

LIU JINHAI – LI GUOLU – ZHANG HUIYOU ÉS TSAI

Karbidos ausztemperált gömbgrafitos öntöttvas mikroszerkezetének és tulajdonságainak vizsgálata*

Az új műszaki szerkezeti anyagok nagy szilárdsággal és szívóssággal rendelkeznek. Az ADI-t, az ausztemperált gömbgrafitos öntöttvasat, egyre több területen alkalmazzák, így a gépjármű és a mezőgazdasági gépjáratás, a bányászat, a vasút területén és egyéb területeken. A mikroszerkezetben lévő gömbgrafit üregképző szerepe következtében az abrazív kopásállóság nem megfelelő. E cikk a CADI-nak nevezett, karbidot tartalmazó ausztemperált gömbgrafitos öntöttvas tulajdonságaival és mikroszerkezetével foglalkozik. Bizonyított, hogy az ausztemperálás hőmérséklete nagyban befolyásolja a CADI mikroszerkezetét, fajlagos ütőmunkáját, keménységét és kopásállóságát. Az ausztemperálás hőmérsékletének növelésével a tűs ferrit vastagabb és nagyobb lesz, a fajlagos ütőmunka növekszik, míg a keménység csökken. Az ausztemperálási hőmérsékletnek bonyolult hatása van a nedves kopásállóságra.

Szerzők CADI őrlőgolyókat öntöttek, majd üzemi vizsgálatot végeztek rajtuk. Összehasonlítva az alacsony krómtartalmú öntöttvas golyókkal, megállapítható, hogy a CADI golyóknak az ércőrlő malomban bekövetkező súlyvesztése fele a kis krómtartalmúakénak.

Az ausztemperált gömbgrafitos öntöttvasnak (ADI) átfogóan jó mechanikai tulajdonságai vannak, úgymint kitűnő szakítószilárdság, megfelelő fajlagos ütőmunka, jó kifaradási tulajdonságok dinamikus igénybevételkor, és nagy kopásállóság stb. Egyre elterjedtebb az ADI használata a gépjárművek, a mezőgazdasági berendezések, a bányászat és a vasút területén [1–3]. Az ADI mechanikai tulajdonságai főként az ausztemperálás hőmérsékletétől függenek. Kisebb ausztemperálási hőmérséklet esetén az ADI szakítószilárdsága és keménysége nagyobb lesz. Az ilyen mechanikai tulajdonságokkal rendelkező öntvény általában koptató igénybevétel esetén is alkalmazható, de a jelenlévő gömbgrafit miatt a lágyabb mikroszerkezet következtében az abrazív kopásállósága nem nagyon kielégítő.

Az ADI abrazív kopásállóságának növelése céljából az utóbbi években új típusú abrazív anyagot fejlesztettek ki, az ún. karbidos ausztemperált gömbgrafitos öntöttvasat (CADI) [4–7].

A CADI bizonyos mennyiségű karbidot tartalmaz az auszferrites mátrixban. A hagyományos ADI-val összehasonlítva nagyobb a keménysége és az abrazív kopással szembeni ellenállása, ugyanakkor a karbidok miatt a fajlagos ütőmunkája kisebb. A CADI keménysége a nagy krómtartalmú öntöttvasénak felel meg, és sokkal nagyobb, mint a kis krómtartalmú öntöttvasé, amelyet széles körben alkalmaznak a bányászatban őrlőgolyóként. Azonban a CADI fajlagos ütőmunkája kétszer-négyszer nagyobb, mint a nagy krómtartalmú öntöttvasé, és ötször-tízszer, mint a kis krómtartalmúé [8].

Az abrazív kopással szembeni ellenállósága nagyobb, mint az ugyanolyan keménységű kopásálló acélé [5]. Ebből kifolyólag a CADI újfajta kopásálló anyagnak gondolható.

Ebben a cikkben a szerzők a CADI mikroszerkezetével, mechanikai tulajdonságaival, abrazív kopással szembeni ellenállóképességével kapcsolatos tapasztalataikat írják le, valamint a CADI őrlőgolyókkal végzett üzemi kísérletek eredményeit ismertetik.

