

ÉGERT JÁNOS – DÚL JENŐ

Öntvények visszamaradó feszültségeinek számítógépes analízise

1. RÉSZ: ELMÉLETI ÖSSZEFOGLALÓ

A cikk öntvények lehülési és dermedési folyamatai numerikus modellezésének, valamint a lehülés és dermedés során keletkező öntési feszültségek meghatározásának elvi alapjait foglalja össze. Ismerteti a hővezetés Fourier-féle differenciál-egyenlete végeelem megoldásának gondolatmenetét stacionárius és instacionárius esetre. Bemutatja hogyan számíthatók ki a hőtani analízis eredményeinek felhasználásával az öntvény lehülése során keletkező öntési sajátfeszültségek.

1. Bevezetés

Az öntési szimuláció (lehülés és dermedés hőtani vizsgálata) és a lehülés során keletkező saját-, vagy maradó feszültségek meghatározása már az öntvénytervezés fázisában lehetővé teszi a lehetséges öntési hibák feltárását, az öntési technológia és öntvénykonstrukció korrekcióját. Ezzel drága kísérletssorozatok takaríthatók meg és csökkenthető az öntési selejt.

Az öntéstechnológia helyes megtervezéséhez az öntvényben az öntés és lehülés során kialakuló hőmérséklet-eloszlás nyújt segítséget. Az utoljára megszilárduló tartományok, az ún. hőcentrumok helye és alakja, valamint a dermedési front alakja és előrehaladásának módja szintén fontos információ a technológia-tervezés számára. Az öntvény lehülése és dermedése során saját-, vagy maradó feszültségek keletkeznek, amelyek a teljes lehülés elérésekor, vagy az azt követő további megmunkálásokkor az alkatrész vetemedését, deformációját és esetleg tönkremenetelét (pl. repedését) idézik elő.

Égert János okl. gépészmérnök (1973), a műszaki tudomány kandidátusa (1991), a Szent István Egyetemen habilitált 2002-ben. 1973–96 között a Miskolci Egyetem Mechanika Tanszék oktatója, 1996 óta a Széchenyi István Egyetem Általános Gépészeti Tanszékén egyetemi docens. 1991 óta vesz részt a Miskolci Egyetemen a véges elemes szimulációval összefüggő öntészeti kutatásokban.

Dúl Jenő okl. kohómérnök (1971), a műszaki tudomány kandidátusa. Egyetemi docens a ME Öntészeti Tanszékén.

Saját-, vagy maradó feszültségeknek azoknak a zárt rendszereknek a feszültségeit nevezzük, amelyekre külső terhelések (erők, nyomatékok) nem hatnak. Az öntéskor a munkadarabban keletkező maradó feszültségeknek három alapvető típusa különböztethető meg:

– Az öntvény különböző részeinek egymástól eltérő lehülési sebességéből, azaz a test egyes tartományai között fellépő hőmérséklet-különbségekből és a halmazállapot-változások okozta hőmérséklet-különbségekből származók.

– A többfázisú anyagoknál (pl. ferrit, cementit, maradék ausztenit) az egyes fázisok egymástól eltérő hőtágulási tulajdonságai (hőtágulási együtthatói) és ezek anizotrop viselkedéséből keletkezők.

– A fém kristályrács hibáira visszavezethetők (pl. ha a marantit oktaéder helyeire szénatomok épülnek be).

A kutatómunka során csak az öntvényben fellépő első típusú maradó feszültségeket határoztuk meg.

Jelen cikk a fenti probléma végeelem-megoldásának elvi alapjait foglalja össze. Mérnöki alkalmazást az RWP GmbH által fejlesztett SIMTEC és WinCast végeelemes programrendszerrel végeztünk, melyek eredményeit a 2. rész tartalmazza.

2. A feladat megoldásának elvi alapjai

A termodinamika I. főtétele szerint [1]

$$\dot{u} = \mathbf{F} \cdot \dot{\mathbf{A}} + r\rho - \mathbf{h}_f \cdot \nabla \cdot \quad (1)$$

Az (1) egyenletben \dot{u} a tömegben megoszló belső energia változási sebessége, ρ az anyag tömegsűrűsége, \mathbf{F} a feszültségi tenzor, \mathbf{A} az alakváltozás sebesség tenzor, r a tömegben megoszló hőforrás teljesítmény-sűrűség (hőnyelés teljesítmény-sűrűség), \mathbf{h}_f a felületi hőáramsűrűség, ∇ a Hamilton-féle differenciál operátor jele.

Az (1) összefüggésből látszik, hogy a hőtani és a mechanikai állapotok nem függetlenek egymástól. Termo-mechanikai problémáknál (pl. melegalakítási folyamatok modellezésénél) a hőtani és mechanikai feladatot együtt, „kapcsolt” módon kell megoldani. Vannak azonban esetek, amikor az is jó közelítést jelent, ha a hőtani és mechanikai feladatot egymástól függetlenül oldjuk meg. Ilyen pl. az öntési folyamatok modellezése is, ahol először a hőtani probléma megoldására kerül sor, majd



ezután a megoldással kapott hőmérséklet-eloszlás ismeretében határozhatók meg a hőhatásból származó alakváltozások és feszültségek.

a) A hőtani feladat megoldása [2], [3]

Stacionárius hővezetési feladat

Ha a termodinamika I. főtételeiben nem vesszük figyelembe az alakváltozási energia és a teljes belső energia megváltozását (elhagyjuk az egyenlet bal oldalát és a jobb oldalon álló első tagot), valamint érvényesnek tételezzük fel a

$$\mathbf{h}_f = -\Lambda \cdot (\nabla T) \quad (2.a)$$

a Fourier-féle hővezetési törvényt,

$$\text{amelyben a hőmérséklet gradiense: } (\nabla T)^T = \left[\frac{\partial T}{\partial x}; \frac{\partial T}{\partial y}; \frac{\partial T}{\partial z} \right]$$

alakban számítható

és a hővezetési tenzor $\Lambda = \langle \lambda_x \lambda_y \lambda_z \rangle$ (amely csak a főátlóban tartalmaz elemeket),

akkor a hővezetés stacionárius esetére vonatkozó Fourier-féle differenciál-egyenletet kapjuk:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} \right] + r_p = 0, \quad (2.b)$$

ahol $T = T(x, y, z)$ a hőmérséklet, a λ_x , λ_y és λ_z hővezetési együtthatók x , y és z irányban.

A (2.b) differenciál-egyenletet az alábbi típusú peremfeltételek figyelembe vételével kell megoldani:

– *hőmérsékleti peremfeltétel:*

azon az A_T felületen, ahol a T_0 hőmérséklet ismert:

$$T(x, y, z) = T_0, \quad (3.a)$$

– *hőáramlási peremfeltétel:*

azon az A_h felületen, ahol a \mathbf{h} hőáram-vektor (fluxus) ismert:

$$-\lambda_n \frac{\partial T}{\partial n} = h_n, \quad (3.b)$$

– *hőátadási (konvekciós) peremfeltétel:*

azon az A_a felületen, ahol a χ hőátadási tényező ismert:

$$-\chi (T - T_k) = h_a, \quad (3.c)$$

– *hősugárzási peremfeltétel:*

azon az A_s felületen, ahol κ a hősugárzási tényező ismert:

$$-\kappa (T - T_s) = h_s. \quad (3.d)$$

Az A_T , A_h , A_a , és A_s felületek együttesen a vizsgált test teljes felületét szolgáltatják:

$A = A_T + A_h + A_a + A_s$. A peremfeltételekben n a felületre merőleges irányt, h_n a fluxus felületre merőleges koordinátáját, h_a a hőátadásból származó fluxus felületre merőleges koordinátáját, h_s a hősugárzásból származó fluxus felületre merőleges koordinátáját, T_k a környezeti hőmérsékletet és T_s a sugárforrás hőmérsékletét jelöli.

A stacionárius hővezetési feladat végeelem-megoldásának alapját – a virtuális munka elvének analógiájára – a virtuális hőmérsékletek elve szolgáltatja [2]:

$$\int_V \delta \mathbf{D}_T^T \Lambda \mathbf{D}_T dV = \int_V \delta T r_p dV + \int_{A_h} \delta T h_n dA + \int_{A_a} \delta T \chi (T - T_\infty) dA + \int_{A_s} \delta T \kappa (T - T_s) dA, \quad (4.a)$$

$$\text{ahol } \mathbf{D}_T^T = \left[\frac{\partial T}{\partial x} \quad \frac{\partial T}{\partial y} \quad \frac{\partial T}{\partial z} \right] \text{ és } \Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_x & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_y & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_z \end{bmatrix} \text{ a hővezetési tenzor mátrixa.} \quad (4.b)$$

A vizsgált V tartományt véges elemekre bontjuk és a hőmérsékletmezőt a szokásos módon elemenként közelítjük:

$$T^e(x, y, z) = \sum_{i=1}^N G_i^e(\xi, \eta, \zeta) T_i^e, \quad (5)$$

ahol N az elem csomópontjainak száma, G_i^e alakfüggvények és T_i^e csomóponti hőmérsékletek. Az elemekre felvett mezőket az elemhatárokon összekapcsolva, a (23.a) egyenletből a $T^T = [T_1 \ T_2 \ \dots \ T_3]$ csomóponti hőmérsékletekre a

$$K_\Lambda T = \mathbf{h} \quad (6)$$

lineáris algebrai egyenletrendszerrel kapjuk. A K_Λ hővezetési mátrix a (4.a) egyenlet bal oldalán álló kifejezésből és a jobb oldalon álló harmadik és negyedik tag első feléből (a rugalmas ágyazással analóg mátrix rész) származik. A \mathbf{h} csomóponti „hőterhelési” vektor a (4.a) egyenlet jobb oldalán álló első és második tagból, valamint a harmadik és negyedik tag második részéből származik.

