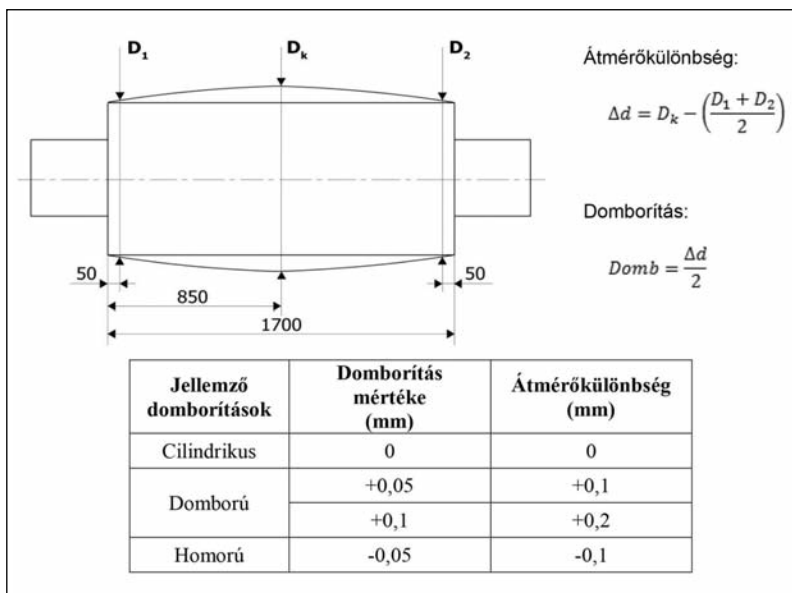


Munkahengerek megfelelő alapdomborításának biztosítása az ISD Dunafer Zrt. Meleghengerművében

A megfelelő szelvényalakú és síkfekvésű melegen hengerelt szalag hengerlésének egyik lényeges feltétele a munkahengerek megfelelő alapdomborítása. A munkahengerek felületét minden beépítés előtt meg kell köszörsülni, ezzel biztosítva a megfelelő felületi keménységet, felületminőséget, sérülésmentességet és alapdomborítást. Az alapdomborítás a henger köszörüléssel előállított alakja, profilja. A munkahengerek alakját, alapdomborításának mértékét technológiai előírások szabályozzák. Az alapdomborítás megfelelőségét sok tényező befolyásolja, köztük a megfelelő hőállapot, melyet számos mérés során vizsgáltunk.



1. ábra. A munkahengerek alapdomborításának értelmezése

1. Munkahengerek alapdomborítása

A meleghengerműi munkahengerek felületét minden beépítés előtt meg kell köszörsülni, ezzel biztosítva a megfelelő felületi keménységet, felületminőséget, sérülésmentességet és alapdomborítást. Az alapdomborítás a henger, köszörüléssel előállított alakja, profilja. A megfelelő alapdomborítás egyik alapfeltétele a megfelelő síkfekvéssel és szelvényalakokkal rendelkező szalag hengerlésének. A munkahengerek alakját, alapdomborításának mértékét technológiai előírások szabályozzák. A domborítás lehet pozitív, negatív és lehet nulla

(cilindrikus). A domborítás mértékét gyakorlatilag a henger palástjának közepén és a palást két szélén mért átmérők átlagának segítségével határozhatjuk meg. Ehhez nyújt segítséget az 1. ábra, mely tartalmazza az ISD Dunafer Zrt. Meleghengerművében jellemző alapdomborítási előírásokat is. A domborítás a henger alkotójára vonatkozik, vagyis a domborítás mértéke az ábrán bemutatott átmérőkülönbség fele.

A henger alapdomborítása megfelelő, ha a kialakított profil szimmetrikus, vagyis a hengerpalást két szélén mért átmérőértékek azonosak, a palástközépen pedig az átmérő az

előírt értékkel tér el. A henger alapdomborítása az előírt értéktől $\pm 0,02$ mm eltéréssel elfogadható.

A domborítás mértéke mellett annak lefutása is fontos. A Meleghengerműben a görbe alakja egy sinusgörbéből kimetszett rész.

2. Megfelelő alapdomborítás előfeltételei

Az alapdomborítás a szalagok szelvényalakjának szabályozásában játszik szerepet. A szelvény szabályozás minimális feltételei:

- online szelvény mérés a készsor után,
- szabályozható hengerhajlító rendszer (réسالak szabályozó berendezések),
- állandó és homogén előlemez szelvényalak és hőmérséklet,
- állandó, reprodukálható köszörült alapdomborítás.

