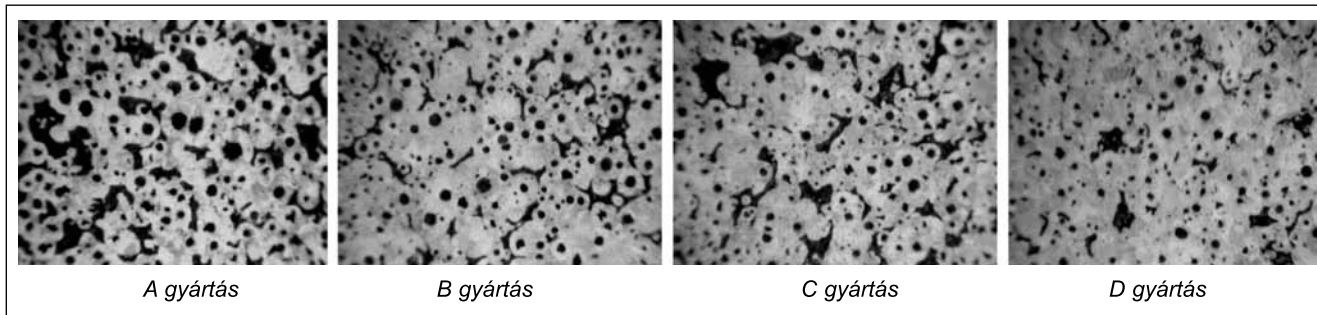
■ 1. kép. Falvastagság viszonyok a különböző metszetekben

1. táblázat. Különböző adagszámú próbatesteken mért mechanikai tulajdonságok átlagértékei

	Brinell-keménység HB	Szakítószilárdság N/mm ²	Nyúlás %	C%	Si%	Mn%
A gyártás	168	493	20	Az egyes alkotók a különböző adagszámú olvasztások során közel azonos értékűek.		0,50
B gyártás	155	461	26			0,46
C gyártás	152	481	19			0,49
D gyártás	155	461	20			0,32

Az első próbagyártás az alkalmazott szabványos EN GJS 400-15 olvasztási technológia alapján kezdődött meg oly módon, hogy a mangántartalmat a korábbi gyártásokhoz képest csökkentettük, mivel az öntöttvas mechanikai tulajdonságaira a mangántartalom is hatással van perlitstabilizáló hatása révén, mennyiségének növelésével a perlit részaránya nő, növelve az öntöttvas keménységét [1]. A C és D gyártás szövetszerkezetén is látható, hogy a mangántartalom csökkentésével a ferrit százalékos mennyisége növekedett.

A betétanyagok összeállításánál rendkívül kis mangántartalmú nyersvasat (Mn = 0,005%) illetve acélnyiradékot (Mn = 0,2%) használtunk. Az első olvasztástechnológiai próbagyártás során a hidraulikaház öntvényeken mért átlag keménységi érték 165–175 HB, míg a keréktartó villa öntvények esetében 195–220 HB.



■ 2. kép. A korábbi gyártások próbapálcáinak szövetképe

a. A korbontartalom és a szilícium-tartalom hatása

A szokásos kísérő elemek közül az öntöttvas mechanikai tulajdonságait leginkább a karbon- illetve a szilícium-tartalom befolyásolja. A korbontartalom növelésével csökken a keménység értéke. A következő próbagyártás során az általunk alkalmazott értékekhez képest, a korbontartalom növelése mellett, vizsgáltuk a szilíciumtartalom változásának hatását, a kisebb illetve a nagyobb szilíciumtartalmú adag-összeállítás hatását a vékony keresztmetszetek keménységére.