A (6) egyenlet peremfeltételeket figyelembe vevő megoldása a csomóponti hőmérsékleteket, illetve a (5) összefüggést felhasználva a keresett hőmérsékletmezőt szolgáltatja.

Instacionárius hővezetési feladat

Ha a hőáramok és ezekkel együtt a hőmérsékletmező időben változik, akkor azt is figyelembe kell venni, hogy a hőteljesítmény egy részét a test anyaga tárolja és ezzel megváltozik a belső energiája. Ha a termodinamika (1) összefüggés szerinti I. főtételeiben a bal oldalon álló belső energiát

$$u = c_v T \quad (7.a)$$

a hőmérséklettől függőnek tételezzük fel, akkor a Fourier-féle differenciálegyenlet egy időtől függő taggal bővül:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} \right] + r_p = \rho c_v \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (7.b)$$

ahol t az időt, c_v pedig az anyag fajhőjét (hőtároló képességét) jelöli. A hőtároló képesség mechanikai analógiája az anyag tehetetlensége.

Instacionárius esetben a (3.a-d) peremfeltételek mellett a $t = t_0$ kezdeti időpillanatra vonatkozó kezdeti feltételt is ki kell elégíteni:

$$\text{az egész vizsgált } V \text{ térfogatra ismerni kell a hőmérsékletet:} \\ T(x, y, z, t_0) = T_0(x, y, z). \quad (8)$$

Ebben az esetben a (4.a) elv bal oldala kiegészül a hőtároló képességet tartalmazó taggal (ugyanúgy, mint a virtuális munka elv a tehetetlenségi erőket tartalmazó taggal):

$$\int_V \delta \mathbf{D}_T^T \Lambda \mathbf{D}_T dV + \int_V \delta T c_v \rho \frac{\partial T}{\partial t} dV = \int_V \delta T r_p dV + \int_{A_h} \delta T h_n dA + \int_{A_a} \delta T \chi (T - T_\infty) dA + \int_{A_s} \delta T \kappa (T - T_s) dA \quad (9)$$

A végeelem-diszkrétizációnál továbbra is csak a hőmérsékletmező térbeli eloszlását közelítjük és csak a csomóponti hőmérsékleteket tekintjük időtől függőnek:



$$T^e(x, y, z, t) = \sum_{i=1}^N G_i^e(\xi, \eta, \zeta) T_i^e(t). \quad (10)$$

Igy a csomóponti hőmérsékletekre nézve közösleges differenciálegyenlet-rendszert kapunk:

$$\mathbf{C}\dot{\mathbf{T}} + \mathbf{K}_\Lambda \mathbf{T} = \mathbf{h}, \quad (11)$$

ahol \mathbf{C} a hőtárolási (hőkapacitási) mátrix.

Numerikus idő-integrálás

A (11) egyenletet numerikus integrálással oldjuk meg, az integrálást a (8) kezdeti feltételből indítva. Feltételezzük, hogy a Δt időintervallumon a T hőmérséklet lineárisan változik, tehát fennállnak az alábbi összefüggések:

$$t = t(\beta) = t_i + \beta \Delta t = t_i + \beta(t_{i+1} - t_i) \Rightarrow t = t(\beta) = (1 - \beta)t_i + \beta t_{i+1}, \quad (12.a)$$

$$T = T(\beta) = T_i + \frac{T_{i+1} - T_i}{\Delta t} T_i + \beta \Delta t = T_i + \beta(T_{i+1} - T_i) \quad (12.b)$$

$$T = T(\beta) = (1 - \beta)T_i + \beta T_{i+1}$$

ahol $0 \leq \beta \leq 1$ integrálási paraméter.

Ha a (11) egyenletben a hőmérséklet idő szerinti differenciálját a

$$\dot{T} = \frac{\partial T}{\partial t} \approx \frac{T_{i+1} - T_i}{\Delta t}, \quad (13)$$

differenciával helyettesítjük, akkor a (11) differenciálegyenlet-rendszerből a következő rekurziós összefüggést (lineáris algebrai egyenlet-rendszert) kapjuk:

$$[\mathbf{C} + \Delta t \beta \mathbf{K}_\Lambda] \mathbf{T}_{i+1} = [\mathbf{C} - \Delta t (1 - \beta) \mathbf{K}_\Lambda] \mathbf{T}_i + \Delta t [(1 - \beta) \mathbf{h}_i + \beta \mathbf{h}_{i+1}], \quad (14)$$

amelynek segítségével a hőmérsékletmező időlépésenként előállítható. A fenti integrálási eljárás $0,5 < \beta \leq 1$ választás esetén feltétel nélkül stabil (az eredmény nem függ a Δt választástól) és $\beta = 0,5$ választás esetén a trapéz szabályt szolgáltatja.

b) Hőfeszültségek számítása [4], [5].

A hőmérséklet-változás hatására bekövetkező feszültségek számításának módját a végelem-analízishez kapcsolódóan rugalmas anyagi viselkedés esetén mutatjuk be, ami öntvények esetén jó közelítésnek tekinthető.

Ebben az esetben a feszültségi vektor az alábbi alakban állítható elő:

$$\boldsymbol{\sigma}^e(X) = \mathbf{C}^e [\boldsymbol{\varepsilon}^e(X) - \boldsymbol{\varepsilon}_0^e(X)] = \mathbf{C}^e \mathbf{B}^e(X) \mathbf{q}^e - \mathbf{C}^e \boldsymbol{\varepsilon}_0^e(X). \quad (15.a)$$

ahol X a helytől való függést jelöli, \mathbf{C}^e az anyagállandók mátrixa, \mathbf{q}^e a csomóponti elmozdulás-vektor és

$$\begin{aligned} (\boldsymbol{\varepsilon}^e)^T &= [\varepsilon_x \ \varepsilon_y \ \varepsilon_z \ \gamma_{xy} \ \gamma_{yz} \ \gamma_{xz}] \\ (\boldsymbol{\varepsilon}_0^e)^T &= [\alpha \Delta T(X) \ \alpha \Delta T(X) \ \alpha \Delta T(X) \ 0 \ 0 \ 0]. \end{aligned} \quad (15.b)$$

A (15.b) összefüggésben a felső indexben lévő T betű a transzponálást jelöli. A (15.a) egyenlet felhasználásával a potenciális energia minimuma elvből a csomóponti elmozdulás-vektorra a következő lineáris algebrai egyenletrendszer adódik:

$$\mathbf{K} \Delta \mathbf{q} = \Delta \mathbf{f}_T, \quad (16.a)$$

ahol

$$\Delta \mathbf{f}_T = \int_{V^e} [\mathbf{B}^e(X)]^T \mathbf{C}^e \boldsymbol{\varepsilon}_0^e(X) dV \quad (16.b)$$

a hőmérsékletváltozásból származó csomóponti terhelésvektor. A (16.a) egyenlet megoldásaként előálló $\Delta \mathbf{q}$ elmozdulások szolgáltatják az öntvény vetemedését és zsugorodását.

Az alkatrészben ébredő aktuális feszültség értéke az egyes időintervallumok feszültségváltozásainak összege:

$$\boldsymbol{\sigma}^e(X) = \sum_i \Delta \boldsymbol{\sigma}_i^e = \sum_i \mathbf{C}^e \mathbf{B}^e(X) \Delta \mathbf{q}_i^e. \quad (17)$$

Az ebben a pontban leírtak nem tartalmaznak új tudományos eredményt. Viszont a következő két pont megértése szempontjából fontos a főbb összefüggések ismerete.

3. Végelem-modellek

A hőtani modell

A hőtani vizsgálatnál az öntvényt a formával, a formaszekrényvel, az öntvénymagokkal és hűtővasakkal együtt kell modellezni, mert ezek az elemek mind alapvetően befolyásolják az alkatrész lehülési és dermedési viszonyait. Tehát a végelem-hálónak ki kell terjednie az előzőekben felsorolt valamennyi testre (szerkezeti elemre). A hőtani vizsgálatnál ezek alkotják a rendszert, amit vizsgálunk. Peremfeltételeket (hőmérsékleti, hőáramlási, hőátadási, hőszugárzási) ennek a rendszernek a határfelületein kell előírni.