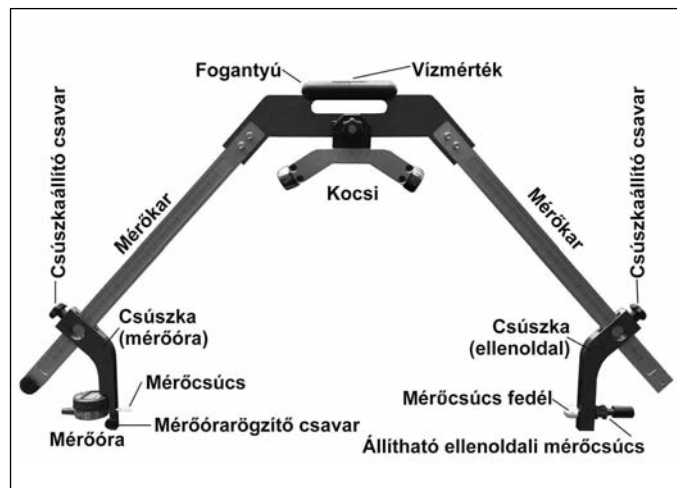
A köszörült alapdomborítás csak az alapja, a kiindulópontja a szelvény szabályozásnak. A szalagok szelvényalakját a hengerek közötti réسالak

Illés Péter 2001-ben végzett a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán alakítástechnológusként. 2004-től az ISD Dunafer Zrt. Meleghengerművének technológiai osztályvezetője. Munkaterülete a meleghengermű technológiájának, a termék minőségének folyamatos elemzése, fejlesztése, valamint a hengerforgalmazás felügyelete. Fő érdeklődési területe a melegen hengerelt szalagok szelvényalakja és síkfekvése, azok összefüggése.

Kemeléné Halasi Monika 1994-ben végzett a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán fémkohászként. 1999-től az ISD Dunafer Zrt. Meleghengerművének technológus mérnöke. Munkaterülete a hengergazdálkodás és az ehhez kapcsolódó beszerzési, gazdasági és műszaki feladatok koordinálása. Fő érdeklődési területe a meleghengerműi hengerek teljesítményorientált felhasználási lehetőségeinek vizsgálata.



■ 2. ábra. ISD Dunaferri Zrt. által rendelt Herkules hengerköszörűgép a gyártó telephelyén



■ 3. ábra. Mérőórás mérőkeret hengernyomóméréshez

határozza meg. A hengelési rés alakját az alapdomborítás túl számos tényező befolyásolja, úgymint a hengelési erő, a hengerek hőállapota, a hengerek kopása, az alakszabályozó eszközök stb. Ezért a köszörült alapdomborítással önmagában nem lehet szalagszelvényt szabályozni, azonban annak megfelelő mértéke, lefutása, reprodukálhatósága elengedhetetlen a mindig azonos alapállapot kialakításához.

A köszörült alapdomborítás biztosítása nem egyszerű feladat, ugyanis a hengereknek mindig beépítés előtt kell az előírt profillal rendelkezniük. Ezzel azt feltételezzük, hogy a henger profilja köszörülés után megváltozhat. Erről a későbbiekben bővebben lesz szó.

Az alapdomborítás megfelelőségét számos tényező befolyásolja:

- megfelelő hengerköszörűgép,
- megfelelő kompetenciával rendelkező köszörűs,
- mérés és visszacsatolás,
- megfelelő henger hőállapot köszörülés előtt.

3. Megfelelő köszörűgép, megfelelő köszörűs

A megfelelő hengerfelület és domborítás kialakítására speciális hengerköszörűgépek szolgálnak. A munkahengerek megmunkálási pontossága megköveteli a köszörűgépek megfelelő műszaki színvonalát és műszaki állapotát. Az ISD Dunaferri Zrt. Meleghen-

gerművében négy köszörűgép szolgál a hengerek megmunkálására. Ebből egy gép mindig nagy hengereken dolgozik, munkahengerek köszörülésére így három gép áll rendelkezésre. Ebből két berendezés az 50-es években készült, azóta dolgozik. Ezek gépészeti és vezérléstechnikai felújítása megtörtént ugyan, de a berendezések kora miatt a pontosságuk, felszereltségük és megbízhatóságuk nem éri el az elvárt szintet. A harmadik gép egy Waldrich Siegen gyártmányú berendezés, melyet a 80-as években telepített a Dunaferri. Ez már korszerűbb berendezés, profil-méréssel kiegészítve, amely lehetővé teszi a visszacsatolást és kompenzálást, így rövidebb idő alatt pontosabb hengerprofil lehet vele kialakítani. A régi gépekkel megfelelő technikával, több időráfordítással lehet csak jó hengerprofil előállítani.