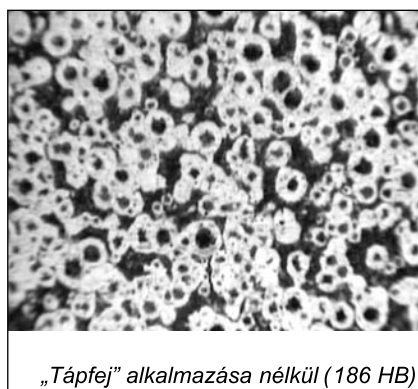
A, kísérlet eredményei azt mutatják (2. táblázat), hogy a kisebb szilíciumtartalmú olvasztás során, a keménységi értékek mindkét öntvény-nél csökkentek, de a keréktartó villa öntvény esetében az elvárt keménység eléréséhez nem volt elegendő a szilíciumtartalom csökkentése.

b. A hűlési viszonyok hatása

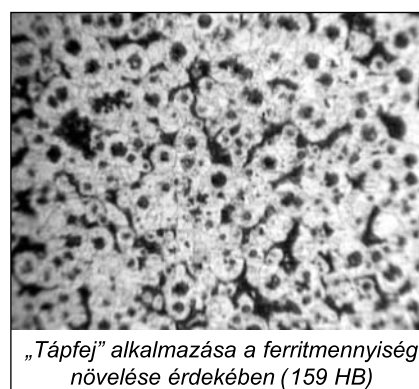
Az öntvény falvastagságától függően az öntöttvas mechanikai tulajdonságai változóak. A különbségek csökkentése hőkezeléssel illetve a hűlési viszonyok befolyásolásával érhető el [2].

Az öntvény hűlési sebessége függ az öntvénykeresztmetszetek viszonyaitól, a bálavastagságtól, a hűlő-soron töltött időtől, illetve a hűlő-soron lévő bálák közötti távolságtól.

Az öntvénycsokron belüli keménységeltérés az öntvény hűlési sebességével van összefüggésben, ugyan-



„Tápféj” alkalmazása nélkül (186 HB)



„Tápféj” alkalmazása a ferritmennyiség növelése érdekében (159 HB)

■ 3. kép. A ferrit-perlit arány változása a „tápféj” alkalmazásával a keréktartó villa öntvények esetében

is a vékony falak gyors lehűlése akadályozza a kis keménység elérését. Olyan geometriai megoldás alkalmazása bizonyult megfelelőnek, amely az öntvények alakját követve, lassúbb dermedésre és hűlésre kényszeríti a kritikus öntvényrészeket. A hidraulikaház öntvény esetében alkalmazott szokatlan tápféj-geometriát a vékony falak hűlési viszonyainak befolyásolása céljából alkalmaztuk. Ezért a keréktartó villa kritikus része mellé olyan hőkiegyenlítő gömböt (továbbiakban: „tápféjet”) alkalmaztunk, amely az öntvény hűlési körülményeit kedvezően befolyásolta.

A keménység változásának vizsgálatára különböző kísérleteket végeztünk el. A keréktartó villa öntvény esetében a nagy korbontartalom, és a kis szilíciumtartalom valamint „tápféj” alkalmazása a keménységet csökkentette. A „tápféjek” alkalmazása nélkül átlagosan 186 HB értéket produkált az öntvény, míg a „tápféjek”

alkalmazásával, befolyásolva a dermedési-hűlési viszonyokat, átlagosan 159 HB keménységet kaptunk, ami a szövetképeken látható ferrit-perlit arány változásán is látható (3. kép).

c. A hűlő-sor hatása a keménységre

Az öntvény hűlési körülményeinek irányítása a kis keménység elérése céljából elengedhetetlen szempont volt a gyártás folyamán. Minél nagyobb hőmérsékleten történik az öntvények ürítése, annál nagyobb sebességgel fog hűlni az ausztenit-ferrit átalakulási hőmérséklet közben, ami a perlit szövet kialakulását segíti elő. Ezért a ferrites szövet kialakulásának elősegítése céljából az öntvények az átalakulási hőmérséklet alsó határértékéig a formában hűltek [1].

DISAMATIC formázás révén, amikor az öntvény a hűlő-sorra ér, célszerű minél kisebb bálaközzel végezni a továbbítást, ezáltal a forma/öntvény kisebb sebességgel fog hűlni, ami nagyobb biztonsággal eredményez kis keménységű öntvényeket.

A próbagyártások során az öntvények hűlő-soron töltött ideje körülbelül 1 óra, az öntvényeken mért átlaghőmérséklet 400–500 °C. A hűlő-

2. táblázat. A szilíciumtartalom hatása az öntvények keménységére

	Hidraulikaház	Keréktartó villa
Kis szilíciumtartalmú olvasztás esetén	160 HB	190 HB
Nagy szilíciumtartalmú olvasztás esetén	185 HB	205 HB

Az öntvényeken mért átlagértékek

sonon töltött idő, illetve a sor végén mért hőmérséklet az öntvény keménységét nem befolyásolta, az öntvények hűlése a tervezett ütemben, lassan zajlott le a formában. A mért eredmények a 3. táblázatban láthatók.

