

FOCUS

a művészet



PURE
DIGITAL

FOCUS.ARC P

Tökéletesen digitalizált csúscsústechnológia

REHM
Hegesztéstechnika

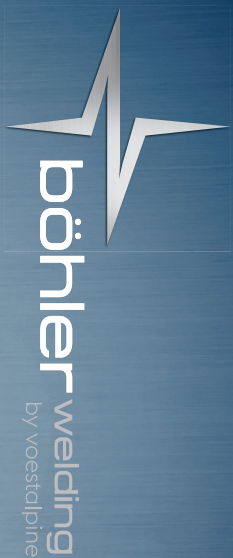
HEGESZTÉS TECHNIKA

XXXI. ÉVFOLYAM
2020. 2. SZÁM

30 éves az
MHE

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS FOLYÓIRATA





Lasting Connections

TERRA & URANOS

Az új referencia a
hegesztőgépek között.



Az Ön kihívása fémről gyártott anyagok összehesztése. Tudja, hogyan kell hídakhoz, gépekhez és erőművekhez tervezett alkatrészeket hegeszteni. A munkájához nem „egy” megoldásra van szüksége, megérendi a legjobbat. Egyedülálló portfóliónk csúcsmínőségű hegesztőanyagokból, alkalmazástechnikai szolgáltatásokból, kiegészítőkből és hegesztőgépekből áll, mellyel teljes körű megoldást tudunk nyújtani. A Terra és Uranos termékcsaláddal pedig új mércét álltunk fel a mindennapos és a különleges hegesztési feladatoknál. A hegesztőanyagok és gépek az alkalmazástechnikai tudásunkra építve az iparágban egyedülálló módon össze lettek hangolva, mely a precizitás újabb lépcsőfokát teszi lehetővé. Ezzel megcélozhatja az iparágban legjobb kötéseket, melyekre büszke lesz. Ehhez 5 év garanciát adunk valamennyi Terra és Uranos hegesztőgépünkhöz.

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.



Welding Hungary

WHITE SHARK WELDING WIRE WHITE SHARK WELDING WIRE WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITESHARK.HU



WHITE SHARK WELDING GROUP

WHITE SHARK WELDING GROUP

WHITE SHARK WELDING GROUP



W E L D I N G W I R E

TARTALOM

1

Hírek News Nachrichten

Szabványosítási hírek	3
Hegesztés és rokon technológiai tárgykör szabványváltozásai (kivonat az MSZT Hírlevélből)	3
A Magyar Hegesztési Egyesület nemzetközi hírei	4
Nemzetközi Hegesztési Intézetbe (IIW) delegált képviselők	4
Változások és aktualitások	4
a Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) tevékenységében	4
Sikeres vizsgával zárult a Nemzetközi hegesztőmérnök (IWE) képzés a Nyíregyházi Egyetemen	5
Az MHTÉ társ- és más intézmények folyóiratainak témái	6
Az EWF éves beszámoló jelentése	7
Varbai Balázs doktori védése hegesztés témakörében	8
Hegesztési webinárium sorozat	8
3 rd International Conference	9
on Vehicle and Automotive Engineering VAE2020	10
Utolsó konferencia hívás: „A WELDONE a gyakorlatban”	10
Bemutakozik	10
a Hegesztő és Anyagvizsgáló Szakma Támogatásáért Alapítvány	10

2

Kutatás–Fejlesztés Research and Development Forschung und Entwicklung

ÉRSEK LÁSZLÓ*:

Vasúti sínek hegesztése – 2. rész: Az aluminotermikus eljárás	13
Welding of rails (overview) 2. part: Aluminothermic welding process	13
Schweißen von Eisenbahnschienen	13
2. Teil Aluminothermisches Schweißverfahren	13

FARKAS ATTILA, BARABÁS PÉTER:

A Yaskawa-Motoman ívhegesztő robotok	21
programozási lehetőségeinek fejlődése	21
Possibilities to develop the programming	21
for Yaskawa-Motoman arc-welding robotics	21
Die Möglichkeiten zu entwickeln die Programmierung	21
von Yaskawa-Motoman Lichtbogenschweißroboter	21

HALÁSZ GÁBOR:

I. rész: A fém additív gyártás – úton a digitális sorozatgyártás felé	29
I. part: Metal AM – production on way to digital mass-production	29
I. Teil: Metal AM – production zur Digitalmaßen-production	29

DR. PALOTÁS BÉLA:

A hegesztés környezetvédelme	47
Environmental protection in welding	47
Umweltschutz im Schweißen	47

SZABÓ JÓZSEF:

Megjelent az ötvözetlen szerkezeti acélok szabványsorozat	53
(MSZ EN 10025) új kiadása	53
The series of Norm (MSZ EN ISO 10025)	53
for unalloyed structural steels was reprinted and published	53
Die Normreihe (MSZ EN ISO 10025)	53
für Unlegiertebaustahl war erneut herausgegeben	53

3

Tudományos publikációk Scientific publications Wissenschaftliche Veröffentlichungen

GYURA LÁSZLÓ, GÁSPÁR MARCELL, BALOGH ANDRÁS:

A lánggyengéztési hőciklusok	39
szövet szerkezetre gyakorolt hatása nagyszilárdságú acélokban	39
Effect of flame straightening thermal cycles	39
on microstructure of high strength steels	39

4

Könyvismertetés

Műanyaghegesztők aranykönyve	59
Hegesztési zsebkönyv	59
Gépipari anyagismeret	59

Az MHTÉ ebben az évben ünnepelné meg, hogy 1990-ben Dr. Szabó Béla vezetésével 31 cég megalapította a Magyar Hegesztéstechnikai Egyesületet. A jelenlegi vezetés számos eseményt tervezett meg, hogy méltóan ünnepeljék meg az MHTÉ 30 éves eredményes működését. Sajnos a COVID-19 minden rendezvényünk megrendezését meggátolta. Csak néhányat említünk, az egynapos konzultációkat, a hajóutat, a hegesztési felelősök országos tanácskozását, taggyűléseket stb. Ami azonban késik nem múlik, igyekszünk mindent pótolni amit és amint lehet.

Gayer Béla,
MHTÉ igazgató

Címlapon: The Future Starts with a Spark
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesület szakfolyóirata
Periodical of the Hungarian Association of Welding Technology and Material Testing
Zeitschrift der Ungarischen Vereinigung für Schweißtechnik und Material Prüfung

PLYMOVENT®

clean air at work

- piacvezető
- szakértő
- állandó
- tapasztalt
- megbízható

**20 éve Magyarországon
a hegesztési füstelszívásban**

www.plymovent.hu

AC PLYMOVENT Kft.

2132 Göd Pozsonyi u. 15.
tel: 06 27 530 300 fax: 06 27 530 309
mail: informaciokeres@plymovent.hu

Szabványosítási hírek

Hegesztés és rokon technológiai tárgykör szabványváltozásai (kivonat az MSZT Hírlevélből)

Nemzeti szabványállomány változásai

- **MSZ EN ISO 13715:2020** Műszaki termék-dokumentáció. Meghatározatlan alakzat szélei. Jelölés és méretezés (ISO 13715:2017)
- **MSZ EN ISO 129-1:2020** Műszaki termék-dokumentáció (MTD). Méretek és tűrések megadása. 1. rész: Általános alapelvek (ISO 129-1:2018)
- **MSZ EN ISO 9809-1:2020** Gázpalackok. Újratölthető, varrat nélküli, acél gázpalackok és -csövek tervezése, szerkezete és vizsgálata. 1. rész: 1100 MPa-nál kisebb szakítószilárdságú nemesített acélból készült palackok és csövek (ISO 9809-1:2019)
- **MSZ EN ISO 9809-2:2020** Gázpalackok. Újratölthető, varrat nélküli, acél gázpalackok és -csövek tervezése, szerkezete és vizsgálata. 2. rész: Legalább 1100 MPa szakítószilárdságú nemesített acélból készült palackok és csövek (ISO 9809-2:2019)
- **MSZ EN ISO 9809-3:2020** Gázpalackok. Újratölthető, varrat nélküli, acél gázpalackok és -csövek tervezése, szerkezete és vizsgálata. 3. rész: Normalizált acélból készült palackok és csövek (ISO 9809-3:2019)
- **MSZ EN ISO 15607:2020** Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. Általános szabályok (ISO 15607:2019)
- **MSZ EN ISO 15609-1:2020** Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. Hegesztéstechnológiai utasítás. 1. rész: Ívhegesztés (ISO 15609-1:2019)
- **MSZ EN ISO 15609-2:2020** Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. Hegesztéstechnológiai utasítás. 2. rész: Gázhegesztés (ISO 15609-2:2019)
- **MSZ EN ISO 15614-7:2020** Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 7. rész: Felrakóhegesztés (ISO 15614-7:2016)
- **MSZ EN ISO 9090:2020** A gázhegesztés és rokon eljárások berendezéseinek gáz-tömörsege (ISO 9090:2019) MSZ EN IEC 60974-3:2020 Ívhegesztő berendezések. 3. rész: Ívgyújtó és ívstabilizáló eszközök (IEC 60974-3:2019)
- **MSZ EN IEC 60974-7:2020** Ívhegesztő berendezések. 7. rész: Égők (IEC 60974-7:2019) MSZ EN ISO 6947:2020 Hegesztés és rokon eljárások. Hegesztési helyzetek (ISO 6947:2019)
- **MSZ EN ISO 13919-1:2020** Elektron- és lézersugaras eljárással hegesztett kötések. Követelmények és ajánlások az eltérések minőségszintjeire. 1. rész: Acél, nikkal, titán és ötvözetek (ISO 13919-1:2019)

Helyesbítés az angol nyelvű nemzeti szabvány magyar nyelvű címdalán

A szabvány hivatkozási száma, címe	A hiba helye	Nyomtatva	Helyesen
MSZ EN ISO 10460:2019 Gázpalackok. Hegesztett alumíniumötvözet, szén és rozsdamentes acél gázpalackok. Időszakos vizsgálat és tesztelés (ISO 10460:2018)	Címdal magyar cím	Gázpalackok. Hegesztett alumíniumötvözet, szén és rozsdamentes acél gázpalackok. Időszakos vizsgálat és tesztelés (ISO 10460:2018)	Gázpalackok. Alumíniumötvözetből, ötvözetlen és korrózióálló acélból hegesztett gázpalackok. Időszakos vizsgálat és tesztelés (ISO 10460:2018)

- **MSZ EN ISO 9455-16:2020** Lágyforrasztó-lyósítók. Vizsgálati módszerek. 16. rész: A folyósítószer hatékonyságának vizsgálata, nedvesítési mérlegmódszer (ISO 9455-16:2019)
- **MSZ EN ISO 13854:2020** Gépek biztonsága. Legkisebb távolságok az emberi testrészek összezúródásának elkerüléséhez (ISO 13854:2017)
- **MSZ EN ISO/ASTM 52910:2020** Additív gyártás (AM). Tervezés. Követelmények, irányelvek és ajánlások (ISO/ASTM 52910:2018)
- **MSZ EN ISO/ASTM 52911-2:2020** Additív gyártás (AM). Tervezés. 2. rész: Polimer porrágy lézeralapú összeolvasztása (ISO/ASTM 52911-2:2019)
- **MSZ EN ISO 13100-2:2020** A hőre lágyuló műanyag félkész termékek hegesztett kötéseinek roncsolásmentes vizsgálata. 2. rész: Röntgenvizsgálat
- **MSZ EN 9138:2020** Repülés és űrhajózás. Minőségirányítási rendszerek. Statisztikai termék. Átvételi követelmények
- **MSZ EN 2002-16:2020** Repülés és űrhajózás. Fémek. Vizsgálati módszerek. 16. rész: Roncsolásmentes vizsgálat. Folyadékbehatolási vizsgálat
- **MSZ EN 2002-21:2020** Repülés és űrhajózás. Fémek. Vizsgálati módszerek. 21. rész: Öntvények radiográfiai vizsgálata
- **MSZ EN ISO 527-1:2020** Műanyagok. A nyúlási tulajdonságok meghatározása. 1. rész: Általános alapelvek (ISO 527-1:2019)
- **MSZ EN ISO 4577:2020** Műanyagok. Polipropilén és propilénkopolimer. A termikus oxidációs stabilitás meghatározása levegőben. Száritószekrényes módszer (ISO 4577:2019)
- **MSZ EN ISO 8504-1:2020** Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek felhordása előtt. Felület-előkészítési módszerek. 1. rész: Alapelvek (ISO 8504-1:2019)
- **MSZ EN ISO 8504-2:2020** Acélfelületek előkészítése festékek és hasonló termékek

felhordása előtt. Felület-előkészítési módszerek. 2. rész: Szemcseszórás (ISO 8504-2:2019)

Szabványok megjelenése magyar nyelven

- **MSZ ISO/TR 18491:2020** Hegesztés és rokon eljárások. Irányelvek a hegesztési energiák mérésére
- **MSZE 9981:2020** Műanyag csővezeték-rendszerek. Nyomás alatti csővezeték-rendszerek lakóépületek épületen belüli és kívüli vízellátásához. PE-, PVC- (PVC-U és PVC-O) csövek, csőidomok és a rendszer lényeges terméktulajdonságainak meghatározása
- **MSZE 9982:2020** Műanyag csővezeték-rendszerek. Földbe fektetett, nem nyomás alatti csatornarendszerek. A csövek, a csőidomok és a rendszer lényeges terméktulajdonságainak meghatározása
- **MSZE 9983:2020** Műanyag csővezeték-rendszerek. Földbe fektetett és föld feletti, nem nyomás alatti lefolyócsőrendszerek lakóépületek épületen belüli talajvíz- és szennyvízelvezetéséhez. A csövek, a csőidomok és a rendszer lényeges terméktulajdonságainak meghatározása
- **MSZ EN IEC 60974-14:2019** Ívhegesztő berendezések. 14. rész: Kalibrálás, érvényesítés és konzisztenciavizsgálat (IEC 60974-14:2018)
- **MSZ EN 61000-4-30:2015** Elektromágneses összeférhetőség (EMC). 4-30. rész: Vizsgálati és mérési módszerek. A hálózati feszültség minőségének mérési módszerei (IEC 61000-4-30:2015)
- **MSZ IEC/TR 61000-5-2:1999** Elektromágneses összeférhetőség (EMC). 5. rész: Szereleési és zavarcsökkentési irányelvek. 2. főfejezet: Földelés és kábelezés
- **MSZ EN 61477:2009** Feszültség alatti munkavégzés. Szerszámok, eszközök, szerkezetek minimális használati követelményei (IEC 61477:2009 + 2009. évi helyesbítés)

HÍREK

- **MSZ EN ISO 14122-3:2017** Gépek biztonsága. Gépi berendezések helyhez kötött feljárói. 3. rész: Lépcsők, lépcsőfokos létrák és védőkorlátok (ISO 14122-3:2016)
- **MSZ EN ISO 13855:2010** Gépek biztonsága. Biztonsági berendezések elrendezése a(z emberi) testrészek közelítési sebességének figyelembevételével (ISO 13855:2010)

Megjelent a hegesztési rajzjelek korszerűsített szabványa

A hegesztési rajzjelek a műszaki terület fontos elemei, mivel közös nyelvet jelentenek a gyártásban érintett szakemberek, pl. tervezők, hegesztési felelősök, anyagvizsgálók stb. számára. Az ezekre a rajzjelekre vonatkozó korszerűsített nemzetközi szabványa Magyar Szabványügyi Testület MSZ EN ISO 2553:2019 hivatkozási

számmal, *Hegesztés és rokon eljárások. Jelképes ábrázolás rajzokon. Hegesztett kötések (ISO 2553:2019)* címmel tette közzé angol nyelven.

A Magyar Szabványügyi Testület a következő szabvány kidolgozását vette programba:

MSZ ISO/TR 25901-1 Hegesztés és rokon eljárások. Szótár. 1. rész: Általános szakkifejezések

Dr. Gáti József

A Magyar Hegesztési Egyesület nemzetközi hírei

Nemzetközi Hegesztési Intézetbe (IIW) delegált képviselők

A Magyar Hegesztési Egyesület Elnöksége 2020. április 8-ai ülésén napirendre tűzte a hazai szakemberek IIW Bizottságokba delegálásának kérdését, melynek alapját az a nyilvános pályázati felhívás jelentette, melyet 2020. február 10-én került meghirdetésre.

Az IIW-ben való képviseleti és működési rendjét a 2019. október 2-án módosított MAHEG IIW MNB Működési Szabályzata rögzíti. E szerint az IIW szakbizottságaiban történő részvételre és közreműködésre, delegátusi, a szakértői és a megfigyelői státuszok betöltésére jelentkezési lap kitöltésével jelezhettek szándékukat az érdeklődők.

A jelentkezés és a képviselet ellátásának feltétele a jelentkező érvényes MAHEG egyéni tagsági jogviszonya volt. A kinevezés egy éves időtartamra szól. A jelentkező jelentkezésével elfogadta a delegátusokra, a szakértőkre, megfigyelőkre és tagokra vonatkozó működési-, valamint a magatartásbeli és etikai szabályokat.

A beérkezett jelentkezések alapján a MAHEG Elnöksége döntött a képviseletről, melyről e-mail-ben tájékoztatta az érintetteket. Az IIW dokumentumaihoz történő hozzáférés érdekében a képviseletet ellátó személyekről az IIW Titkársága tájékoztatást kapott.

