

B í r á l ó i v é l e m é n y

R é g e r M i h á l y

Folyamatosan öntött lemezbugák középvonali dúsulása és következményei
című doktori munkájáról.

A folyamatos öntés lényegi része a kristályosodás, az ezt befolyásoló paraméterek közötti kapcsolatrendszer vizsgálatát tűzte napirendre Réger Mihály. Az értekezés alapgondolata, miszerint adott dendrites szerkezet esetén következtetni lehet a mikroszerkezetet létrehozó kristályosodás paramétereire helytálló, viszont ennek birtokában nyilván a kristályosodási jellemzők befolyásolásával a mikroszerkezet is céljaink érdekében módosítható. Sokan vizsgálták már az elmúlt években e témakört, Ő ezt azzal fejeli meg, hogy azt is figyelembeveszi, hogy a kristályosodási jellemzők értéke változik az idő függvényében még akkor is, ha az öntési jellemzők -az öntési folyamat zavartalansága esetén- időben nem változnak.

A folyamatos öntésnél a kristályosodás velejárója egyfajta *középvonali dúsulás*. Ez valóban egy szubjektív fogalom, meghatározására nemzetközileg elfogadott eljárás nem alakult ki, viszont minden üzem törekszik saját tapasztalatai alapján egy elfogadható mérték betartására. Nagyon nagy segítség ehhez, ha az adott üzem ismeri az öntött szál hőtani modelljét, hiszen ennek módosításával lehet a technológia és a minőség kapcsolatát leghatékonyabban befolyásolni.

Réger Mihály az ISD Dunaferri folyamatosöntő gépére és az ott alkalmazott technológiára alapozva végzett az adott témakörben tudományos tevékenységet, a legkorszerűbb matematikai modellezési elvek, szoftverek alkalmazásával keresett az értekezése címében szereplő aktuális feladatokra tudományos válaszokat. Érdeme, hogy a középvonali dúsulás kialakulási mechanizmusának tisztázásához a folyamatos öntés viszonyainak összetett elemzését végezte el, együttesen figyelembevéve az acéltípus sajátosságait, a technológia szerepét és az öntőgép adottságait.

Réger Mihály kutatómunkájának középpontjában lényeges hangsúllyal szerepel *az öntött szál termikus modelljének elemzése* (2.fejezet). Ez –mivel a modellezésnek matematikai és szoftveres háttere már a folyamatos öntés térhódítása óta folyamatosan épült ki-, a Jelölt tevékenységében a matematikai modellezéshez szükséges szoftverek (IDS, TEMPSIMU, TEMPS3D, CASIM3D) dunaujvárosi öntőgépre ill, a folyamatos öntés dunaferribeli technológiájára történő adaptálását, ill. a modellek által szolgáltatott eredmények ellenőrzését jelentik. A 2.9-2.10. ábrákon bemutatott eredményei

szerint számítási eredményei jó egyezést mutatnak a tényleges izotópos vizsgálati eredményekkel, ezáltal bizonyítható, hogy a modellezés eredményei jól hasznosíthatóak az üzemi technológia felülvizsgálatában, annak fejlesztéseinél. (A 17.oldalon az említett öntési teljesítménynövelési eredményeknél nem bizonyított, hogy az a modellezés eredménye, hiszen a hivatkozásként említett S1.6 publikáció tévesen regisztrált, ha ez helyesen S2.6 , akkor viszont biztos állítható, hogy az üzemi technológiamódosítás helyességének igazolásában a modellezés eredményei jó ellenőrzési lehetőségként szolgáltak).

A 3.fejezetben a Jelölt sorra veszi a makrodúsuláshoz vezető olvadékmozgások mozgatórugóit (beömlés, sűrűségkülönbség, támgörgők pozíciója és excentricitása, a támgörgők közötti távolságon fellépő kihajlások, stb), majd vizsgálatait a porozitást is okozó mushy szakaszra terjeszti ki. Azon definíciója mellett, mely szerint „a középvonalon a hőmérséklet a likvidusz és a szolidusz közötti”, biztos, hogy a tócsa felszíne nem esik a mushy zónájába, így a 3.2 ábra abszcisszáján a görbelefutás nehezen értelmezhető (vagy a definíció nem helyes ?).

Kérdésem: az $L_{tócsaliq}$ hová esik a meniszkusz szintjétől , s mivel magyarázható, hogy a mushy zónában a mushy szakasznak nevezett pontig az oszlopos kristályosodás folytatódása ellenére nő a mushyban az olvadék aránya ?

A *középvonali dúsulási*(szegregációs) indexek *vizsgálatánál* eljut oda, hogy a központi porozitás mértéke a támgörgőkkel létrehozott alakváltozásokkal korlátozható (azaz a támgörgők beállítása és a középvonali dúsulás között szoros a kapcsolat), hiszen a dúsulási index -a kémiai összetételen túlmenően elsősorban a fogyasztási üreg mennyiségével arányos. Ezért a támgörgők résbeállítása igen fontos az adott acélminőségre előírt technológia megválasztásakor (talán jobb lett volna, ha ennek vizsgálata dunaferres körülmények között is megtörténik, bár ehhez olyan adatbázisra van szükség, amihez a finn Rautaruuki-nál a Jelölt partnerkutatóként könnyebben hozzájuthatott).