A szilárdságtani modell

A mechanikai számításnál (maradó deformáció: zsugorodás, vetemedés és maradó feszültségek) már elegendő csak az öntvényt vizsgálni, amely a hőtani feladat megoldásaként meghatározott időben változó hőmérséklet mező hatására alakváltozik és keletkeznek benne feszültségek. A végelem-hálónak ebben az esetben csak az öntvényt kell magában foglalnia. A számítások legegyszerűbben akkor végezhetőek el, ha az öntvény hőtani és szilárdságtani számításánál alkalmazott végelem-felosztás azonos.

Az öntési technológiákra az a jellemző, hogy a lehülés során az öntvény pontjainak elmozdulását semmi nem akadályozza, ezért a szilárdságtani számításhoz (a maradó feszültségek számításához) mindig elegendő csak annyi kinematikai peremfeltételt előírni, amelyek az öntvény merevtestszerű mozgásait lekötik.

Irodalom

- [1] Kozák I.: Kontinuummechanika, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1995.
- [2] Bathe, K.-J.: Finite Element Procedures, Prentice-Hall, Inc., 1996
- [3] Richter, W.: Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen mit der Finite-Elemente-Methode, Vieweg Verlag Braunschweig, 1985.
- [4] Páczelt I.: Végelem-módszer a mérnöki gyakorlatban, I. kötet, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1994.
- [5] SIMTEC FEM Simulation System, User's Manual, RWP GmbH., Aachen/Germany, 1991.



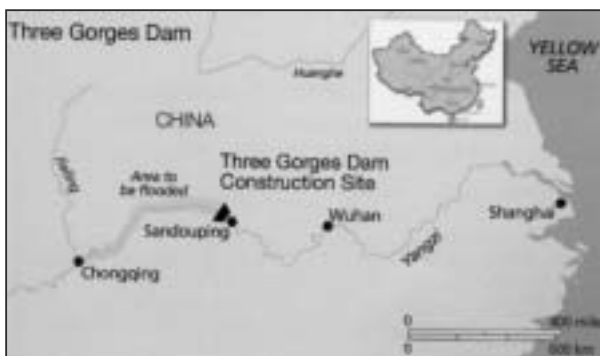
Víz turbinák járókerekeinek gyártása

Thalberg, N. et al. „High deposition welding of Francis turbine runners” c. cikke alapján (Foundry Trade Journal, 177. k. 3604. sz. 2003. jún. p. 16-18.)

Erőmű

A kínai „Három Szakadék”, a világ legnagyobb, épülő vízierőműve, 26 Francis-turbinával fog áramot termelni. A 700 MW-os turbinák járókerekei 10 m átmérőjűek és 450 t tömegűek lesznek, és 410 NiMo (13% Cr, 4% Ni, 0,5% Mo) típusú martensites rozsdálló acélöntvényekből készülnek. A kerekeket hegesztéssel szerelik össze, és az öntvényhibákat hegesztéssel javítják. Az ESAB cég anyagokat és berendezéseket szállít a gyártáshoz, amelyet fedett ív hegesztéssel (SAW - submerged arc welding) és gáz-fém ívhegesztéssel (GMAW - gas metal arc welding) végeznek.

A Yangtze folyó völgyében, 1994-ben kezdték meg a hatalmas gát építését, amely mögött 650 km hosszú, átlag 1,1 km széles, 39 milliárd m³-es to keletkezik (1. ábra). A folyót 1997 novemberében térítették el. A táro-



1. ábra. A „Három Szakadék” gát elhelyezkedése
Three Gorges Dam = „Három Szakadék” gát; Yellow Sea = Sárga Tenger; Area to be flooded = Az elárasztandó terület; China = Kína; Three Gorges Dam Construction Site = A „Három Szakadék” gát építési területe



2. ábra. A „Három Szakadék” gát képe. Jobbra: hajósilípek, középen bukógát, a bal- és jobbparton erőművek

zolt feltöltését megkezdték. A vízszint 156 m-re fog emelkedni. A befejezést, teljes áramtermeléssel, 2009-re tervezik. A gát közepén 484 m-es bukógát lesz, bal- és jobboldalán két hatalmas erőművel (2. ábra). Ezek teljes kapacitása 18200 MW lesz, ami 18 nagy atomerőmű teljesítményének felel meg. A világ legnagyobb 26 turbogenerátora évi 84,7 milliárd kWh villamos energiát fog előállítani, ami egyenértékű 40 millió tonna szén elégetésével, hagyományos, fosszilis anyaggal fűtött erőművekben.

A turbinák

A beruházás jelenlegi szakaszában 14 turbogenerátort fognak telepíteni a balparti erőműbe. Ezek gyártásáért két nemzetközi konzorcium felel. A lapátok gyártását, valamint a járókerekek összehegesztését több országban, köztük Romániában, Brazíliában, Norvégiában, Kanadában, Franciaországban és Kínában végzik. A fő darabok adatait az 1. táblázat és a 3. ábra ismerteti.

A jobboldali erőmű 12 turbináját a következő szakaszban fogják felszerelni. Az első 14 turbina nemzetközi szállítóival kötött szerződés szerint ezeknek közre kell működniük a fennmaradó 12 egység gyártásában, Kínában.

A járókerekeket, a méreteik és a bonyolult alakjuk miatt, számos kisebb (de még tekintélyes méretű) öntvényből kell előállítani, hegesztéssel.

Különböző hegesztési módszerek (kézi ívhegesztés MMA, GMAW, SAW) kombinációját használják. A módszer specifikus kiválasztása függ a kötés alakjától, a hozzáférhetőségtől, a bér, a berendezés és az anyagok költségeitől.

Az egyes járókerekek szereléséhez hét-tíz tonna hegesztő anyagot használnak fel, aminek a nagy része a lapátoknak a koronához és az abroncshoz való hegesztéséhez szükséges.

A lapátok hegesztése a koronához

A norvég GE Energy (korábban Kvaerner Energy) három járókerékre kapott rendeltést, részben együttműködésben a Harbin Electric Machinery Co. Ltd.-del, amelynek további két turbinára van szerződése. Az ilyen jelentős méretű kerekek gazdaságos gyártásához a lehető legnagyobb felhordási sebességű hegesztési módszereket választották. A sebességnek, a Kvaerner Energy AS előírása szerint el kellett érnie a 16 kg/óra értéket. A különböző lehetőségek értékelése után, a két huzallal végzett SAW-t (ívhegesztést) találták a legjobb módszernek, a termelékenység, a minőség, és a más kritikus alkalmazások során szerzett, korábbi tapasztalatok alapján.

A hegesztő fejnek pontosan kell követnie a bonyolult, háromdimenziós, 4 m hosszú kötéseket a lapátok csatlakozásainál. Tovább nehezíti a feladatot a lapátok közötti korlátozott hozzáférés. Ezért nagy pontosságú manipulációs és vezérlő rendszerre van szükség a teljesen gépesített hegesztő eljárás előnyeinek a

1. táblázat	
A turbinák fő darabjainak a jellemzői	
Méretek, m	
A járókerék legnagyobb átmérője	10
A járókerék torokátmérője	9,8
Az állógyűrű legnagyobb átmérője	16
Az állógyűrű magassága	4
A spirális ház körvonala (X-X)/(Y-Y)	34/30
A fedél legnagyobb átmérője	13,3
A bukótáblás kapu körének átmérője	11,6
A fedél magassága	1,8
A vezetőlapát magassága	2,9
A főakna (test) átmérője	4
Tömegek, t	
Járókerék	450
Állógyűrű	400
Spirális ház	700
Fedél	380
Főakna	140
Egy vezetőlapát	9,5
Teljes turbina	3300





3. ábra. A járókerék fő alkotórészei

megvalósításához és a szükséges termelékenység eléréséhez.

Az ESAB Welding Equipment AB szerződött a Kvaerner Energy A/S-szel két számjegyzérlésű hegesztő manipulátor tervezésére és szállítására a járókerekek hegesztéséhez. Ehhez új, kompakt hegesztő fejet is kellett tervezni. A gép 2x4,3 m-es vízszintes síkkal határolt és 2 m magas térben képes hegeszteni (4. ábra).

A manipulátorok betanításos üzemmódban programozhatók, ami azt jelenti, hogy a fejet különböző pontokba helyezik az előkészített varrat mentén, és az összes adatokat a vezérlő memóriájában tárolják. Az egyes varratrétegek egyszerű eltolással, könnyen programozhatók, és így minimalizálható a többretegű varratokhoz szükséges programozási munka.

A varrat vizsgálata

A következő átvételi vizsgálatokat alkalmazták:

a) 60 mm vastag hegesztése szimmetrikus 450-os X-kötésben,

b) 200 mm vastag metszetű koronához hegesztendő 300 mm vastag lapátot szimuláló próbatest hegesztése szimmetrikus, kettős J-kötésben.

A vizsgálatokat a termelésben használandóval azonos minőségű, öntött anyagon végezték. 100-1500 C fokos előmelegítést, és legfeljebb 2000 C rétegeközi hőmérsékletet alkalmaztak, a következő hegesztési paraméterekkel: 970 A, jellemzően 31 V, és 60-70 cm/perc hegesztési sebesség.