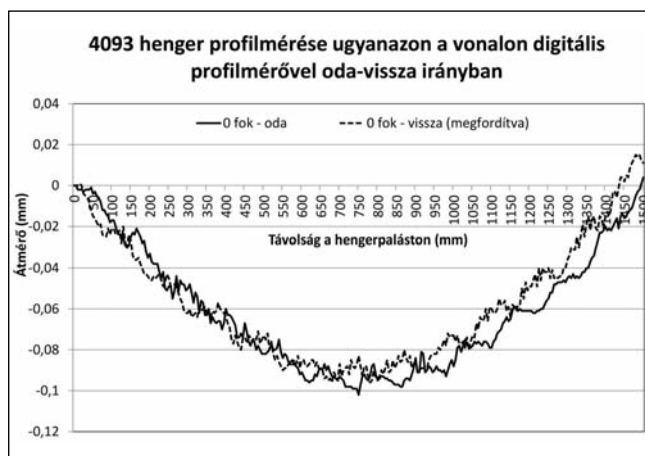
Egy új, korszerű köszörűgéppel szembeni elvárás, hogy rövid idő alatt megfelelő felületminőséggel, megfelelő profilt köszörüljön automata üzemmódban, miközben profilmerést és kompenzációt végez, majd megtörténik a hengerek felületének ultrahangos és örvényáramos repedésvizsgálata. A Meleghengermű növelt termelési terve és a szalagszelvény minőségjavítása érdekében szükséges legalább egy ilyen berendezés letelepítése. Ez a berendezés elkészült a Dunaferri megrendelésére, szakembereink jelenleg a letelepítésének előkészítésén dolgoznak. Az új köszörűgép a 2. ábrán látható.

Az új gép mellett a régiek is megmaradnak, és azokon továbbra is kell majd munkahengereket köszörülni. A régi gépeken a hengerprofilok megfelelősége leginkább a köszörűs kezében van, az ő tapasztalatától, tudásától függ a megmunkálás pontossága.

4. Mérés, visszacsatolás

A megfelelő köszörült alapdomborítás előállításának alapvető feltétele a mérés. A Waldrich Siegen köszörűgépen – ahogy az előző fejezetben már említettük – van felszerelt profilmérő eszköz, melynek mérési eredményeit a gép a köszörüléshez felhasználja, és korrekciós görbe alapján köszörül tovább.

A régi gépeken ilyen esz-



■ 4. ábra. Digitális profilmérő kétirányú mérésének összehasonlítása

köz nincs, ott a köszörús saját mérőeszközzel mérve győződik meg a profil alakjáról, és ezután a saját képességei alapján végzi el a gép beállításait (manuálisan kompenzál) a megfelelő profil elérése érdekében.

A mérőeszköz jelen esetben lehet egy megfelelő méréstartományú „patkó” mikrométer. Sokáig csak ez állt rendelkezésre. 2016-ban szereztünk be két darab mérőórás mérőkeretet a hengerek profiljának méréséhez (3. ábra).

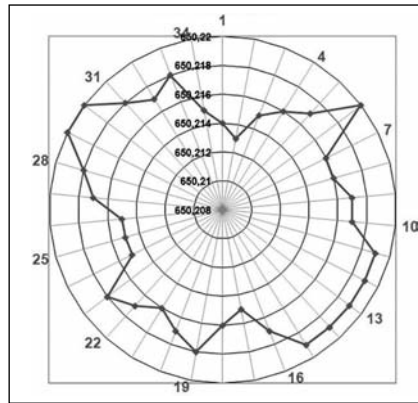
A mérőórás mérőkerettel a köszörús egyszerűbben és gyorsabban, pontosabban tudja a mérést elvégezni. A henger egyik szélére fel kell helyezni a műszert, be kell állítani a csúszkákat a megfelelő átmérőre, majd a digitális mérőóra lenullázása után a kerekeken guruló szerkezetet át kell tolni a henger másik szélére, közben leolvashatók az egyes pozíciókban az aktuális átmérőértékek.