1. Kísérletek

A legnagyobb különbség az ADI és a CADI között az, hogy a CADI tartalmaz bizonyos mennyiségű, az auszferrites mátrixban elszórt karbidot, ezzel szemben az ADI mikroszerkezete egyáltalán nem tartalmaz karbidot. A karbidok jelenléte az ausztemperált gömbgrafitos öntöttvasban a kopásállóság nagymértékű javulását eredményezi. A karbidok létrehozására a mikroszerkezetben többnyire négy módszert használnak.

A legáltalánosabb módszer a karbidok létrehozására a belső (kémiai vagy fordított) kérgesedés [5]. E módszer szerint karbidstabilizálók, pl. króm, molibdén, titán segítségével karbidokat hozunk létre a gömbgrafitos öntöttvas mikroszerkezetében szabályozott hűtéssel az ürtés alatt, ill. a karbonegyeneérték pontos beállításával (a kívánt hipoeutektikus összetétel létrehozása céljából). Meg kell említeni, hogy az ezzel a módszerrel létrehozott karbidok az utólagos ausztemperálási hőkezelés során szabályozott mértékben visszaoldódnak. A többi módszernél a karbidok létrehozása irányított felületi hűtéssel [7], karbidok olvadékba történő mecha-

*Előadás a 69. öntészeti világtalálkozón, 2010. okt. 16-20. Hangzhou, Kína

nikus adagolásával, vagy hegesztési módszerekkel pl. felrakó hegesztéssel történik.

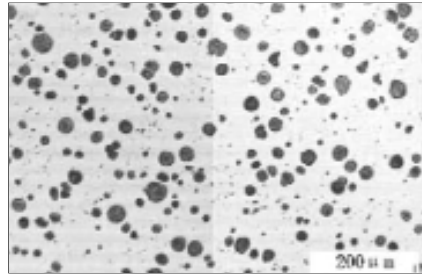
Ebben a vizsgálatban karbidképző ötvözőelemeket, pl. mangánt, krómot, molibdént adtak a vizsgált ötvözethez. A próbadarab a metastabilis Fe–C diagram szerint kristályosodott. Az adott karbidhányadot nyers, öntött szerkezetben hozzák létre.

A vizsgált ötvözetet 30 kg befogadóképességű, savanyú béléssel közép-frekvenciás indukciós kemencében olvasztották. A gömbösítést szendvics-eljárással végezték. A választott FeSiMg6RE gömbösítő anyagot 1,4 tm%-os mennyiségben adták az olvadékhoz. Módosító anyagként 1% mennyiségben BaSi-ötvözetet használtak. A beoltást az üstben végezték. A kemencéből az olvadékot 1500–1520 °C-on csapolták, míg az öntési hőmérséklet 1380–1400 °C volt. A 20x20x110 mm-es próbatestet vízűveges homokformába öntötték.

A próbadarabokat csiszolást követően 920 °C-on ausztenitesítették, egy órán át ellenállásfűtésű kamrás kemencében hőn tartották. Az ausztemperálást 300 kg-os sófürdős kád-kemencében végezték, a darabokat 210–320 °C-os tartományban 120 percig hőn tartották. A sóban a KNO₃ és NaNO₂ aránya 1:1 volt. Ezt követően megvizsgálták az ausztemperált darabok mikroszerkezetét, keménységét és fajlagos ütőmunkáját.

A CADI próbadarabok kopásállóságát MLS 225 típusú nedves, gumitárcsás homokdörzsoló berendezéssel vizsgálták. A vizsgálati feltételek a következők voltak: 210 N terhelés, 178 mm átmérőjű és 240 / perc fordulatszámú gumikorong, 50–100 µm szemcseméretű normál mosott homok. A homok és a víz aránya 1500 g:1000 g volt. A koptató próbatestek mérete 57 mm x 25,5 mm x 6 mm.

