

Reprodukálhatóan gyártható, nagy üvegeképző hajlamú üvegfémek

A gyorsűtéssel előállított anyagok egy új csoportját az öntött tömbi amorf ötvözetek alkotják. A már hagyományosnak tekinthető üvegfém szalagokkal szemben merőben új tulajdonságokkal rendelkeznek, a megismerésük napjaink feladata. Az egyik legnehezebb feladat a reprodukálható gyártás megoldása. Ez a cikk ezzel foglalkozik, és ismerteti egy lehetőséget a reprodukció javítására.

A 40 évvel ezelőtt felfedezett üvegfémek mágneses és szerkezeti tulajdonságainak a megismerése napjainkra csaknem befejezettnek mondható. A fejlődés eredménye a kisveszteségű hálózati transzformátorok [I], a tökéletesebb áruházi biztonsági rendszerek [II], a szenzorikai alapanyagok és nem utolsósorban biztonságosabb életvédelmi relék [III, IV]. Nem állítható ez a közelmúltban felfedezett tömbi amorf ötvözetekről (bulk amorphous alloys), amelyeknek az előnyös és hátrányos tulajdonságait csak mostanában kezdik feltárni.

A hagyományos üvegfémekhez hasonlóan ezekben, az ötvözetekben sincs hosszú távú kristályos rend. A nagy üvegeképző hajlamhoz kötődő, 1-2 nm távolságra kiterjedő klaszterszerkezet természetében azonban még nem teljesen felderített. Nagy általánosságban, ezeknek az ötvözeteknek az egyes mechanikai tulaj-

donságai kiemelkedők, a mágneses jellemzőik is igen jók, a tömeges elterjedésükre azonban még várni kell. A nagy üvegeképző hajlamuk miatt, ezeknél a többalkotós ötvözeteknél lehetőség van a kész alakra öntésre. Ez azt is jelenti, hogy egy lépésben gyárthatók felhasználásra alkalmas darabok.

Ez az elvi lehetőség ugyan kétségtelesen adott, a gyakorlatban azonban -a szakirodalom szerint- nehéz a kokillateret pontosan kitöltő, reprodukálható darabokat készíteni, ami pedig az alkalmazás elengedhetetlen feltétele.

Az üvegállapot szerkezeti tulajdonságából következik az izotrópia, ami a kristályszerkezet hiányának következménye. Jó lehetőségét kínál ezért ez az anyagcsalád kisméretű, miniatürizált alkatrészek gyártásához, amelyeknek forgácsoló művelettel történő előállítására már nehéz vagy egyáltalán nem lehetséges (pontosság,

méret, mérettartás-szemcseméret stb.). Ebben a dolgozatban olyan kutatásokról számolunk be, amelynek eredményeként az eddig ismert legnagyobb méretű, gyűrű formájú tömbi amorf mintát sikerült előállítani vas alapú ötvözetből. Az új ötvözet öntészeti tulajdonságai módot adnak az ipar számára használható termék előállítására. Reprodukálhatóan önthető, és a fizikai tulajdonságainak szórása ésszerű határokon belül tartható. Az előzetes eredmények arra engednek következtetni, hogy az új ötvözetből a jövőben bonyolult tömbi amorf darabok önthetők kész formára.

Az üvegfémek forgácsolási sajátosságai

A kristályos anyagok általános jellemzője az anizotrópia. Ez azt jelenti, hogy a fizikai tulajdonságok mérőszámai a kristálytani iránytól függenek. Fémes szerkezeti anyagaink esetén többnyire mégsem érzékeljük, hogy a tulajdonságok valamilyen irányítottságot mutatnának, vagyis látszólag izotrópok. Ennek az oka a polikristályos szerkezetben keresendő, ugyanis az alkatrészhez rögzített koordináarendszerben az egyes kristályok orientációja a

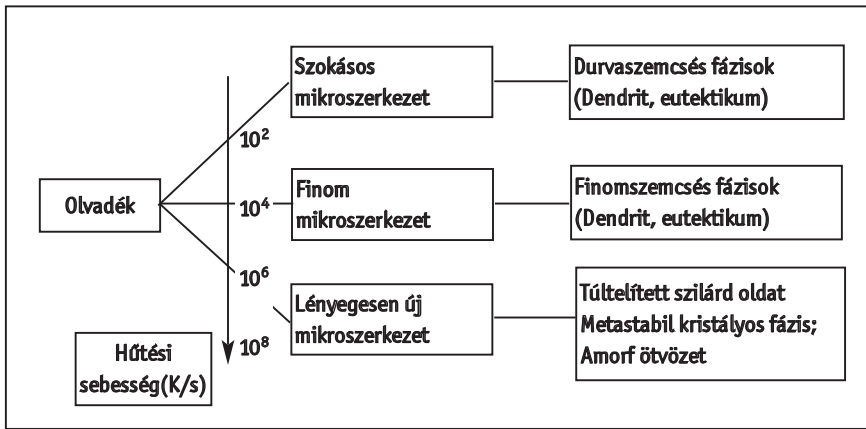
Bárdos András egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Karán 2002-ben fejezte be. 1998 és 2002 között a PoFEM öntészeti társaság technológusa. Jelenleg a BME Járműgyártás és -javítás Tanszék doktorandusza és az MTA SZFKI munkatársa. Kutatási témája a nemegyensúlyi ötvözetek gyárthatóságának és tulajdonságainak vizsgálata.

Buza Gábor szakmai életrajza lapunk 2004. évi 2. számában jelent meg.