Az átvételi kritériumok tartalmazták a követendőket: hegeszthetőségi szempontok, mint a nedvesítési jellemzők, a szak leválása, a varratfelület minősége, továbbá a mechanikai tulajdonságok, és roncsolásmentes, ultrahangos és röntgenvizsgálatok. Az eredmények megfelelőek voltak, és az ESAB-bal szerződtek két teljes hegesztő állomás szállítására, anyagszállítási opcióval.

Az állomásokat leszállították, és a kínai Huludaoban szerelték össze 2000-ben. A vizsgálatok bizonyították a hegesztett varratok jó és állandó minőségét, és a hegesztés a tervnek megfelelően, nagyobb komplikációk nélkül halad.

GMAW fémeles huzallal

A norvég GE Energy az elsők között hasz-



5. ábra. A hegesztett járókerék részlete



4. ábra. Hegesztőállomás manipulátorral

nálta az ESAB fémeles huzalját Francis-turbinakerekek gyártásához (5. ábra). Ez széleskörű, sikeres vizsgálatok után történt. A kézi hegesztést félautomatikus GMAW hegesztéssel váltották fel.

A „Három Szakadék” projekthez a kínai Harbin Electrical Machinery Co. Ltd. által gyártott kerekeket részben így, részben pedig tömörhuzalos SAW eljárással hegesztik.

☛ Sz. Gy.

Bővült az Öntödei Múzeum állandó kiállítása

Egyesületünk Fő utcai székházától néhány utcányira, a Bem József u. 20. alatt tekinthető meg Buda első ipari műemléke, a Ganz-törzsgyári kéregkerék-öntöde, a mai Öntödei Múzeum. Az 1858–62 között létesített épületben, melyet még Ganz Ábrahám építtetett, 1964-ig folyt a termelés. Kiszely Gyula vezetésével, többévi munkával sikerült az épületet helyreállítani és benne 1969 őszén megnyílhatott a magyar öntészet múltját bemutató szakmúzeum. A földszinti öntőcsarnok egy részét, az olvasztó- és formázóberendezéseket és a kupolókemen-

cék adagolósintjét eredeti állapotában hagyták meg, nem jutott azonban pénz és erő a pincszint rendbetételére.

Ganz Ábrahám 1845-ben alapított első öntödéje egy tégelykemencével és néhány szerszámmal volt felszerelve. A kezdeti nehézségek után hamar megindult az üzem fejlődése, Ganz új ingatlant vásárolt és az üzemet egy kupolókemencével bővítette. Ebből hetente három alkalommal öntöttek. Ez a kupoló az öntöde központi berendezése volt. 1848–1849-ben a termelés már elérte a 480 tonnát. A Bach-korszak második felében a fejlődés

dés tovább folytatódott és 1857-ben az éves termelés 1714 tonna volt, ekkor már két kupolóval, két tégelykemencével és két ventilátorral volt az öntöde felszerelve. Tíz évvel később – Ganz halálának évében – az öntöde már csak egy gyáregység volt az öt közül. Ekkor öt kupolókemence, egy tégelykemence, két fűjtató és más kiegészítő berendezések működtek a gyáregységben, és 7368 tonna öntvényt gyártottak.

A gyárban Ganz szerepét Mechwart András vette át, aki biztosította a töretlen fejlődést. Ennek során új üzletágak



honosodtak meg, de a törzsgyári termelés érintetlen maradt. 1875-ben 6 kupolókemence üzemelt, amelyeket 5 fűjtató szolgált ki. Az 1890-es évekre – a gyár bővülése miatt – az öntöde ugyan vesztett jelentőségéből, de mégis jelentős szerepet kapott: a kéregöntvények mellett beindult az öntött gáz- és vízvezeték csövek gyártása.

Mikor Amerikában *P. H. Griffin* a vasúti kerek új előállítási eljárását feltalálta, Mechwart – felismerve a konkurencia veszélyét – sietett megszerezni a kerégyártási jogot (licenciát). *Gulden Gyula* mérnök utazott ki az USA-ba, Buffalo-ba, s útijelentést készített a kupolókemencéről. Ezek a Ganz-gyári kupolóknál lényegesen nagyobbak voltak, és a levegőbefűvást a kemenceköpenyen kívül vezetett csőből 6 db leágazóval oldották meg. Ez az amerikai kemencetípus gyorsan olvasztott és óránként kb. 6 t vasat szolgáltatott. Gulden kézzel írott és rajzolt jelentése a múzeum archívumának értékes darabja.

1897-ben a Ganz-törzsgyár olvasztóműve és formázó- és öntőcsarnoka már teljesen az amerikai minta szerint változott meg. Az öntöde legfontosabb technológiai berendezései a két 1200 mm át-

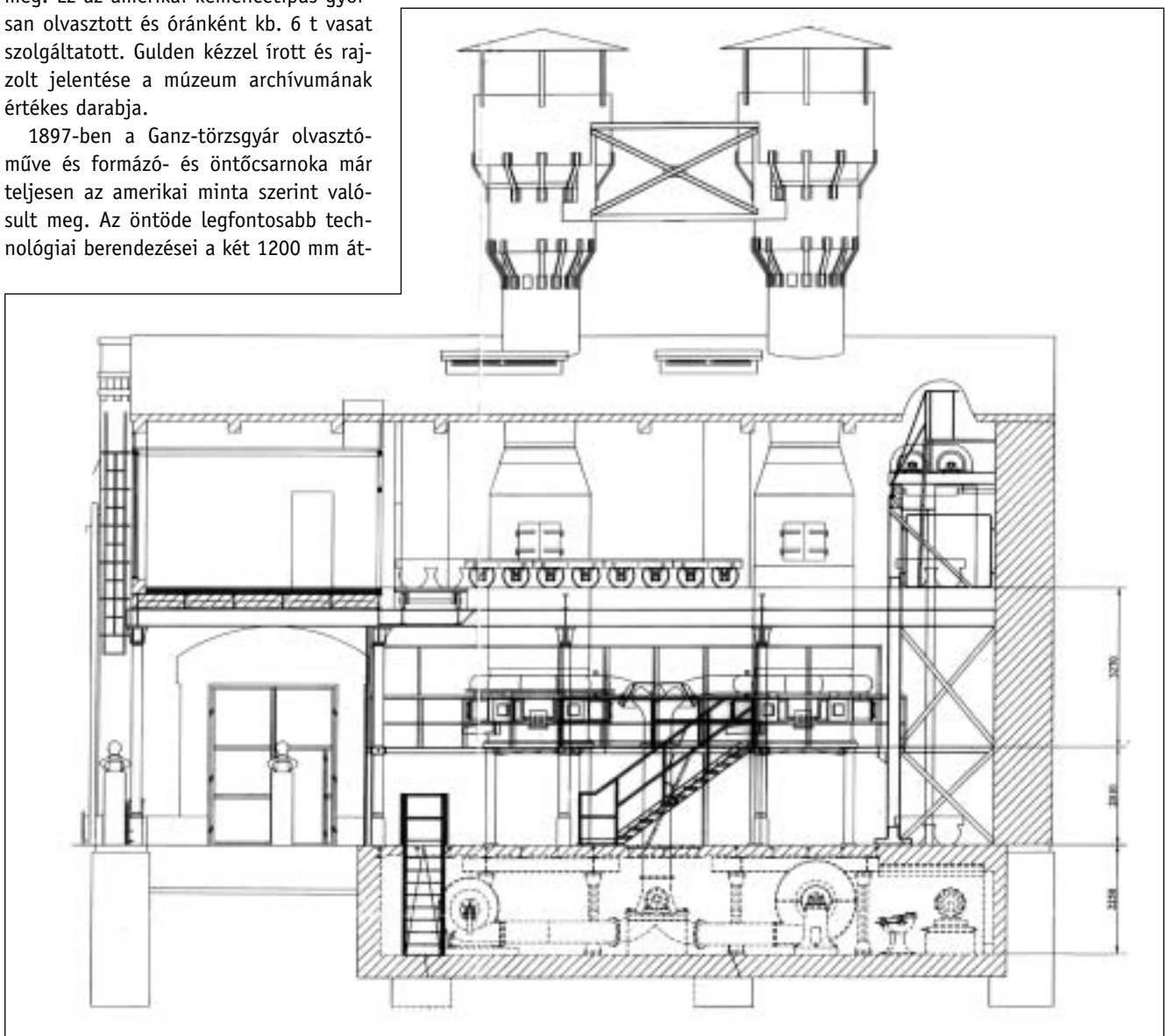
mérőjű, Griffin-típusú kupolókemence, a hét hidraulikus forgódaru, a három száritókamra, a magkészítő műhely és a hűtőgödrök voltak. Ez utóbbiakban biztosították a kéregöntésű kerek megfelelő lassú lehűlését. Az eredeti berendezések közül mind a mai napig láthatók a kupolók, a forgódaruk közül négy darab, ill. kettő alatt az eredeti formázó- és öntőkör.

Egészen 2003-ig csak a kemencék tálaj feletti, felső részeit láthatták az érdeklődők. 2002-ben a Széchenyi-terv keretében a műszaki örökség integrált védelmének támogatására kiírt pályázat révén az Országos Műszaki Múzeum filiáléjaként működő Öntödei Múzeum 3 millió forintot nyert. Ebből a pénzből, ill. saját erőből és a Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma támogatásával – összesen 7,1 M Ft + áfa összegű beruházással – si-

került 2003-ra az ország egyik legrégebbi ipari műemlékét még teljesebben bemutatni.