Ennek továbbfejlesztéseként egy digitális adatgyűjtővel felszerelt mérőkeretet is szereztünk, amivel lehetőség nyílt a beállítható mérési gyakoriságú eredmények rögzítésére. A tárolt adatok alapján megjeleníthető a hengerek alakja.

A műszerekkel pontosság-ellenőrzéseket végeztünk úgy, hogy a különböző eszközökkel, különböző mérőórákkal ugyanazon a vonalon végeztük el a mérést, és vizsgáltuk, hogy a kapott eredmények mennyire fedik egymást.

Ezek alapján megállapítható volt, hogy a mérési eredmények csak 0,01 mm eltérést mutatnak, ami ebben az esetben elhanyagolhatónak tekinthető.

A digitális profilmérő mérésének



■ 5. ábra. A munkahenger körköröségének mérése a hengerpalást közepén

reprodukálhatóságát úgy vizsgáltuk, hogy egy hengeren ugyanazon a vonalon mindkét irányból elvégeztük a mérést, és a kapott görbéket egymásra rajzoltuk. A mérési eredmények alapján (4. ábra) elmondható, hogy a mérés megfelelő, a két görbe teljesen hasonló lefutású.

Megvizsgáltuk azt is, hogy egy megköszörült hengert 90, 180, 270 fokban elforgatva, több alkotó mentén elvégzett mérések eredményei mennyire fedik egymást. Ezzel választ kaphattunk arra, hogy egy mérés egy adott alkotó mentén mennyire reprezentálja a henger tényleges alakját. A mérési eredményeket grafikus módon feldolgoztuk. Az adatok alapján elmondható, hogy a hengeren kb. 0,02 mm átmérőkülönbség mutatható ki a különböző mérési pozícióknál. Elvégeztük a körköröség mérést a palástközépen, és bebizonyosodott, hogy a henger valóban nem körkörös (5. ábra).

Összességében elmondható, hogy a hengerprofilmérő eszközökkel meg-

felelő minőségben nyerhető adat a munkahengerek profiljáról. A beszerzett eszközöket gyártásközi ellenőrzésre fel lehet használni, a hengerprofilok köszörülés közbeni és köszörülés utáni ellenőrzése így megoldott. Ezzel a munkahengerek profiljának kialakítása jelentősen javulhat a jövőben.

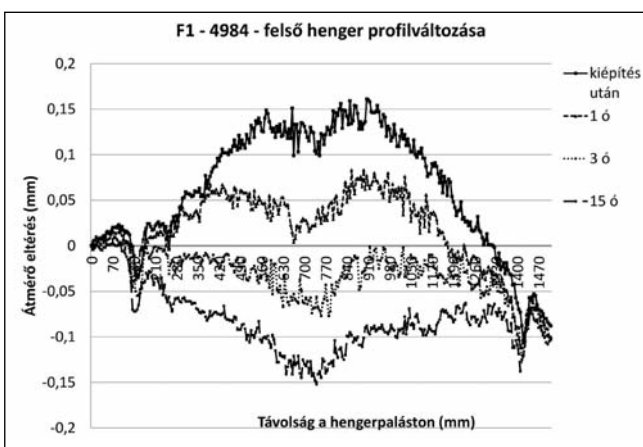
A digitális adatgyűjtésre képes műszert a technológiai osztály használja különböző kísérletek, vizsgálatok nagymennyiségű és pontos adatgyűjtése céljából.

5. Megfelelő henger hőállapot

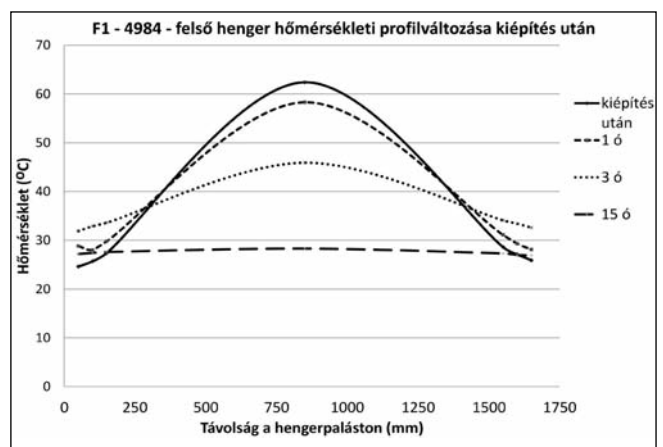
A munkahengerek hőállapota egyértelműen befolyásolja a munkahengerek profiljának alakját. Ha a hengert melegen köszörülik, a köszörülés utáni hőmérsékletváltozás a hengerprofilban is változást eredményez. Korábbi kísérleteink alapján előírtuk, hogy a hengereknek kiépítést követően le kell hűlniük a csarnok hőmérsékletére és csak ezután köszörülhetők. A lehűlésre 14 órát határoztunk meg, ami után a korábbi kísérletben résztvevő hengerek már nem mutatnak hőmérséklet-változást.