Lovas Antal vegyész (ELTE TTK 1967), a műszaki tudomány kandidátusa (1992), PhD. (1999). Munkahelyei: Váci FORTE (1967), 1967 és 1993 között az MTA Központi Fizikai Kutató Intézet Szilárótest-

fizika: Osztálya, 1994-től óraadó a BME Közlekedésmérnöki Kar Gépipari Technológia Tanszékén, 1997-től a Járműgyártás és -javítás Tanszék docense. Oktatási tevékenysége: A Szerkezeti anyagok és megmunkálások I., a Járműszerkezeti anyagok I.-II. tárgyak előadója, a tantervező tudományos helyettese. Kutatási területei: Fizikai metallurgia: Szilárdfázisú kémiai reakciók, H-abszorpció fémekben és ötvözetekben, nem-egyensúlyi ötvözetek. A Magyar Tudományos Akadémia Köztudományi Tagozata. Az SMM14 (Babtonfüred) magyar szervezőbizottság elnöke, az SMM (Soft Magnetic Materials) Nemzetközi konferenciák szervezőbizottságának tagja (1995-)

Varga Lajos Károly 1970-ben a Kézdivásárhelyi Babes-Bolyai egyetemen diplomázott. Egyetemi doktori címét az Eötvös Loránd Tudományegyetemen 1975-ben szerezte meg. Kandidátusi értekezését 1994-ben védte meg. 1991 óta az MTA SZFKI kutatója és a Metallurgia és Mágnesség csoport vezetője. Fő kutatási témája az amorf és nanokristályos anyagok elektromos és mágneses tulajdonságainak vizsgálata, a lágymágneses anyagok alkalmazási területei valamint a vas és alumínium alapú tömbi amorf ötvözetek előállítása és felhasználhatósága. Eddig 102 publikációja jelent meg és 10 szabadalm is a nevéhez fűződik. 5 doktori észtöndíjnak és 6 diplomamunkának a vezetője volt.



■ 1. ábra. Eltérő hűtési sebesség hatására az olvadékból különböző mikroszerkezetek alakulnak ki

tér minden irányába azonos valószínűséggel (gyakorisággal) fordul elő. Ez a tulajdonságok irányfüggésének átlagolódását eredményezi. Mindaddig, amíg a vizsgált térfogatban a szemcsék (kristályok) kristálytani irányítottasága a térben egyenletes eloszlást mutat, a darabunk tulajdonságait izotrópnak fogjuk találni. Ebből következik, hogy anizotrópiát két esetben tapasztalhatunk: vagy a darabra jellemző egyfajta kristálytani irányítottaság, más néven textúra (pl.: alakítási, hőkezelési, kristályosodási stb. textúra), vagy a vizsgált térfogatban kevés kristály van ahhoz, hogy a „kiátlagolódás” bekövetkezzen.

Mikromegmunkálás és ultraprecíziós megmunkálás esetén a megmunkálandó térfogat (méret) kicsi, ezért a hagyományos anyagból készült, szokásos szemcseméretű (1...100 μm) alkatrész méretszórása (pl. felületi érdessége) kívül esik a kívánt tartományon [V, VI]. Ugyanis ebben a mérettartományban az alapanyag

szemcsemérete és a megmunkálási pontosság azonos nagyságrendben van.

A kristályszerkezet, a fentiek szerint, a megmunkálási pontosság egy bizonyos tartományában már zavaró tényezőként jelenik meg. Ennek a hibának a kiküszöbölésére kézenfekvő megoldás az alapanyag átlagos szemcseméretének a csökkentése, esetleg a kristályosodás teljes elkerülése. Az öntött alkatrészek szemcseméretét - többek között- a hűtési sebesség határozza meg. Hagományos öntéssel az elérhető szemcseméret 1-2 μm, ami az jelenti, hogy a megmunkálási pontosságnak ennél nagyobbak kell lennie. Ha öntés során a hűtési sebességet jelentősen növeljük, akkor az 1. ábra szerinti mikroszerkezetek kialakulása várható [VII]. Így olyan szerkezetek hozhatók létre, amelyek az 1-2 μm tartományban még fizikailag és kémiailag is homogénnek mondhatók. Így a forgácsoló erő ilyen mérettartományban nem változik. Az ábrából világosan lát-

szik, hogy a hűtési sebesség növekedésével az adott öntvény jellemző szemcsemérete finomodik.

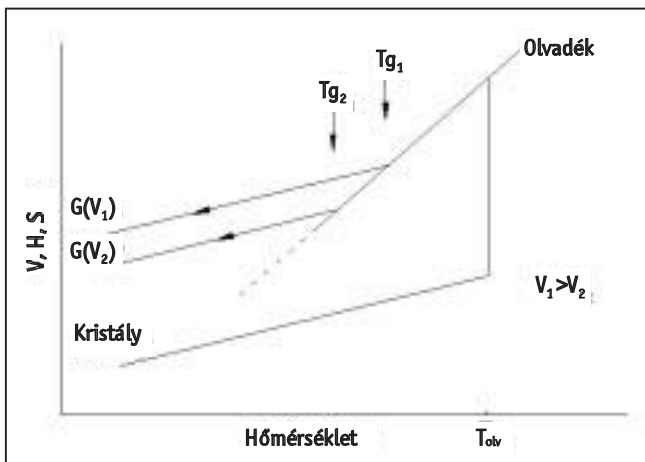
Hűtési sebesség és mikroszerkezet kapcsolata (üvegeképződés)

Ha a hűtési sebesség meghalad egy kritikus értéket, akkor úgynevezett üveg (amorf) állapot jön létre, amely már szemcséket nem tartalmaz, tehát elvben megvalósítottuk azt az új háromdimenziós szerkezetet, amelyben a szemcseméret már nem akadály a megmunkálhatóságnak.