Amint arra már utaltunk, a múzeum létesítésekor nem jutott pénz arra, hogy a kupolók legalsó szintjét, a befűvőrendszert magában foglaló pincehelyiséget is kitarítsák s a látogatók számára megtekinthetővé tegyék. *Szablyár Péternek*, az öntészettörténeti szakcsoport tagjának volt az ötlete, hogy a pinceszintet is tegyék rendbe, válják az is kiállítási területté. Másfél évnyi munka eredményeképpen sikerült a beruházást kivitelezni. A kivitelező a K+K Vas Kft. volt, a tervezést és a műszaki ellenőrzést a Neoplan Bt. vezetője, *Szarka János és Lampert Rózsa*, a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal (KÖH) osztályvezetője végezte el.

2003. április 12-én szép ünnepség ke-





retében adtuk át az új állandó kiállítási részt a látogatóknak. *Lengyelné Kiss Katalin* múzeumigazgató köszöntötte a nagyszámú közönséget, majd a KÖH elnöke, *dr. Varga Kálmán* mondott avatóbeszédet. Megható volt, ahogyan *Gál Zoltán* nyugalmazott okl. kohómérnök, a Ganz-törzsgyári öntöde utolsó műszaki vezetője, szakosztályunk egykori titkára visszaemlékezett az itt folyó munkákra, a dolgozókra. Megköszönte a múzeum vezetőinek, hogy ezt az Európa-szerte ismert műhelyt az utókornak megőrzik, s gondoskodnak arról, hogy a berendezések állaga ne romoljék, s egyre többen tudjanak az Öntödei Múzeumról, szakmánk méltán híres emlékeiről.

Ezután az igazgató a múzeum Ganz Ábrahám díszpolgári oklevelének másolatát adta emlékebe a segítőknek, s ezúttal is köszönte, hogy az avatóünnepség és a kísérőkiadvány kiadásához támogatást kapott a FERRO Öntöde Kft.-től, a Fémalk Rt.-től, az SVT Wamsler Vasöntöde Kft.-től, a Mohácsi Vasöntöde Kft.-től, a törökszentmiklósi TM Öntöde Kft.-től, a Kispesti Öntöde és Gépgyár Kft.-től, a Vulkán Öntöde Kft.-től, a Patina Öntö-

de Kft.-től és a TP Technoplus Kft.-től.

Dr. Sohajda József, az öntészeti szakosztály elnöke virágcsokorral köszönte meg a múzeum igazgatójának és dolgozóinak a szakma számára értékes, az összetartozást erősítő újabb rendezvény szervezését. A felújított kupolókemen-

céknél a nemzeti szalagot a KÖH elnöke és *dr. Vámos Éva*, az OMM főigazgatója vágta el.

Az Öntész nóta - amelyet *dr. Nándori Gyula* és *Lőrincz László* szereztek 1978-ban az akkori budapesti öntészeti világkongresszus tiszteletére - óhajtása sze-



rint, hogy t.i. „De jó volna, ha sör foly-
na a kupoló nyílásából”, az ünnepségen
ez megvalósult, s a megjelent szakmabe-
li és múzeumi kollégák jó hangulatban
ünnepelték az újabb, 150 m² kiállítási
területtel bővült múzeumot.

A látogatók tehát a pincétől a tetőig
megismerhetik a 100 évnél idősebb ol-
vasztókemencéket, azok légbefúvó rend-
szerétől a füstgázok elvezetéséig. Bejár-
hatják az óriási olvasztókemencék köz-
vetlen környezetét. Lemehetnek a pincé-
be a vasszerkezetű alapokat megnézni,
láthatják a két villamos meghajtású,
transzmissziós áttételű légbefúvó gépet,
majd a talajszinten megszemlélhetik a
nyitott ajtajú kemencéket és az ott mar-
adt eredeti salaktapadványokat. A lép-
csőn felmenve láthatják a salakolász-
intet, majd újabb lépcsőfordulóval, immár
a negyedik szintig jutva, az előkészített
– és lemért – nyersvas- és kocszadagokat
nézhetik meg. A tető fölé nyúló 19 m
magas kéményeket csupán az épületen
kívül lehet megszemlélni, de így már vi-
lágos lesz minden látogató számára,
hogy mi ez a két jellegzetes fekete kúrtó
a budai belvárosban.

A látogatók a helyszínen – közérthető
módon, de szakmailag is korrektül - törté-
neti áttekintést kapnak a másodlagos
vasolvasztás technológiájáról és a látott
olvasztómű egységeiben lejátszódó ko-
hászati folyamatokról. A magyar és an-
gol nyelvű magyarázatok és feliratok
mindenki számára érthetővé teszik a lá-
tottakat. A tablók szövegét *Kovács László*
tiszteleti tagunk írta, a fordítás *Szen-
de György* munkája, a szerkesztést Len-
gyelné Kiss Katalin végezte el. Az érdeklő-
dők számára a kupolós vasolvasztás
történetéről, a kemencék felépítéséről,
működéséről és használatáról, ill. a
Ganz-törzsgyári kemencékről szóló külön
kiadvány, az Öntödei Múzeumi Füzetek
11. száma (*Lengyel Károly: A kupolókem-
encés vasolvasztás története*) is tájé-
koztatást nyújt, amely a helyszínen be-
szerezhető.


Az iskolai csoportokra az Öntödei Mú-
zeum különös figyelmet fordít. A kupoló-
kemencék talajszintjének rendbetételé-
vel és egy másik, a Gazdasági Minisztéri-
um és az NKÖM által látogatóbarát múze-
um megvalósítására kiírt pályázati pénz
segítségével lehetőség nyílt arra is,

hogy egy kis formázóműhely-sarkot ala-
kítsunk ki, s ott 8-10 fős diákcsoportnak
kézműves foglalkozást tartunk. Múze-
umpedagógus vezetésével a gyerekek sa-
ját maguk készíthetnek öntőformát és
végezhetnek „öntést” gipszből. A látoga-
tás végére megszilárdult „öntvényt” –
mint saját munkájukat – a készítőik haza
is vihetik.

Ugyanennek a pályázatnak és a helyi
önkormányzatnak a támogatásával,
Sztankay György tervei szerint sikerült a
pénztárkuckót korszerűbbé, nagyobbá
alakítani, s így ezzel megvalósult az az
elképzelésünk, hogy múzeumi boltocska
is működjön az épületben, a látogató
műtárgymásolatot, könyvet, prospektust
is vásárolhasson emlékül.

Az elmondottak segítségével igyek-
szünk a múzeum látogatóit aktívá tenni
az ismeretek megszerzésében és a felnő-
vekvő generációt pedig beavatni az ön-
tészet „műhelytitkaiba”.

Reméljük, hogy az érdeklődés múze-
umunk iránt jelentős mértékben növeked-
ni fog, és sikerül a Budapestre látogató-
kat új látványossággal meglepni.

 **Lengyel Katalin**

VÁLLALATI HÍREK

ÖNMENTŐ MENEDZSMENT APCON

Kivásárolták a bezárásra ítélt könnyűfémöntödét

A korábban tervezett gyárbezárás helyett
eladta apci könnyűfémöntödéjét a 3,5
milliárd svájci frank éves forgalmat lebo-
nyolító és 150 céggel rendelkező svájci
érdekeltségű Georg Fischer AG - mondta
Szmola J. Ernő ügyvezető igazgató. A vé-
telárat nem hozták nyilvánosságra. Az
apci kft. elsősorban alumíniumöntvénye-
ket, továbbá különféle alkatrészeket
gyárt az autópárnák.

Termékeit a világszerte túlkínálat miatt
csak nyomott áron tudta értékesíteni, az
apci gyár veszteségei növekedtek.

A svájci konszern gépjárműtechnikai
vállalatcsoportja a nehéz értékesítési kö-
rülményekre hivatkozva Magyarországon
kívül is jelentős átszervezéseket hajt, il-
letve hajtott végre a cégcsoportnál – tu-
datta lapunkkal *Szmola J. Ernő*, az apci
cég ügyvezető igazgatója. Ehhez társult
a magyar termelőüzem által az elmúlt
másfél évben felhalmozott tetemes, kö-
zel kétfélmillió eurós veszteség, ami végül

is megpecsételte Apc sorsát. Az új tulaj-
donosok a budapesti székhelyű Ernest-
Management Consulting, továbbá az
ausztriai Weisben bejegyzett MayDie Ma-
nagement, amelyben a jelenlegi apci men-
edzsmentnek is részesedése van (ennek
arányát nem közölték) – azt ígérik a ter-
mékpalletta szűkítésével (a 150-féle au-
tóalkatrész, majd harmadát törlik a kíná-
latból, és a 340 alkalmazott mintegy tíz-
zedének elbocsátásával, majd új termé-
kek bevezetésével képesek lesznek meg-
menteni a munkahelyek nagy részét és
sikeresebbé faragni a most még gyen-
gélkedő vállalatból.