Az IIW Bizottságokba delegált képviselők a következők

Bizottság és megnevezése	Delegátus	Szakértő	Megfigyelő
I. Thermal Cutting and Allied Processes	Gyura László		Dr. Dobránszky János
II. Arc Welding and Filler Metals	Fehérvári Gábor	Fehérvári Attila; Dr. Májlinger Kornél	Dr. Dobránszky János
III. Resistance welding, Solid State Welding and Allied Joining Process	Borhy István		Dr. Gáspár Marcell
IV. Power Beam Processes	Raghawendra Pratap Singh Sisodia	Halász Gábor	Dr. Dobránszky János
V. Quality Control and Actuality Assurance of Welding Products			
VI. Terminology	Dr. Dobránszky János		Kristóf Csaba
VII. Microjoining and Nanojoining			
VIII. Health, Safety and Environment	dr. Kóvágyó Csaba	Kristóf Csaba	
IX. Behavior of Metals Subjected to Welding	Dr. Gáspár Marcell	Fehérvári Attila; Fehérvári Gábor	Dr. Dobránszky János
X. Structural Performances of Welded joints- Fracture Avoidance	Prof. Dr. Lukács János	Fehérvári Attila	
XI. Pressure Vessels, Boilers and Pipelines		Illyi János	Dr. Dobránszky János
XII. Arc Welding Processes and Production Systems		Dr. Farkas Attila; Dr. Palotás Béla	Dr. Dobránszky János; Kristóf Csaba
XIII. Fatigue Behavior of Welded Components and Structures	Prof. Dr. Jármay Károly	Prof. Dr. Lukács János	
XIV. Education and Training	Prof. Dr. Jármay Károly	Dr. Gáspár Marcell; Dr. Májlinger Kornél; Dr. Palotás Béla	Dr. Dobránszky János; Kristóf Csaba
XV. Design, Analysis and Fabrication of Welded Structures	Prof. Dr. Jármay Károly		
XVI. Polymer Joining and Adhesive Technology		Dr. Gáti József	
XVII. Brazing, Soldering and Diffusion Bonding			Dr. Dobránszky János
XVIII. Quality Management in Welding and Allied Process	Bakos Levente		

Dr. Gáti József

Változások és aktualitások a Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) tevékenységében

A 2020. év a Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW) számára is változással indult, az IIW titkárságának vezetését a genovai székhelyű Olasz Hegesztési Intézet vette át a párizsi Francia Hegesztési Intézettől (IS). A 2019-ig titkárságot ellátó Francia Hegesztési Intézet

munkatársai 25 éven keresztül vezették és támogatták az IIW titkársági feladatait (pénzügyek és rendezvények koordinálása, az IIW vezetési feladatainak összefogása). 1995 óta 5 éves ciklusokra lehetett pályázni az IIW titkársági feladatainak ellátására. A 2020-tól való

titkárságot ellátó szervezeti változását elsődlegesen költségcsökkentési megfontolással indokolták. A változásnak megfelelően az IIW székhelye Olaszországba, Genovába került át, így az évközi találkozók is rendre Genovában kerülnek megrendezésre.

Az IIW ügyvezető igazgatója 2020. január 1-től Luca Costa úr. Luca gépészmérnöki és hegesztőmérnöki végzettségekkel bír, 2000 óta az Olasz Hegesztési Intézet munkatársa, számos különböző feladatkör és vezetői pozíció betöltője. 2000 óta az IIW tevékenységében aktívan részt vesz, a C-VIII bizottság (Hegesztés munkabiztonsága) vezetője, a Technikai Vezető Testület vezetője, később kincstárnok és alelnöki feladatokat látott el.

A 2020. első negyedévében kitört pandémia a Nemzetközi Hegesztési Intézet működését is új kihívások elé állította. A januári évközi találkozók még gond nélkül lezajlottak Genovában, de a februárra és márciusra tervezett évközi találkozókat sorra le kellett mondani a kialakult nemzetközi helyzet miatt.

Az IIW történelmében először az éves köz-

gyűlést az Intézet nem tudja egy élő rendezvény keretein belül megtartani, a rendezvény átalakításáról az IIW vezetése és a 2020-as szervező ország (Szingapúr) szervező bizottsága márciusban döntött. A döntés értelmében a 2020. évi közgyűlést nem halasztják el, a teljes rendezvényt az online térben tartják meg.

Az online rendezvény a szokásos 6 nap helyett 13 napig fog tartani. Az iránymutató a közép-európai időszámítás, csak délutáni szekciók lesznek, így a világ többi részéről bejelentkező résztvevők is könnyebben tudnak alkalmazkodni az értekezletek időzítéséhez. A szervezők terve szerint minden bizottság ülését megtartják, de a szokásosnál rövidebb időtartamban. Az online elérhető információ alapján a szokásoktól eltérően az Annual As-

sembly (Éves Közgyűlés) rendezvényt nem követi külön nemzetközi konferencia.

A rendezvény szervezői egy online kiállítást szerveznek, ahol a hirdető vállalatok a virtuális térben mutathatják be újdonságaikat és kapnak hirdetési teret. Az érdeklődők a virtuális kiállító teret, a hegesztett kötés kiállítást és a támogatott kiegészítő előadásokat térítésmentesen látogathatják. A rendezvény szakmai szekcióin való részvétel regisztrációhoz és díjfizetéshez kötött.

A kialakult helyzet sajnos nem ad lehetőséget a személyes találkozókra, kapcsolatok építésére, ugyanakkor kiváló alkalmat ad a hegesztés IIW által ápolta területein folytatott online eszmecserekre, új kutatási eredmények megismerésére.

Bakos Levente

Sikeres vizsgával zárult a Nemzetközi hegesztőmérnök (IWE) képzés a Nyíregyházi Egyetemen



A csoportkép (arcok rövid idejű eltakarása nélkül) a vizsga zárása után készült. A képen (balról jobbra) az első sorban Májer Szabolcs, Gönde Gábor, Nagy László, Kósa Péter, Farkas Zsolt, Nagy Gábor, Tomku Zsolt, a második sorban Kardos Máté, Német Tamás, Gömöri József, Takács Attila, Sitku János, Áncsán György állnak.

A vizsgabizottság tagjai és a vizsgáztatók Farkas László (elnök), Kristóf Csaba (1.mod) Dr. Palotás Béla, Dr. Szigeti Ferenc (2.mod), Dr. Balogh András, Dr. Péter László (3.mod) Borhy István és Dr. Gremesberger Géza (4.mod) voltak.

Sikeres vizsgával zárult 2020. június 12.-én az első, teljes képzési idejű 448 órás (388 óra elmélet, 60 óra gyakorlat) Nemzetközi hegesztőmérnök (IWE) képzés a Nyíregyházi Egyetemen.

Korábban két lépcsőben, először IWT, majd kiegészítő képzésben juthattak IWE végzettséghez a résztvevők.

Az egy lépcsőben tartott tanfolyamot az egyetemi képzési rendhez igazodva 3 félév-

re bontva szerveztük, 2019. március 1-i kezdéssel, hagyományos oktatási keretben péntek-szombati órarenddel. A 3. félév óráit a COVID-19 okozta veszélyhelyzet miatt már távoktatásban fejezhetjük be és a záróvizsgák szervezése is eltért a kialakult formáktól.

A felsőoktatásban bevezetett korlátozások miatt az írásbeli vizsgát kellett módosítani. Az ANB ajánlását követve az on-line vizsgákat kiváltottuk a nemzeti teszt kérdések számának

megemelésével modulonként 90-90 kérdésre. A 2020. május 8-án tartott írásbeli idején még a kapcsolatok, az együtt töltött idők csökkentésére kellett törekednünk.

A szóbeli vizsgák is maximális biztonságra törekedve arcmaszki viselésével, a távolság tartás biztosításával zajlottak le 2020. június 12-én.

A sikeres vizsgát követően 13 új Európai/Nemzetközi hegesztőmérnök vehette át az EWE/ IWE oklevelét.

Az MHE társ- és más intézmények folyóiratainak témái

Der Praktiker – 2020. 4. szám:

Stefanie Kaufmann::

- Baumaschinenaurüster modernisiert Vorfertigung
- Schneller Fasen, leiser schneiden, p: 146 – 148.

Antti Kahri:

- WIG – Doppelimpulsschweißen von Stahl –
- Höhere Effizienz und Qualität, p: 149 – 151,

Dr. Ing. Norbert Woywode:

- Fehler an Schweißkonstruktionen und Vermeiden
- Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser, p: 152 – 156,

Ulrich Killing:

- Wasserstoffgehalte im UP- Schweißgut –
- Einfluss der Stromquelle nicht unterschätzen – p – 158 – 161,

Stefanie Müller és szerzőtársa:

- Laserstrahl-MSG – Hybridschweißen in Schiffbau – Beidseitiges Kehlnahtschweißen von Profilen
- Einblick in die Technik –p- 162 – 165,

Joachim Schmidt:

- Der Konstrukteur in der Kulturgeschichte, Teil 1
- Vom Entstehen des konstruktiven Denkens, p: 166 – 169

Der Praktiker – 2020. 5. szám:

Erich Wörishofer::

- Plasmascheiden im Stahl- und Anlagenbau
- Höhere Flexibilität, schnellere Fertigung, p: 216 – 217.

Karsten Niepold:

- Visualisierung des Prozessverlaufs mit Interaktiven Dashboards auf Basis einer Cloudbasierten Big-Data-Lösung,
- Schlüssel zur Steigerung von Produktivität und Qualität- p – 218 – 222,

Stefan Kampmann:

- DIN EN IEC 60974-14: Lichtbogenschweißverfahren – Teil 14: Kalibrierung, Validierung und Konsistenzprüfung,
- Alter Wein in neuen Schläuchen ?, p: 224 – 226,

Norbert Woywode:

- Ursachen und Untersuchung von Schäden an Schweißkonstruktionen,
- Schadensfallanalyse – Fluch und Segen –p- 227 – 231,

Joachim Schmidt:

- Der Konstrukteur in der Kulturgeschichte, Teil 2.,
- Von Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit, p: 232 – 236.

Welding in the World. Volume 64. Number 4 Research Paper

We are pleased to deliver your requested table of contents alert for Welding in the World. Volume 64 Number 4 is now available online.

John C. Lippold, Ing Thomas Böllinghaus & John Norrish

- Welding in the World Update
- Shun Tokita, Kota Kadoi, Yudai Kanno & Hiroshige Inoue

- Microstructural evolution and solidification cracking susceptibility of grain boundary engineered fully austenitic stainless steel

T.-E. Adams, S. Härtel, A. Hälsig, B. Awiszus & P. Mayr

- WeldForming: a new inline process combination to improve weld seam properties

Johanna Helm, Adrian Schulz, Alexander Olowinsky, Andreas Dohrn & Reinhart Poprawe

- Laser welding of laser-structured copper connectors for battery applications and power electronics
- Andreas Fey, Stefan Ulrich, Simon Jahn & Peter Schaaf
- Numerical analysis of temperature distribution during laser deep welding of duplex stainless steel using a two-beam method

A. Nitsche

- Solidification phenomena in creep resistant 9Cr weld metals and their implications on mechanical properties

Koji Kinoshita, Yuki Ono, Yuki Banno, Shohey Yamada & Mitsuru Handa

- Application of shot peening for welded joints of existing steel bridges

Shaogang Wang, Yuan Chen & Lize Li

- Effect of beam deviation on electron beam welded Ti-22Al-25Nb/TC4 dissimilar alloys

Raghawendra P.S. Sisodia, Marcell Gáspár & László Draskóczy

- Effect of post-weld heat treatment on microstructure and mechanical properties of DP800 and DP1200 high-strength steel butt-welded joints using diode laser beam welding

Jun Yang, Jinglong Li, Jiangtao Xiong, Jianghai Liao & Feng Jin

- Effect of welding parameters on microstructure characteristics and fatigue properties of dissimilar joints prepared by linear friction welding on TC11 and TC17 titanium alloys

Tomo Ogura, Reiko Wakazono, Shotaro Yamashita & Kazuyoshi Saida

- Dissimilar laser brazing of aluminum alloy and galvanized steel and defect control using interlayer

J. Baumgartner, W. Tillmann, K. Bobzin, M. Öte, S. Wiesner & N. Sievers

- Fatigue of brazed joints made of X5CrNi18-10 and Cu110 and derivation of reliable assessment approaches

U. Reisgen, S. Olschok & O. Engels

- Visualization of the molten pool of the laser beam submerged arc hybrid welding process

Federica Mancini, Heikki Remes, Jani Romanoff & Bruno Reinaldo Goncalves

- Stress magnification factor for angular misalignment between plates with welding-induced curvature

Correction

Justin Baby & Murugaiyan Amirthalingam

- Correction to: Microstructural development during wire arc additive manufacturing of copper-based components

Welding in the World. Volume 64. Number 5 Research Paper

We are pleased to deliver your requested table of contents alert for Welding in the World. Volume 64 Number 5 is now available online.

Oleksii Sherepenko, Vincent Schreiber, Iwan Schischin, Maximilian Wohner, Philipp Wernlein, Niels Mitzschke & Sven Jüttner

- Influence of surface layers on resistance spot joinability of partially hardened steel 22MnB5 with aluminum-silicon and zinc coatings

D. Ambrosio, V. Wagner, C. Garnier, D. Jacquin, A. Tongne, M. Fazzini, O. Cahuc & G. Desein

- Influence of welding parameters on the microstructure, thermal fields and defect formation in AA7075-T6 friction stir welds

O. Zareie, S. M. Mousavizade, H. R. Ezatpour, H. Zareie & N. Farmanbar

- Effect of plunging depth and dwelling time on microstructure and mechanical properties of 6061 aluminum alloy welded by protrusion friction stir spot welding

A. Kromm, T. Lausch, D. Schroepfer, M. Rhode & T. Kannengiesser

- Influence of welding stresses on relief cracking during heat treatment of a creep-resistant 13CrMoV steel: part I—effect of heat control on welding stresses and stress relief cracking

A. Kromm, T. Lausch, D. Schroepfer, M. Rhode & T. Kannengiesser

- Influence of welding stresses on relief cracking during heat treatment of a creep-resistant 13CrMoV steel Part II: mechanisms of stress relief cracking during post weld heat treatment

Stephan Egerland, Paul Colegrove & Stewart Williams

- Influence of shielding gas nozzle design on power density distribution in low-current TIG welding arcs

O. Mokrov, M. Simon, R. Sharma & U. Reisgen

- Effects of evaporation-determined model of arc-cathode coupling on weld pool formation in GMAW process simulation

Sarizam Bin Mamat, Shinichi Tashiro, Mohamad Najmi Masri, Seong Min Hong, Hee-Seon Bang & Manabu Tanaka

- Application of pulse plasma MIG welding process to Al/steel dissimilar joining

E. Spaniol, M. Trautmann, T. Ungethüm, M. Hertel, U. Füßel, P. Henckell & J. P. Bergmann

- Development of a highly productive GMAW hot wire process using a two-dimensional arc deflection

Qiang Chen, Ji Chen, Sufen Lu, Yanteng Zhang & Chuanqiang Wu

- Study of high-speed GMAW assisted by compound external magnetic field

Mikael M. Johansson, Peter Stenvall, Leif Karlsson & Joel Andersson

- Evaluation of test results and ranking criteria for Varestraint testing of an austenitic high-temperature alloy

Maximilian Thomas, Florian Vollert, Jens Weidemann, Jens Gibmeier, Arne Kromm & Thomas Kannengiesser

- Surface- and volume-based investigation on influences of different Varestraint testing parameters and chemical compositions on solidification cracking in LTT filler metals

Welding in the World. Volume 64 Number 6 is now available online.

Research Paper

B. Schork, Uwe Zerbst, Y. Kiyak, M. Kaffenberger, M. Madia & M. Oechsner

- Effect of the parameters of weld toe geometry on the FAT class as obtained by means of fracture mechanics-based simulations

Yasuhiro Okamoto, Zhiyong Ouyang, Takumi Fujiwara & Akira Okada

- Effect of numerical aperture on molten area characteristics in micro-joining of glass by picosecond pulsed laser

M. Rezaei, A. H. Jabbari & M. Sedighi

- Investigation of surface roughness effects on microstructural and mechanical properties of diffusion bonding between dissimilar AZ91-D magnesium and AA6061 aluminum alloys

Pardeep Pankaj, Avinash Tiwari, Pankaj Biswas, A. Gou-rav Rao & Sukhomay Pal

- Experimental studies on controlling of process parameters in dissimilar friction stir welding of DH36 shipbuilding steel-AISI 1008 steel

D. S. Konadu & P. G. H. Pistorius

- Comparison of testing of susceptibility to solidification cracking of ferritic stainless steels using two methods

Jair Carlos Dutra, Régis Henrique Gonçalves e Silva, Kauê Correa Riffel & Cleber Marques

- High-performance GMAW process for deep penetration applications

Ankit Kumar R. Sharma, Mridusmita Roy Choudhury & Kishore Debnath

- Experimental investigation of friction stir welding of PLA

Zheng Ye, Jihua Huang, Wenjing Yang, Hao Yang, Jian Yang & Shuhai Chen

- Corrosion behaviors in the brazed seam of Al/Cu dissimilar joints brazed by Zn-Al alloys

B. J. Mecséri & B. Kövesdi

- Assessment of grinding weld treatment methods using effective notch stresses

S. V. Maksymova & V. V. Miasoid

- Influence of diffusion processes on structure of brazed joints and brazing filler metal after spreading over Ni3Al-based alloy

N. Sadasivan & M. Balasubramanian

- Equal channel angular pressing of gas tungsten arc welded AA6061 alloy

Majid Fakheri, Hamid R. Zare, Zahra Mohammadpour & Masoud Mosallae

- The impact of Ni on the corrosion behavior and microstructure of weld metal fabricated from E8018-G electrodes

Hossain Ebrahimzadeh, Hassan Farhangi & Sey-ed Ali Asghar Akbari Mousavi

- Hot cracking in autogenous welding of 6061-T6 aluminum alloy by rectangular pulsed Nd:YAG laser beam

T. Patterson & J. C. Lippold

- Effect of niobium on the microstructure and properties of submerged arc welds in HSLA steel

Jan Schubnell, Eva Carl, Majid Farajian, Stefanos Gkatzogiannis, Peter Knödel, Thomas Ummenhofer, Robert Wimpory & Hamdollah Eslami

- Residual stress relaxation in HFMI-treated fillet welds after single overload peaks

WELDPOINT, Singapore Welding Society, 2019. september.

- President's message, p: 2
- 72th IIW Annual Assembly &
- International Conference Bratislava, Slovakia, p: 9
- The 24th Beijing-Essen Welding & Cutting Fair, p: 14
- Pre-Welding & Post-welding Surface treatment, p: 18
- VALK MAILING – 2019.Nr.2 – 19th year
- New welding wire for intensive use – VALK HD Super/V3L-5, p: 4

- Spierings Mobile Cranes – increases output with welding automation, p: 4 – 5,
- Fortaco JL. – welding technology in heavy welding applications, p: 8 – 9,
- Kuhn Huard S.A. – „secret of VALK welding lies in the calibration”, p: 10 – 11,
- Kovona Systems s.a. – table frames for IKEA, p: 12 – 13,
- VTS Track Solutions-frames for track rollers on the welding, p: 14 – 15,

- Vares Mnichovice s.a. – welding robot on footprint-saving E-frame set up, p: 16 – 17,
- Saxas Gruppe – weld vehicles, p: 18 – 19
- Bollegraf Recycling Solutions – VALK welding robots are making the difference- p – 20 – 21,
- Valk Welding – p- thin-gage material improved, p: 22 – 23
- Pamasnoc Welding Systems – partner for more than 300 years, p: 24

Dr. Gremesberger Géza, PhD.