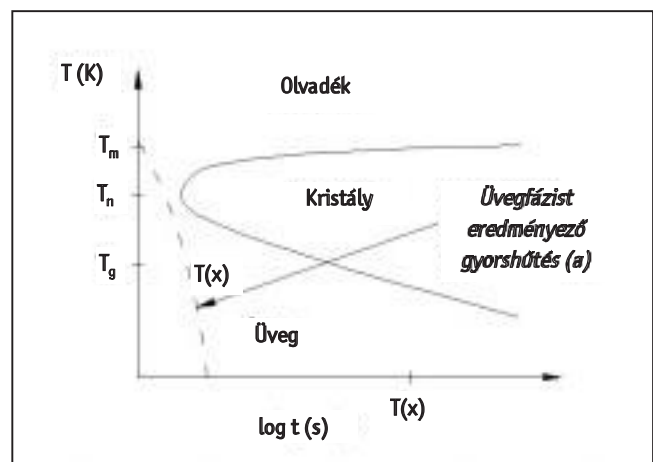
Az üvegeképződés és az üvegeképző hajlam (GFA)

Az üvegeképző hajlam (Glass Forming Ability, GFA) az olvadéknak azt a tulajdonságát fejezi ki, hogy mekkora átlagos hűtési sebesség alkalmazása esetén kerülhető el a kristálycsírák keletkezése, vagyis üveg (amorf) állapot érhető el. Fenomenológiailag a kristályosodás és az üvegeképződés közötti különbséget a 2. ábra szemlélteti:

A 2. ábra vízszintes tengelyén a hőmérséklet, a függőleges tengelyén az entalpia (H), az entrópia (S), valamint a fajtérfogat (v) szerepel. Az ábra azt mutatja, hogy az olvadékfázis a lehűlés során egy, az anyagra jellemző állandó hőmérsékleten (T_{olv}) átalakulást szenved, megszilárdul, aminek kristályos szerkezet az eredménye. Ekkor ugrásszerűen változik az entalpia, az entrópia és a fajtérfogat. Ez az átalakulás tehát egy, az adott összetételű anyagra jellemző, határozott hőmérsékleten megy végbe. Az olvadék túlhűtése



■ 2. ábra. Az olvadáspont és az üvegátalakulás hőmérséklete. A Tg nem egy meghatározott hőmérséklet, hanem a körülményektől függő „tartomány”, [VIII]



■ 3. ábra. A kritikus hűtési sebesség elérése amorf állapotot eredményezhet (T_m : olvadáspont, T_n : orrpont, T_g üvegeképződési hőmérséklet) [VIII]

esetén a megszilárdulási/olvadási hőmérsékletnél alacsonyabb hőfokon szilárdul meg az anyag, benne a rá jellemző rács-szerkezet nem alakul ki, úgynevezett üveg-fázis jön létre. Az ábrából kitűnik, hogy ez az üvegeképződési hőmérséklet (T_{g1} , T_{g2}) nem olyan határozott érték, mint amilyen a kristályosodási hőmérséklet, hanem a hűtési körülményektől függő hőmérséklet-tartományon belül helyezkedik el [VIII].

Az üvegeképződés szempontjából a hűtési sebesség akkor megfelelő, ha a hűtést jellemző TTT (time – idő, temperature – hőmérséklet, transformation – átalakulás) diagram szerint a lehűlés sebességét jellemző $T(x)$ görbe nem metsz bele a kristályosodást jelentő görbe által határolt területbe (3. ábra), mert ha ez megtörténik, akkor részben vagy teljesen kristályos szerkezet alakul ki. Ha az „a” görbe szerint hűl az olvadék, akkor amorf (üveg) állapot jön létre.

Azt a legkisebb hűtési sebességet, amelyikkel már elkerülhető a kristálycsírák keletkezése, kritikus hűtési sebességnek (R_c) nevezi az irodalom. Az üvegeképző hajlam jellemezhető a legnagyobb mintavastagsággal (t_{max}) is, azaz azzal a legnagyobb átmérőjű hengeres munkadarabbal, aminél kisebbet öntve biztosan amorf állapot alakul ki [IX].

Napjainkban már sikerült olyan ötvözetcsaládokat előállítani, amelyeknek a kritikus hűtési sebessége nem haladja meg a 10^3 K/s-ot. Ez a hűtési sebesség már a hagyományos öntési technológiákkal is megvalósítható. Az ilyen ötvözetrendszerek a Mg-Ln*-Tm** alapú ötvözetekből épülnek fel. Az 1. táblázat összefoglalja a főbb tömbi amorf ötvözeteket, a felfedezésük évét és az elérhető maximális mintavastagságukat [VII].

A 4. ábra tájékoztatást ad a különböző ötvözetek maximális mintavastagsága (t_{max}) és az előállításukhoz szükséges hűtési sebesség nagyságáról. Az ábrán látható még a T_g/T_m arány, azaz az üvegátalakulási hőmérséklet (T_g) és az olvadáspont (T_m) hányadosa, ami ugyancsak az üvegeképződési hajlamról ad tájékoztatást.