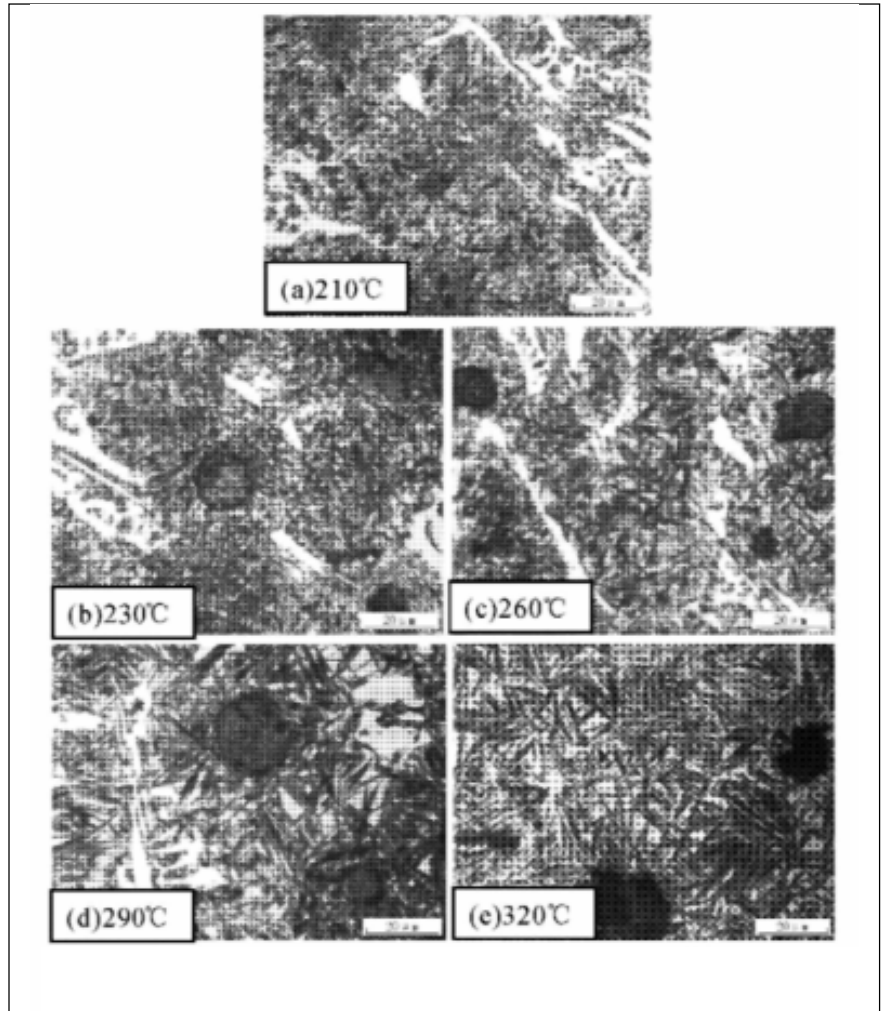
A mintát előzetesen n=1000 fordulattal csiszolták, majd a tényleges kopásvizsgálatot a gumitárcsa 5000 fordulata után végezték. A minta tömegét a kopás előtt és után is megmérték. Az abrazív kopásállóságot a relatív kopásállósággal fejezték ki. Ugyanakkor ADI mintákon összehasonlító kopásvizsgálatot végeztek, és a relatív kopásállóságot az ausztemperált és a karbidosan ausztemperált darabok súlyvesztésének arányával fejezték ki.



■ 1. ábra. Gömbgrafit



■ 2. ábra. Öntött állapotú mikroszerkezet



■ 3. ábra. Az ausztemperálási hőmérséklet hatása a CADI mikroszerkezetére (4% Nitallal maratva)

2. Eredmények

2.1 Mikroszerkezet

A gömbgrafit eloszlását az öntött mikroszerkezetben az 1. ábra mutatja. A gömbösödés mértéke 91% körüli, a grafitgömbök száma kb. 300 db/mm². Az öntött állapotú, troostitot és karbidot tartalmazó mátrixot a 2. ábra mutatja.