Az EWF éves beszámoló jelentése

(részlet a közgyűlés dokumentumából)

Az éves beszámoló Chris Eady úr az EWF elnökének áttekintő ismertetésével kezdődik.

Az elnök visszanyúl a görög történelemhez és ott a Kr. 500 évvel élt Herakleitos – ismert megállapítását idézi bevezetőül: „**panta rhei**”

Az EWF elnöke az EWF tevékenységét ehhez, mint tükörhöz igazítja és megállapítja, hogy a szervezet 2019- ben valóban az állandó kihívások és változások korát élte.

Ehhez lehet iránymutató az évi két közgyűlés egyikén a napjainkhoz kapcsolódó és a görög igazságot szem előtt tartó a jellegzetességekre törekvő tevékenységekből egy valóban fontos elem sorát áttekintése.

Az EWF rekonstrukciója magában foglalja a Nemzetközi Ipari Bizottságot és a Nemzetközi Minősítési Bizottságot, mint tanácsadó testületeket, amelyek közvetlenül az EWF Közgyűlése alá rendelt szervezeti egységek. A közgyűlés elfogadta és a szükséges változtatásokat az EWF alapszabályába és rendeleteibe átvezette, azzal a céllal, hogy az EWF közelebb kerüljön az iparhoz.

A Nemzetközi Additív Gyártási Minősítési Bizottság részére kijelölt feladat az Első Nemzetközi Fémek Additív Feldolgozási Minősítési Rendszer (EWFAM)-ben a tevékenységek megkezdése.

A Nemzetközi Minősítési Bizottságban az AM-re (Additive Manufacturing-ra) vonatkozóan az EWF ezen a területen már gyakorlatilag rendelkező tagjai segítik, támogatják ennek az új rendszernek több országon átívelő bevezetését, bevonva ebbe a támogatásba és elkötelezettségbe az AM nemzetközi, a világra kiterjedő, tevékenységeket végző szakértőket.

Az új EWF Minősítési Rendszer rendelkezik kitérítéssel adományozási lehetőséggel, ami „Egy a legjobb Minősítés kezdemények közül és nemzetközi szinten a Világ Gyártási Fórum (Word Manufacturing Forum) által adományozható.



Az ügy fontosságát tekintve az EWF tagok az EWF Regionális Stratégiájára vonatkozóan új tárgyalási fordulót tartottak – a megbeszélés sorozat még 2018-ban kezdődött és folytatódott 2019-ben is.

A cél az volt, hogy az EWF-ben levő különböző régiók képviselői befejezzék az érdekekre kiterjedő

tárgyalási sorozatot.

Az elért eredmény tette lehetővé az EWF jövőre irányuló stratégiájának kidolgozását.

Az EWF tevékenységének fontos eleme, hogy folyamatosan válaszol az iparból érkező kihívásokra és követelményekre azáltal, hogy új és a problémákhoz igazodó szakmai képzési és minősítési eljárásokat dolgoz ki és alkalmaz.

Ezeket a képzéseket teljes mértékben az ipari igényekre fejlesztette ki és a célul kitűzött eredményt pedig saját minőségirányítási rendszerével biztosítja. Az átfogó és azonos szakmai elméleti ismeretek és a szakmai gyakorlati képességek bárkinél adottsággá válhatnak, aki az EWF képzési rendszerének követelményeit sikeres vizsgával fejezi be, és ezt követően olyan EWF bizonyítványt kap, ami az egész világon érvényes.

Az EWF keretén belüli szakbizottságok biztosítják a szakszerűséget és a „napra készséget”.

A szervezet munkájának szakszerűségét biztosító fontosabb szervezeti egységek:

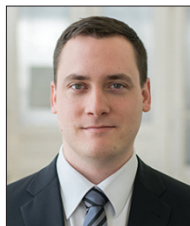
- Műszaki Bizottság:
 - képzés/oktatás és minősítési bizottság,
 - tanúsítási bizottság,
- Szabványosítási bizottság,
- Európai Unió ügyek bizottsága,
- EWF előírási rendszert kezelő bizottság.

Az EWF tehát felkészült az új körülményekre és 2020-ban az első közgyűlését már online formában rendezte meg – és nagy sikerrel – ezen többen vettek részt, mint eddig bármelyik közgyűlésén.

Dr. Gremesberger Géza, PhD.

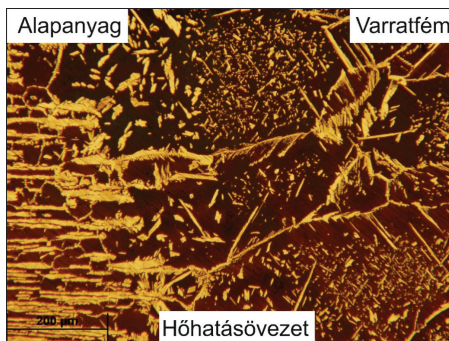
Varbai Balázs doktori védése hegesztés témakörében *Gratulálunk!*

Varbai Balázs 1988-ban született Budapesten. Középiskolai tanulmányait az Újpesti Műszaki Szak-középiskolában végezte, ahol 2007-ben érettségizett. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki karán 2011-ben gépészmérnöki B.Sc., 2013-ban okleveles gépészmérnöki M.Sc. oklevelet szerzett. A B.Sc. oklevél megszerzése után 2011-2014-ig anyagvizsgáló és tartályvizsgáló mérnökként a Corrocont NDT Kft.-nél, 2014-2015-ig karbantartó mérnökként a MOL Nyrt.-nél dolgozott. 2015-től napjainkig a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékén tanársegéd. Doktori tanulmányait 2016-ban kezdte a BME Pattantyús-Ábrahám Géza Gépészeti Tudományok Doktori Iskolában. 2017-ben egy szemesztert töltött a Le Tourneau University-n (Texas, USA) vendégkutatóként, mely időszak megalapozta doktori kutatásának fő témáját. 2017-2019 között kitüntetéses diplomával elvégezte a BME Hegesztő technológus szakmérnöki képzését, és európai (EWE) és nemzetközi (IWE) hegesztőmérnöki diplomát is szerzett.



1. ábra. Varbai Balázs, BME ATT

Varbai Balázs „A nitrogén szerepe a duplex korrózióálló acélok hegesztésekor” című doktori értekezését 2020. május 22-én védte meg, a BME-n elsőként online rendszerben (a kialakult vírushelyzet miatt). Értekezésének első fele az alapanyagban lévő nitrogén hatását vizsgálja a kialakult hőhatásövezet ausztenit tartalmára. A lassabb lehűlési idő nagyobb ausztenit tartalmat eredményez, amelynek becslésére az átalakulást leíró egyenlet az értekezésében található. Kutatómunkája második felében a varratfém nitrogén- és ausztenit tartalmával foglalkozott. Mivel minden duplex acél ferritként kris-



2. ábra. 2205-ös (EN 1.4462) duplex acél TIG-hegesztett varratának szövetszerkezete. Alkalmazott marószerszám: Beraha-II. A világos fázis az ausztenit a sötét a ferrit.

tályosodik a ferrit → ferrit + ausztenit átalakulás egy diffúziós folyamat, mely folyamat fő hajtóereje nitrogén diffúziója. Tiszta argon védőgáz alkalmazása esetén számolni kell a varratfém nitrogéntartalmának csökkenésével. A nitrogén-csökkenés mértéke növekszik az alkalmazott hőbevitel növelésével, melynek becslésére egy több duplex anyagminőség esetére is érvényes összefüggést fogalmazott meg. Nitrogénes védőgáz alkalmazásának esetén, korábbi modelleket alapul véve, kidolgozott egy továbbfejlesztett modellt, amely a hegesztési paraméterek és varratgeometriai tényezők ismeretében becslést ad a varratfém várható nitrogéntartalmára. Ezen eredmények alapján jobban tervezhető a duplex acélok hegesztéstechnológiája, annak érdekében, hogy mind a hőhatásövezetben, mind a varratfémekben megfelelő legyen a hegesztés utáni ausztenit-ferrit fázisarány.

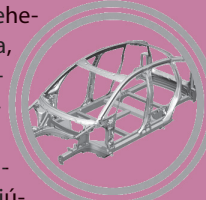
Balázs adjunktusként folytatja kutatói és oktatói munkáját a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszéken. A jövőben duplex acélok többsoros hegesztésével, oktatással és szakértői feladatok végzésével kíván foglalkozni.

Hegesztési webinárium sorozat

Minden kihívás egyben azt is jelenti, hogy új lehetőségek tárháza nyílik meg előttünk. Ennek szellemében a Magyar Hegesztési Egyesület Ifjúsági Fóruma a 2020-as évre célul tűzte ki az érdeklődő fiatalság, hallgatóság ismeretének bővítését, kapcsolatrendszerének szélesítését, mindezt virtuális formába átlátva.



Az idei évben először kerül megrendezésre egy, a hegesztés tématerületére összpontosító webinárium sorozat, amely során konferencia jelleggel, alkalmanként egy-egy szűkebb témakörhöz tartozó előadásokat hallgathatunk meg. Így módon, az online lehetőségeket kihasználva, teret biztosítunk az értékes tapasztalatcsere-re.



A webinárium sorozat első eseményére július 2-án, 17:15-kor kerül sor, amelynek keretén belül a duplex acélok hegeszthetőségére és az additív gyártástechnológiákra helyeződik a hangsúly.

További információ a mellékelt QR kód segítségével érhető el.

Tóth Tamás



FELHÍVÁS

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés az Európai Hegesztési Szövetség és a Nemzetközi Hegesztési Intézet által közösen üzemeltetett EWF/IIW-IAB szervezet Nemzeti Meghatalmazott Testületként hegesztési tevékenységet végző vállalatok tanúsítását végzi az

MSZ EN ISO 3834

szabvány alábbi fejezetei szerint:

- 2. rész: Teljes körű minőségirányítási követelmények,
- 3. rész: Általános minőségirányítási követelmények.



A sikeres üzemmalkalmassági auditot követően az MHT nemzetközileg elismert tanúsítványt bocsát a megrendelő rendelkezésére. Az MHT a NAH-6-0060/2015 nyilvántartási számú akkreditált státusza alapján MSZ EN ISO 3834-2,-3 szabvány fejezetei alapján is le tudja folytatni a tanúsítási folyamatot és ki tudja adni a tanúsítványt.

Tanúsításra jelentkezés és bővebb információ érdekében az alábbi elérhetőségeken várjuk érdeklődését:

e-mail: benedekj@mhte.hu; telefon: 06 70 400 2767

HÍREK



3rd International Conference on Vehicle and Automotive Engineering VAE2020



25. November 2020. Miskolc, Hungary



Konferencia felhívás

A 3rd International Conference on Vehicle and Automotive Engineering, VAE2020 konferenciát idén ONLINE formában 2020. november 25-én rendezzük meg. A konferencia célja, hogy összehozza a területen dolgozó tudományos és ipari szakembereket és megmutassa ezeknek a területeknek a fejlődését. A konferenciát az IIW (Nemzetközi Hegesztési Intézet) támogatja.

A konferencia fő témakörei:

- A. Conventional Powertrain & Emission
- B. Alternative Powertrains
- C. Vehicle Dynamics
- D. Materials & Manufacturing
- E. Vehicle Electronics
- F. Autonomous vehicles
- G. Noise & Vibration

- H. Active and Passive Safety
- I. Sustainability
- J. Education
- K. Design of Vehicle Structures and Surfaces
- L. Optimization
- M. Welding
- N. Multi linkage structures

A konferencia kiadványába 6-16 oldalas angol nyelvű szakcikkeit várunk, amelyek leadási határideje 2020. július 10.

A leadott cikkekhez legalább 4 javasolt bírálót kérünk megnevezni (név, cég, e-mail), melyek egyike külföldi kell legyen.

Az elfogadott cikkek a Springer Verlag által kiadott Scopus indexált, LectureNotes in MechanicalEngineering sorozatban kerülnek publikálásra, ahogyan az előző konferencián is:

https://www.springer.com/gp/book/9783319756769,
https://www.springer.com/gp/book/9783319511887.

Tájékoztatom, hogy az előző konferencia kiadványát, mely a Springer Kiadónál jelent meg, eddig 146 ezren töltötték le. A kiadvány Scopus által indexált és Q4-es volt.

Esemény

- Cikk leadás
- Cikk elfogadás
- Részvételi díj fizetése szerzőknek
- Részvételi díj fizetése (cikk nélkül)

KONFERENCIA

Határidő

- 2020. július 11.
- 2020. augusztus 21.
- 2020. augusztus 21.
- 2020. október 30.
- 2020. november 25.

A konferencia honlapja: <http://vae2020.uni-miskolc.hu>

További információ: vae2020@uni-miskolc.hu

Utolsó konferencia hívás: „A WELDONE a gyakorlatban”

A Skype találkozóra, amely a következő hónapokat tekintve utolsó alkalommal hozta össze a WELDONE partnereket, 2020. május 27-én, szerdán került sor. A MÁTRAI vezetésével folytatott megbeszélés „AWELDONE a gyakorlatban” című szellemi termék fejlesztésének első lépése volt, amely elősegíti az elméletből a gyakorlatba való átmenetet, és amely egy praktikus eszközkészlet a WELDONE ToT tanterv megvalósításához a Workshop Modell segítségével. A konferencia során a MÁTRAI röviden és érthetően bemutatta a modellt a partnerek számára, akik most elkezdik a ToT tanterv végrehajtását támogató WELDONE oktatási forrásainak előkészítését.

ŽeljkoHabek, a projekt koordinátora, nyilvános Facebook közleményében köszönte meg



a MÁTRAI-nak a magas színvonalú prezentációt és kiváló ötletet, amely valódi hozzáadott értéket jelenthet a projekt számára.

Helyszín: Online
Házigazda: MÁTRAI
Időpont: 2020.05.27.

Részvevők:

- ISQ – Raquel Maria Almeida&TâniaAlves
- EWF – SusanaNogueira
- ASR – DanutSavu
- MÁTRAI – Benus Ferenc, Ifj. BenusFerenc, Körösi Henrietta & Kelemen Zoltán
- IOS – EditaMargeta&MirtaSzugi
- IEKEP - Ilias - MichailRafail
- STRUKA – ŽeljkoHabek

Bemutatkozik

a Hegesztő és Anyagvizsgáló Szakma Támogatásáért Alapítvány

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés (MhTE) közgyűlése a 2019.12.05-i ülésen úgy határozott, hogy egy alapítványt hoz létre a szakmai tevékenység erősítésére, amelyhez a pénzügyi és anyagi források megteremtése nélkülözhetetlen.

Az alapító okiratban szereplő célkitűzés elsősorban a tagvállalatok által gyakran felvetett észrevételeket gyűjtötte össze és fogalmazta meg, kiegészítve az ipar területén dektált igényekkel.

Alapítvány célja: Minden olyan tevékenység átlátható támogatása, amely a hegesztési és anyagvizsgáló szakma szélesebb körű és elengedhetetlen ismeretét, eszközrendszerét feltételezi és igényli. A fő tevékenység mellett, mint gyártási, szerelési és karbantartási munkákat végzők úgynevezett kiegészítő ismereteinek megszerzésére irányuló figyelem megteremtése, valamint pénzügyi és egyéb anyagi források létrehozása, azaz:

- a) hegesztés, anyagvizsgálat és rokontechnológiák eredményeinek terjesztésére, alkalmazási lehetőségeiknek megismertetésére és elősegítésére
- b) az eredményeket létrehozó kutató, fejlesztő és alkalmazások megismeréséért tevékenykedő emberi erőforrás elismerésére
- c) nemzetközi szakmai trendek, kutatás-és fejlesztés eredmények elérhetőségének megteremtésére az iparban tevékenykedő szakemberek számára
- d) a hegesztő és anyagvizsgáló szakmát művelők támogatására a tudás, a kreatív, az innováció és logikai kompetenciák eredményes alkalmazása, információk nyújtása és gyűjtése céljából

Az Alapítvány nyitott, ahhoz bármely hazai vagy külföldi természetes vagy jogi személy tetszése szerinti vagyoni hozzájárulással csatlakozhat.

Az Alapító az alapítvány vagyonának kezelésére, a célok folyamatos megvalósítása érdekében egy háromtagú kuratóriumot nevezett meg:

Elnök: Dr. Czitán Gábor, címzetes egyetemi tanár, Európai Hegesztő Mérnök /EWE/
Tagok: Bakos Levente, Európai és Nemzetközi Hegesztő Mérnök / EWE/IWE/, Törköly Tamás, Európai és Nemzetközi Hegesztő Mérnök /EWE/IWE/

A kuratórium éves munkatervet készít és aszerint végzi munkáját, határozatait nyilvános ülés tartásával hozza meg. Tevékenységének súlyponti feladata a források megteremtése, és az MhTE tagvállalatoktól, illetve a szakterületekről érkező igények, javaslatok értékelését követő megvalósítása.

Az Alapítvány támogató tevékenysége főbb vonalakban:

- európai szabványok magyar nyelvű szabványként való megjelentetésének támogatása;
- szakmai konferenciákon, találkozókra való részvétel támogatása;
- nemzeti és nemzetközi szakmai kapcsolatok ápolása és fejlesztése;
- hegesztőanyagok magyarországi felhasználásának időszakos megjelentetése;
- hegesztési és rokoneljárásokkal foglalkozó szakemberek eredményeinek elismerése;
- hegesztési versenyek támogatása;
- fiatal szakemberek támogatása (pl. konferencián előadónak stb.)