Az ábrán látható, hogy az üvegeképzési hajlam jól jellemezhető a T_g/T_m hányadosal is, vagyis ott várunk nagy üvegeképző hajlamot, ahol ez az arány nagyobb, mint 0,55. Ebben az esetben az elérhető legnagyobb mintavastagság már eléri a néhány millimétert. Ezek az ötvözetek általában cirkónium (Zn), palládium (Pd) vagy kobalt

1. táblázat. A tömbi amorf ötvözetek, felfedezésük éve, maximális mintavastagsága (M: Ni, Cu, Zn; TM: VI-VIII, átmeneti fémek)

Ötvözetrendszer	Felfedezés éve	t_{max} (mm)	Ötvözetrendszer	Felfedezés éve	t_{max} (mm)
Nem vas alapú rendszerek			Pd-Cu-B-Si		
Mg-Ln-M	1988	10	Co-(Al, Ga)-(P, B, Si)	1996	1
Ln-AL-TM	1989	10	Co-(Zr, Hf, Nb)-B	1996	1
Ln-Ga-TM	1989	10	Ni-(Zr, Hf, Nb)-B	1996	1
Zr-AL-TM	1990	30	Vas alapú rendszerek		
Ti-Zr-TM	1993	3			
Zr-Ti-TM-Be	1993	30	Fe-(Al, Ga)-(P, C, B, Si, Ge)	1995	2
Zr-(Ti, Nb, Pd)-AL-TM	1995	30	Fe-(Nb, Mo)-(Al, Ga)-(P, B, Si)	1995	2
Pd-Cu-Ni-P	1996	75	Fe-(Zr, Hf, Nb)-B	1996	2

(Co) alapúak. Vas (Fe) alapú ötvözetekből ilyen vastag amorf állapotú mintát csak a legutóbbi időben sikerült készíteni.

Kísérleteink során különböző tömbi amorf munkadarabokat készítettünk. A továbbiakban az előállítás néhány alaplépését ismertetjük.

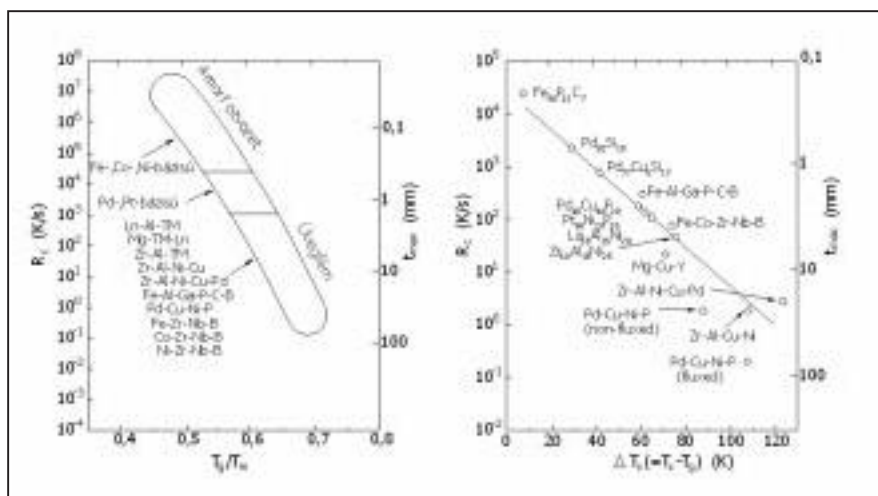
Tömbi amorf ötvözetek előállítása

Csak a nagy üvegeképző hajlamú ötvözetekből (tehát nagy ΔT_x és T_g/T_m arány, valamint kis R_c) érdemes meghatározott formájú tömbi amorf munkadarabok előállításával foglalkozni. A gyártási technikák a következők lehetnek: vízűtés, nagynyomású öntés, ívatolvasztásos, rézkokillába és vákuumszívásos módszerrel történő öntés. Porlasztással előállított amorf porokból, meleg és félmeleg sajtóval tömbi amorf ötvözetek szintén előállíthatók.

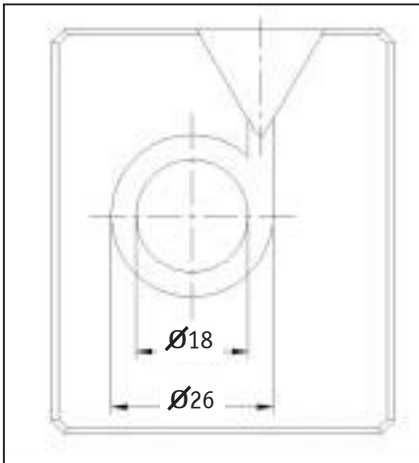
Öntés kokillába

A felsoroltak közül a munkadarabok kész alakra öntése tűnik a legígéretesebb és legolcsóbb előállítási módnak. Ennek a legegyszerűbb megvalósítási módja a kokillába öntés, amely eljárásnak a cél megvalósítása szempontjából számos előnye van.

A kokillán olyan, többnyire osztott kivitelű, több alkatrész legyártására alkalmas szerszámot értünk, amelynek anyaga fém, vagy fémötvözet. A kokillát speciális bevonattal, úgynevezett kokillamázal, ill. fekeccsel vonják be, hogy a felületi hibák kialakulását megelőzzék, és az öntvény eltávolíthatóságát megkönnyítsék. A kokillaöntés csak meghatározott alakú és bonyolultságú öntvények esetében alkalmazható. Figyelembe kell venni azt is, hogy azonos összetételű ötvözetet kokillába vagy homokformába öntve más és más kristályszerkezetet, így eltérő szilárd



4. ábra. Különböző amorf ötvözetek kritikus hűtési sebessége (R_c) és maximális mintavastagsága (t_{max}) a T_g/T_m arány függvényében (bal oldali ábra). A túlhűtési tartomány és a R_c , t_{max} kapcsolata (jobb oldali ábra) [IX].