Abban az esetben, ha zárt bálavábbítással történt az öntvénycsokrok mozgatása, a hűlősor végén kikerkező öntvények különböző keresztmetszetű részei között 40-50 °C hőmérséklet-különbség volt mérhető. A tervezett tápfejek alkalmazásával a hőmérsékleti viszonyok a különböző keresztmetszetek között kiegyenlítődték. Az egyenletesebb hűlés egyenletesebb szövetszerkezetet biztosít, ezáltal a vékony öntvényrészekben a ferrites szövet érvényesül.

d. A módosító anyag hatása

Az öntöttvasak csíraállapotának befolyásolására a leggyakrabban alkalmazott kezelés a módosítás, amely során kis mennyiségű adalékanyagot juttatunk az olvadékba, megváltoztatva az olvadék csíraállapotát a kémiai összetétel megváltoztatása nélkül. Ezzel az öntöttvas mechanikai tulajdonságai lényegesen javulnak [2].

A próbagyártások alkalmával kétféle módon történt a módosítás:

Egylépcsős módosítás:

1. lépcső: Gömbösítés után, folyékony fémsugárba adagolva.

Kétlépcsős módosítás:

1. lépcső: Gömbösítés után, folyékony fémsugárba adagolva.
2. lépcső: Beömlőrendszerbe helyezett speciális módosító anyaggal.

Az alkalmazott speciális módosító anyag befolyásolta a ferrit-perlit arányt. A perlit mennyisége jelentősen megnőtt az egylépcsős módosítás során, míg a két lépcsőben történt módosítás a ferrit mennyiségét kedvezően befolyásolta, csökkentve ezzel a keménységet.

e. A gömbösítő anyag hatása

Ahhoz, hogy öntött állapotban nagy részben ferrites szövet alakuljon ki az ötvözőelemek közül csak a molibdén, a kobalt, esetleg az alumínium jelenléte engedhető meg maximum 0,3%-ig. Az összes többi ötvözőelem a ferritképződést gátolja, így e szempont

figyelembevételével választottuk ki a gömbösítő anyag típusát [1].

Jelenleg öntödénk az „A” típusú gömbösítő anyagot használja a gömbszemesített öntöttvas előállítására. Az első eredmények után bevezetésre került egy új gömbösítő anyag használata. A „B” típusú gömbösítő anyag tisztább, nem tartalmaz egyéb, zavaró ötvöző anyagokat.

A gömbösítő anyag típusának helyes megválasztásával a ferrit mennyisége jelentősen megnőtt, a ferrit-perlit arányának változása 4. képen látható.

f. A krómtartalom hatása

A króm rendkívül erős karbidstabilizáló hatása befolyással van az öntöttvas keménységére, amely függ a szabad karbid képződésétől. Szakirodalmi leírás szerint karbidképződés nélkül a keménység 4-10 HB értékkel nő 0,1% krómtartalom hatására. Szabad karbidok megjelenésekor ez az érték ugrászerűen megnő [1].

A kísérleti gyártások során a krómtartalom mennyiségének betartása szigorú metallurgiai előírás lett az olvasztástechnológia kialakításában.

A 4. táblázatban látható eredmények azt mutatták, hogy 0,1% krómtartalom emelkedése átlagosan 40

3. táblázat. A hűlősor végén kikerkező öntvények hőmérséklete

	Az öntés ideje perc	A hűlősoron töltött idő perc	Az öntvényeken mért hőmérséklet °C
1. bála	0	62	377
20. bála	10	72	381
40. bála	20	60	392
60. bála	32	61	410
80. bála	44	52	473
100. bála	55	44	532