- tudományos diákköri tevékenység, hegesztési szekció, díjazás;
- kutatás támogatása pl. phd. fokozat elnyerésének támogatása.
- hazai és nemzetközi szakmai publikációk elősegítése
- szakmai felsőoktatási intézmények kutatás-fejlesztéssel foglalkozó intézeteivel együttműködés a kutatási eredmények gyakorlati felhasználása érdekében
- ipari tapasztalatok, szükségletek visszacsatolása a kutatók-fejlesztők részére
- diploma munkákhoz témák, konzulensek megjelölés
- ösztöndíj programok létrehozása
- tankönyvek kiadása

Az Alapítvány munkáját az MhTE új székhelyén kezdi meg:

Elérhetőségünk:

- 1149 Budapest, Mogyoródi út 32. „A” épület 4. emelet.
- Tel: (36-1) 769-0056

Elérhetőségünk további megteremtése érdekében, a munkatervünk transzparensztételére és nem utolsósorban a támogatók bekapcsolására egy honlap létrehozásával indítunk, www.mhtealapitvany.hu amely szeptembertől válik élessé.

Alapítványunk várja észrevételeiket, javaslataikat és nem utolsósorban a források megteremtéséhez szükséges támogatásukat!

Szakmai üdvözléttel
Dr. Czitán Gábor,
MhTEAlapítvány elnök
Tel: +36309519914

TECHNOLÓGIAI ELŐNY A HEGESZTÉS ÉS VÁGÁS VILÁGÁBAN

**ABICOR
BINZEL®**

Több mint hegesztés...

Csúcsminőség és 100%-os megbízhatóság

Cooptim®

HEGESZTÉSTECHNIKA

A Binzel kizárólagos forgalmazója

Minden, amire a minőségi munkához szüksége lehet!

webáruház:

www.cooptim.hu

**Hegesztéstechnikai
eszközök,**

**ív- és lánghegesztő
készülékek,**

csiszolóanyagok,

védőeszközök,

elektródák,

**forrasztóanyagok
és szerszámok**

**nagy választékban
kaphatóak**

**hegesztéstechnikai
áruházunkban,
szaküzleteinkben.**

**Hegesztéstechnikai
áruházunk:**

2030 Érd,

Budafoki út 10.

Tel.: (23) 521 430

Fax: (23) 521 439

E-mail: aruhaz@cooptim.hu

Szaküzletünk:

8000 Székesfehérvár,

Géza u. 54.

Tel.: (22) 504 170

Tel./fax: (22) 301 751

E-mail: fehervar@cooptim.hu



WELDOTHERM®

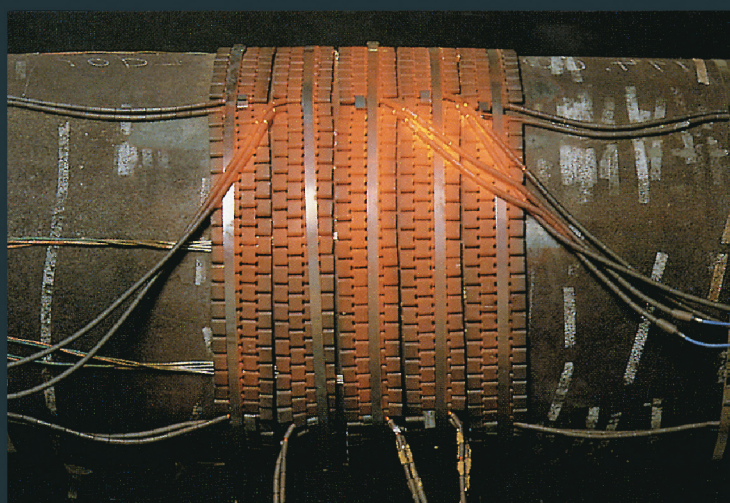
G.M.B.H. ESSEN

HIGH Tech

HIGH-TECH NÉMETORSZÁGBAN - HIGH TECH MAGYARORSZÁGON

EGYENLETES HŐBEVITEL FÜGGETLENŰL
A MUNKADARAB TÖMEGÉTŐL.
A FOLYAMATOSAN MÉRT HŐFOKVÁLTOZÁSNAK
ÉS A PROGRAMVEZÉRLÉSNEK
KÖSZÖNHETŐEN A HŐFOKELTÉRÉS A TELJES FŰTÉSI
TARTOMÁNYBAN KISEBB MINT 1%.
FOLYAMATOS HŐFOKREGISZTRÁLÁS, KIFORROTT,
BEVÁLT TECHNOLÓGIA

TÖBB ÉVTIZEDES SZAKMAI MŰLTAL PÁROSÍTVÁ = WELDOTHERM®



IHR PARTNER BEI DER WÄRMEBEHANDLUNG
PREHEAT AND POSTHEAT SPECIALISTS
PARTNERE A HELYSZÍNI HŐKEZELÉSEKNÉL

WELDOTHERM HŐTECHNIKAI ÉS KERESKEDELMI KFT.
8400 AJKA, GYÁR ÚT 40. TELEFON/FAX: 06-88/213-934, 213-935

Érsek László*

Vasúti sínek hegesztése

2. rész: Az aluminotermikus eljárás

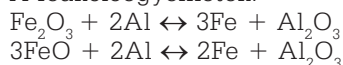
Az 1. részben [9] bemutatásra került a vasúti sínek jelentősége, feladatai, a jellemző igénybevételek, a hézag nélküli vasúti pálya előnyei. Ezt követően a vasúti sínek anyagainak, a járatos sínformáknak, jelölésüknek, gyártásuknak ismertetése következett. Végezetül egy áttekintéssel zárult az 1. rész az elvileg szóba jövő és a gyakorlatban alkalmazott hegesztési eljárásokról.

Az aluminotermikus sínhegesztés

Az aluminotermikus (röviden termit-, rövidítve AT) hegesztés a 19. sz. végén feltatált, azóta számos továbbfejlesztéssel átesett eljárás. Alapja egy hőtermelő kémiai reakció, amelynek során az alumínium a vasoxidot redukálja. Az eljárásra az első használható szabadalmat a német **Goldschmidt** jelentette be 1899-ben. (Az AT hegesztési eljárások egy jelentős részét ma is Goldschmidt eljárásoknak nevezik.)

A termitreakció során az alumínium a fémoxidokat intenzív hőfejlődés közben redukálja. Hegesztés céljára a vasoxidjai jönnek számításba: leginkább a vasoxid (Fe_2O_3), valamint a vasoxidul (FeO).

A reakcióegyenletek:



A reakció közben felszabaduló hőmennyiség valamivel 830 kJ (~200 kcal) felett van. A keletkező termitacél kb. 2400–2600 °C hőmérsékletű. Részben gazdaságossági megfontolásból, részben pedig azért, mert a túlságosan magas hőmérsékletű fémfűrdő gyorsan oxidálódik, az adag tömegének 10–15%-át kitevő mennyiségben apró acélhulladékot is kevernek az elegybe. Ennek hatására a termitacél hőmérséklete csak 2200–2400 °C, de a hegesztéshez ez is elegendő. [8]

Az AT-heg tulajdonképpen *öntőhegesztés* és a végrehajtási módját tekintve is inkább a hegesztésnél egyszerűbben végrehajtható öntéshez áll közelebb. Erre utal az is, hogy a hegesztési eljárások megnevezését és azonosító jelölésüket tartalmazó EN ISO 4063 szabvány az *egyéb hegesztési eljárások* közé sorolja, **71** kódszámmal.

Az olvadt termitacél hőmérséklete magasabb az acél olvadáspontjánál, így a sínek homlokfelülete biztonságosan megolvad. Az eljárás gazdaságos-

ságát nagymértékben fokozza, ha a homlokfelületeket előmelegítik, mert ebben az esetben a termitpor, ill. a termitacél mennyisége kevesebb lehet. A gyakorlatban az előmelegítés szokásos hőmérséklete 900–1000 °C. [8]

A hegesztőadag (termitpor) Alport, vasoxid-port és nemesítő (ötvöző) anyagokat tartalmaz. Az ötvöző anyagok révén érhető el, hogy a varrat szilárdsága és keménysége megfelelő legyen. Az ötvöző-anyagok az alábbiak lehetnek: ferrovanádium (FeV), ferromolibdén (FeMo), ferromangán (FeMn), ferroszilícium (FeSi). A termithegesztés egykori és napjainkban történő kivitelezése látható a **13.** és a **14. ábrán**.

Az eljárás során a sínvégeket előmelegítik, amelynek révén kisebb hőmennyiségre, azaz kisebb termitadagra van szükség a hegesztés végrehajtásához. Az előmelegítés szerepe a hegesztési varrat helyének és környezetének kiszárítása, valamint a lehűlési sebesség mérséklése.

A kémiai reakció megindításához a termitport szűrő lánggal (min. 1300 °C) kell meggyújtani. A folyamat nagy szikraképződéssel, rövid idő alatt (kb. 5–5 mp) lejátszódik, miközben a hőmérséklet 2000 °C fölé emelkedik. A megolvadt varratanyag további 8–30 mp fővési (megnyugvási idő) után a sínvégek közé folyik, a megolvadt salakanyag pedig a salaktálcába kerül.

Acélokban gyakorlatilag minden ömlesztőhegesztési eljárásnál jelentkezik egy – az eljárástól, a hegesztési technológiától függő – *hőhatásövezet*. Mivel az AT-hegesztés hőmérséklete lényegesen alacsonyabb, mint az ívhegesztéseké vagy a tompahegesztéseké, a hőbefolyásolt zóna szélessége – hasonlóan a kis hőbevitelű, kevésbé koncentrált hőforrásokhoz – jóval szélesebb ezekénél. Ez azonban azt is jelenti, hogy AT-hegesztésnél nagyobb tömegű alapanyag hevül fel, a lehűlés sebessége tehát – és ezzel együtt a



13. ábra: AT-hegesztés egykor ...



14. ábra: ... és napjainkban

hőhatásövezetben mérhető maximális keménység is – jóval kisebb. [8]

A szobahőmérséklettől az olvadáspontig fokozatosan változó hőmérsékletek során átkristályosodások, fémtani változások következnek be. Az így kialakuló hőhatásövezet mechanikai tulajdonságai az alapanyagétól lényegesen eltérhetnek, ami a hegesztett kötés szilárdságát, szívósságát esetenként károsan befolyásolja.

AT-hegnél is a *durvaszemcsés övezet* a kötés legkritikusabb része: keménysége a gyors lehűlés következtében a legnagyobb, szívóssága a legkisebb. A hegesztett kötések tönkremenetele is ebből az övezetből indul ki vagy itt következik be; ezért törekedni kell szemcsedurulásra kevésbé hajlamos (pl. Al-mal, V-mal csillapított) vagy alacsonyabb hőmérsékleten hengerelt acélok alkalmazására. Továbbá minden hegesztési eljárásnál azt kell elérni, hogy a legkevesbé szívós durvaszemcsés zóna a lehető legkeskenyebb legyen. Ebből a szempontból a nagyobb hőmérsékletű hőforrással, rövidebb ideig tartó eljárások – pl. a leolvasztó tompahegesztés – a kedvezőbbek. Ekkor azonban kisebb a hegesztés-

tés során átmelegedett anyagrészek tömege is. Ezért nagyobb lesz a hegesztést követően a lehülési sebesség és így a keskenyebb durvaszemcsés övezet keménysége veszélyes mértékben megnőhet. Gyakorlati tapasztalatok alapján a kb. 300 HBW értéket meghaladó anyagrészek repedési veszélye már jelentős lehet. A hegesztési technológia kidolgozása során ezért – megfelelően megválasztott előmelegítéssel és esetleg utólagos hőkezeléssel – el kell elérni, hogy a hőhatás-övezeten belül a keménységértékek ezen határ alatt maradjanak. [8]

A továbbiakban a feltételrendszerre, továbbá a követelményekre és a kivitelezésre, valamint az átadás-átvételre vonatkozó előírásokat a D.20. utasítás alapján ismertetem.

A hegesztő személyek és a hegesztést kivitelező gazdálkodó szervezetek alkalmassági feltételei

Az AT sínhegesztést végző személyeknek és a hegesztést kivitelezőnek az MSZ EN 14730-2 szabványban és az erre vonatkozó MÁV *Végrehajtási Szabályzatban* (VSz) foglaltaknak kell megfelelniük.

A MÁV Zrt. vonalain csak a VSz szerint jóváhagyott hegesztést kivitelező alkalmazásában álló, AT hegesztési engedéllyel rendelkező hegesztő végezhet hegesztést.

A hegesztést kivitelezőnek rendelkeznie kell aluminotermikus sínhegesztő tevékenységre vonatkozó bejelentéssel, tanúsított minőségirányítási rendszerrel, valamint a VMR (Vasúti Minősítő Rendszer) 3.1.-nek megfelelő, megnevezett sínhegesztési tevékenységre vonatkozó, auditált rendszerrel.

A hegesztési munkák irányítására a hegesztést kivitelezőnek rendelkeznie kell megfelelő végzettségű hegesztő szakemberekkel. A különböző szintű hegesztő szakemberek (IWE, IWT, IWS) hozzárendelése a vasútvonalak fontosságához (törzshálózat, mellékvonal) a D.20. utasításban nem egyértelmű. Továbbá a „hegesztő műszaki szakember” terminológia az EWF (European Welding Federation) rendszerében jelenleg már nem létezik.

A hegesztést végzőkre vonatkozó fő követelmények lényegében megegyeznek az ömlesztő hegesztőkével a **HBSz** (Hegesztési Biztonsági Szabályzat) szerint, néhány *szakma-specifikus* kiegészítéssel:

- betöltött 18. életév,

- kiterjesztett egészségügyi alkalmasság az előzetes és az időszakos orvosi vizsgálatok alapján,
- fémipari területen szerzett szakmunkás végzettség,
- legalább 6 hónap szakmai gyakorlat igazolása valamely ívhegesztő eljárásból,
- aluminotermikus sínhegesztő alapképzés elvégzéséről bizonyítvány,
- arcképes aluminotermikus hegesztési engedély és nyilvántartott hegesztő azonosító jel (hegesztőszám),
- érvényes tűzvédelmi, munkabiztonsági, figyelőóri, kisgépkészeldi vizsgák megléte; szakmai utasítások és az alkalmazott hegesztési eljárások technológiai utasításainak ismerete,
- évenkénti időszakos szakmai (elméleti és gyakorlati) továbbképzésen, valamint általános és helyi munkabiztonsági oktatáson való igazolt részvétel,
- nem hazai kivitelező esetén megfelelő referencia bemutatása (hol, mikor, mennyi hegesztést végzett; vevői megelégedettségi igazolás); valamint az előzőekben felsorolt feltételeket igazoló okmányok hiteles magyar fordítása.

Az *alapképzés* keretében az AT-hegesztőknek – az ömlesztő hegesztést végzőkhöz hasonlóan – elméleti és gyakorlati ismereteikről számot kell adniuk. Az írásbeli *elméleti vizsga* során két kérdéscsoportot kapnak: az első ún. „törzsanyag”, amelynek témakörei: vasúti pályaismeret, anyagtudomány, hegesztés. A második kérdéscsoport a konkrét AT-hegesztési eljárásváltozatra, ill. azok legfontosabb beállítási adataira vonatkozik. Mindkét írásbeli rész ún. *feleletválasztós* rendszerű, melynek során 4, ill. 3 lehetőség közül kell a helyes választ megadni. A megfelelési szint viszonylag magas: mindkettőnél 80%. Ennek teljesítése a több kérdést tartalmazó törzsanyagnál általában nem szokott gondot okozni; az eljárásváltozatokra vonatkozó adatlapoknál viszont csak egyetlen tévesztés megengedett! Ebben a vizsgarészben egymástól csak minimális mértékben eltérő technológiai adatok közül kell kiválasztani a helyeset. Manapság, amikor minden oktatási formában küzdünk a memoriter ellen, célszerű lenne valamely más visszakerdezési formát alkalmazni.

A *gyakorlati vizsga* értelemszerűen nem végezhető az ömlesztő hegesztéseknél szokásos módon. A minősítésről szóló tanúsítvány ki-

adásához az elméleti vizsgát megelőzően legalább 25 hegesztést kell végeznie a hegesztőnek *üzemi körülmények között* (a vasúti pályában) és azt a D.20 szerinti *Hegesztési jegyzőkönyvben* („Építési naplóban”) igazolni. Ez – mint egy WPS – tartalmazza a legfontosabb hegesztés-technológiai adatokat, továbbá a hegesztést követően elvégzett szemre-vételezéses, valamint geometriai vizsgálat eredményeit.

Sikeres vizsga után ezek alapján az MHtE (Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés) egy *tanúsítványt* ad ki a hegesztő minősítéséről. Ez természetesen kevesebb szakmai információt tartalmaz, mint az ömlesztőhegesztő hegesztési eljárásokról kiadott hasonló tanúsítványok. E tanúsítvány alapján adja ki a MÁV illetékes szervezeti egysége, ill. az erre jogosult „vasút vállalat” a tartalmi és formai igényeiknek megfelelő *oklevelet és hegesztési engedélyt* (pl. tanfolyamok, továbbképzések igazolása; arckép az engedélyen). (Ezekre minta az MSZ EN 14730-2 szabvány tájékoztató jellegű **A mellékletében** található.)

Az AT hegesztés tárgyi feltételei

Eszközök

A hegesztéshez szükséges eszközöket a gyártmány és a típus megnevezésével, a szükséges mennyiségek megadásával a vonatkozó hegesztési eljárás technológiai utasításában kell megadni. A D.20. utasítás tételesen felsorolja ezeket az eszközöket.

Az AT hegesztő adag

Az AT hegesztés anyaga a *hegesztő adag*, ami a hegesztés során részben beépül a varratba, részben pedig elhasználdik (salakanyag formájában).

Hegesztéshez mindig csak *minőségi bizonyítvánnyal* ellátott hegesztő adagot szabad használni. A hegesztő adagnak az alkalmazott hegesztési eljárásnak, a sín rendszerének és acélminőségének kell megfelelnie.

Segédanyagok

A segédanyagok közé azokat az anyagokat sorolják, amelyek a hegesztés során elhasználdnak és nem épülnek be a varratba: pl. az öntőforma, a vihargyújtó, az előmelegítéshez használt gázok. Ezek közül említést érdemel a *vihargyújtó*, ami a termitreakció megindítására szolgál. 300 °C-on gyullad;

emiatt a tárolás, használat során fokozott óvintézkedéseket kell betartani.