■ 5. ábra. A gyűrű öntéséhez készített kokilla sematikus rajza

sági tulajdonságokat kapunk. Különösen igaz ez pl. a lemez- és a gömbgrafitos öntöttvasak esetében. Ennek oka a kokilla és a homokforma hővezetési képessége közötti nagy különbség. Az öntés során, annak érdekében, hogy kívánt tulajdonságú öntvényt kapjunk, a kokillában ismerni kell a hűlési folyamatot. A kokillának – az öntés kezdetétől az öntvény eltávolításáig eltelt idő alatt – a következő hőmennyiségeket kell elvezetnie:

Q_t az olvadt ötvözet túlhevítéséhez felhasznált hőmennyiséget;

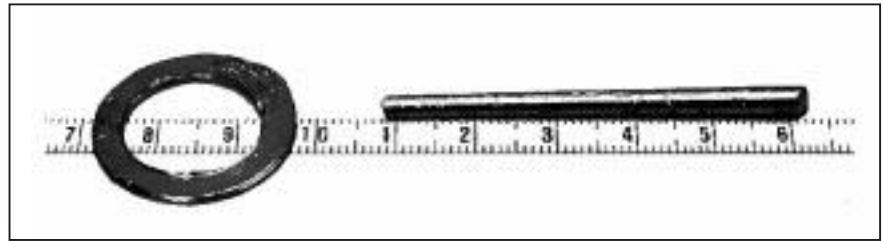
Q_L a kristályosodási hőt;

Q_{sz} a megszilárdult öntvény hőtartalmának egy részét. [X]

A hőtranszportot akadályozza a rossz hővezető képességű kokillabevonat, valamint a kokilla és az öntvény között kialakuló légrés, amely a hőmérsékletváltozásból származó térfogatváltozás (a kokilla tágul, az öntvény zsugorodik) következtében a szerszám és a munkadarab között jön létre. Tömbi amorf ötvözetek előállításánál ezért célszerű a kokillamázatot elhagyni, mivel az öntvénytől Δt idő alatt elvont hőmennyiség nagyságát a bevonóanyag kis hővezető képessége és a légrés csökkenti. A kokilla anyagát ezért úgy célszerű megválasztani, hogy a hővezető képessége kiváló, a hőtágulása kicsi és a sűrűsége nagy legyen. Erre a célra legjobban a vörösréz felel meg.

Centrifugálöntés

Mint láttuk, a tömbi amorf ötvözetek előállítása során, a megfelelő vegyi összetételű olvadéknak rövid idő alatt kell lehűlnie. Ezt biztosíthatja a vörösrézből készült kokilla. Kis öntvénykeresztmetszet esetén azonban fennáll annak a veszé-



■ 6. ábra. Az új Fe_{70,7}C_{6,7}P_{10,4}B₅Si_{1,1}Mn_{0,1}Cr₂Mo₂Ga₂ összetételű ötvözetből öntött különböző formájú amorf minták (gyűrű: Ø26 x Ø18 x 1 mm; rúd: Ø3 - Ø4 x 54 mm).

lye, hogy az öntés során a formaüreg teljes kitöltése előtt dermed meg az olvadék (az öntvény hiányos, vagy hidegfolyásos). Ezt úgy kerülhetjük el, ha a kokillát előmelegítjük, az olvadékot jelentősen túlhevítjük, vagy a formatöltési időt lerövidítjük. Itt kell megjegyezni, hogy a szóban forgó, bonyolult összetételű üvegekészítő olvadékok viszkozitás-hőmérséklet összefüggése még nem pontosan ismert. Az első két eset szándékunk ellenére rontja esélyünket az amorf állapotú öntvény létrehozására, marad tehát az utolsó. A gyors formatöltésre az öntészetben két módszer terjedt el, a nyomásos és a centrifugál öntés. Ebben a vizsgálatban centrifugál öntést alkalmaztunk. Ilyen öntőberendezés terjedt el a fogtechnikusok körében, és a segítségével vékonyfalú, bonyolult protéziseket gyártanak.

A bevezetőben említettük, hogy az amorf anyagok családjának egyik alkalmazási területe a lágymágneses vasmagok formájában történő felhasználás. Ezért a kész alakra öntést szem előtt tartva terveztük meg az 5. ábrán látható kokillát, amelynek a formaürege egy Ø 26 mm külső, Ø 18 mm belső átmérőjű, 1 mm vastag gyűrű öntését teszi lehetővé. Ezen a gyűrűn mágneses mérések végezhetők, sőt az alakja miatt elektronikai eszközökbe is beépíthető (vasmag). További előnye a formának, hogy a megdermedt olvadék kitöltési tényezője tájékoztat az adott összetétel önthetőségéről, tehát ez a szerszám felfogható egy, az amorf ötvözetek minősítését szolgáló Courty-kokilla adaptált változataként is.

A szakirodalom eddig csak egy olyan eredményről számolt be, amikor tömbi amorf gyűrűt vasalapú ötvözetből, Ø10 Ø6x1 mm méretben tudtak önteni. Az 5. ábrán látható kokillával, a fejlesztések során 2,6x nagyobb gyűrű öntését valósítottuk meg. A szakirodalom alapján ez a legnagyobb méretű, vas alapú, tömbi amorf alkatrész.

