

MOLNÁR DÁNIEL – HALÁPI DÁVID – VARGA LÁSZLÓ – DOBÓCZKY ISTVÁN

Billentve öntés szimulációja

A szerzők bemutatják, hogy formatöltési szimuláció alkalmazásával hogyan lehet virtuálisan megvalósítani egy sárgaréz ötvözetből öntött szerelvényöntvény gyártástechnológiáját. Kísérleteik során vizsgálták a konstrukció önthetőségét billentés nélküli- és billentéssel történő kokillaöntéssel. Kidolgozták azt az eljárást, mellyel az üzemi körülményeknek megfelelően számítható a formatöltés folyamata, és meghatározták azokat a paramétereket, melyek definiálásával a billentve öntés a vizsgált öntvénytől elvonatkoztatva, általánosságban megvalósítható.

Bevezetés

A TEKA Magyarország Zrt.-nél a billentéssel történő kokillaöntés az egyik legfontosabb gyártástechnológia, mivel ez a gyártási módszer teszi lehetővé a bonyolult belső üregekkel rendelkező öntvények előállítását. Egyes nagy bonyolultságú, vékony falú és többszörös falvastagsági átmenetű öntvények esetén a hagyományos technológiai méretezésen túl előzetes szimulációs vizsgálatok elvégzése is szükséges. A gyártási módszer nagy bonyolultsága, a félautomata gyártás és az öntés minőségét befolyásoló paraméterek nagy száma teszi indokolttá a szimulációs vizsgálatok elvégzését, biztosítva ezzel, hogy a kidolgozott öntéstechnológiával megfelelő öntvényeket állítsanak elő [1].

A szimulációs vizsgálatok folyamata

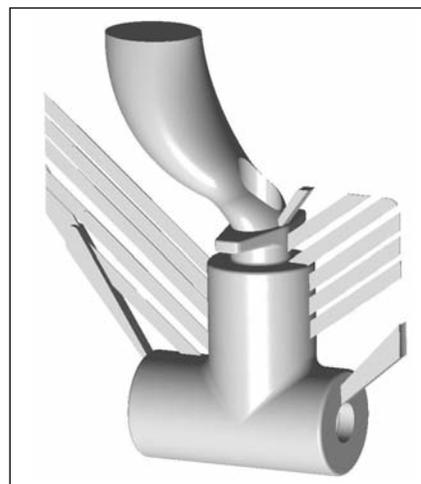
Vizsgálataink tárgya az 1. ábrán látható CuZn39Pb1AlB-B típusú sárgaréz

ötvözetből öntött szerelvény. Az öntvény, a beömlőrendszer és a kilevegőzők együttes tömege 1,39 kg.

Az olvadék öntési hőmérséklete 1000 °C, a kokilla anyaga cirkóniummal ötvözött bronz, melynek hőmérséklete az öntés kezdetén: 250 °C. Az alkalmazott mag anyaga furángyantás kötésű homokkeverék, melynek a hőmérséklete a formába történő behelyezéskor 25 °C. A formában az öntés kezdetén lévő levegő hőmérséklete 100 °C.

A vizsgálatok célja, hogy a jellemzően kis falvastagságú, tehát gravitációs kokillába nehezen önthető alkatrész gyártásának megvalósítását számítógépes szimuláció alkalmazásával támogassuk.

A kísérleti munka az alábbi logikai vázlat alapján valósult meg: a vizsgált geometriai elemek 3D-modelljét Solid Edge modellező szoftverrel készítettük el parametrikus alakelem alapú modellezéssel. Szimulációs vizsgálatainkat a svéd NovaCast Systems AB



1. ábra. A vizsgált öntvény a beömlőrendszerrel és a kilevegőzőkkel

szoftvercéggel által fejlesztett Nova Flow&Solid CV szimulációs programkörnyezetben végeztük. A számítási folyamatok előkészítése során az öntvény–forma–környezet rendszert reprezentáló háromdimenziós testmodelleket egyenként strukturált hálóval írtuk le [2]. A vizsgált háló két dimenzióban négyzetekből, három dimenzióban szabályos hexaéderekből áll. A formatöltési és dermedési viszonyok számításának első lépéseként a szoftver részét képező adatbankban szereplő hőfizikai értékek alapján definiáltuk az alkalmazott anyagtulajdonságokat, majd az üzemi tapasztalatok, valamint a méréssel meghatározott adatok alapján a kiindulási- és peremfeltételeket.