Munkabiztonsági előírások

Általános kötelezettségek

Az egyéb hegesztési eljárásokhoz hasonlóan.

Fontos eltérés: Termithegesztést egyedül tilos végezni!

Veszélyhelyzet

Elsősorban a palackok helytelen kezelése, ill. az ebből adódó tűzesetek során fordulhat elő.

Erre vonatkozóan van egy *előszabványunk*: az MSZE 12813.

Védőfelszerelések

A hegesztést végző személyeket *egyéni védőfelszereléssel* kell ellátni. Ezek:

- alupigmentes vagy lángmentesített védőruha,
- lábszárvédő,
- oldalról zárt hegesztő szemüveg fehér és fekete üveggel,
- védősapka,
- védőkesztyű,
- magas szárú, békanyelves védőbákancs.

A hegesztési munkához csak a hegesztés követelményeit kielégítő, *minőségi bizonyítvánnyal* rendelkező egyéni védőfelszereléseket szabad használni.

A munkabiztonsági kérdések kiemelt fontosságát mutatja, hogy hazánkban az MSZE 12804 *előszabvány* foglalkozik a termithegesztéssel.

A szabadban végzett hegesztésekre vonatkozó időjárási feltételek

Tilos hegesztést végezni fagypont alatt, valamint erős szélben, esőben, havazásban, villámlás esetén; valamint, ha a hegesztés időtartama alatt kedvezőtlen időjárás-változás várható. Már elkezdett hegesztés közben bekövetkezett váratlan csapadék esetén ernyővel és takaró lemezzel kell gondoskodni a hegesztés helyének és közvetlen környezetének védelméről a varrat lehűléséig.

A munkahelynek a hegesztés 2 m-es körzetében hó- és jégmentesnek kell lennie.

Közbenső hegesztések 0 °C felett bármilyen sínhőmérsékleten végezhetők, de nagy nyári melegben ezt munkaéleti és egészségvédelmi szempontok korlátozhatják.

Termithegesztést fagypont alatt – legfeljebb -3 °C sínhőmérsékletig – csak kivételesen lehet végezni. Ebben az esetben

- a formák felszerelése előtt a sínt teljes keresztmetszetében 1-1 m hosszúságban 50 °C-ra fel kell hevíteni,
- a hegesztő adagot felbontásáig fagymentes helyen kell tárolni. (Az adag nem hűlhet 0 °C alá, mert a megfagyott vízcseppektől robbanás következhet be a termitreakció során.)

A hegesztések végrehajtása

A hegesztések munkapadon (műhelyben) vagy a pályában végezhetők. A műveletek három főcsoportba sorolhatók.

Előkészítő műveletek

A sínek vágása

A sínek vágását elsősorban *mechanikus* módszerrel kell elvégezni, de általában megengedett a termikus vágás is. Bizonyos sínhegesztő technológiák tiltják a lángvágást, ezt a munkáltatásnál figyelembe kell venni. A lánggal vágott sínvégen vasúti járművel áthaladni tilos!

A mechanikus síndarabolás során *sínfűrészszel* vagy *korongos gyorsvágóval* kell a sínt vágni. Sínfűrész alkalmazása esetén a megfelelő hűtésről gondoskodni kell. A fűrészrelést a házagnélküli vágányban csak a *semlegesnél* (a legalacsonyabb téli és a legmagasabb nyári sínhőmérséklet számítani középértéke) alacsonyabb sínhőmérsékleten lehet alkalmazni. Egy korongos gyorsvágó látható a 15. ábrán.

Termikus síndarabolás a lángvágással végzett sínvágás, amelyet vezetőminta alkalmazása mellett a teljes keresztmetszetben el kell végezni. A lángvágást propán-oxigén üzemű vágópisztollyal folyamatosan, egyenletes sebességgel, a 16. ábra szerinti sorrendben kell végrehajtani:

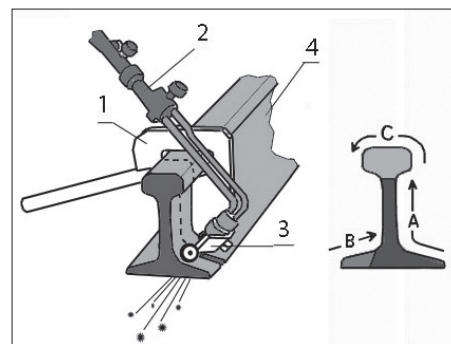
- A) a sántalp egy része és a síngerinc,
B) a maradék sántalp,
C) sínfej.

Az esetek többségében – az R350 sínminőségek kivételével, amelyeket lánggal vágni *nem szabad* –, a lángvágást megelőzően *előmelegítést* kell alkalmazni.

A sínek lánggal történő vágását Magyarországon elsősorban nem a technológia, hanem a sínminőség és a sínminőség alapján az adott vasúttár-



15. ábra: Korongos gépi gyorsvágó



16. ábra: Termikus síndarabolás



17. ábra: A sínvégek vízszintes beállítása

saság (a MÁV vagy a BKV dönti el). Például a német Goldschmidt (Elektro-Thermit) által kiadott technológiákban a lángvágás tilos az R260-as sínminőség esetében, azonban a MÁV engedélyezi az R260-as sínek lánggal történő vágását, a tiltást csak a fejedezett sínek esetében alkalmazza (R350 HT és afelett). A Goldschmidt is eltérő technológiai utasításokat ad ki



18. ábra: Függőleges beállítás



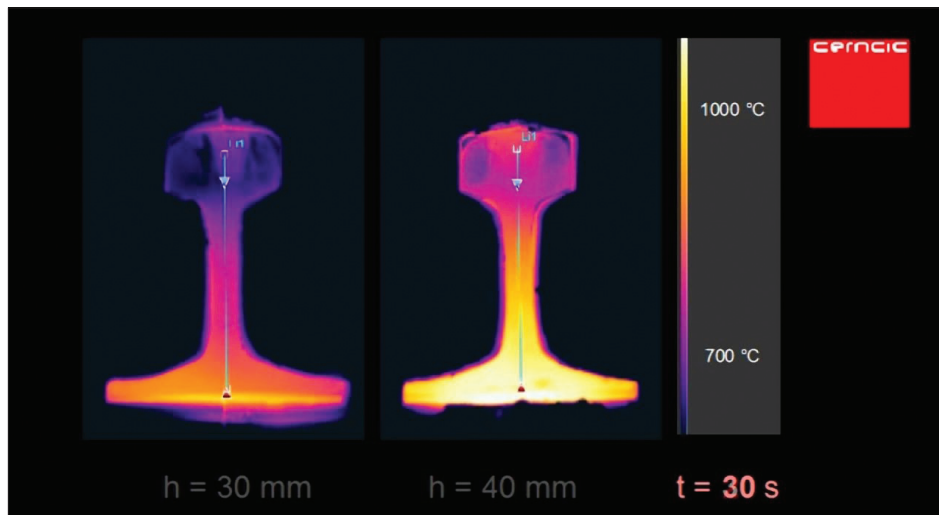
19. ábra: Öntőforma az SRZ-eljáráshoz

pl. Németországra és minden más országra; ezt a technológiai utasításuk elején fel is tüntetik, hiszen a vonatkozó TU-t az adott vasúttársaságnak el kell fogadnia.

Hegesztési hézag készítése

A sínhegesztéshez az összehegesztendő sínek végeinek homlokfelületeit úgy kell kialakítani, hogy azok a sín hossz tengelyére merőlegesen, a sántalp vízszintes tengelyéhez viszonyítva függőlegesen és síkfelületűek legyenek, a futó- és a vezető felületek teljesen síkba essenek. A sínvégek vízszintes és függőleges irányú beállítására – „kiirányítására” – példákat a 17. és 18. ábrák mutatnak. A sínvégek lánggal történő vágása esetén vezetőmintha használata kötelező!

A hegesztési hézagot az adott technológiának megfelelő nagyságúra kell készíteni, a tűrés szigorú betartásával. A hőmérsékleti viszonyoktól függően bizonyos esetekben a megfelelő hegesztési munkahézag beállításához az összehegesztendő sínszalakat fel kell melegíteni, vagy sínfeszítő készüléket kell használni. A termitreakció közben a sín a hőhatásövezetben felhe-



20. ábra: Az előmelegítés hőmérsékletviszonyai

vül. A fej nagyobb tömege miatt több hőt vesz fel, ezért lassabban hűl. Zsugorodása emiatt tovább tart, és lehűlés után a hegesztett kötés előzetes kiékelés nélkül lehajlott formában szilárdulna meg. Ezért a hegesztési hézag kialakításakor a sínvégeket – az adott technológiának megfelelő mértékig – *ki kell emelni*. Ehhez vasékeket, kalapácsot, esetleg speciális irányító készüléket, valamint hézagmérő ékeket illetve sablont és acélvonalzót kell használni. Az ékeknek a hegesztési varrat kihüléseig (a finomkösörülésig) a sínek alatt kell maradniuk. (Sajnálatos módon a kiemelés illusztráló ábrát – sem az Interneten, sem a D.20. utasításban – nem sikerült találni; pedig ez véleményem szerint fontosabb lenne, mint a sínvégek szintbe állítása, mivel itt *irányértékeket* lehetne/kellene megadni. Egy elvi jellegű ábra – *vázlat* – [2]-ben látható.)

Tégelyek, felszorító készülékek

Az AT-hegesztés végrehajtása során fontos szerepük van a tégelyeknek és a felszorító készüléknek.

A tégelyek feladata a termitpor felvétele. Tartósak vagy egyszer használatosak lehetnek.

A felszorító készülékek általában *egyetemes* kialakításúak, ill. használhatóságúak. Az egyetemes felszorító készülékek feladata:

- az öntőformáknak a formatartó lemezekkel való felszorítása,
- a tartós tégely helyes pozícióban tartása,
- a hevítő pisztoly tartása az előmelegítés ideje alatt

Az egyszer használatos tégelyhez és az egyes hegesztő technológiákhoz

különböző felszorító–tartó készülékeket használnak.

Öntőformák

Csak az adott technológiának és sántipusnak megfelelő formát szabad használni. Átmeneti – különböző rendszerű sínek közötti – hegesztések készítéséhez átmeneti formákat kell használni. Öntőformára mutat példát a 19. ábra.

Az öntőformák felszerelése

Az R320Cr és a magasabb minőségi osztályú síneket $+10\text{ °C}$ alatt $100\text{--}100\text{ cm}$ hosszúságban $40\text{--}45\text{ °C}$ -ra fel kell melegíteni.

A kiemelt és „kiirányított” sínvégekre pontosan illesztve kell felhelyezni az öntőformákat a formatartó lemezekkel együtt, a hegesztési hézagra szimmetrikusan.

Nagyon fontos a sínprofil és az öntőforma közötti *rések eltünttetése*, amit tömítőhomokkal vagy tömítőpasztával kell végezni.

A tégely és az előmelegítő égő beállítása

Az adott eljárásváltozatnak megfelelő technológiai értékek szerint kell végezni. Egyszer használatos tégelyek esetén a szükséges műveletek száma kisebb.

A sínvégek előmelegítése

Az előmelegítést gondosan kell végezni, mivel alapvetően meghatározza a hegesztett kötés minőségét. Azon kevés műveletek, ill. paraméterek közé tartozik, amelyeknél a hegesztőnek lehetősége van a beavatkozásra (rontásra).

A magas C-tartalom, illetve karbon-egyenérték miatt minden esetben előmelegítés lenne szükséges.



21. ábra: Sínköszörű a sínfej formai kialakításához

Utóbbi meghatározására azonban nem a szokásos összefüggéseket – CE, CET, P_{cm} – „hívja be” a D.20. utasítás 1. számú melléklete, hanem az alábbi képletet javasolja:

$$Ce = Mn/5 + (Cr+V)/5 + Ni/15 + Mo/4 + Cu/13 + P/2 + Si/24 + 0,0024a$$

ahol az „a” anyagvastagsági jellemző: a sínfej legnagyobb mérete. A formula némileg emlékeztet az IIW (International Institut of Welding = Nemzetközi Hegesztési Intézet) által javasoltra. „Érdeme” viszont, hogy a vegyi összetétel mellett a geometriai viszonyokat is igyekszik figyelembe venni.

Sínek AT-hegesztésénél az előmelegítés célja, hőmérséklete sem egyezik meg az ötvözetlen acéloknál szokásossal. A hevítő láng az *elsődleges cél* – a sínvégek 900–1000 °C-ra hevítése – mellett a nedvesség eltávolítására és a formák kiszáraitására is használható. A sínvégek előmelegítéséhez csak az adott sínhegesztő eljárásához készült hevítő készüléket szabad használni.

Az előmelegítés *időtartama* számos tényezőtől függ, így:

- az égőfej típusától,
- az égő és a sínfej távolságától,
- a sínszelvény méreteitől,
- az illesztési hézagtól,
- a sínhőmérséklettől,
- a gáz fajtájától, tisztaságától, nyomásától

A 20. ábrán az előmelegítés *hőmérsékletviszonyai* láthatók különböző illesztési hézagok esetén.

Az előmelegítés konkrét időtartamára a mindenkor AT-hegesztési eljárás szolgáltatójának előírásait kell alkalmazni; szükség szerint korrigálni kell

a mindenkor időjárási viszonyoknak megfelelően.

Annak ellenére, hogy a D.20. utasítás 6. számú mellékletében hivatkozás történik az *előmelegítési hőmérséklet mérésére* vonatkozó MSZ EN ISO13916 szabványra, ebben a részben viszont semmilyen utalást nem találni ezzel kapcsolatban.

Csapolás

Az előmelegítés befejezését követően késedelem nélkül meg kell kezdeni a tényleges hegesztést – a termitreakció elindítását – a *vihargyújtó* segítségével.

A reakció a tégelyben kb. 10 másodperc alatt lezajlik. Ezt követően 10-15 másodpercig tart a tégelyben a *fővés* vagy *megnyugvás* folyamata, amelynek során a salak felúszik az ömledék felszínére, a folyékony termitacél a formákba ömlik, a salak pedig a salaktábla folyik.

Meleg megmunkálás és durva köszörülés

Nagyszilárdságú (R320Cr és afölötti) sínek összehegesztése esetén, a csapolást követően a sín teljes keresztmetszetét 200-200 mm-es környezetben 350-450 °C-on kell tartani a varratdudor eltávolításáig a kedvezőtlen szövetszerkezetű varrat és hőhatásövezet, valamint a varratzsugorodás általi húzófeszültségek csökkentése érdekében.

A varratot *minél előbb* – még meleg állapotában –, a technológiában előírt időben meg kell munkálni.

A hegesztett kötés védelme a gyors lehűlés ellen

A durva köszörülést követően a hegesztési varratot a gyors lehűléstől hőntartó szekrény alkalmazásával meg kell védeni, a következők szerint:

- Az R260 és annál alacsonyabb minőségi osztályú sínek esetén csak esőben, hideg szélben, illetve 10 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten.
- Az R320Cr minőségű síneknél a hőntartó szekrény használata kötelező! A hegesztés gyors lehűlését meg kell akadályozni a martenzites szövetszerkezet kialakulásának megelőzése miatt.
- Finom perlites síneknél takaró eszköz használata tilos!

A hőntartó szekrényt akkor lehet eltávolítani, ha a sín 500 °C alá hűl. Télen, 0 °C körüli hőmérsékletnél addig kell a varraton hagyni, amíg az kb. 100 °C-ra hűl. Részletes adatokat a D.20. utasítás 3. táblázata tartalmaz.

Finomköszörülés

A hegesztések finomköszörülését csak a varrat 50 °C alá hűlése után lehet sínprofil köszörűvel megkezdni. Először a futófelületet, azután a vezetőfelületet kell lecsiszolni. A berendezés, ill. a művelet végrehajtása a 21. ábrán látható.

A vezetési felülettel ellentétes oldalon a sínfejet úgy kell lemunkálni, hogy ott durva, éles sarkok, feszültséggyűjtő helyek ne maradjanak. Szükség esetén kézi sarokcsiszoló is használható.

1 méteres acélvonalzóval vagy geometriai mérőműszerrel állandóan ellenőrizni kell a munkába vett felületeket.

Utómunkák

A légsípok, ékek eltávolítását, ill. formahomok maradványok eltüntetését jelenti a varrat teljes lehűlése után.

A varratot a szavatosság időtartamaig megmaradó és azonosítható módon, sárgától eltérő színnel meg kell jelölni. A jelölés első három karaktere a hegesztő azonosító jele, a negyedik és ötödik karakter a kivitelező cég MÁV Zrt. által elfogadott jele, a hatodik és hetedik karakter pedig a munkavégzés évszámának utolsó két jegy, pl.: 441 XY 09.

A jelölést oly módon kell felvinni, hogy az a hegesztés garanciális időtartamán belül megmaradjon.

Az aluminotermikus hegesztések átadás-átvétele

A munka elvégzése után *műszaki átadás-átvételi* eljárást kell tartani, amelynek során a hegesztést átadhatónak; illetve ha nem, akkor javíthatónak vagy kivágandónak minősítik.

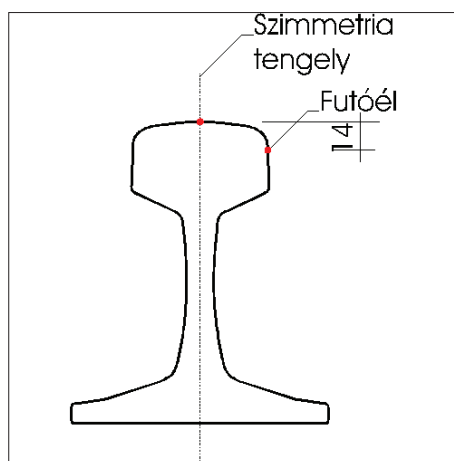
Az elkészült hegesztéseket átadás-átvétel előtt szemrevételezéssel, geometriai vizsgálattal (egyenességméréssel és köszörülési hossz-méréssel), valamint megállapodás esetén ultrahanggal meg kell vizsgálni.

Hegesztési dokumentumok

A hegesztést kivitelezőnek a hegesztési feladat teljesítését *dokumentálnia* kell és azt át kell adnia a megrendelőnek. A dokumentumokat *archiválni* kell és a kivitelezőnek 5 évig meg kell őriznie. Kötelező dokumentumok:

- hegesztési jegyzőkönyv,
- egyenességmérési jegyzőkönyv.