A Georg Fischer Kft. állítja elő Magyar-
országon termelt, mintegy 38 ezer tonna
alacsony nyomású alumíniumöntvény
hozzávetőlegesen 10 százalékát. A Kft.
létszáma a magyarországi öntödében
foglalkoztatottak megközelítőleg 4 szá-
zaléka. A cég kistérségi összehasonlítás-
ban jelentős középállalkozásnak számít
– tájékoztatta lapunkat a Magyar Önté-
szeti Szövetség képviselője. A gépjármű-
alkatrészekhez szükséges öntvényeket
gyártó üzem korábban téves piaci straté-
giát követett. Így tavaly decemberben az
Opel és a Wabco részére belekezdett két
nagy értékű termék – egy vízpumpa és

egy légfékház
gyártásába, ám
előállításuk a
tervezési hibák
miatt nem volt
igazán költség-
hatékony –
mondta *Szmola*

Tények és adatok (ezer Ft)					
	1999	2000	2001	2002	2003*
Jegyzett tőke	359.100				
Befektetett eszközök	482.398	844.970	887.939	1.369.676	1.396.047
Mérleg főösszeg	1.992.155	2.788.860	2.987.464	3.117.689	3.046.820
Nettó árbevétel	4.442.407	6.614.769	6.162.413	4.840.240	5.223.512
Üzleti eredmény	749.084	916.080	746.940	-32.134	-583.523
* várható					



J. Ernő. Az elhibázott lépések miatt a svájci tulajdonosok szeptemberben a magyar gyár bezárását fontolgatták.

A magyar menedzsmet által márciusban felvázolt és szorgalmazott stratégia-váltást a svájci anyacég is támogatta, ám forráshiány miatt végül is akkor nem valósult meg az elképzelés. A korábbi me-

nedzsmet most már tulajdonosként láthat hozzá elképzelései végrehajtásához: új, a korábbinál erőteljesebb piaci stratégiával, új termékstruktúrával és megújított vezetéssel kívánja a nyáron felvázolt elképzeléseket megvalósítani, azaz a jelenlegi vevők megtartása mellett új megrendelőket, így többek között Magyaror-

szágon az Audit, Opelt, ZF-et, Európában a BMW-t, Mercedest, VW-t kívánják megnyerni. A tulajdonosváltással bekövetkezett vezetői átszervezés összesen tíz főt érintett.

☞ *Megjelent a Világgazdaság 2003. nov. 4-i számában. Szerző: Szarvas György*

A MÖSZ és az Öntészeti szakosztály az öntödei hulladékgazdálkodásról

(1. RÉSZ)

A Magyar Öntészeti Szövetség és az OMB-KE Öntészeti Szakosztálya 2003. március 17-én együttes ülést tartott az öntödei hulladékgazdálkodás témájában.

Nádasdiné Horváth Kinga bemutatta azt a tanulmányt, amelyet a Magyar Öntészeti Szövetség egyik tagvállalata, az EU-Synchronic Környezetbiztonsági Kft. a MÖSZ megbízása alapján készített a hazai öntödékben – első lépésként a legtöbb hulladékot kibocsátó vas- és acélöntödékben – keletkező, nem veszélyes hasznosítható hulladékok felmérésére. A tanulmány kitér:

- a hasznosítás lehetőségeire;
- az egyes, hasznosításhoz szükséges követelményekre;
- a hatósági elvárásokra;
- a konkrét magyarországi hasznosításban részt vállaló cégek felderítésére;
- a hasznosítás költségvonzatainak és a várható eredményeknek a vizsgálatára.

A tanulmány a hulladékok hasznosításához szükséges kiindulási feltételek áttekintésével kezdődik, amelynek az első részét a jogszabályi peremfeltételek, a második részét az öntödékben keletkezett nem veszélyes hulladékok mennyiségének, területi eloszlásának, minőségének ismerete képezi. A 3-7. pontokra vonatkozó elképzelés kidolgozására a munka későbbi fázisaiban kerül sor.

A 2000. évi hulladékgazdálkodási törvény

Nádasdiné Horváth Kinga elmondta, hogy a 2000. évi XLIII. hulladékgazdálkodási törvény már az EU jogharmonizációs feladatainak eleget téve készült. Az EU alapelveit építették be, előírásait vetették át és alkalmazták a magyar jogrendben. A törvény szabályozza a hulladékgazdálkodás követelményeit és az ezzel

kapcsolatos kötelezettségeket. Meghatározza a keletkező hulladékokkal való gazdálkodásban követendő prioritási feladatokat. Ezek sorrendben:

- a hulladékképződés megelőzése, amennyiben lehetséges;
- a már keletkező hulladékok mennyiségének és veszélyességének csökkentése;
- a keletkező, tovább már nem csökkenthető hulladékok hasznosítása (anyagában újrahasználhat, más technológiába másodnyersanyagként, vagy energetikai célú hasznosítás);
- a nem hasznosítható hulladékok környezetkímélő kezelése, ártalmatlanítása (lerakás, égetés, fizikai, kémiai, biológiai kezelés).

A törvény előtérbe helyezi az anyag- és energiatakarékos, hulladékszegény technológiák alkalmazását, az anyagnak, illetőleg hulladéknak termelés-elosztás-fogyasztás körforgalomban tartását, valamint a hasznosítását annak érdekében, hogy a hulladékban rejlő anyag és energia a legnagyobb mértékben kerüljön ismételt felhasználásra. Ezzel a nyersanyagok hulladékokkal történő helyettesítése valósul meg, amely anyagtakarékos technológiai megoldást jelent adott esetben, illetve energiahordozókénti felhasználás esetében energiatakarékos technológiát képvisel. A törvény előírja továbbá, hogy a keletkezett hulladékot, ha az ökológiailag előnyös, műszakilag lehetséges és gazdaságilag megalapozott, hasznosítani kell. Ártalmatlanításra (amelybe beletartozik az eddig alkalmazott módszer, a lerakás is) csak az a hulladék kerülhet, amelynek anyagában történő hasznosítására vagy energiahordozóként való felhasználására a műszaki, gazdasági lehetőségek még nem adottak,

vagy a hasznosítás költségei az ártalmatlanítás költségeihez viszonyítva aránytalanul magasak. Az Európai Unió ezt a fajta hulladékgazdálkodási gondolkodást támogatja, azaz a hulladéklerakást nem preferálja, nem tartja elsődlegesen megfelelő megoldásnak bármely keletkezett hulladék kezelése, elhelyezése szempontjából. Már a települési szilárd hulladék lerakásánál is a regionalitás elvét követve, a komplex hulladékkezelést támogatja. A hulladéklerakók régióként kell, hogy épüljenek, korszerű közbenső átrakó állomásokkal, és a komplex kezelést biztosító előkezelő, válogató, bálázó, komposztáló létesítmények együttes megépítésével. Ezek a lerakók természetesen igen nagy költséggel épülnek majd fel, amelyek hosszú távú megoldást kell, hogy jelentsenek egy-egy régió települési szilárd hulladékainak elhelyezésére. A nem veszélyes termelési hulladékok lerakása is szigorúbb előírások mellett folytatható. A meglévő lerakók felülvizsgálata, a szigetelő rendszerek átépítése az új EU-konform rendelet szerint (22/2001 (X.10.) KöM), az üzemeltetés, s a majdani rekultiválás mind egyre költségesebb megoldás lesz a vállalatok számára, mindinkább más megoldást kell keresniük a keletkező hulladékaik kezelése számára, mindinkább törekedniük kell a hulladékaik hasznosítására.

Magyarországon viszonylag nagy mennyiségű öntödei hulladék keletkezik. Az összes keletkező termelési nem veszélyes hulladék (1992-es adat szerint kb. 80 millió tonna) 33%-a ipari hulladék, amelybe nem tartozik bele az építőipar, faipar és élelmiszeripar. Az ipari hulladékok (egyes becslések szerint) néhány százaléka az öntödei hulladék, amelynek a hasznosítása az öntödék mind fonto-



sabb hulladékgazdálkodási feladatai közé tartozik. Ez egyúttal nemzetgazdasági érdek is, hisz ha megoldódik e hulladékok visszajuttatása a gazdaságba másodnyersanyagként, az nemcsak az öntödéknek jelenthet hasznot, hanem az országnak is, hisz kevesebb hulladékot kell elhelyezni, kezelni, ártalmatlanítani, illetve a felhasznált hulladék anyagot, vagy energiát takarít meg.

Magyarország öntödei hulladékai

Nádasdiné Horváth Kinga elmondta, hogy a tanulmány elkészítéséhez szükséges kiindulási feltétel az öntödéktől be kért adatok feldolgozása volt. A beérkezett, főként a technológiára és a mennyiségre vonatkozó adatok 15 nagy öntöde adatszolgáltatásából származnak. A kérdőíven rákérdeztek az öntvénytermelés mennyiségére, anyagára és technológiájára is, hogy megállapíthassák, milyen technológiából keletkezik a legtöbb hulladék. Az adatfeldolgozás során azért gondolkodtak régiókban, mert egyrészt az Európai Unió országai is régiókra oszlanak, az EU régióknak nyújt támogatást (pl. a PHARE, SAPARD pályázatok), ezért régiók szerint kell Magyarországnak átalakítania a szabályozási rendszerét; másrészt a keletkező homokok esetleg az egész országon keresztül történő szállításának nincs értelme a magas költségek, valamint a szállítás kockázata miatt.