Mérésekkel igazolható, hogy a hengerek kiépítés után jelentős hőteralommal bírnak, hőmérsékletük csökkenése közben jelentős profilváltozáson mennek keresztül. Erre mutat példát a 6. és 7. ábra, melyeken jól megfigyelhető, hogy a henger hőmérsékleti és geometriai profilja hogyan változik kiépítést követően.

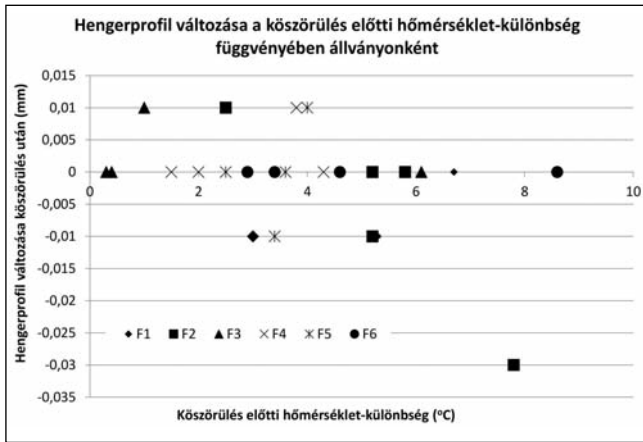
A hengerek lehűlését, valamint a köszörülésük utáni profilváltozást vizsgálva olyan tapasztalatokra tet-



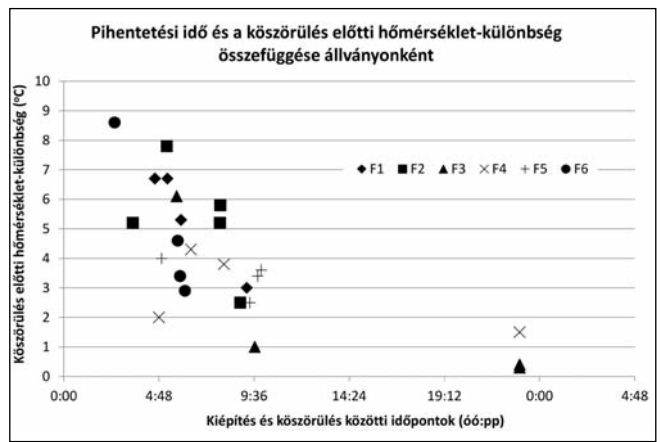
■ 6. ábra. Az F1 állványból kiépített henger profilváltozása lehűlés közben



■ 7. ábra. Az F1 állványból kiépített henger hőprofilváltozása lehűlés közben



■ 8. ábra. Hengerprofil-változás a köszörülés előtti hőmérséklet-különbség függvényében



■ 9. ábra. Pihentetési idő és a köszörülés előtti hőmérséklet-különbség összefüggése

tünk szert, hogy a hengereken mérhető hőmérséklet-különbség (henger széle és közepe között) köszörülés után jelentősen kisebb, mint kiépítéskor vagy a köszörülés megkezdésekor. Az előzetes mérések alapján az látszott, hogy a köszörülés utáni hengerprofilok az idő elteltével már nem, vagy csak alig változtak. Ezen tapasztalatok alapján újabb kísérletsorba kezdtünk. Feltételeztük, hogy a hengerek hűtési ideje jelentősen csökkenthető, amennyiben bebizonyítható, hogy a hengereknek nem kell lehűlniük csarnokhőmérsékletre köszörülés előtt, hanem elegendő egy meghatározott hőmérséklet-különbséget elérniük. Ha a hőmérsékleti profil már nem változik, akkor a geometriai profil sem fog. A mérésorozat elvégzése azért is fontos volt, mert a hengereken csak a palást felületi hőmérsékletét tudtuk mérni, így ennek hatását kellett kimutatnunk.