A *Hegesztési jegyzőkönyvet* a D.20. utasítás 4. mellékletében található M4/1. minta szerint papíron, vagy – a



22. ábra: Mérési helyek a geometriai ellenőrzéshez

hegesztésre vonatkozóan azonos adattartalommal – elektronikusan kell elkészítenie a hegesztési csoportvezetőnek.

A jegyzőkönyvbe a hegesztési munka megkezdése előtt be kell jegyezni a pályára és a hegesztésre vonatkozó műszaki adatokat, az elvégzett előkészítő munkákat, a pálya állapotát és a körülményeket.

A hegesztés után kell a jegyzőkönyvbe rögzíteni a szemrevételezéssel tapasztalt állapotot, a geometriai vizsgálat mért értékeit és ezek kiértékelését. A jegyzőkönyvből 2 példányt a kivitelező, 2 példányt a megrendelő kap.

A hegesztések átvételi vizsgálata

A kész hegesztés átvételi vizsgálata az utómunkák elvégzése után kezdhető el.

Szemrevételezéses vizsgálat

A szemrevételezéses vizsgálatnál kell a hegesztési varratot és környezetét ellenőrizni, amely esetenként nagyítóval és tükörrel történő vizsgálatnál is kiegészülhet.

Az észlelt hibák helyét, nagyságát meg kell határozni és a jegyzőkönyvben rögzíteni.

Egyenességmérés

A vizsgálat célja annak meghatározása, hogy 1,0 méteres bázishosszon a hegesztési varrat és annak 0,50-0,50 méteres környezete a mérettűréseknek megfelel-e. A mérési helyeket a 22. ábra mutatja.

Ultrahangos (UH) repedésvizsgálat

A hegesztést akkor kell kézi ultrahangos készülékkel megvizsgálni, ha erre vonatkozó megállapodás van az üzemeltetővel vagy ha a hegesztés minőségével kapcsolatban aggály merül fel.

Az ultrahangos vizsgálat eredményéről külön jegyzőkönyv készül, amit az üzemeltetőnek át kell adni.

Kiértékelés, átvétel, teendők nem megfelelés esetén

A vizsgált hegesztés átvételre alkalmas, ha a szemrevételezéses és a geometriai vizsgálat során az átvételi feltételek teljesülnek, valamint az UH vizsgálat során sem észleltek hibát.

Hegesztési hiányosság esetén meg kell határozni a hiba kijavításának módját, határidejét és a javításig teendő intézkedéseket (pl. megfigyelés, sebességkorlátozás); ezt be kell jegyezni a hegesztési jegyzőkönyvbe. A hegesztést meg kell jelölni.

A javítás végezhető:

- köszörüléssel,
- felrakó hegesztéssel,
- javító-feltöltő aluminotermikus hegesztéssel,
- kivágással és széles hézagú hegesztéssel,
- kivágással és sındarab behegesztésével.

A hegesztés kijavítása után az átadás-átvételt meg kell ismételni.

Szavatosság

Minden hegesztésre 3 év időtartamra köteles a kivitelező szavatosságot vállalni.

A szavatosság a felhasznált anyagokból és a technológiai hiányosságokból eredő hibákra érvényes:

- a varrat és/vagy a hőhatásövezet törésére,
- a varratban keletkezett repedésekre,
- a fejjárat lapulására.

A hiba kijavítását a kivitelező a fentiekben meghatározott módon végezheti.

Összegzés, kitekintés

A ma használatos aluminotermikus sínhegesztési eljárások alapvetően egyformák, különbség a kivitelezést tekintve az alábbiakból adódik:

- a hegesztő adag mennyisége és összetétele
- az öntőforma alakja, mérete
- hegesztési paraméterek, beállítási értékek.

A többi használt készülék, anyag, eszköz és a kivitelezés folyamata lényegében azonos, ill. hasonló.[2]

Hazánkban lényegében három szolgáltató/beszállító eljárásait és eljárás-változatait használják, használták:

- Elektro-Thermit
- RAILTECH
- Plötz

Elektro-Thermit

Az anyacég 2019-ben ünnepelte alapításának 100. évfordulóját. Központja a németországi Halle-ban található. Ezen időszak alatt számos hegesztési technológiát dolgozott ki, fejlesztett tovább.

Magyarországi képviselője a MÁV-Thermit Hegesztő Kft./ Érd, amely jelenleg végelszámolás alatt áll.

Fennállása alatt – kiváló szakemberállománya révén – rendkívül sokat tett az AT-hegesztés széles körű hazai elterjesztéséért.

A leginkább alkalmazott változatok:

SoW-5 - sokoldalúan használható rövid előmelegítésű gyors sínhegesztő eljárások rendszere, amelyek tartós és egyszer használatos tégelyekkel egyaránt alkalmazhatók a vasúti sínek normál és széles hézagú kötőhegesztésére - furattal ellátott sínvégek összehegesztésére kifejlesztett normál előmelegítésű gyors sínhegesztés

SRZ - gyors sínhegesztő eljárás mély vályús és lapos vályús sínek kötőhegesztésére

THR - a sínfej mélyebben fekvő hibáinak javítására alkalmazható eljárás

HPW - az eljárással az ötvöztött, keményített fejű sínek hegeszthetők (kizárólag a norvég vasút használja)

A RAILTECH cég által kifejlesztett eljárások

A PLA eljárás betűjelei a meghatározott idejű előmelegítésre (process with limited preheating) utalnak, amelynek időtartama sínprofiltól függően 4–6 perc és a sínvége kb. 650 °C-ra felmelegítését eredményezi.

Az AP eljárás betűi a teljes előmelegítést (process with full preheating) jelentik, amelynek során a sínvégeket vörösizzásig (kb. 950 °C-ra) melegítik fel.

(Egyébként ugyanezen a néven a páratlan években jelentős vasúttechnikai szakkonferenciákat és szakmai fórumokat rendeznek.)

A Plötz GmbH – amely 2010-ben beolvadt a RAILTECH csoportba – rend-

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

kívül széles választékát kínálja az eljárásoknak: SP /SkV / SkV-S; LP / SmF-P / SoWoS-P (téglalap- ill. kör-keresztmetszetű előmelegítő fejekkel); SRZ-LP (tartós előmelegítéssel), SRZ-LP (rövid előmelegítéssel); L50, ill L70 (nagy – 50 ill. 70 mm – illesztési hézagokkal).

Pandrol: a cég névadója / „keresztapja” *Pande-Rolfsen* norvég vasútmérnök. A cég korábban elsősorban a sín-rögzítők specialistájaként volt ismert, de ma már piacvezető az AT-hegesztések területén is (anyagok, eszközök, technológiák). Magyarországi képviselője a *Pandrol Kft.* / Sopron. Lényegében a Plötz cég által kifejlesztett eljárásokat kínálja 2017-ben.

Bár az *eljárásszolgáltatók* száma – elsősorban gazdaságossági megfontolások alapján – egyre csökken, a kivitelezők és a hegesztők száma viszont

egyre nő, a vasút egyre fokozódó térhódítása következtében. (A folyamatban levő és a tervezett vonalakra már az 1. rész bevezetőjében történt utalás.) Így folyamatosan nő az igény a kivitelezők – az erre jogosult vasút vállalatok, ill. alvállalkozók – részéről a hegesztők minősítése iránt.

Irodalom

(Csak a 2. részben hivatkozott források)

- [8] BÉRES Lajos – UNYI Béla: Sínek hegesztése – Műszaki Könyvkiadó – Bp., 1978
- [9] ÉRSEK László: Vasúti sínek anyaga, gyártása; hegesztése – 1. rész
D.20. Utasítás: Vasúti sínek hegesztése – MÁV Zrt. – Bp. 2010
- HBSz (Hegesztési Biztonsági Szabályzat) – Hatályba léptette a 143/2004 (XII. 22.) GKM rendelet – (Azóta több alka-

lommal is módosítva; legutóbb frissítve: 2020. június 8.)

MSZ EN 14730-1:2017 Vasúti alkalmazások. Vasúti pálya. Sínek aluminotermikus hegesztése 1. rész: A hegesztési technológia jóváhagyása (E)

MSZ EN 14730-2:2007 Vasúti alkalmazások. Vágányfektetés. Sínek aluminotermikus hegesztése 2. rész: Aluminotermikus hegesztők minősítése, kivitelezők jóváhagyása és a hegesztések átvétele

MSZE 12804:2014.2 Hegesztés biztonsága. Gázhegesztő berendezések és felszerelések biztonságos kezelése – előszabvány

MSZE 12813:2014.2 Hegesztés biztonsága. Termíthegeztetés. – előszabvány (E) – ún. jóváhagyó közleményes, angol nyelvű szabvány

* Érsék László,
hegesztő szakmérnök / EWE

Hőcserélő csövek vizsgálata DUET és DOLPHIN G3 készülékekkel



MÁTRA
diagnosztika
Anyagvizsgáló Kft.

Csővezetékek nagy hatótávolságú ultrahangos vizsgálata



Röntgensöves csőbenjáró 6"-18"



Helyszíni Digitális Radiográfiai vizsgálat



Elérhetőség:

3200 Gyöngyös Jókai út 55.
info@matradiagnostika.com
Tel.: 37-313-338
Fax: 37-500-338

www.matradiagnostika.com



Az **ÚJ** mérce az ipari hegesztésben

MIG WELDER



www.corweldplus.hu



Dr. Farkas Attila*, Barabás Péter**

A Yaskawa-Motoman ívhegesztő robotok programozási lehetőségeinek fejlődése

Bevezetés

Az ipari robotok fejlődésének hatodik évtizedének vége felé megállapíthatjuk, hogy azok programozásának módjai különösen az utóbbi évtizedben fejlődtek jelentősen, ami kihatással van a robotok hegesztési alkalmazására is. Egyrészt a hagyományosan, és még ma is elterjedten használatos on-line közvetett tanítású programozáson belül megjelentek különböző, a programozást segítő kényelmi funkciók, másrészt nagyon jelentősen fejlődtek a különböző off-line programozási technikák, melyekkel a virtuális térben úgy készülhetnek újabb programok, hogy közben a robot termel az üzemben. Összeállításunkban főleg, de nem kizárólagosan a hegesztési alkalmazásban mértékadó Yaskawa cég Motoman néven közismert hegesztőrobotjainak ezen a területen végzett fejlesztéseiről és lehetőségeiről számolunk be. Írásunk első részében áttekintjük az ipari robotok programozásának lehetőségeit, és bemutatjuk azok fejlődésének főbb jellemzőit, külön kiemeljük a hegesztőrobotoknál hasznosítható speciális funkciókat, a hegesztési paraméterek programozásának vonatkozásában is megjelent különféle programozási és vezérlési módszereket.

Az ipari robotok programozásának főbb módjai

Az ipari robotok programozásának ma ismert módjainak csoportosítását az 1. ábrán mutatjuk be. Az itt látható két fő csoport az on-line és az off-line programozás, melyek között az alapvető különbség az, hogy a programozás során döntő mértékben használjuk-e magát a programozandó ipari robotot.

Az on-line programozási módoknál teljes egészében a roboton történik a programozás, az off-line programozási módoknál pedig vagy a programozási idő legjelentősebb része vagy annak teljes egésze nem a roboton, hanem valamilyen külső eszközön, számítógépen vagy PLC-n történik. Ez utóbbi esetben tehát a programozás ideje alatt (illetve annak legjelentősebb része közben) a robot termelőmunkát végezhet.

A következőkben áttekintjük, hogy a mozgásprogram elkészítésének milyen módjai állnak rendelkezésre, ezt követően pedig foglalkozunk a hegesztési paraméterek programozásának lehetőségeivel. Természetesen a robotprogramozások más lehetőséget is tartalmaznak, pl. kimenetek, bemenetek vezérlése, vezérlésátadási módok, szenzortechnika stb., itt azonban ezeket nem tárgyaljuk részletesebben, csak néhány gondolat erejéig térünk majd ki rájuk.

A mozgásprogramok készítésének lehetőségei

Az on-line közvetlen tanítású programozás esetén a programozó kézzel vagy esetleg szervó rásegítéssel vezeti végig a robotot azon a pályán, melyet a robotnak a munkája során be kell járnia. Ennek során a robot vezérlése beállított időközönként a robot útmérő rendszeréről nagy gyakorisággal lekérdezi a helyzet-információkat és azokat automatikusan tárolja. A program lejátszásakor a vezérlés úgy mozgatja a robotot, hogy a tárolt helyzet-adatoknak megfelelő pozíciókra küldi a robotot a tárolás sorrendjében. A programlejátszás sebessége a tanításhoz képest általában változtatható annak beállításával, hogy a tárolt adatok visszajátszási frekvenciáját változtatjuk a tanításkor beállított frekvenciához képest. Ezzel a módszerrel tehát a robot a kézi mozgatás pályáját közvetlenül megjegyzi azzal a felbontóképességgel, amilyen gyakran tárolja a helyzet-adatokat a kézi mozgatás sebessé-

géhez képest. Ez a programozási mód nagyon egyszerű, gyakorlatilag semmilyen programozási nyelvet nem kell hozzá megismerni. Legfőbb hátránya, hogy a kézi mozgatás hibáit is megjegyzi a robot, és az elkészült program javítására nincs mód, hibás mozgás esetén a pályát teljesen újra be kell tanítani. Mára ez a programozási mód szinte teljesen kikopott a gyakorlatból. A 80'-as években volt próbálkozás ívhegesztő robotok esetén ilyen programozási mód alkalmazására, de nem volt hosszabb távon életképes ez a módszer. Festőrobotoknál valamivel tovább találkozhattunk ezzel a programozással, nyilvánvalóan az igényelt kisebb pályapontosság miatt.

Az on-line közvetett tanítású programozás évtizedekig és még manapság is a legelterjedtebben alkalmazott robotprogramozási módszer. A robot programozásához kézi programozó pultot használunk. A robot kézi mozgatását végezhetjük a kézi programozó pultról, vagy újabban a robotot lehet akár ténylegesen is kézzel mozgatni. A robot azonban a kézi mozgatás pályáját nem jegyzi meg, csak azokat a pozíciókat, melyeket egy megfelelő gomb megnyomásával tárolunk a robot memóriájában. Ezekhez a tárolt pozíciókhoz a tárolás során hozzárendelünk olyan mozgásutasításokat is egyben, melyek a tárolt pont megközelítésére vonatkozó mozgásvezérlési módokat és sebességeket is tartalmazzák. Ezzel a módszerrel tehát pontról-pontra haladva vesszük fel azt a pályát, amit majd a robotnak be kell



1. ábra. Az ipari robotok programozásának módszerei

KUTATÁS–FEJLESZTÉS



2. ábra.
A Yaskawa-Motoman
kézi
programozó-
pultok
fejlődése

3. ábra.
A robotvezérlés
integritásának
fejlődése



1983 RX vezérlés

2018 YRC1000 vezérlés

járnia. A betanított pontokat később bármikor módosíthatjuk (helyzetmódosítás, törlés, beszúrás segítségével), akár helyzetadatok, akár az ott tárolt egyéb adatok (mozgásvezérlési mód, sebesség stb.) tekintetében. Tehát ez a programszerkesztés szempontjából már nagyon rugalmas lehetőséget biztosít számunkra.

A betanított pályapontokhoz tehát mozgásvezérlési módokat rendelünk hozzá, melyek a következők lehetnek:

- Pontvezérlés
- Pályavezérlés lineáris interpolációval
- Pályavezérlés körinterpolációval
- Pályavezérlés egyéb interpolációval

A pontvezérlésű üzemmódban a pályapontok között nincs interpolációs mozgás, az egyes tengelyek időprogram szerint működnek, sebességüket a maximális szögsebesség arányában százalékléban programozzuk. Két programozott pont közötti mozgási időt annak a tengelynek a maximális sebessége határozza meg, melynek a legtöbb időre van szüksége a mozgáshoz. Az ipari robotok ezzel a mozgásvezérlési móddal képesek a leggyorsabb mozgásokra, ezért minden, úgynevezett mellékmozgást kiszolgáló pontban ezt a mozgásvezérlési módot állítjuk be. Hegesztés esetén ezek azok a mozgások, melyek varratok megközelítésére, hegesztési varratok közötti átállásokra szolgálnak, vagyis a legtöbb olyan mozgás, amely során nem hegeszt a robot. Ezeket a mozgásokat a robotok igen nagy sebességgel végzik, ami meghatározó a robotok nagy termelékenysége szempontjából.

Pályavezérlésű üzemmódban a robot az egyes tárolt pontokat az ott megadott pályavezérlési móddal közelíti meg, az ott programozott pályasebességgel. Két pont között lineáris interpolációval egyenes pálya kivitelezésére van lehetőség, legalább 3 egymást

követő pont szükséges a körinterpolációs pályaszakaszok programozásához. A mozgáspontokhoz lehet kiegészítő információkat is megadni, például a pont megközelítési pontosságára vonatkozó információkat.

Az elmúlt évtizedek során számos olyan fejlesztésnek lehettünk tanúi, melyek ennek a programozási módszernek a használatát egyszerűsítik, gyorsítják a programírási folyamatát. A következőkben ezek közül tekintünk át néhányat röviden:

A kézi programozópult fejlődése

A „tégja-dizájn”-nal a Yaskawa-Motoman már több, mint 20 évvel ezelőtt szakított mind alak mind tömeg tekintetében. Már az 1998-ban megjelent XRC programozópult díjat kapott felhasználóbarát kialakítása miatt. A 2. ábrán 3 tipikus Yaskawa programozópult látható azok fejlődéstörténetéből.

A további fejlesztések az integritás javítása és a tömegcsökkentés irányába mutatnak. Az integritás javítása alatt azt értjük, hogy míg korábban a kézi programozópult alapján véve főleg a mozgások tanítását szolgálta, a program szerkesztése a vezérlőszekrényen lévő nagyobb kijelző és billentyűzet segítségével történt, manapság a vezérlőszekrényen csak a főkapcsoló található, minden programozási és kapcsolási, programvezérlési művelet is a kézi programozó pultból történik (l. 3. ábra)

A robot programozása során a kézi mozgatót a különböző gyártók különbözőféle módszerekkel igyekeznek könnyíteni, intuitívvá tenni. Az egyszerű nyomógombos mozgató mellett létezik joystickkal vezérelt mozgató, illetve olyan nyomógomb kiosztás, mely a programozópulton lévő robot-szimbólumon van elhelyezve. Ezek között a gyakorlati használhatóságban nincs jelentős különbség, mert kis gyakorlattal bármelyikkel lehet hatékonyan dolgozni.