4. táblázat. A krómtartalom hatása az öntvény keménységére

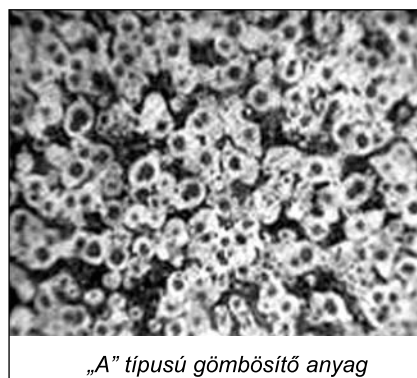
	Brinell-keménység	C% Si% Mn%	Cr%
1. kísérlet	193 HB	Az egyes alkotók mennyisége a kísérleti gyártások során közel azonos.	0,161
2. kísérlet	150 HB		0,053
3. kísérlet	153 HB		0,035

HB keménységnövekedést idézett elő, az öntvényeken mért átlag keménység értéke 190–200 HB.

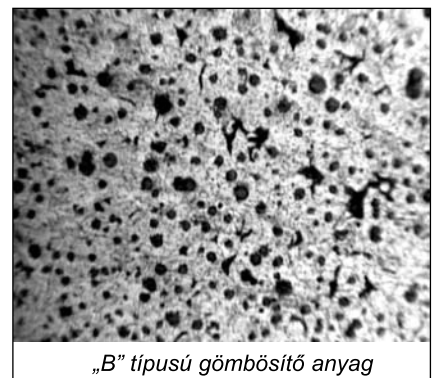
2. Táplálási technológia

A belső anyagfolytonossági követelmény, azaz a hidraulikaház öntvény esetében nyomástömör darabok biztosítása, az első sorozat minősítése után került a megrendelői elvárások közé. A táplálási technológia azonnali felülvizsgálata, valamint módosítása vált szükségessé, amellyel a teljes gyártás során biztosítható a 400 bar nyomáspróbát kibíró öntvények gyártása.

A táplálási technológia kialakításának célja, hogy az utoljára dermedő öntvényrészek a tápfejen alakuljanak ki, a nyomástömör darab biztosítása érdekében. A belső anyagfolytonossági vizsgálat alapján, a meglévő beömlő- és táplálórendszerrel gyártott hidraulikaház öntvények

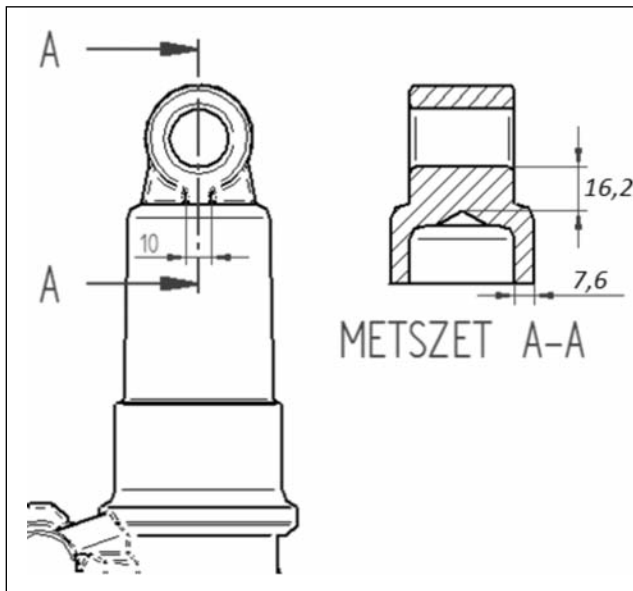


„A” típusú gömbösítő anyag



„B” típusú gömbösítő anyag

4. kép. A gömbösítő anyag típusának hatása a ferrit-perlit arány alakulására



■ 5. kép. A szívódásra hajlamos öntvényrész

nyakrészében szívódási üreg található. Ezt a részt az alkalmazott technológiai rendszer nem tudta megfelelően kitáplálni, mint az 5. és a 6. képen látható.

A különböző keresztmetszetek szívódási hajlama eltérő. Az utoljára dermedő öntvényrész a vastag keresztmetszetben alakul ki, amely az öntvény hőtani középpontja. E keresztmetszet az időben előtte dermedő vékonyabb öntvényrészt kitáplálja, a vastag öntvényrész hőtani középpontjában pedig egyetlen szívódási üreg képződik [3].