Az adatok összesítése után azt az eredményt kapták, hogy az ország öntödei hulladékának 99%-a a vasalapú öntvénygyártásban keletkezik, a fennmaradó 1% az alumínium- és egyéb fémöntvénygyártás hulladéka. Ezért a tanulmány csak a vasalapú öntvénygyártásból származó, hasznosítható hulladékokkal foglalkozik. 2001-ben a vasalapú öntvénygyártás 90%-a vasöntvény, a 6,2%-a ötvözetlen acélöntvény és 3,3%-a ötvözött acélöntvény volt. Adatokat kértek az alkalmazott homokformázási technológiára, a használt kötőanyagokra és adalékanyagokra vonatkozóan is, hogy következtethessenek a keletkező homokok összetételére. Az adatok összesítése után megállapították, hogy a vasöntvénytermelés 80%-a bentonitos homokformázással készült, míg az ötvözött és ötvözetlen acélöntvények gyártásában túlnyomó többségben a műgyantás (furános és fenolos) homokformázás terjedt

el. A homokformázási technológia többek között a készítendő öntvény anyagminőségétől, az öntvények nagyságától, formájától (bonyolultságától) függ. A beérkezett és feldolgozott adatokból oszlopdiagramot készítettek, amelyen az éves vas- és acélöntvény-termelés mellett a keletkező homokok és salakok mennyiségét tüntették fel régióként. A szemléletesség kedvéért ugyanezt a diagramot Magyarország térképére is feltették. A diagramokból megállapítható, hogy a legnagyobb mennyiségben (40%) Közép-Magyarországon (főként Budapesten) keletkeznek hulladék homokok, további 20% Észak-Magyarországon, aminek a 90%-a műgyantás. A keletkezett salakok mennyiségének százalékos megoszlása hasonló a homokokéhoz. Az adatok láttán felmerült a kérdés, hogy nem lehetne-e ebben a két régióban szorgalmazni a keletkező homokok további, másodlagos regenerálását. Az irodalmi adatok szerint a termikus homokregenerálás nagyobb hatásfokú, mint a mechanikus, ezért meg kell vizsgálni, (költség-hatékonyaságelemzéssel) milyen anyagi vonzata van, mennyi idő alatt térül meg a termikus regeneráló berendezés alkalmazása. Lehetséges-e, hogy a régió öntödei összefognának egy termikus regeneráló létesítésének finanszírozására?

Az öntödei hulladékhomok

A vasalapú öntvénytermelésből keletkező hulladékhomokok 29%-a műgyantás formázási technológiából származó, vegyi kötésű homok. Ez régióként a következőképp alakul: az országos átlagtól eltérően Észak-Magyarország 8 öntödéje hulladékhomok-kibocsátásának 90%-a műgyantás, míg Közép-Magyarországon 20%, Észak-Alföldön 16,5%, Közép-Dunántúlon 12,7%, míg Dél-Alföldön 9,3%, Nyugat-Dunántúlon 6,4% ennek az aránya. Dél-Dunántúl két öntödéjében nem műgyantás homokformázást használnak. Tehát a továbbiakban azt kell megvizsgálni, hogy Észak-Magyarországon van-e olyan cég, amely hajlandó furánkötésű hulladékhomokot hasznosítani. A furánkarbamidgyanta, valamint a furános homokformázási technológiában használatos további adalékok biztonsági adatlapja rendelkezésre áll, de meg kell vizsgálni, hogy az ebből a technológiából származó homokban milyen összetételben található meg ezek az anyagok.

Az öntödei salak

A keletkező salakok mennyisége az öntvénygyártáshoz használt kemence típusától függ, ezért erre is kértek adatokat. Ezekből megállapítható, hogy a kupolókemencek használata még eléggé elterjedt az országban, és ezekből származik a legtöbb salak. Rögtön felmerülhet a kérdés, hogy milyen reális lehetősége van egy technológiai váltásnak a kupolókemencés olvasztási technológiáról a jóval kevesebb, vagy esetleg minimális mennyiségű salakot termelő indukciós, vagy ívkemencés technológiára.

Az öntödei porok

Adatokat kértek az öntvénygyártásból származó porok összetételére és mennyiségére is, de azokat csak öntödei szakemberek becsléseinek és irodalmi adatoknak a felhasználásával sikerült használhatóvá tenni. Az öntvénygyártás során az alábbi technológiai folyamatokból keletkeznek porok:

- a homok előkészítése,
- az ürítés és a regenerálás,
- az acélszemcsés tisztítás,
- a köszörülés,
- az olvasztás.

Az öntödei hulladékok hasznosítási lehetőségei

A tanulmány 3.-7. pontjaival kapcsolatban Nádasdiné Horváth Kinga előzetes tájékoztatást adott. Jelen ismereteik szerint az öntödei hulladékok magyarországi hasznosítási lehetőségei a következők:

- regenerálás, újrafelhasználás,
- cementgyártás,
- ipari útépités,
- földmunka (pl. zajvédő falnak, vízzáró burkolatnak),
- települési hulladéklerakó felső kiegyenlítő rétege,
- építési segédanyaggyártás,
- cserép-tégla-kerámiaipar,
- talajjavítás,
- fémkinyerés.

Az irodalom nagy része a cementgyári és az építőipari hasznosítási lehetőségeket taglalja. Ezek szerint a cementgyártásban felhasználható az öntödei hulladékhomok. A cement gyártásához alapanyagként SiO₂-ra van szükség, mintegy 5%-ban. Ha az öntvénygyártásból keletkező hulladékhomokok fizikai és kémiai tulajdonságai megfelelnek a cementké-



szítéshez szükséges homokoktól elvart minőségnek, akkor az ilyen homok felhasználható a cementgyáraknak. A váci cementgyárban már kísérletek is folytak ilyen homokok hasznosítására, egyelőre tudomásunk szerint a környezeti hatásvizsgálat folyik az alkalmazhatóság kimondására. Lehetséges hasznosítókat keresve, felvették a kapcsolatot a Hulladékhasznosítók Országos Szövetségével (HOSZ) is. Sajnálatos, hogy a HOSZ nem kíván foglalkozni az öntödei homokok, salakok hasznosításával. Inkább a fémhulladékok és a csomagolóanyagok, ebből is a bevettelt hozó műanyagok, papírok hasznosítására fektetnek nagy hangsúlyt. Az építőipari hasznosításhoz a járható utat az építőipari terméké nyilvánításban látják, ezért ennek a módját kezdték el kutatni. Tanulmányozták a terméké nyilvánításhoz szükséges műszaki megfelelőségi igazolások beszerzésének jogszabályi hátterét. Megjelent egy BM-GKM-KvVM közös rendelet 2003-ban, az építési termékek műszaki követelményeinek megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól, amelyek már az európai uniós követelményeket is tartalmazzák. A továbbiakban felveszik a kapcsolatot az ÉMI-vel a szükséges minőségvizsgálatok miatt, és feladattervet készítenek az öntödei hulladékhomokok és salakok építőipari terméké nyilvánításához.

A feladatok között szerepel a felhasznált friss homokok és a keletkező hulladékhomokok fizikai és kémiai vizsgálata is, abból a célból, hogy össze lehessen hasonlítani ezeket a tulajdonságokat: az egyes tulajdonságok mennyire változtak, s ez mennyiben befolyásolhatja a felhasználhatóságot. (pl. ha a keletkező hulladékhomokok szemcse nagyság-el-

oszlása a kisebb frakciók felé tolódik, töredezett lesz, milyen építőipari felhasználás lehetséges). Az országban a vasalapú öntödék által általánosan használt friss (sajdikovói) homok anyagi minőségéről az egyik budapesti öntöde homoklaboratóriumából kaptak adatokat, amelyek az összehasonlításhoz megfelelnek. A továbbiakban a Szilikátipari Kutató Intézetől kérnek ajánlatot a hulladék-homokok összetételének vizsgálatára.

Nádasdiné Horváth Kinga összefoglalásán elmondta, hogy az irodalomgyűjtés során azt tapasztalták, hogy az öntvénygyártásra, az egyes kemencetípusok működési elvének ismertetésére, a homokformázásra, az adalékanyagok anyagminőség és tulajdonság szerinti leírására széles irodalom áll rendelkezésre. 1995-ig szabványok írták elő pl. a vas- és acélöntvények nyers és szárított homokformáiban kötőanyagként használatos bentonitok, valamint a melegen, ill. hidegen kötő műgyanták jellemzőit. Ezeket a szabványokat 1995-ben visszavonták.