A kézi mozgatás hatékonyságát sokkal inkább segítik a **kézi mozgatás koordináta rendszerei**, melyekkel az adott feladat szempontjából legcélszerűbb mozgató irányokat ki lehet választani. Ez lehet tengelyenkénti mozgatás, lehet különböző derékszögű koordináta rendszerekben való mozgatás: robot alapkoordináta rendszerben, szerszám koordináta rendszerekben és a felhasználó által szabadon definiált kézi koordináta rendszerekben.

A hatékony kézi mozgatásnak azért van jelentősége, mert ennél a programozási módszernél a programírási idejének legjelentősebb részét a kézi mozgatás teszi ki. A programozó gyakorisága is nagyon sokat jelent ebből a szempontból. A még kevés gyakorlattal rendelkezők számára, illetve azoknak, akik nehezebben látják át a robot koordináta rendszereit kedvező megoldást jelentenek az utóbbi években megjelent új fejlesztések ezen a területen:

- A „Smartpendant” (okos kézi programozópult) tabletszerű kialakítással (4. ábra) az okos eszközök használatában otthonosan mozgó programozók számára jelent könnyítést egyszerűsített menü rendszerével és a kézi mozgatót giroszkópos érzékelővel segítő lehetőségével. Ez a robot kézi mozgatásának irányát automatikusan képes a programozópult irányához igazítani, ami nagyon intuitív kézi mozgatót tesz lehetővé.
- A „Kineticteaching” egy olyan opcionális mozgató lehetőség, mely egy speciális nyomaték-érzékelős hardver-elem beépítésével lehetővé teszi, hogy az ívhegesztő robot hegesztőfejét kézzel mozgassuk a betanítás során. Hangsúlyozni kell azonban, hogy ettől a programozási módszer nem változik meg, tehát a kézi mozgató pályáját a vezérlés nem jegyzi meg, ugyanúgy pontról pontra kell a programozást végezni. Ilyen jellegű programozást könnyítő lehe-

KUTATÁS–FEJLESZTÉS



4. ábra. A Yaskawa-Motoman „Smartpendant” okos programozópultja

tősséggel találkozhatunk kollaboratív robotoknál is manapság.

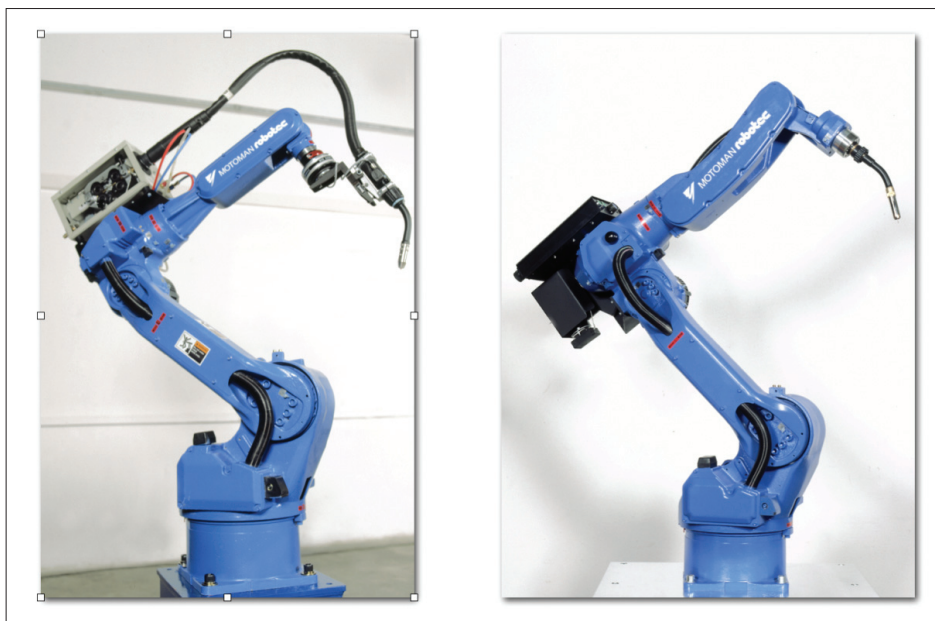
Amennyiben külső tengelyekkel vagy további robotokkal szinkronizált mozgásokat is programozunk, akkor nagyon kedvező lehetőség a **kézi szinkron mozgatási lehetőség**. Ilyenkor forgatóval szinkronizált mozgásoknál a forgató kézi forgatása során a robot automatikusan megtartja a forgatóhoz képesti viszonylagos helyzetét, ami jelentősen gyorsabbá teszi a programpontok pontos felvételét. Másik robottal való szinkronizált kézi mozgás esetén közös szerszámközpont körül tudjuk gombnyomásra egyszerre mozgatni a két (vagy több) robotot.

A programozás gyorsítására, egyszerűsítésére általában különböző **szoftveres kényelmi funkciók** állnak rendelkezésre. Ilyenek a **programok, program-részek párhuzamos eltolása, tükrözése**. Nagyon hasznos lehet adott esetben a Yaskawa-Motoman által **relatív job**-nak nevezett funkció, mellyel a programokat a programozó által definiált felhasználói koordináta-rendszerhez kötöten is lehet tárolni. A koordináta rendszer áthelyezésével ilyenkor a komplett program átkerül az új helyre.

A **parametrikus programozás** a robot programozásának egy olyan speciális változata, melynek során a robot mozgatása nem konkrét térbeli pontok felvételével történik, hanem ezen pontok koordináta adatait a robotvezérlés vagy egy külső PLC számol-



5. ábra. Kinetiq kézi mozgatási lehetőség



6. ábra. Általános célú (bal oldali robotkar) és ívhegesztési célra tervezett (jobb oldali) robotkar MIG/MAG hegesztő felszereléssel

ja ki. Ennek a módszernek az előnye, hogy nincs szükség egy termékcsalád minden egyes termékeinek külön-külön történő programozására, hanem a rendszer automatikusan létrehozza a bejövő paraméterek függvényében a robot mozgáspályáját és az elvégzendő hegesztési feladatokat.

Egy konkrét példán keresztül szeretnénk bemutatni a rendszer működését: Képzeljünk el egy csövet, amire csomópontokat kell felhegesztetni. Ebben az esetben több változó is lehet: a csomópontok átmérője, darabszáma, egymáshoz viszonyított távolságuk, varratok mérete, hegesztési sebesség, hegesztési paraméterek stb.

A robotrendszerhez csatlakozó központi rendszerben a megrendeléseknek megfelelően egy dolgozó összeállítja a munkadarab konfigurációt a paraméterek megfelelő értékeinek a megadásával, amiből a rendszer generál egy parametrikus gyártási programot. Ez a program továbbításra kerül a robotrendszer felé, amely elkészíti a kész gyártási programot/programokat,

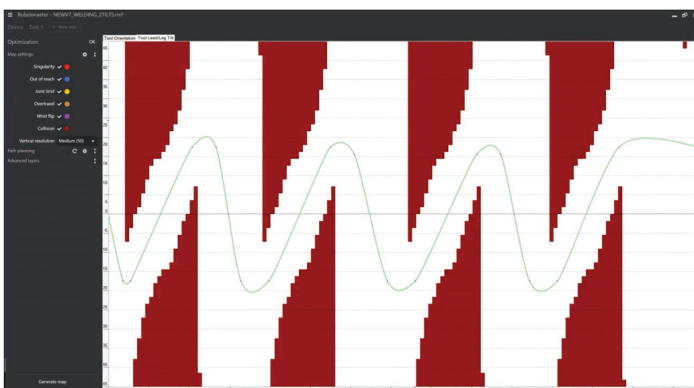
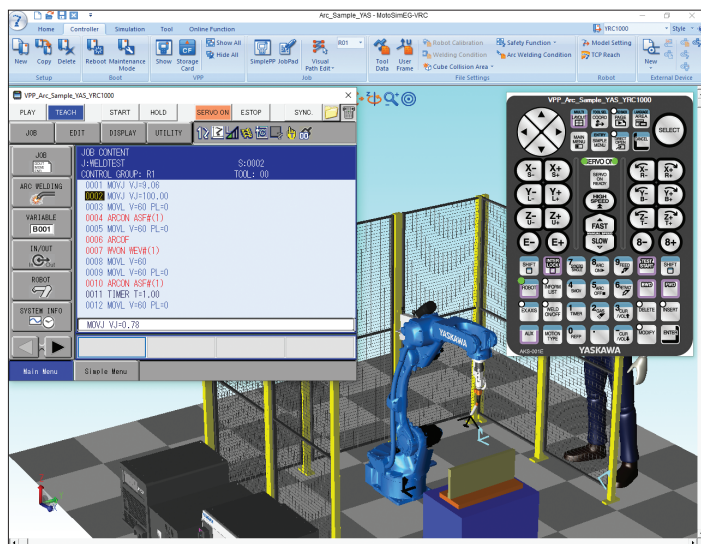
mely alapján a robotrendszer elvégzi a termék gyártását. A rendszer adaptívítása különböző szenzorok (varratkezeső, varratkövető szenzorok) segítségével tovább növelhető.

A parametrikus programozás egyik nagy előnye, hogy amíg a robot termel, újabb munkadarab konfigurációk állíthatók össze, így nincs termelés kiesés. További előnyként említhető az is, hogy hasonló termékek programozása esetén nem kell minden egyes termék programját külön elkészíteni, hanem egy jól felépített paramétercsoport segítségével a rendszer működése testre szabható.

Hátrányként említhető meg, hogy ez a fajta programozási mód jóval magasabb fokú robotprogramozási és/vagy PLC programozási ismeretet igényel.

Az on-line közvetett tanítású programozás hatékonyságát maga a robotkar kialakítása is jelentős mértékben befolyásolja. Az ívhegesztési alkalmazásban a Yaskawa 15 éve jelentős és mértékadó fejlesztést hajtott végre azal, hogy elsőként jelent meg a szak-

KUTATÁS–FEJLESZTÉS



8. ábra. A Robotmaster off-line programozó szoftver robotpálya optimalizáló grafikus felülete

7. ábra. A Motosim EG VRC off-line programozó szoftver programozó felülete

mában a kifejezetten ívhegesztési célra tervezett robotkarral (6. ábra). Ennek legfontosabb jellemzője, hogy egy villatest-szerű robotkartag és az utolsó kartag csőtengely kialakítása lehetővé teszi a hegesztő felszerelés robotkarba integrálását, melynek számos előnye van az általános célú ipari robot hegesztési célú alkalmazásával szemben:

- Jelentősen hosszabb kábel élettartam
- A robotok közelebb helyezhetők egymáshoz
- Akár végtelenített hegesztőfej-forgatási lehetőség (amennyiben a hegesztő felszerelés lehetővé teszi)
- Megbízhatóbb és egyenletesebb huzal-előtolás
- Jobb hozzáférési tulajdonságok
- Egyszerűbb és gyorsabb programozás
- Hatékonyabb off-line programozás

A programozás szempontjából a jobb hozzáférési tulajdonságok a nehezebben elérhető helyek jobb megközelíthetőségét, körvarratok szabadabb körbejárhatóságát, a kábelütközések miatti varratmegszakítások elkerülését jelentik. A programozás már ezek miatt is egyszerűbb és gyorsabb, továbbá nem kell külön figyelni a hegesztőkábel elhelyezkedésére, feszülésére, törésére. A programozónak elegendő a hegesztőfejre és a robotkar megfelelő helyzetére koncentrálni a figyelmét, bátran kihasználhatja a robot-kartagok teljes mozgástartományát. Ez lényegesen gyorsítja a programozást. Az off-line programozásnál pedig azért sokkal kedvezőbb ez a robotkar, mert az off-line szoftverek modelljei tipikusan nem tartalmazzák a hegesztőkábeleket modelljét, ezért az off-line mozgásprogram úgy készül el, mintha nem len-

ne hegesztőkábel. Az elkészült off-line programot a robot vezérlésébe betöltve el kell végezni azokat a korrekciókat, mely a modell és a valóságos pozíciók különbségéből adódik és a hegesztőkábel jelenléte tesz szükségessé. Ez a hagyományos robotkarok esetében, még ha viszonylag jól kalibrált a modell, akkor is jelentős helyi korrekciós időt igényel, mely főleg a hegesztőkábel miatti programkorrekciókból áll. Az ívhegesztési célra tervezett speciális robotkar esetén emiatt egyáltalán nem szükséges az off-line programot lokálisan javítani, ami az off-line program helyszíni adaptálását lényegesen gyorsítja, csökkentve ezzel a teljes programozási időt.

Az off-line programozás

A YASKAWA cég már 1993 óta rendelkezik saját fejlesztésű, egyszerű, Windows alapon működő szimulációs és off-line programozó szoftverrel. Ennek neve ROTSYS (Robot Off-line Teaching System Yaskawa) és nem csak hegesztésre, hanem más robotalkalmazásokhoz, pl. szerszám gép kiszolgálásra, palettázásra is használható volt. A programmal egyszerűen lehetett robotcellákat tervezni, DXF, DWG, IGES, STEP, stb. fájlokat importálni, robot programokat írni, ciklusidő kalkulációkat, ütközésvizsgálatokat végezni, hozzáféréseket ellenőrizni stb.

Az azóta eltelt közel 30 év alatt a szoftver nagyon sokat fejlődött, rengeteg új funkcióval bővült, illetve nevet is változtatott: ma Motosim EG VRC (Motosim Enhanced Graphics Virtual Robot Controller) néven ismerik az iparban.

Nagy előnye a szoftvernek, hogy a felhasználó ugyanazt a programo-

zó pult felületet látja a szoftverben, mint a valóságban, ezáltal az, aki már tud on-line programozni, könnyedén el tudja sajátítani a szoftver használatát (7. ábra).

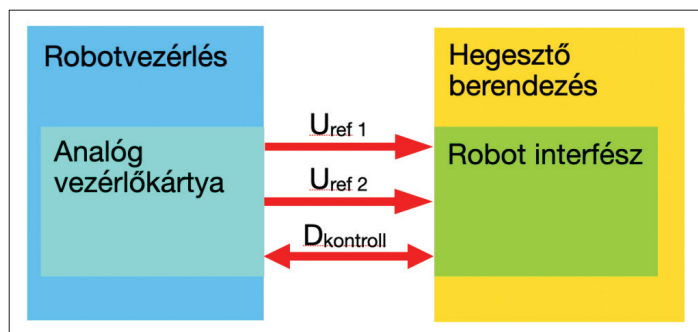
Természetesen mivel a szoftver CAD alapú, ezért a 3D-s modellek nevezetes pontjai, élei, sarkai könnyen kijelölhetők a szoftverben, s ezáltal a programozás könnyebbé válik.

Tovább egyszerűsíti a program használatát az ún. CAM funkció, mely felfogható egyfajta automata pályagenerálásnak, mivel a hegesztésre vonatkozó adatok – fejtartás, hegesztési sebesség, megközelítési pontok, eltávolodási pontok, a kívánt pálya interpolációja, valamint az, hogy külső tengely esetén engedélyezett-e a szinkron mozgás vagy sem – megadása után a rendszer automatikusan létrehozza a kívánt pályát. Ezt azonban varratonként meg kell adni, s a varratok közti átállásokkal a rendszer nem törődik, azokat kézzel kell a programhoz utólag hozzáadni.

A szoftver további előnye, hogy a valós robotcellán készült program visszatölthető a szoftverbe optimalizálás céljából, amire külső gyártók szoftvere nem, vagy esetleg csak külön fejlesztés árán képesek.

Az utóbbi pár évben előtérbe kerültek az automata pályagenerálásal működő off-line szoftverek, melyek rendkívüli módon lerövidítik a programozás idejét, ezáltal kisebb szériák off-line programozására is egyre inkább felhasználhatók. A piacon elérhető egyik ilyen szoftver a Robotmaster.

A Robotmaster program hegesztési moduljának segítségével mindazokat a technológiai paramétereket, fejtartásokat, lengetéseket könnyedén tud-



9. ábra.
A hegesztő
berendezés analóg
robotvezérlése

juk programozni, amikre szükség van, továbbá lehetőségünk van a kontakt elektromos keresőszenzor programutasításainak beillesztésére is.

Különlegessége a szoftvernek, hogy nem „varratokban gondolkodik”, hanem műveletekben, amelyben megadhatók azok a helyek, ahol hegeszteni kell, s a szoftver automatikusan (megadott paraméterek szerint) generálja hozzá a robotpályát, a varratok közti átállásokkal együtt. Ezt követően ezek a műveletek összefűzhetők, s így állítható elő a kész program.

A pályák elkészülte után egy rendkívül jól áttekinthető, grafikus felületen optimalizálhatjuk a pályákat (8. ábra), végezhetjük el az ütközésvizsgálatot, ellenőrizhetjük és javíthatjuk a szinguláris pontok vagy ahhoz közeli pontok pozícióját (pl. a külső tengely mozgásával), vagy ellenőrizhetjük/javíthatjuk a robot mozgástartományán kívüli eső pontok helyzetét.

Az optimalizálást követően a szoftver előállítja az adott robot számára értelmezhető parancsutasítások sorozatát (posztprocesszálas), ezzel létrejön a kívánt formátumú robotprogram, mely ezt követően be is tölthető a robotvezérlésbe.

Összességében elmondható, hogy némi gyakorlás, illetve tapasztalatszerzés után a Robotmaster program segítségével rendkívül gyorsan lehet rövid idő alatt bonyolultabb alkatrészekhez is robotprogramot írni.

További off-line programozást lehetővé tevő programozási módok

A hegesztési alkalmazásban még nem bevezetett, viszont automatizált rendszereket építők számára rendkívül hasznos további két programozási módokról is érdemes a teljesség kedvéért megemlékezni.

A Yaskawa-Motoman MotoLogix nevű PLC alapú robotprogramozása azok számára jelent hasznos lehetőséget, akik a PLC programozásban jártasok. Ebben az esetben ugyanis a robot

programozását teljes egészében el lehet végezni a PLC szokásos programozói felületén, nem szükséges a robot saját programnyelvét ismerni.