Mivel a gömbgrafitos öntöttvas nagyobb térfogatcsökkenés kíséretében dermed meg, mint a lemezgrafitos, így a kitáplálás szempontjából legbiztosabb megoldás az irányított

dermedés létrehozása. A szívódási üregek kialakulásának megelőzésére biztos megoldást jelent; ha az öntvény hőtani középpontja mellett, az utoljára dermedő öntvényrész közelébe tápfejet helyezünk el, kialakítva a megfelelő hatékonyságú táplálási viszonyokat. Az öntvény falvastagsági viszonyainak kedvezőtlen konstrukciós kialakítása az öntvény gyártásának folyamatát lé-

nyegesen bonyolultabbá tette nyomástömör darab elérése esetén.

Az utoljára dermedő öntvényrész kitáplálására többféle konstrukciót alakítottak ki. A végleges, hatékony megoldást a kritikus nyakrész mellé, közvetlenül bekötött elosztó csatorna és tápfej jelentette, amellyel folyamatosan biztosíthatók a nyomástömör darabok a teljes sorozatgyártás alatt, mint a 6b képen látható.

A további darabokon, a tömörséget radiográfiai módszerrel vizsgálták, amely kellő biztonsággal és gyorsasággal tud eredményt adni a kritikus rész tömörségéről. Gyártási dátum szerint fészkenként 5-5 darab öntvényt minősítettek, ez minden darabon megfelelő minősítéssel zárult.

3. Összefoglalás

A szigorú metallurgiai előírások betartásával valamint az alkalmazott „tápfej” segítségével; lassúbb dermedésre és hűlésre kényszerítve a kritikus öntvényrészeket; a legyártott öntvények a keménységi előírásoknak megfelelnek. Továbbá, a kialakított táplálási technológia segítségével nyomástömör öntvények gyártása is biztosított.

A fejlesztés segítségével új lehetőségek nyíltak meg cégünk előtt. A kidolgozott olvasztási technológia segítségével olyan termékcsoportok gyártását tudjuk vállalni, amelyeket hőkezelés nélkül más országok öntödei nem tudtak kivitelezni.

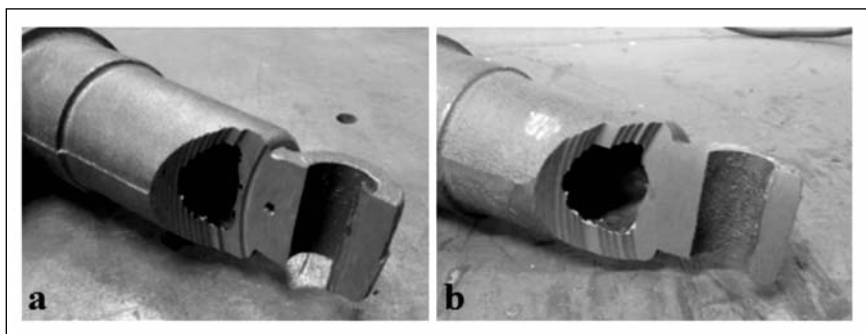
Az idei évben előreláthatólag 150–200 tonna, 300000–400000 euró értékű ilyen típusú öntvényt tud az öntöde legyártani és a nyugat-európai megrendelő számára leszállítani. Várhatóan ez a szám növekedni fog, csak ebből a termékből 2015-re az előrejelzés 300–400 tonna.

Ezzel a technológiai fejlesztéssel, a hasonló technológiát igénylő öntvények gyártását is el tudjuk vállalni, ami várhatóan növelheti az öntöde megrendelőinek a számát is.

Úgy gondolom, hogy a magas műszaki követelménynek megfelelő öntvények gyártásával kell a magyar vasöntészet hírnevét öregbíteni. Az ilyen nagy szellemi hozzáadott értékkel növelt termék előállításával kell elismerést nyerve fejlődünk.

Irodalom

- [1] Dr. Faragó E.: Nagyszilárdságú öntöttvasak. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1985)
- [2] Dr. Faragó E. – Dr. Vörös Á.: Az öntöttvas olvasztása villamos kemencében. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1987)
- [3] Rudolf Richter: Öntvényserkesztés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1975)



■ 6. kép. Szívódási üreg a kritikus nyakrészben (a), Megfelelő öntvény (b)