Az önthetőség javítása az összetétel módosításával

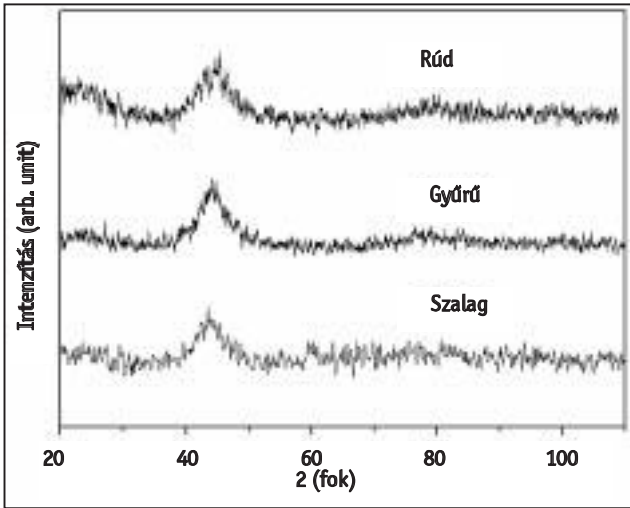
A kívánt geometria eléréséhez olyan új összetételű ötvözetet fejlesztettünk ki, amely a nagy hűlési sebesség esetén is jó formakitöltő képességgel rendelkezik. Ehhez három követelménynek is meg kell felelnie:

1. nagy üvegekészítő hajlam;
2. kiváló önthetőség;
3. megfelelő lágymágneses tulajdonság.

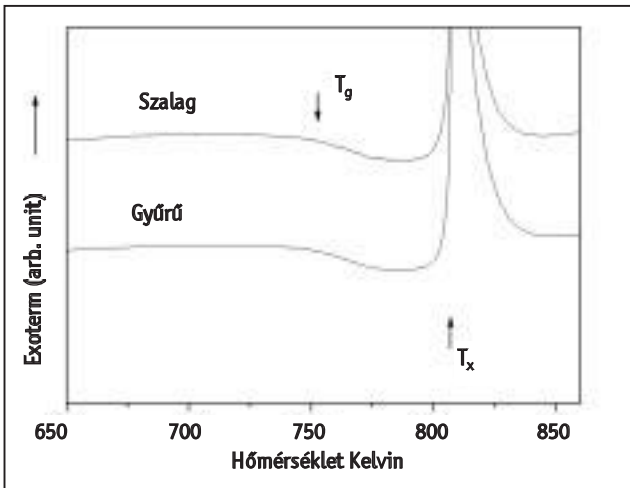
Két, már korábban vizsgált, nagy üvegekészítő hajlammal rendelkező ötvözetet vettünk alapul az új alapanyag előállításához. Az egyik a CiBP (öntöttvas-bór-fosfor) [XI], a másik pedig a Fe_{65,5}Cr₄Mo₄Ga₄P₁₂C₅B_{5,5} alapötvözet [XII]. Az CiBP ötvözet kiemelkedően jó önthetőségi tulajdonságokkal rendelkezik, ám az üvegekészítő hajlama korlátozott. Az elérhető maximális mintavastagsága 2,5-3 mm körül van [XI]. Ezt az ötvözetet alkalmazva, a teljes formaüreg kitöltéséhez az olvadék olyan nagy túlhevítése volt szükséges, hogy az így öntött próbatest már nem volt amorf, vagyis adott hőelvonási sebesség mellett az üvegekészítő hajlam már nem bizonyult megfelelőnek.

A másik alapötvözet az Fe_{65,5}Cr₄Mo₄Ga₄P₁₂C₅B_{5,5}. Az elérhető legnagyobb amorf állapotú anyagvastagsága 2,8-3,2 mm [XII], a formakitöltő képessége viszont rossz. A gyűrű alakú formaüregget még az öntési hőmérséklet drasztikus emelésével sem lehetett maradéktalanul kitölteni.

A két ötvözet számunkra előnyös tulajdonságainak egyesítéséből született a Fe_{70,7}C_{6,7}P_{10,4}B₅Si_{1,1}Mn_{0,1}Cr₂Mo₂Ga₂ többalkotós ötvözet, amelynek az önthetőségi tulajdonságai és az üvegekészítő hajlama egyaránt kedvező. A δ ábrán látható az eddig ismert legnagyobb vas alapú, tömbi amorf gyűrű és a legnagyobb amorf mintavastagságot bizonyító rúd.



7. ábra. Az új $Fe_{70.7}C_{6.7}P_{10.4}B_5Si_{1.1}Mn_{0.1}Cr_2Mo_2Ga_2$ összetételű minták (rúd, gyűrű, szalag) röntgendiffrakciós vizsgálatának eredménye ($Cu-K\alpha$).



8. ábra. Az új $Fe_{70.7}C_{6.7}P_{10.4}B_5Si_{1.1}Mn_{0.1}Cr_2Mo_2Ga_2$ ötvözetből előállított szalag és gyűrű minták DSC mérési eredménye

A kész formára öntött tömbi amorf próbatetek morfológiai és szerkezeti minősítése

A mágneses tulajdonságok összehasonlíthatósága érdekében ún. síköntéses (planar flow casting) eljárással 4 mm széles, 24 mm vastag gyorsított szalagot is készítettünk az újonnan előállított ötvözetből. Az amorf állapotot röntgendiffrakciós vizsgálattal ellenőriztük. Mind a három különböző geometriájú mintán elvégeztük a röntgenvizsgálatot, amelynek az eredménye a 7. ábrán látható.

A vizsgálat szerint az új összetételű $Fe_{70.7}C_{6.7}P_{10.4}B_5Si_{1.1}Mn_{0.1}Cr_2Mo_2Ga_2$ többalkotós ötvözetből készített három különböző geometriájú minta anyaga teljesen amorf, röntgendiffrakciós minősítés

és üvegeképző tulajdonságokkal rendelkeznek.