Szimulációs vizsgálataink első részében a vizsgált öntvényt billentés nélkül, gravitációs kokillaöntéssel kívántuk legyártani. Ebben az esetben a gravitációs vektor a normál viszonyoknak megfelelően lefelé mutat és a kokillát az öntés során nem mozgattuk. A formatöltési viszonyok számításánál további kiindulási feltételeket

Molnár Dániel 2002-ben a Miskolci Egyetemen kohómérnök diplomát, 2010-ben ugyanitt PhD-címet szerzett. Jelenleg az ME Öntészeti Intézetében a Járműipari Öntészeti Intézet Tanszék tanszékvezető egyetemi docense. Kutatási területe az öntészeti folyamatok számítógépes szimulációja.

Halápi Dávid BSc anyagmérnök-hallgató a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán. Szakdolgozatát kokillaöntvény fejlesztése Control Volume-szimulációval témájában készítette a TEKA Magyarország Zrt.-nél. 2015-ben a kutatásából készült előadásával első helyet ért el a Miskolci Egyetemen rendezett TDK-konferencián és elnyerte a „23. Magyar Öntőnapok kiváló diák előadása” díját.

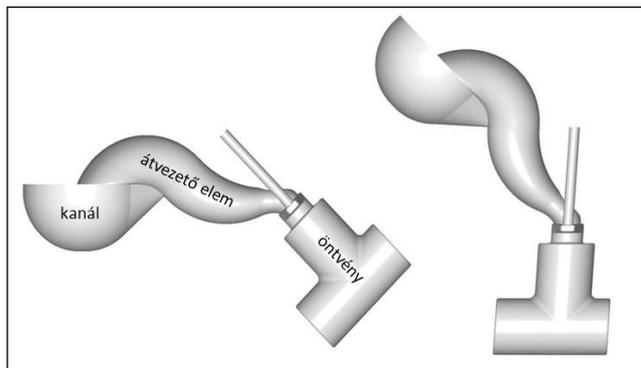
Varga László életrajzi adatai a 2015/6. számban, **Dobóczy István** életrajzi adatai a 2015/2. számban találhatóak.

határoztunk meg (metallosztatikus nyomómagasság, öntési sebesség).

A számítási eredmények alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált paraméterek alkalmazásával az öntvény nem gyártható, mivel a formaüreg megtelése során az öntvény alsó hengeres részében hiányos a térkitöltés, a teljes formaüregnek csak 93%-a telik meg olvadékkal. Azért, hogy a teljes formatöltés megvalósuljon, további vizsgálatok során növeltük a formatöltés sebességét, de a formaüreg teljes megtelését csak valós üzemi körülmények között nem megvalósítható, irreálisan nagy formatöltési sebességgel lehetett elérni [3].

A billentve öntés vizsgálata

Mivel a gravitációs öntési vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az öntvény a vizsgált technológiával nem gyártható, szimulációs vizsgálataink második részében a billentve öntés szimulációs szoftverrel történő megvalósíthatóságát kívántuk vizsgálni. A számítás során alkalmazott anyagtulajdonságok, kiindulási és peremfeltételek megegyeznek a gravitációs öntésnél alkalmazott értékekkel, kiegészítve azokat a billentve öntés további technológiai paramétereivel: kanál anyaga és hőmérséklete, kanál magassága és kifolyó keresztmetszete, kanálba öntött fémtömeg mennyisége és az öntés sebessége, kanálba belépő fémsugár beömlési keresztmetszete, metallosztatikus nyomómagasság, átvezető elem geometriája, billentés szöge és ideje. A billentve öntés üzemben alkalmazott technológiájának megfelelően a formatöltés folyamata két lépcsőben valósult meg [4, 5]. Első lépésben egy, a valóságban is meglévő kanalat kell gravitációsan megtölteni az olvadékkal. Ez a kanál illeszkedik az átvezető elemhez, melyen keresztül kell a teljes rendszer (kanál, átvezető elem, kokilla) billentésével a formaüregbe juttatni a



■ 2. ábra. A billentve öntés fázisai

fémet. A 2. ábrán a billentve öntés kétlépcsős megvalósítása látható. Bal oldalon a kanál megtöltése közbeni-, a jobb oldalon a billentés végén lévő pozíció látható.