A vizsgálatban 25 henger vett részt. Törekedtünk arra, hogy minden állvány alsó és felső pozíciójából legalább két henger mérése történjen meg.

A kísérletsor alatt a hengereken mértük a kiépítéskori, a köszörülés előtti és köszörülés utáni hőprofil (hőmérséklet-különbséget) és a geometriai profilt, valamint regisztráltuk a mérések között eltelt időket.

A vizsgálatba bevont hengerekről általánosságban elmondható, hogy a köszörülés előtti hőmérséklet-különbségek nem haladták meg a 9 °C-ot. A köször-

rülésig történt várakozás 2 óra 34 perctől 2 napig terjedt. A köszörülés alatt a hőfokkülönbség minden esetben jelentősen csökkent. Nem volt számottevő köszörülés utáni profilváltozás egyik esetben sem.

A 8. ábra a köszörülés előtti hőmérséklet-különbség függvényében mutatja a köszörülés utáni hengerprofil-változást állványonként (F1–F6).

A diagramból egyértelműen látszik, hogy 7 °C-nál kisebb hőmérséklet-különbség esetén a profilváltozás köszörülés után nem nagyobb, mint $\pm 0,01$ mm, ami nem függ állványtól, hengertípustól és effektív hőmérséklettől sem. Kérdés, hogy a kívánt hőmérséklet-különbség mennyi idő alatt érhető el. Ehhez a 9. ábrán látható diagram szolgált adatokat, amelyen a köszörülés előtti hőmérséklet-különbségeket ábrázoltuk a kiépítés és köszörülés között eltelt idő függvényében.

A diagram megmutatja, hogy a vizsgált hengereknél 6 °C-os hőmérséklet-különbség 5 órán belül elérhe-

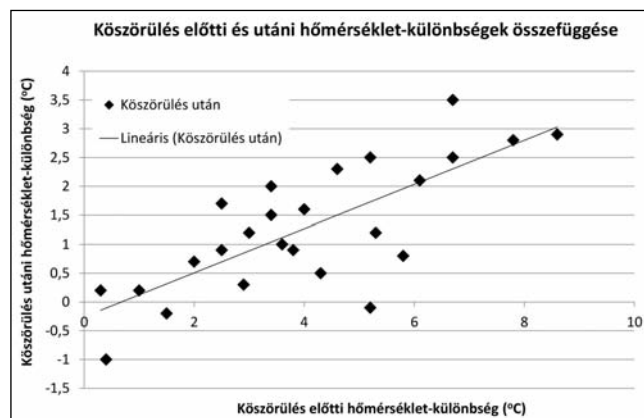
tő volt. Fontos megjegyezni, hogy a mérések nyáron történtek, télen ez az idő valószínűleg rövidül.

A mérési adatok elemzése alapján egyértelműen látható, hogy a köszörülés előtt és után mért hőmérséklet-különbségek között nagy eltérések vannak. A hőmérséklet-különbség nagymértékű csökkenését a köszörülés közben alkalmazott emulzió számottevő hűtőhatása okozta. A 10. ábrán látható diagram szemlélteti a hűtőhatás mértékét.

A diagramból az látszik, hogy köszörülés után a hengeren mérhető hőmérséklet-különbség jellemzően a köszörülés előtt mért érték 0,4-szerese. Ez a köszörülés alatt jelentős hőmérséklet-csökkenést jelent. Egy 6 °C hőmérséklet-különbséggel megköszörült henger köszörülés utáni hőmérséklet-különbsége kb. 2 °C. Ez az érték már nem jelent problémát, mert ennek a hatására bekövetkező profilváltozás minimális. A henger végső profilját ezen a hőmérsékleten kapja meg.

A vizsgálat alapján elmondható, hogy 5 óra pihentetési idő elegendő ahhoz, hogy a hengereken mérhető hőmérséklet-különbség 6 °C alá csökkenjen, ami a köszörülés közbeni további hűlés során olyan kis értéket ér el, hogy már nem fog jelentős profilváltozást okozni.

Ez alapján a pihentetési idők jelentősen rövidülhetnek ugyan, de a jó köszörült hengerprofil kialakítása továbbra is fontos.