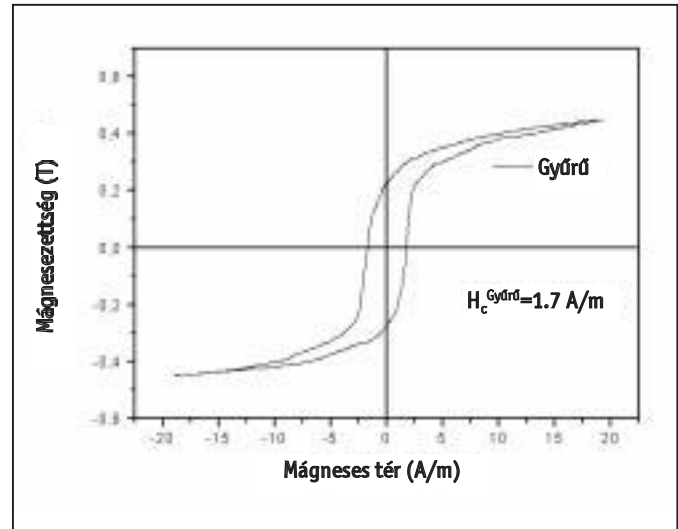
Ezeknek az amorf anyagmintáknak a termikus stabilitását DSC vizsgálatokkal határoztuk meg. Mivel a szalag volt a legnagyobb hűtési sebességű, ezért a termikus mérést ezen is elvégeztük. A vizsgálat eredményeit a 2. táblázatban és a 8. ábrán mutatjuk be.

A 2. táblázat és a 8. ábra alapján kijelenthető, hogy az amorf anyagok vizsgálatára leginkább alkalmas módszerek szerint az általunk öntött, gyűrű alakú darabok anyaga amorf.

A tömbi amorf gyűrű mágneses tulajdonságainak jellemzésére meghatároztuk a kvázi statikus mágnesezési görbét, amely a 9. ábrán látható.

2. táblázat. Az új $Fe_{70.7}C_{6.7}P_{10.4}B_5Si_{1.1}Mn_{0.1}Cr_2Mo_2Ga_2$ ötvözetnek az üvegátalakítási (T_g), a kristályosodási (T_x), az olvadási (T_m) hőmérséklete, valamint a túlhűtött olvadék területe ($\Delta T_x = T_x - T_g$) és a csökkentett üvegátalakulási hőmérséklete (T_g/T_m)

	T_g (K)	T_x (K)	T_m (K)	ΔT_x (K)	T_g/T_m
Gyűrű	748	805	1301	57	0.57
Szalag	744	804	1305	60	0.57



9. ábra. Az új $Fe_{70.7}C_{6.7}P_{10.4}B_5Si_{1.1}Mn_{0.1}Cr_2Mo_2Ga_2$ ötvözetből előállított gyűrű öntött (hőkezeletlen) állapotban felvett DC B-H görbéje, az alkalmazott tér 20 A/m

szempontból azonosak. Ez azt igazolja, hogy az eltérő előállítási technikák mindegyike alkalmas volt az amorf állapot létrehozására, vagyis az új ötvözet kiváló önthetőségi

A mágnesezési görbéből egyértelműen látszik az új ötvözet viselkedése DC tér alkalmazása esetén. Látszik, hogy a vasmag vesztesége kicsi, tehát a belőle gyártott induktív elem hatásfoka jobb lehet, mint a hagyományos vasmagé. Mivel a mágnesezési görbe felvételekor a munkadarab hőkezeletlen (as-casted) állapotban volt, ezért hőkezelés után a veszteség további csökkenésére is lehet számítani.

Összefoglalás

Sikerült olyan új összetételű amorf $Fe_{70.7}C_{6.7}P_{10.4}B_5Si_{1.1}Mn_{0.1}Cr_2Mo_2Ga_2$ többalkotós ötvözetet előállítani, amelyből a további technológiai lépések szempontjából jóval kedvezőbb geometriájú, nagy átmérőjű vasmag (induktív elem) készíthető egyetlen lépésben. Ennek a gyűrűnek a mágneses tulajdonsága DC tér alkalmazása esetében kedvező. Az új ötvözet önthetőségi tulajdonságai kiemelkedők, az üvegeképző hajlama megfelelő.

Támogatta az OTKA a T034666 és a T035278. számú projekt keretében.

Felhasznált irodalom

- [I] R. Hasegawa, J. Magn. Magn. Mater. 215-216 (2000) 240
- [II] G. Herzer, J. Magn. Magn. Mater. 254-255 (2003) 589
- [III] A. Inoue, A. Makino, NanoStructured Materials 9 (1997) 403
- [IV] Y. Yoshizawa, K. Yamauchi, Journal of Applied Physics 64 (10) (1988) 6047
- [V] Z. J. Yuan (1), W.B. Lee, Y.X. Yao, M. Zhou, Annals of the CRIP, vol. 43, 1 (1994) 39
- [VI] R. Komanduri (1), N. Chandrasekaran, L. M. Raff, Annals of the CRIP, vol. 48, 1 (1999) 67
- [VII] Gyors megszilárdítással készített mikrokristályos ötvözetek, Budapest, 1985. április 9.
- [VIII] A. Bárdos, A. Lovas, L. K. Varga: On the criteria of bulk amorphous phase formation during liquid quench, Materials, technologies, design, maintenance - their application in the field of transportation, Zsolna, 2003. May 25-27., pp.: 25-28, ISBN 80-8070-074-5
- [IX] A. Inoue: Bulk Amorphous Alloys, Non-Equilibrium Processing of Materials, Chapter 14, Pergamon, Oxford, 1999, 375-415, ISBN 0 08 042697 2
- [X] Varga F: Öntészeti kézikönyv, (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985),. 511-513.
- [XI] M. Shapaan, A. Bárdos, J. Lábár, J. Lendvai and L. K. Varga : Phys. Stat. Sol. (a)Vol. 201. No.3 (2004) 476.
- [XII] M. Stoica, J. Eckert, S. Roth, Journal of Metastable and Nanocrystalline Materials: e-volume 2002, 77.