Az öntödékben keletkező hulladékok, különös tekintettel a tanulmány tárgyát képező vas- és acélöntvénykor keletkező hulladékhomokok és salakok anyagi minőségére, azonban nem találtak irodalmat, ezért az öntödéktől bekért minősítő vizsgálatokra kell hagyatkozniuk. Ezek szerint a vegyi kötésű homokok sem veszélyes hulladékok, kommunális lerakóra lerakhatók, vagy hasznosíthatók. E homokok hasznosíthatóságáról is elég sok irodalom áll rendelkezésre, de főként németországi megvalósult, főként cementgyári, illetve építőipari hasznosításokról szólnak a tudósítások. Ha a minőségi vizsgálatok szerint is alkalmasak cementgyári hasznosításra a Magyarországon legnagyobb mennyiségben, a közép-

magyarországi régióban keletkező homokok, akkor azok pl. Vácott hasznosításra kerülhetnek.

A műszaki tanulmány tehát az adagyűjtés és -feldolgozás utáni feladattervek kidolgozásának stádiumában áll. Legelső feladatuk a terméké minősítés lehetőségeinek vizsgálata, valamint a minősítéshez szükséges laboratóriumi vizsgálatok elvégzése, majd a kérelem elkészítése. Ezzel párhuzamosan a még szükséges adatok beszerzése a homokregenerálásra vonatkozóan, a termikus homokregeneráló berendezés telepítésének gazdasági elemzése, valamint a kupolókemencés technológiaváltás lehetőségének vizsgálata.

Második előadóként Kay-Uwe Präfke, a Német Öntészeti Szövetség (DGV), és az Európai Öntészeti Szövetségek Bizottsága (CAEF) környezetvédelemmel foglalkozó munkatársa tájékoztatta az ülés résztvevőit az öntödei hulladékok hasznosításának európai – főként németországi – gyakorlatáról.

Kay-Uwe Präfke bemutatkozásként elmondta, hogy végzettsége szerint ugyan nem kohómérnök, de jogászként 15 éve foglalkozik a DGV-nél az öntödék környezetvédelmi problémáival, és 5-6 éve vesz részt a CAEF környezetvédelmi csoportjának munkájában. Az Európai Unióban a hulladékgazdálkodási hierarchia a következő:

- a hulladékeletkezés elkerülése, a keletkező hulladékok mennyiségének és veszélyességének csökkentése;
- a keletkező hulladékok hasznosítása;
- a hulladékok egyéb kezelése (kezelés, elégetés, lerakás).

(Folytatjuk)

 **Bicskei Gabriella**

A diósgyőri öntészeti szakcsoport 2003. évi munkája

A kft. 2003-ban is egyre nehezebb körülmények között dolgozott, a létszám 210 főről 170 főre csökkent, így egyre nehezebb a szakcsoportunkat életben tartani. A tagság létszáma a fluktuáció és a halálesetek, betegségek miatt: 9 fő aktív és 1 fő nyugdíjas.

Az EU-csatlakozáshoz kapcsolódó környezetvédelmi témákra irányuló adatszolgáltatási feladatokat is elláttunk.

A hazai vasútfejlesztés szempontjából, de egyúttal a BMÖ Kft. jövőjét is jelentős mértékben meghatározó középblokk öntvény fejlesztési munkálataiban és a gyártástechnológia kifejlesztésében jelentős részt vállaltak tagtársaink. Hatékony munkát végeztek a különleges acél előállításában, a nagy méretpontosságot igénylő öntvény legyártásában, a szigorú hőkezelési technológia betartásában, a

kikészítéskor szükséges egyengetésben, valamint az átvételi vizsgálatok fejlesztésében egyaránt.

A maroknyi, de lelkes csoportunk a lehetőségeink szerint igyekezett részt venni a szervezett konferenciákon, rendezvényeken, összejöveteleken.

2003. 01. 09. Adatszolgáltatással segítettük a harangok adatait gyűjtő nyugdíjas szakcsoport munkáját. Az általunk



gyártott harangok méreteit, súlyát, helyét ismertettük meg velük.

2003. 03. 03. Tagtársaink részt vettek dr. Havasi László temetésén és az azt követő gyász-szakestélyen.

Tájékoztatókon, előadásokon, konzultációkon vettünk részt. Ezek közül a jelentősebbek:

2003. 03. 17. A MÖSZ kibővített ülésén, amelyet öntödei környezetvédelmi témában tartottak, *Csehil György* képviselte csoportunkat. Tájékoztató hangzott el a vas- és acélöntödei nem-veszélyes hulladékok hasznosítási lehetőségeiről, a hulladékok németországi hasznosítási gyakorlatáról (Német Öntészeti Szövetség), a hulladékképződés, -hasznosítás és -kezelés kérdéseiről, európai irányelvekről.

2003. 04. hóban acélharangot öntöttünk a megyeszéki római katolikus templom részére, a helyszíni felszerelését is segítettük és három tagtársunk részt vett a felszentelési szertartáson.

2003. 05. 20–22. Két tagtársunk Németországban, Frankfurtban részt vett a Német Gépgyártók Országos Szövetsége által szervezett szállítói üzleti találkozón. A fórumon igen értékes üzleti kapcsolatokat létesítettek.

2003. 06. 02-től folyamatosan egy újonnan felvett mérnököt segítettünk a helyi sajátosságokba való beilleszkedés érdekében.

2003. 09. 02. Tagtársaink fogadták a FOSECO cég szakértőit, akik a gömbszobrász vasöntvények gyártásának gazdasági és minőségjavítási lehetőségeit ismertették. A szimpózium eredményeként megindult a még ebben az évben lebonyolítandó kísérleti gyártás, amiben szintén nagy szerepet vállalnak tagtársaink.

2003. 09. 04. Tagtársaink részt vettek a *Pfaff Ferenc* főépítész tervei alapján felépített miskolci körfűtőház fennállásának 100. évfordulója alkalmából elhelyezendő öntöttvas emléktábla megtervezésében, mintakészítésében és leöntésében. *Pfaff Ferenc*, egyetemi tanár és egyben a MÁV főépítész, 1851 és 1913 között élt. A történelmi Magyarország sok nagyvárosának vasúti állomásépülete és egységes kivitelű forgalmi és műhelyépülete is az ő tervei alapján és az irányításával készült.

2003. 09. 20. Bográcsgulyás-főzessel egybekötött foci és szabadtéri rendezvényt szerveztünk a Kft. anyagi támogatásával, a Majális-parki cserkész táborban (*Stán Györgyné, Nagy László*).

2003. 10. 01. Megjelent *Csehil György* tagtársunknak a Kohászati Múzeum felkérésére összeállított könyve, amely a kohászat szakmai múltját, technológiai fázisait, történeti érdekességeit, a koháshoz kapcsolódó postai kiadványokon, bélyegeken, bélyegzéseken, levelezőlapokon keresztül mutatja be.

2003. 10. 03. Egyik tagtársunk, **Sipos István** 60. születésnapját szalonnasütéssel egybekötött összejövettel ünnepeltük meg a garadnai faházunkban, a mellékelt fényképek ott készültek. Az ünnepeltet a Kft. vezetése anyagi támogatásával, ajándékokkal leptük meg. Az összejöveten tagtársainkon kívül a Kft. többi dolgozója is részt vett.

2003. 10. 05–07. A 17. Magyar Öntőnapok rendezvényein szakcsoportunk képviselőjeként az első két napon *Stán Györgyné* és *Német László*, a harmadik napon *Simon Sándorné* és *Csehil György* vett részt. A szakestélyen *Sipos István*, *Nagy László* és *Csehil György* kötöttek újabb ismeretségeket.



A beszámoló az éves munkákról
(Simon Sándorné)

2003. 10. 07. A Freibergi Egyetem Öntészeti Intézet vendégoktatója szemináriumán *Csehil György* gyarapította ismereteit.

A formaleválasztó- és kötőanyagok fejlesztése a környezetvédelmi követelmények figyelembevételével című témában két irányzatot ismertettek:

a) CROMAIN CÉG: Na_2PO_4 -kötés

b) LEMPE-cég: MgSO_4 -kötés (csak a könnyűfém-öntészetben alkalmazható)

Külön előadás hangzott el a hulladékkezelés német szabványairól és előírásairól.

2003. 10. 16. Két tagtársunk tapasztalatcserére ment Orosházára, az AKG-ba, ahol igen értékes információkat kaptak metallurgiai kérdésekben.

2003. 10. 27. Az AKG szakemberét fogadtuk a metallurgiai üzemenkben az előző tapasztalatcsere vizsgálatként.

2003. 10. 28. Két tagtársunk Miskolcon részt vett a HDH által szervezett marketing információs találkozón és konzultáción. A német piaci lehetőségekről igen értékes piaci és jogi információkat szereztek.

2003. 11. 05. A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztériumban: Szennyvíz-kibocsátási határértékek egyeztetése és a törvénytervezet véleményezése fémfeldolgozást, felületkezelést végző cégekkel (*Csehil György*).

2003. 11. 05. Két tagtársunk (*Simon Sándorné* és *Nagy László*) részt vett Fancsali Tibor, a Kohászati Múzeum dolgozója temetésén.

Az év végi összejövételünkön szakmai előadásokkal fogjuk színesíteni az éves beszámolót.

☞ **Sipos István – Simon Sándorné**



Sipos István 60. születésnapját szalonnasütéssel egybekötött összejövettel ünnepeltük