Tanulságos a 4.1 ill. a 4.2 ábra, amelyek *a mushy zónában az olvadékáramlás* hatására létrejövő koncentrációviszonyokat mutatják, s erőteljes mikrodúsulási viszonszámok létrejöttét igazolják. Tanulságosak ezek a diagrammok még akkor is, ha nem a Dunaferri öntőgépének adottságait veszik figyelembe, kérdésem viszont: mivel magyarázható, hogy az olvadék dúsulása a mushy szakasznak nevezett pontban ugrásszerűen változik ?

Az 5.fejezetben Réger Mihály néhány példát mutat be *a porozitás és a serbességeloszlási függvények alkalmazására*, bizonyítván, hogy a porozitást és az olvadékáramlást jellemző paraméterek hogyan változnak az öntési

paraméterek és az öntőgép jellemzői függvényében. Sajnos túl terjengős, nem összeszedett e fejezet, a részmeret csökkenési ütemének hatására bemutatott 5.3/1-10 ábra helyett elég lett volna ennek egy összevonását bemutatni (de egyértelműsíteni a jelzőszámokat), avagy az 5.4 ill. az 5.5 ábrát. Ugyancsak összevontan javasolható az 5.8/1-7 ábra bemutatása, hiszen így is érzékelhető, hogy a sebesség ill. porozitásfüggvény lényegesen változik a támgörgők beállításával : az olvadékáramlás sebessége és iránya nagyon érzékenyen reagál a támgörgő beállításra.

Nyilván a támgörgők beállítási hibái erőteljesen módosítják a sebesség és porozitás alakulását. Tanulságosak azok a számítási eredmények, melyek az excentricitásra, a támgörgők deformációjára, a támgörgők közötti kihajlásra vonatkoznak, hiszen ezek egyértelműen arra utalnak, hogy minden támgörgőbeállítási nehézség, eltérés, stb hibaforrás lehet az olvadékáramlási függvény ill. a porozitási mérőszám tekintetében, ezért rendkívül fontos a támgörgők pontos és a körülményekhez képest hibamentes beállításai (ez tudományos szempontból még akkor is fontos megállapítás, ha adott esetben pl.a Dunaferriben a támgörgő méretek üzemi ellenőrzésére nincs meg a lehetőség, viszont az 5.5.fejezet mindezt túl részletesen elemzi).

A 6.fejezet a *középvonali dúsulás stabilitásával* foglalkozik, ami annyiban tekinthető Réger Mihály tevékenységének, hogy a kísérleti munkában tevékenyen résztvett, az Ő (?) érdeme a karbon aktivitási értékének elemzésén nyugvó -az A3 mellékletben közölt- modell kidolgozása, majd a mérési eredmények értelmezése. Noha a számítási eredmények és a mért keménységi értékek jó egyezésével a modell helyessége igazolt, az eredmény azt mutatja, hogy a Mn erőteljes szerepet játszik a középvonali dúsulások stabilitásában, ezért a szövetszerkezeti és keménységi inhomogenitás jelentős feldolgozási problémákat okozhat.

*

Réger Mihály disszertációjának fejezetei jól elhatároltak, szövegezése érthető. Ábrái szemléletesek, esetenként célszerű lett volna számukat csökkentve összevonni, ez az értékelésben is segítette volna a paraméterek hatásainak összehasonlítását.

Kissé zavaró (pl. az összefoglalás első bekezdésében), hogy ott is többesszám elsőszemélyben ír , ahol indokolt lett volna egyesszám elsőszemélyt használnia (még akkor is , ha publikációi többnyire többszerzősek) azért, hogy a tézisek megítélése objektíve-szubjektíve korrekt lehessen. Ettől függetlenül véleményem szerint Réger Mihály érdemének tudható be, hogy a folyamatos öntés terén a matematikai modellezés , mint gyártástechnológiát hathatósan támogató tevékenység létjogosultságot szerzett üzemi feltételek között.

Tézisei közül a 2., a 3., a 4. ill. a 6. tézis tekinthető véleményem szerint a legfontosabbnak és újszerűnek. Kiemelendő ezek közül is a 3. ill. a 4.tézis,

melyek az olvadákmennyiségi viszonyokat határozzák meg. Ezeket a téziseket változtatás nélkül elfogadom.

Ugyancsak elfogadom a 10-es tézist, ami a központi dúsulás utólagos csökkenthetőségére vonatkozik.

Az 5. tézis elfogadását attól teszem függővé, hogy a mushy szakasz definiálásával kapcsolatos kérdésekre milyen választ kapok.

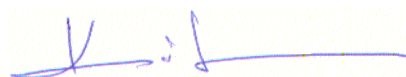
A 7., 8., 9. tézisek az alkalmazhatóságra vonatkozó megállapítások, hasznosak lehetnek üzemvitel szempontjából, de nem tekinthetők újszerű téziseknek.

Az első és az utolsó tézis véleményem szerint nem tekinthető tézisnek, ezért nem fogadom el.

Összefoglalva: Réger Mihály a folyamatos öntés terén végzett matematikai modellezéseivel hatékonyan segítheti a technológiát, annak fejlesztését ill. ellenőrzését. Több tézisével (2,3,4,6,10-es tézisek, talán az 5-ös tézis is ilyen) újszerű tudományos következtetésre jutott, tézisként (7,8,9 tézisek) feltüntetett – véleményem szerint nem újszerű- megállapításai is hasznosíthatóságra utalóak.

Réger Mihály doktori munkája mind tudományos, mind technológiafejlesztés szempontjából gazdagítja eddigi ismereteinket, ezek alapján **javasolom az értekezés nyilvános vitára bocsájtását és elfogadását.**

2011.október 13.



Károly Gyula
a műszaki tudomány doktora