Beszámoló a 2005. évi MEGI-tanácskozásról

A MEGI Közép-európai öntészeti kezdeményezés 2005. évi tanácskozását a Lengyel Öntők Egyesületének meghívására 2005. március 19-én Krakkóban tartottuk. Az OMBKE Öntészeti szakosztályát, illetve a Magyar Öntészeti Szövetséget *Bicskei Gabriella*, *Bakó Károly* és *Sándor Balázs* képviselte.

A szokásos köszöntések után a következő napirendet követtük:

- Beszámoló a tagországok, ezen belül az öntvénygyártás helyzetéről, különös tekintettel az egyesületekre, szövetségekre, konferenciákra, a szakember-utánpótlás kérdéseire (*Nechtelberger, A*,

Hlavinka, CZ, *Bicskei, H*, *Tybulczuk, PL*, *Jan-Blazic, SI*, *Bálint, SK*).

- Lehetőségek az öntőipar gazdasági állapotának javítására (*Trbizan, SL*, *Elbel, CZ*)

- Néhány észrevétel az öntödék környezetvédelmével kapcsolatban, valós adatok alapján (*Holtzer, PL*)

- Euro Foundry Pass (Európai öntészeti igazolvány) - egy elképzelés (*Bakó, H*)

- Gyakorlati tapasztalatok a lineáris szakmai képzésben (*Horacek, CZ*)

- Fiatal öntők csehországi tanulmányútja - 2005. május 7-12. (*Bakó, Sándor B., H*)

- Keresztretjvetny az angol öntészeti szak-

nyelv gyakorlására (*Marcinkowski, PL*) - Rendezvény naptár

A tanácskozás keretében köszöntöttük *Suchy* professzort, a krakkói AGH Egyetem tanárát, a Lengyel Öntők Egyesületének elnökét, aki kerekén 30 éve lépett a pályára.

2005 szeptemberében öntőszakos diákok, fiatal szakemberek számára a 42. cseh öntőnapok, Brno, októberében pedig a 17. magyar öntőnapok, Balatonfüred nyújt találkozási lehetőséget. A következő plenáris MEGI-tanácskozás helyszíné 2006. szeptemberében Portorozs, Szlovénia.

 **Bakó Károly**

Szakmai nap

A TP Technoplus Kft. immár hagyományos szakmai napjának 2005. május 11-én Gyöngyöstarján Oktatóháza adott otthont. Az előkészítésben részt vett az OMBKE Öntészeti szakosztálya és a Magyar Öntészeti Szövetség.

A hazai öntvénygyártást képviselő közel 40 szakember vas-, acél- és fémöntődékből, illetve a Miskolci Egyetemről érkezett. Köszöntőjében *Sándor József*, a MÖSz elnöke hangsúlyozta annak szükségességét, hogy a szakemberek korszerű, élő ismeretekhez jussanak. Külön kiemelte azt a tényt, hogy napjainkban az öntészeti technológiai fejlesztéseket a beszállítóipar valósítja meg.

Lengyel Károly, a TP Technoplus igazgatója tájékoztatta az egybegyűlteket azokról az újdonságokról, amelyekkel a Kft. a szakma rendelkezésére áll. *Bakó*

Károly a hidegenkötő furán- és fenolgyantás formázó- és magkészítő eljárások néhány a vas- és nem-vasalapú öntvénygyártási gyakorlat szempontjából fontos jellemzőjét fogalmazta meg, körvonalazta a Hüttenes-Albertus (HA, D) fejlesztési eredményeit, majd néhány mondatban vázolta a Carboluxon fényeskarbonképző család jellemző paramétereit.

A HA UK által rendelkezésre bocsájtott, az alumíniumolvadékok gáztalanítására és zárványtalanítására alkalmas Rotoject berendezéssel kapcsolatos üzemi tapasztalatairól *Gyurán László*, Le Belier Rt., számolt be. A képekkel illusztrált előadás-hoz számosan szóltak hozzá, felvázolva saját tapasztalataikat. *Gajdos Nori* tájékoztatót tartott különböző olvasztó- és hőntartó kemencékről, jelezte, hogy több területen együttműködik a TP Technoplus Kft.-vel.

Fege Anton, Carl Wolte Söhne, D, az Európában piacvezető Noltina márkanévű olvasztó- és hőntartó tégelyekről beszélt. Részletesen elemezte a klasszikus agyag/grafit és a szilíciumkarbid tégelyek tulajdonságait, és az ezekből fakadó felhasználási területeit. *Lengyel Károly* a Trennsol eljárásról szólt, amely nyomásöntő szerszámok víz nélküli leválasztó-anyag felvitelét valósítja meg viaszkeverék granulátum elgőzölgötésével.

Hatal Pál, MÖSz, a Metaltransys négy nyelvű kohászati értelmező szótárt (www.metallingua.com) ajánlotta az egybegyűlt szakemberek figyelmébe.

A tartalmas szakmai nap *Szöke Máttyás* mellett híres pincéjében borkostolóval ért véget. Találkozunk egy év múlva Szekszárdon.

 **BK**