A 3. ábrán az auszferites, gömbgrafitos ill. karbidos CADI próbatestek mikroszerkezete látható, amelyet egy óras, 920 °C-on végrehajtott auszteni-

tesítéssel, majd két óras, 210–320 °C-os sófürdős kezeléssel állítottak elő.

A 3. ábra szerinti 230 °C-nál kisebb ausztemperálási hőmérséklet esetén a tús ferrit finom szerkezetű, a hányada nagy, és kevés a visszamaradó ausztenit. Előfordulhat, hogy a mátrixban martenzit is található. Az ausztemperálási hőmérséklet növelésével a tús ferrit vastagabb és nagyobb/durvább lesz. A karbonban dús ausztenit mennyisége pedig egyre több lesz.

2.2 Az ausztemperálási hőmérséklet hatása a CADi mechanikai tulajdonságaira

Az ausztemperálási hőmérséklet hatását a CADi fajlagos ütőmunkájára illetve keménységére a 4. és 5. ábra szemlélteti.

Látható, hogy ha az izotermikus hőmérséklet 230 °C alatt van, kisebb a CADi fajlagos ütőmunkája, míg a keménysége nagyobb. 230 °C izotermikus hőmérséklet felett a fajlagos ütőmunka nő, míg a keménysége a hőmérséklet növelésével fokozatosan csökken. Mikor az izotermikus hőmérséklet 290 °C fölé kerül, kis csökkenés tapasztalható a fajlagos ütőmunka értékeiben, s a keménységnövekedési hajlam is csekély.

2.3 Abráziv kopásállóság

Az 1. táblázat mutatja a kopásvizsgálati eredményeket.

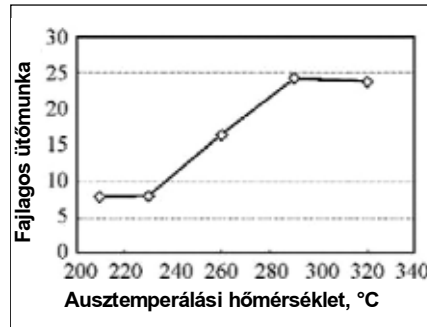
A mangán hatását a CADi relatív kopásállóságára 260 °C-os ausztemperálási hőmérsékleten a 6. ábra mutatja. A 6. ábra alapján a CADi relatív kopásállósága legalább 2,69-szer nagyobb, mint a hagyományos ADI-é. Ezen felül a kopásállóság fokozatosan nő a mangántartalommal. Ismeretes, hogy a mangán dúsulásra hajlamos elem, a kristályosodás során a maradó olvadékban koncentrálnak.

A mangán dúsulása karbidok kialakulásához vezet az eutektikum kristályosodása végén. A karbidok a szemcsehatárok mentén figyelhetők meg. Minél nagyobb a mangántartalom az ötvözetben, annál nagyobb lesz a karbid mennyisége. A mangán, beépülve a szilárd oldat rácsszerkezetébe, torzulást idéz elő a rácsban, ez a szilárdság növekedését eredményezi. A CADi kopásállósága a mangántartalommal növekszik.

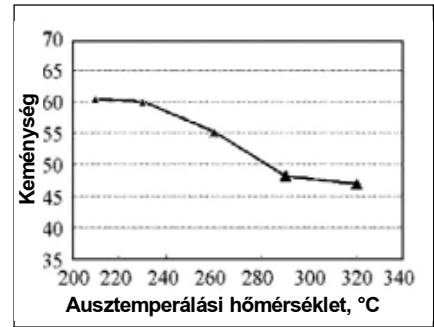
A 7. ábra az ausztemperálási hőmérséklet és a kopásállóság kapcsolatát mutatja 1,5%-os mangántartalomnál. Kezdetben a hőmérséklet növekedésével csökken a relatív kopásállóság. 260 °C körüli ausztemperálási hőmérsékletnél a legkisebb a kopásállóság. Ugyanakkor 290 °C felett a kopásállóság növekszik.