A kiinduló beállítással végzett billentve öntési szimulációból megállapítható, hogy kizárólag a gravitációs kokillaöntés formatöltési paramétereinek adaptálásával billentve öntéssel sem biztosítható a formaüreg megtelése. A 3. ábrán az egyes futtatott szimulációs vizsgálatok kiértékelése során tapasztalt áramlási rendellenességek láthatók (**lapunk hátsó borítójának belső oldalán ld. színesben**).

A feltárt áramlási rendellenességek között jellemző volt a beömlőrendszerben történő túlzott olvadéklehülés, melynek következménye, hogy az olvadék már a beömlőrendszerben elfagy, vagy hidegfolyás alakul ki a formaüregben belül (3a ábra). A hiba oka, hogy a folyékony fém a kanálból túl vékony sugárban érkezik a beömlőrendszerbe, és ott a felületen szétterülve, a

1. táblázat. Geometriai és technológiai paraméterek

		Legalább	Legfeljebb
Öntési hőmérséklet	°C	1000	1300
Kokilla hőmérséklete	°C	250	300
Kanál hőmérséklete	°C	950	1000
Beömlési sugár	mm	40	60
Nyomómagasság	mm	5	50
Öntési sebesség	kg/s	2,7	19,5
Kokilla kiinduló helyzete		Vízszintes (0°)	45°
Billentés ideje	s	1	4
Billentés szöge	°	45	90
Kanál anyaga		Karbonacél	Kerámia
Kanál magassága		Kiinduló	Növelt
Kanál kifolyó keresztmetszete		Kiinduló	Növelt
Átvezető elem		Kiinduló	Növelt

nagy hőelvonás következtében lehül (3b ábra). További rendellenesség volt, hogy az üzemi körülmények között az olvadék a kokilla 45°-os billentési pozíciójában lép be a formaüregbe, míg ez a szimulált formatöltés során csak 63°-os billentésnél történt (3c ábra). Ebben az esetben viszont az olvadék nem a valós üzemi körülményeknek megfelelően áramlott a beömlőrendszerben, hanem

nagy sebességgel érkeve nekicsapódott a szemben lévő kokillafalnak (3d ábra).

Üzemi körülmények megvalósítása

Vizsgálataink további részében az előzetesen elvégzett szimulációk eredményei alapján további 16 szimulációs vizsgálatot végeztünk, melyek során minden esetben az eredmények kiértékelése alapján módosítottuk a geometriai és technológiai paramétereket, hogy a vizsgált öntvényt a valós üzemi körülményeknek megfelelően öntsük. A vizsgált geometriai és technológiai paraméterek, valamint azok legkisebb és legnagyobb értékei az 1. táblázatban láthatóak.

A szimulációs vizsgálatok során az alábbi jellemző hibajelenségek alakultak ki:

– A teletöltött kanálból a nem megfelelő kanálmagasság miatt átcsapódik a fémsugár az átvezető elembe, ami hidegfolyást okoz.

– A beömlőrendszerbe lépő olvadék túl vékony sugárban folyik és a kokilla intenzív hőelvonó hatása miatt túlságosan lehül.

– A kanál és az átvezető elem illesztésénél az olvadék feltorlódik.

– A billentés során az olvadék nekicsapódik a beömlőrendszer kanállal szemben lévő falának.

Összefoglalás

Az elvégzett szimulációs vizsgálatok fő eredménye a megfelelő öntvény gyártásához alkalmazandó tech-

nológiai paraméterek megállapítása mellett, hogy a NovaFlow&Solid CV szimulációs programkörnyezetben kidolgoztuk az üzemi körülményeknek megfelelő billentve öntési technológiát, amelynek az alkalmazásával további öntvények (pl. alumínium turbófeltöltők) vizsgálata is elvégezhető. A billentve öntés szimulációs vizsgálata az alábbi paraméterek megfelelő definiálásával végezhető el:

1. Geometriai megfelelés. A kanál magasságának megválasztása, a kanál kifolyó keresztmetszetének meghatározása, valamint a kanál és a beömlőrendszer között definiált átvezető elem geometriájának megfelelő kialakítása.

2. A kanál olvadékkal történő feltöltésének módja. A kanálba belépő olvadéksugár keresztmetszetének megfelelő megválasztása és a nyomómagasság megválasztása oly módon, hogy azzal elkerülhető legyen az olvadék kanálból történő kicsapása.