■ 10. ábra. Köszörülés előtti és utáni hőmérséklet-különbségek összefüggése

Összefoglalás

Az olvasó áttekintést kaphatott az ISD Dunaferri Zrt. Meleghengerművében folyó, hengerekkel kapcsolatos technológiai folyamat egyik alapvető fontosságú műveletéről, nevezetesen a hengerek alapdomborítását biztosító megmunkálásról. Bemutattuk a Hengerek előkészítő üzem gépparkját és a várható előrelépés lehetőségét ezen a

területen. Részletesen ismertettük a profilmérést, mint alapfeltételt a megfelelő alapdomborításhoz. A mérőműszerek adta lehetőségek bemutatása mellett a kiválasztott henger mérési eredményei is alátámasztják, hogy fontos a folyamatos kontroll a megmunkálás tekintetében. A hengerek hőállapotának vizsgálata pedig abban játszott fontos szerepet, hogy a gördülékeny megmunkálás és szerelés

érdekében meghatározzuk azt az időt, amelyet feltétlenül ki kell várni a kiépitést követően, hogy a henger megmunkálásra kerüljön anélkül, hogy a köszörült profilja a megengedettől nagyobb mértékben változzon. Ez nagy segítséget jelent az üzemi munkaszervezésben, főleg kisebb hengerkészlet mellett, amikor egy adott állványba beépíthető hengerek száma nem éri el a kívánt mennyiséget.

A változás éve volt. Taggyűlést tartott az MVAE

2017. december 14-én évzáró rendezvényt követően egybekötött taggyűlést tartott Budapesten a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés. A szervezet igazgatója, dr. Móger Róbert az év legfontosabb történéseiről, eredményeiről számolt be a tagvállalatok képviselőinek, de szó esett a 2018-as esztendő szakmai terveiről is.

A megújulás éve volt az idei esztendő a szervezetnél, több szempontból is. Dr. Móger Róbert kifejtette, hogy fontos változások történtek az egyesülés életében szervezeti, gazdálkodási és kommunikációs területen egyaránt. Átláthatóbbá, hatékonyabbá vált az MVAE szervezeti felépítése, olyan fiatal szakemberek kaptak helyet a vezetőségben, akik fő célként a tagvállalatok érdekeinek minél hatékonyabb képviselését, a hazai és nemzetközi szinten adódó szakmai feladatokra való gyors, rugalmas reagálást, valamint a szigorú költséggazdálkodást prioritásnak

tekintik. Egyszerűsödött a tagvállalatok részéről történő adatszolgáltatás, és megerősödött a kapcsolat az egyesüléshez szakmailag kötődő kormányzati döntéshozói szférával is. Aktív szerepet vállalt az MVAE az Acélipari Cselekvési Program feladatainak kidolgozásában is, valamint tovább erősítette jelenlétét az oktatásban és a hazai acélipari szakember-utánpótlás támogatásában. Megújult a szervezet honlapja, teljes arculata, és napvilágot látott az MVAE negyedévente megjelenő szakmai magazinja, a Magyar Acél is, amelynek elektronikus változatát a www.mvae.hu honlapon tekinthetik meg az érdeklődők.

Három témakörben, a gépjárműipar, az építőipar és az energetika területén szervezett 2017-ben ipari szakmai szimpóziumokat az egyesülés, a rendezvények fő célja az volt, hogy elősegítsék a hazai acélgyártók, a legnagyobb acélfelhasználó piaci szereplők, valamint a kormány-

zati szervek együttműködését. A szakmai szimpóziumok sorozata jövőre is folytatódik, a tervek szerint 2018 tavaszán a fenntarthatóság témakörében szervezik meg az első ilyen típusú rendezvényt.

Az igazgató a fentiekben túl ismertette még az MVAE adományozási, támogatási tevékenységének főbb területeit, majd szólt arról is, hogy a 2018. évi tervek között szerepel a székház üzemeltetésének gazdaságosabbá tétele, egyes tereinek felújítása, valamint a fenntarthatóság és a környezettudatosság elveinek érvényesítése az épület napi működtetésében is.

A taggyűlés második napirendi pontjaként az acélipar aktuális helyzetéről hallgathatták meg az igazgató beszámolóját a tagvállalatok, majd a nyugdíjba vonult MVAE-dolgozók köszöntésével zárult a rendezvény.

Szilágyi Irén



■ Dr. Móger Róbert beszámolója



■ A nyugdíjba vonuló dolgozók