3. Az eredmények értékelése

Az ausztenitesítést (hőntartás 920 °C-on egy órán át) követően a darabokat



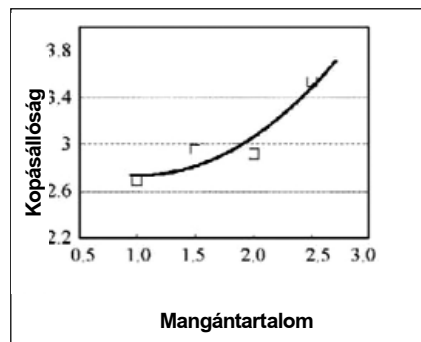
4. ábra. Az ausztemperálási hőmérséklet hatása a CADi fajlagos ütőmunkájára



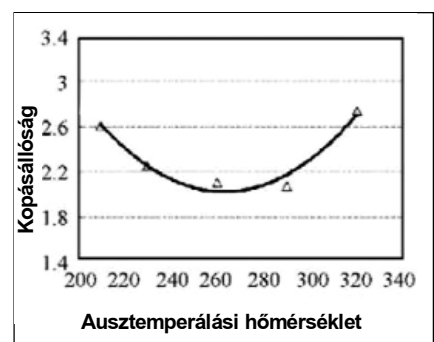
5. ábra. Az ausztemperálási hőmérséklet hatása a CADi keménységére

1. táblázat. Kopásvizsgálati eredmények különböző mangántartalom és ausztenitesítési hőmérséklet esetén

Próbatestek	Keménység,	HRC Tömeg, g	Relatív kopásállóság
ADI	46,0	0,1480	1,0000
1% Mn	57,6	0,0550	2,6909
1,5% Mn	60,4	0,0500	2,9600
2,0% Mn	61,4	0,0507	2,9191
2,5% Mn	60,0	0,0419	3,5322
210 °C	59,4	0,0568	2,6084
230 °C	58,7	0,0660	2,2559
260 °C	56,7	0,0703	2,1069
290 °C	52,2	0,0714	2,0776
320 °C	49,4	0,0541	2,7411



6. ábra. A mangán hatása a CADi kopásállóságára



7. ábra. Az ausztemperálási hőmérséklet hatása a CADi kopásállóságára

gyorsan sófürdős kádkeencébe helyezték. Az ausztemperálás folyamatának kezdetén az ausztenit átalakulása nem megy végbe azonnal. Rövid inkubáció után megindul a tús ferrit csíráképződése, majd növekedése. A ferrit kis karbon tartalma miatt, a karbon a még nem átalakult ausztenit felé diffundál, tús ferrit növekedésével. Az ausztenit karbon tartalma növekedni fog. Mikor az ausztenitben a karbon tartalma kicsi, termodinamikai szempontból nem stabil, ezért szobahőmérsékletre hűtés során martenzitté alakul. A kádkeencében, hosszabb hőntartási időnél, a tús ferrit növekedése felgyorsul és az ausztenit karbon tartalma tovább nö-

vekszik. Mikor a karbon tartalom eléri az 1,8–2,2%-ot, az ausztenit termodinamikailag stabilabbá válik. Az ausztenit lehűlésekor nem alakulhat át martenzitté. A karbonban dús ausztenit általában két formában jelenhet meg, csomós vagy lemezes alakban a ferrit tűk között.

A fenti elemzés szerint az ausz ferrit morfológiája függ a vas- és karbon atomok diffúziós képességétől, a tús ferrit csíráképződésének hajtóerejétől. Fontos tényező az izotermikus hőmérséklet, amely befolyásolja az elemek diffúziós együtthatóját és a tús ferrit csíráképződési hajlamát. A diffúziós együttható exponenciális függvény szerint növekszik a hőmér-