3. A kanál- és az átvezető elemet befoglaló kokillarész anyagának megfelelő megválasztása.

4. Az egyes alkalmazott geometriai

elemek megfelelő hőmérsékleti értékeinek megválasztása a hidegfolyás elkerülésének céljából.

5. A billentés paramétereinek megfelelő megválasztása. A kokilla kiinduló helyzetének, a billentés szögének és idejének megfelelő megválasztása.

Az öntvény formatöltődési folyamata a 4. ábrán látható, lapunk hátsó borítójának belső oldalán színesben.

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a szimulációval meghatározott geometriai és technológiai paraméterek alkalmazása esetén a vizsgált alkatrész öntése megvalósítható. A forma megtelésének pillanatában levegő csak a kokilla osztósíkjában kiképzett kilevegőző csatornában található, melyek ellátják a feladatukat. A forma megtelésének pillanatában az öntött fémtömeg az öntvény tápfejeként is szolgáló beömlőtölcsérében a legmelegebb, amivel megvalósul az irányított dermedés.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmányban ismertetett kutató-

munka a TÁMOP-4.2.1.B-0/2/KONV-2010-0001 projekt eredményeire alapozva a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019 jelű projekt részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] *John Campbell*: Complete Casting Handbook, Butterworth-Heinemann, London, 2011
- [2] *Jesper Hattel*: Fundamentals of Numerical Modelling of Casting Processes, Polyteknisk Forlag, Denmark, 2005
- [3] *Dobóczy István, Iby Ágnes*: Öntészeti szimuláció alkalmazása a sárgaréz-kokillaöntés területén, BKL - Kohászat, 2015/2
- [4] NovaFlow&Solid 6.0 Manual, 2015/12 Ronneby, Sweden
- [5] *D. U. Furrer*: Fundamentals of Modeling for Metals Processing, ASM International, Ohio, 2009

SZENTES ZSOLT – HATALA PÁL

A legnagyobb hazai öntödék 2014-es mutatóinak elemzése

Nemrégiben beszélgetés közben felmerült, hogy milyen sok kisebb-nagyobb öntöde működik hazánkban. S nem csupán számos vállalkozás van az iparágban – bár vannak szegmensek, ahol problémákkal küzdenek –, összességében növekedésről, fejlődésről beszélhetünk. Beszélgető partnerünk, egy jeles tanácsadó cég képviselője, teljesen meglepődve mondta, nem gondolta volna.

Ezzel így lehet az egész társadalom is. Hiába a – különösen az autóiparnak szállító – öntészeti vállalkozások dinamikus fejlődése, a különböző szakmai elismerések az iparágban dolgozó vállalkozók és vállalatok részére, az eredmények valójában csak

szűk szakmai körökben ismertek és elismertek. A szakma presztízsének megteremtése/újratemtése azonban elengedhetetlenül szükséges annak érdekében, hogy a – különösen az intenzíven növekvő – vállalkozások hozzájussanak a szükséges munkaerőhöz, szakembergárdához.

A legutóbbi egyeztetésen is, amelyet a Miskolci Egyetemen újjáélesztett öntészeti képzés kapcsán tartottunk 2015 őszén a duális képzésben résztvevő, azt nem kevés pénzzel finanszírozó társaságok képviselőivel, a legfontosabb igényként az jelentkezett, hogy a potenciális hallgatókkal ismertessük meg a képzés, ill. a szakma vonzerejét, imázsát, elismertségét.

De melyek is ezek a vállalkozások, mivel foglalkoznak, milyen mutatókkal rendelkeznek? Az alábbiakban a 100 főnél nagyobb létszámú öntödék 2014. évi gazdálkodási adatainak felhasználásával elemezzük ezt a kérdést.

A magyar öntőipar éves termelési adatait 1950 óta jegyzi fel a szakma. Magyarországot a politika az '50-'80-as évek során a „vas- és acél országa” címmel emlegette, és bár 1976-ban az éves öntészeti termelés csaknem elérte a 375 000 tonnát, ez a státusz nem volt megalapozott... Sőt, ez a hangzatos állítás a '80-as évek végére, a '90-es évek elejére elillant, az öntészet mint iparág a rendszerváltozás idején szinte megszűnt, a termelt öntvény mennyiség (tonna) az 1976. évinek az 1/6-ára zsugorodott.

1990 és 1995 között lezajlott a

Szentes Zsolt a FÉMALK Zrt. cégvezetője.

Dr. Hatala Pál a Magyar Öntészeti Szövetség ügyvezetője.