sékelletel. Mikor az ausztemperálás hőmérséklete kisebb, a túlhűtött ausztenit ferritté alakulásának a hajtóereje nagyobb, az ausztenit és az ausztenit-gömbgrafit szemcsehatárán van a tús ferrit legnagyobb csíráképződési potenciálja. Ebben az esetben a tús ferrit csíráképződése könnyebb lesz. Ugyanakkor a karbon diffúziója a mátrixban ezen a kis hőmérsékleten nehezebb. Ebből következik, hogy a tús ferrit több karbont tartalmazhat, míg az ausztenit kevesebbet. Az ausztenit a kis karbontartalma miatt instabil, martenzitté alakulhat az ausztemperálás után szobahőmérsékletre történő hűtése során. Ennek eredményeként alacsony ausztemperálási hőmérséklet esetén a CADI fajlagos ütmunkája kisebb, míg a keménysége nagyobb. Az izotermikus hőmérséklet növelésével a tús ferrit csíráképződésének hajtóereje és a képződő csírák száma is kisebb lesz. Ugyanakkor a vakanciák koncentrációja a túlhűtött ausztenitben nő, és ez a vas- és karbonatomok diffúziós együttműködésének nagy mértékű növekedéséhez vezet. A tús ferrit növekedési sebessége felgyorsul. Ugyanakkor a hőntartási idő alatt a ferrit gyorsan nő, vastagabb, nagyobb lesz, mint alacsony hőmérsékleten.

A karbon könnyen feldúsul az ausztenitben, és az ausztenit mennyisége nagyobb lesz. Az ausztemperálási hőmérséklet emelkedésével nő a fajlagos ütmunka nagysága, viszont csökken a keménység. Mikor az ausztemperálási hőmérséklet $290\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé nő, a tús ferrit még vastagabb és nagyobb lesz, a visszamaradó ausztenit nagyobb blokkokra oszlik fel, így a keménység csökken. Egyidejűleg a karbon feldúsul az ausztenitben az ausztenit és a tús ferrit szemcsehatárán, karbidos átalakulás megy végbe. A karbidok miatt a CADI fajlagos ütmunkája bizonyos mértékben csökken [9]. $320\text{ }^{\circ}\text{C}$ ausztemperálási hőmérsékleten az auszferítés mátrixban a tús ferrit részlegesen párhuzamos csomók formájában jelenik meg, amely hasonló ausztemperált acélban a felső bainit megjelenéséhez.

A CADI kopási mechanizmusa különbözik a kopásálló acélétól és más kopásálló vasöntvényekétől. Először is, a CADI tartalmaz bizonyos mennyiségű karbidot, amely a mátrix-

ban váz szerepet játszik. Ez a kopással szembeni ellenállás növekedéséhez vezet. Ezen felül a karbonban dús ausztenit a CADI auszferítésében nagy feszültség hatására átalakulhat martenzitté, így a CADI felületi keménysége több mint HRC 60-ra nőhet. Ezért a CADI darabok felületének mindig van egy nagyobb keménységű, kopásálló rétege. Ez nem olyan, mint az acél cementálása. Amikor a kemény, cementált réteg lekopik, a belső mikroszerkezetnek csekély a kopásállósága.

Nedves koptatás során a CADI kopásállósága két tényezőtől függ: az anyag keménységétől és a korrózióval szembeni ellenállástól. A vizsgálatunkban ez nyilvánvaló. Mikor az ausztemperálás hőmérséklete alacsony, a mikroszerkezet finom tús ferritet, kevés ausztenitet, karbidokat és esetleg martenzitet tartalmaz. Ez a mikroszerkezet elősegíti a nagy keménységet, és ellenálló a csiszolóanyagoknak a mátrixba való beágyazódásával szemben. Ezért a kopásállóság nagyobb. Az ausztemperálási hőmérséklet növelésével csökken a keménység és a kopásállóság. A fenti eset alapján a CADI keménysége játssza a fő szerepet a kopási folyamat során. Mikor az ausztemperálási hőmérséklet nagyobb mint $290\text{ }^{\circ}\text{C}$, nagyobb mennyiségben marad vissza a karbonban dús ausztenit. Az ausztenit a nedves kopási folyamatban jó korrózióállósággal rendelkezik. Habár a nagyobb ausztemperálási hőmérséklettel kisebb lesz a CADI keménysége, nedves körülmények között a kopásállóság javulása figyelhető meg [10].

4. Felhasználás

A fenti, optimális eredmények alapján egy adag CADI őrlőgolyót állítottak elő. Az őrlőgolyók fajlagos ütmunkája 11 J/cm^2 , a keménysége HRC 56 volt. Ezeket a golyókat 3 m hosszú, 1,5 m átmérőjű malomba helyezték. Az üzemi vizsgálat 2009. szeptember 18-án kezdődött. Egy hónapos üzemeltetés után a CADI őrlőgolyókat kivették a berendezésből. Megmérték a golyók tömegét, továbbá az őrlt érc mennyiségét. A CADI őrlőgolyók súlyvesztése kb. 307 g/t érc értékűnek bizonyult, amely a fele a kis krómtar-



■ 8. ábra. CADI őrlőgolyók használat után

talmú öntöttvas golyókénak. A CADI őrlőgolyók a használat után sem veszítették el gömbölyű formájukat és fényes felületüket (8. ábra). Még fontosabb, hogy a használat során egy golyó sem tört össze.

5. Következtetések

Az ausztemperálási hőmérséklet jelentősen befolyásolja a CADI mikroszerkezetét és keménységét. Az ausztemperálási hőmérséklet növelésével a tús ferrit vastag és nagy méretű lesz, a karbonban dús ausztenit mennyisége nő, a CADI fajlagos ütmunkája fokozatosan emelkedik, míg a keménysége csökken.

Az ausztemperálási hőmérsékletnek összetett hatása van a CADI abrazív kopásállóságára nedves gumitárcsás koptatási körülmények között. Először is, a kopásállóság az ausztemperálási hőmérséklet csökkenésével együtt csökken. Mikor ez a hőmérséklet eléri a $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, a kopásállóság a legalacsonyabb. Ezzel szemben, amikor a hőmérséklet $290\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé jut, a kopásállóság nő. A mangántartalom növelésével nő a CADI kopásállósága.

A CADI-t használhatják bányászati őrlőgolyók készítésére. Az üzemi vizsgálat során megállapították, hogy a CADI őrlőgolyóknak kicsi a tömegvesztése a kis króm-tartalmú öntöttvaséhoz viszonyítva. A törésszám zéró, és a golyók használat után is fényes felületűek és gömbölyűek maradnak.

Irodalom

- [1] ADI Solutions Aid Vehicle Design. Foundry Trade Journal, 2004. vol. 178 (3612) p. 54–56.
- [2] Zeng, Yi-cheng, Li ke-rui and

Zhang zhong-chou: Production, Application and Development Forecast of Isothermally – Quenched (Austempered) Ductile Iron in China. Modern Cast Iron, 2007. 27(1).

- [3] The application of high-strength cast irons (ADI – austempered ductile iron) in high-performance diesel engines – part 1. Foundry Trade Journal, October 2006. p. 248–250.
- [4] Lynn Postle: Furnace is a key to CADi Solution. Foundry Trade Journal, 2006, vol. 180 (3632).
- [5] K. L. Hayrynen and K. R. Bran-

denberg: Carbide Austempered Ductile Iron (CADi) – The New Wear Material, Transaction of American Foundry Society, 2003, v. 111, p. 845–850.

- [6] Gao Song, Liu Jin-hai, Li Guo-lu, Xu Zhuo and Zhu Chen: Effect of Austempering Temperature on Microstructure and Mechanical Properties of CADi. China Foundry, 2008, 57 (3).
- [7] S. Laino, J. A. Sikora, R. C. Dommarco: Development of wear resistant carbide austempered ductile iron (CADi). Wear, 2007, 08, 013.

[8] Liu Jin-hai, Ye Xue-xian, Zhang Hiu – you Li Guo-lu: Application and prospect of ADI and CADi in Metallurgical and Mine Industries. Modern Cast Iron, 2008, 28 (4).

- [9] Wei Bingqing, Liang Ji and Wu Dehai: Bainite Nodular Graphite iron. Beijing, Mechanical Industry Publish House, 2001, 39–53.
- [10] Liu Xian: Research of Carbide Austempered Ductile Iron Grinding Ball (Master Thesis), Hebei University of Technology, 2009.

LENGYELNÉ KISS KATALIN – SZENDE GYÖRGY

Csaba Metál, a sikeres vállalat

Lapunk szerkesztőségének megbízásából 2011. november 17-én meglátogattuk a Csaba Metál Zrt. békéscsabai és szeghalmi gyárát. Beszélgetést folytattunk *Pintér Zoltánnal*, az Rt. cégvezetőjével és *Kitajka Bélával*, a szeghalmi fémszerkezetgyár igazgatójával. Bejártuk a békéscsabai alumíniumöntöde és a szeghalmi fémszerkezetgyár üzemait, megismerkedtünk a termékekkel és a gyártási eljárásokkal. A tapasztalatainkról röviden beszámolunk a következőkben.

A cég tulajdonosa és alapítója *Majoros Béla* vezérigazgató, akinek 25 éves tapasztalata van a gravitációs kokilla- és a nyomásos öntészet terén. 1993-ban lett vállalkozó (Majoros Metál Nyomásos Öntöde Kft.), és 1999 augusztusában alapította a jelenlegi céget, 19 fővel. 2010-ben az Rt.-nek 467 alkalmazottja volt, és 4,7 milliárd Ft-os árbevétele. Ez a szeghalmi fémszerkezetgyárral együtt értendő, amelyet 2005-ben vettek meg az Ikarus Holding Zrt.-től. A 2010. évi árbevétel (16 M EUR) még a válság nyomát mutatja. 2008-ban már 17 M EUR volt a bevétel, ami 2009-ben 13 M EUR-ra esett, de a 2011. évi terv már 28 M EUR volt, és 2012-ben 36 M EUR-t várnak!

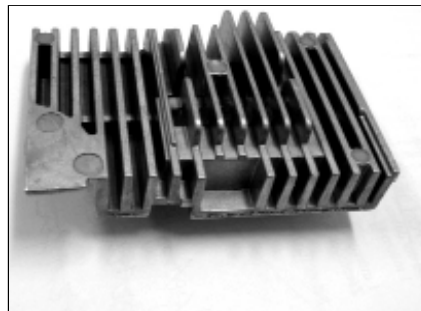
2010-ben a gyár termelésének értékben a 84%-át a járműipar vásárolta meg, olyan cégek, mint a Continental Teves, Trelleborg, Hella,

Alpine, Delphi. Néhány jellegzetes öntvény látható az 1–4. ábrákon. A Csaba Metál közvetett szállítója olyan cégeknek mint az Audi, BMW, Chrysler, Ford, Jaguar, Mercedes, Nissan, Renault, Toyota, Volkswagen, Volvo. Hozzávetőleg 50 öntvényféleséget gyártanak. A rendelésállomány kellően stabil, mintegy 60%-a három

nagy vevőtől származik, a többi 10–15 kisebbtől.

A termékek hozzáadott értékét növelni kívánják különleges tisztítási és kikészítési módszerekkel, az öntvények bővülő megmunkálásával és előszereléssel.

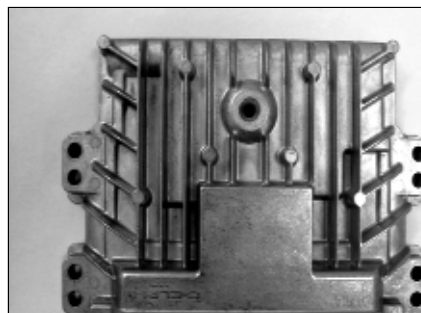
A létszám a csabai és a szeghalmi gyár között 3:2 arányban oszlik meg.



■ 1. ábra. Hűtőborda, VW Passat és Pheaton



■ 2. ábra. Fékalkatrész, BMW X6 Hybrid, Ford Escape Hybrid



■ 3. ábra. Vezérlésház, Renault Megane



■ 4. ábra. Tartó, BMW MINI, Renault Megane, Fiat Bravo