A ROS (Robot Operating System) programozás egy ingyenes nyílt forráskódú robotprogramozási lehetőség, mely platformfüggetlenül áll rendelkezésre a fejlesztőknek, programozóknak. Ezt a programozói keretrendszert eredetileg a Stanford AI Laboratory fejlesztette ki 2007-ben. Mivel a fejlesztő cég a mesterséges intelligencia szakterületével foglalkozik, ezért ez a fejlesztés elsősorban az informatikai, és számítástechnikai szakterületet művelőket hozza közel az ipari robotok világához. Ezzel a programozási móddal a Yaskawa Motoman robotjai néhány generációval visszamenőleg is kompatibilisek.

Kapcsolat a hegesztő berendezéssel, a hegesztési paraméterek vezérlésének módjai

A robotvezérlés és a hegesztő berendezés kapcsolata alapvetően meghatározza a hegesztési paraméterek (huzalelőtolási sebesség, hegesztési feszültség) beállításának, programozásának módját. Jelenlegi ismereteink szerint a következő kommunikációs módok lehetségesek a robotvezérlés és a hegesztő berendezés között:

- Analóg
- Digitális
- Közvetlen I/O
- Terepi busz I/O
- LAN (I/O vagy virtuális analóg)

Az analóg vezérlés

Az analóg vezérlés a legrégebbi és legklasszikusabb vezérlési módja a hegesztő berendezésnek. Manapság is még előfordul, de új berendezésekben már legtöbbször valamelyik digitális vezérlési móddal találkozunk.

Az analóg vezérlés esetén a robot vezérlésében találunk egy analóg vezérlőkártyát, mely legalább 2 db vezé-

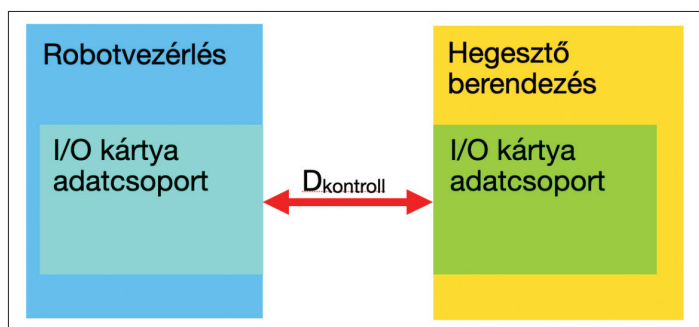
relhető feszültség kimenettel rendelkezik (U_{ref1} , U_{ref2} , l. 9. ábra). Ez a feszültség legtöbbször 0 és 10 V között állítható 0,1 V felbontásban (a felső programozható határban lehet eltérés, de nem nagyságrendileg).

Ezeket a vezérlő feszültségeket kapja a hegesztő berendezés interfésze, mely a két berendezés galvanikus leválasztását is biztosítja. A hegesztő berendezés interfésze ezeket a vezérlő feszültségeket alakítja át tényleges hegesztési paraméterekké: MIG/MAG hegesztés esetén huzalelőtolási sebesség és hegesztési feszültséggé.

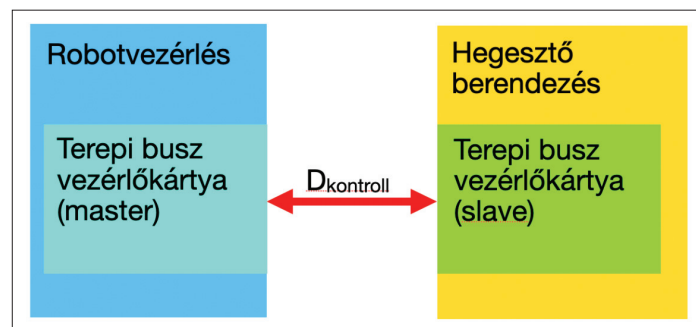
A vezérlő feszültségek értékeit a robotprogramban adjuk meg, összehangolva a hegesztés bekapcsolási parancs-utasítással. A robotvezérlés lehetővé teheti azt is (a Yaskawa-Motoman több, mint 20 éve rendelkezik ilyen lehetőséggel), hogy ezeknek a vezérlő feszültségeknek az értékét mérészekkel megfeleltessük a tényleges hegesztési paramétereknek a robot egy belső kalibrációs táblázatának kitöltésével, így a robotprogramban a továbbiakban közvetlenül programozhatunk hegesztési paramétereket a kézi programozópultról.

Az analóg vezérlőkártya digitális jelcserét is végrehajt a robot vezérlése és a hegesztő berendezés között, melynek fő feladata a hegesztés elindítása, megállítása, a robot oldalról a hegesztőgép nyugtázó jelének fogadása (ezt akkor adja ki a hegesztő berendezés, amikor kialakul a stabil ív, és fenntartja folyamatosan a hegesztőív meglétét). A robot csak akkor indítja el a hegesztési szakaszra programozott mozgást, amikor ez a jel megérkezik, hogy az esetleges ívgyújtási bizonytalanságok ne befolyásolják a varrat kezdetének helyét. Amennyiben a programozott hegesztési szakaszon, annak programozott végpontja előtt megszűnik ez a nyugtázó jel az ív kimaradása, megszűnése miatt, akkor hibajelzéssel legáll a robot.

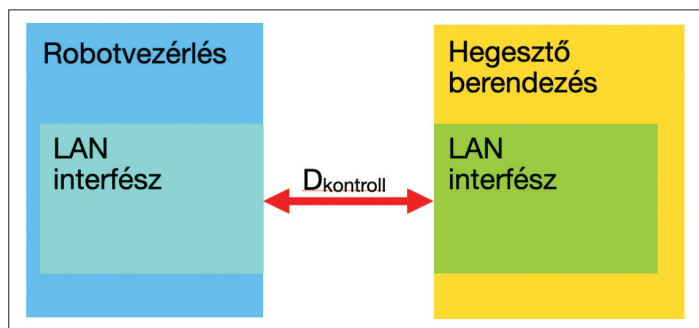
A referencia feszültség beállításának módja változhat annak függvényében, hogy a hegesztő berendezés független paraméter-vezérlésű vagy szinergikus működésű. A független paraméter vezérlésű esetben a két vezérlő feszültséget (ezzel együtt a hozzájuk tartozó hegesztési paramétereket) egymástól függetlenül programozzuk, a szinergikus esetben az egyik vezérlő feszültség a hegesztési teljesítmény, a másik pedig a hegesztési feszültség (ritkábban huzalelőtolás) korrekció beállítására szolgál.



10. ábra. A hegesztő berendezés digitális robotvezérlése hagyományos I/O kapcsolaton keresztül



11. ábra. A hegesztő berendezés digitális robotvezérlése terepi buszos I/O kapcsolaton keresztül



12. ábra. A hegesztő berendezés digitális robotvezérlése LAN kapcsolaton keresztül

Az analóg vezérlés rendelkezhet olyan lehetőséggel is (pl. a Yaskawa-Motoman hegesztési parancsutasításai között van ilyen), hogy időben vagy térben folyamatosan változtassuk a vezérlőfeszültség(ek), és ezzel a hozzájuk rendelt hegesztési paraméterek értékét. Ezzel lehetséges időben és térben a hegesztés teljesítményének folyamatos fel- vagy lefuttatása. Ez a funkció lehet hasznos adott esetben, de például nem mindegyik digitális vezérléssel valósítható meg.

Digitális vezérlési módok

A digitális vezérlés esetén a legtöbb esetben olyan hegesztő berendezést használunk, mely tárhelyeken képes tárolni különböző beállítható programcsomagokat. Ezek tartalmazzák egy bizonyos varrat hegesztéséhez szükséges összes speciális beállítást, ami jóval kiterjedtebb paraméter-megadásra és konkrét hegesztési varrathoz való hozzárendelésre ad lehetőséget az analóg vezérléshez képest. Ilyen esetekben a robotvezérlés az adott tárhelyen lévő programcsomagot hívja be a hegesztő berendezésből. A robotprogramban ilyenkor nem adunk meg és nem is látunk hegesztési paramétereket. Helyette hivatkozásokat találunk, melyek a hegesztő berendezés adott memória címén tárolt programcsomagjára hivatkozik. A kommunikáció a robotvezérlés és a hegesztő berendezés között teljes egészében digitális kapcsolaton keresztül történik.

Ennek legalapvetőbb módja a hagyományos digitális csatornák közvetlen összekapcsolása, rendszerint adatcsoportok felhasználásával is (l. 10. ábra).

Ennek újabb és fejlettebb módja, mikor a kapcsolat a robotvezérlés és a hegesztő berendezés között terepi busz kapcsolaton keresztül történik (l. 11. ábra). Ilyenkor az együttműködés és a hegesztési paraméterek programozása teljes egészében ugyanazzal a technikával történik, mint ahogyan azt az előző bekezdésben ismertettük. Az ilyen kommunikációhoz a robotvezérlésben a hegesztő berendezésben lévőnek megfelelő típusú, de master terepi busz kártyát kell beépíteni.

A LAN kapcsolattal működtetett hegesztő berendezéseknél (12. ábra) a fent ismertetett programlehívásos módszer mellett speciális, az analóg és digitális rendszert egyesítő programozási lehetőséget is kínál, melyet virtuális analóg vezérlésnek nevezünk. A virtuális analóg vezérlés a hegesztési paraméterek programozása tekintetében teljesen ugyanúgy és ugyanazokkal a funkciókkal működik, mint a korábbi bekezdésben ismertetett analóg rendszer, tehát a hegesztési paraméterek a programozó pultról a mozgásutasításokkal együtt programozhatók.

Ez a rendszer különböző robot- és hegesztőgépgyártók berendezései között is működik (pl. Motoman-Fronius, Motoman-Lincoln). A korábban említett analóg vezérlés pedig a legtöbb

gyártónál már nagyon régóta biztosít átjárhatóságot, tehát nem megalapozottak az olyan marketing-háttérű állítások, miszerint a hegesztési paramétereknek a programozó pultról való programozása csak akkor lehetséges, ha a robot és a hegesztőberendezés gyártója azonos.

Összefoglalás, következtetések

A hegesztés robotosításának fejlődését tekintve megállapíthatjuk, hogy annak különböző területei közül manapság az egyik legdinamikusabban fejlődő terület a robotok programozása, és az olyan hardver-fejlesztések, melyek a robotok programozását teszik könnyebbé. Az utóbbi időben megjelent újabb programozási lehetőségek nem csak a hagyományos programozási módok használatát teszik kényelmesebbé és hatékonyabbá, hanem az újszerű off-line programozási módok jelentősen felgyorsítják a programírás műveletét is. Ez azt eredményezi, hogy a robotprogramozás már nem akadályozza annak, hogy a robotok alkalmazását gazdaságosan ki lehessen terjeszteni a kis sorozatok vagy akár az egyedi gyártás irányába is.

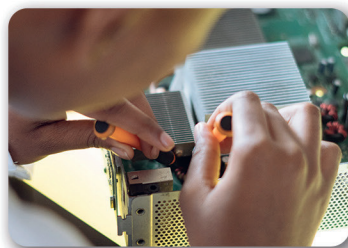
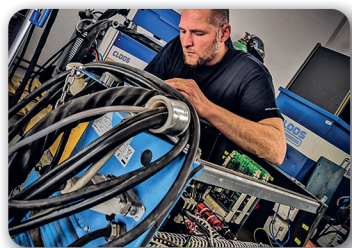
A hegesztőrobotok programozásával összefüggésben a robotok hegesztőberendezésekkel történő összekapcsolásának módja is folyamatos fejlesztés alatt áll, melynek eredményeképpen megfigyelhető a különböző (és elsősorban a mértékadó) gyártók közötti egyre nagyobb integritás, és a rendelkezésre álló eljárásváltozatok alkalmazhatóságának széleskörű lehetősége, mely egy adott feladathoz lehetőleg jobban illeszkedő technikai megoldás kiválasztásának nagyobb szabadságát teszi lehetővé mind a robot mind a hegesztőberendezés oldaláról.

*Dr. Farkas Attila – ügyvezető,
FlexmanRobotics Kft., tud. mts., NJE

**Barabás Péter – üzletág vezető,
FlexmanRobotics Kft.

HEGESZTŐGÉP KARBANTARTÁS ORSZÁGSZERTE MÁRKAFÜGGETLENÜL!

VIZSGÁLATOK:
VALIDÁLÁS
ÉRINTÉSVÉDELEM
MUNKABIZTONSÁG



25 ÉVES TAPASZTALAT NAPRAKÉSZ TUDÁS



Hívja szakemberünket:
30/297 87 30



Crown International Kft
2142 Nagytarcsa Alsó Ipari krt.6 G épület
www.crowninternational.hu-sales@cloos.hu



IDEJE GÁZT ADNI!

ADDLINE GÁZOK 3D FÉMNYOMTATÁSHOZ

www.messer.hu

MESSER 
Gases for Life

Halász Gábor*

A fém additív gyártás – úton a digitális sorozatgyártás felé 1. rész

Az elmúlt években a 3D nyomtatás és ezen belül a nyomtatható fém alapanyagok és a fém 3D nyomtatási technológiák új szintre léptek az additív gyártásban. A berendezések és a nyomtatható anyagok folyamatos fejlesztése és fejlődése forradalmasítja a 3D nyomtatást és az additív gyártási eljárásokat. Egyre másra jelennek meg új eljárás változatok, amelyek komoly konkurenciát jelentenek a már „hagyományos” 3D nyomtatási eljárásoknak, és ígéretesnek mutatkoznak a digitális sorozatgyártásra. Az élen járó vállalatok együttműködései és kutatás-fejlesztésre fordított milliárdos befektetései meghozzák a gyümölcsöket. Azok, akik időben felismerték a 3D nyomtatásban rejlő lehetőségeket, több évtizedes termelési tapasztalataikat használják ki ebben a fejlődési folyamatban, amivel az additív gyártási iparágat egy meredeken felfelé ívelő, új fejlődési szakaszba lendítik. A 3D

gyártásban résztvevők felismerve, hogy alapjaiban kell megváltoztatni az eddigi gyártáskultúrát és az együttműködés fontosságának szerepét a fejlesztési folyamatban, elérték, hogy ezen technológiák lépésről lépésre alkalmassá válhatnak a digitális sorozatgyártásra. A 3D nyomtatási szolgáltatásokat kínáló vállalatok egyre kompetitívebb környezetben végzik tevékenységüket, keményen küzdve a hatékonyabb, gazdaságosabb gyártófolyamatok kialakításaért. Az átalakulás, amelyben az anyagleválasztó eljárásokról a generatív technológiákra állunk át, sokkal gyorsabb, mint azt gondoltuk, és ez alapvetően változtatja meg a termékek létrehozásának módját és helyét. Az additív gyártás (AM) digitális gyártás és egyedülálló lehetőséget biztosít arra, hogy a környezetterhelés mértékének jelentős mérséklése mellett csökkenjenek a gyártási, a logisztikai, így a szállítási költségek is.

Az additív gyártás (AM) aktuális helyzete

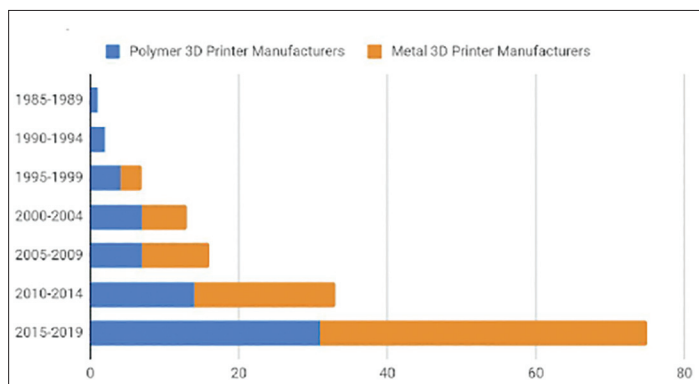
A 3D nyomtatás egyre sokszínűbb, ahogy a piacra lépő játékosok száma növekszik. Ennek a tendenciának az egyik bizonyítéka, hogy az évente megrendezett szakvásáron a Formnext-en 2019-ben 852 kiállító vett részt, ami 35%-kal több volt az előző évhez képest. A kiállítók növekvő száma azt jelenti, hogy a 3D nyomtatási ipar folyamatos növekedési pályán halad, és egyre több cég lép be a piacra, mint induló, a meglévő 3D technológiákat alkalmazó vagy új technológiákat fejlesztő vállalkozás.

Az additív gyártásban (AM) érdekelt tábora több szereplős, amelyben a gépgyártók mellett a tervező, szimulációs és üzemeltető szoftvergyártók, az alapanyaggyártók, az utómunkában érdekelt hőkezelő, forgácsoló berendezéseket gyártók, a minőségbiztosítással és kutatás-fejlesztéssel foglalkozó vállalatok, intézetek, kutató központok száma folyamatosan emelkedik. Az 1. ábrán látható összefoglaló térkép

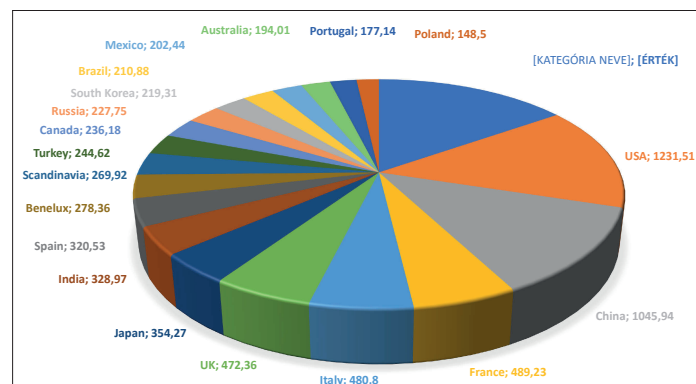


1. ábra. Az Additív Gyártás aktuális térképe. Forrás: AMFG

KUTATÁS–FEJLESZTÉS



3. ábra. A 3D nyomtatógépgyártó cégek számának alakulása.
Forrás: AMFG



2. ábra. Az AM 20 legjelentősebb szereplője Forrás: 3d printing media

(2019. áprilisi állapot) 171 résztvevőt ábrázol. Ez időközben a 2020. májusi információk szerint 231-re nőtt, amelyből 130 hardvergyártó, 31 szoftver, 47 alapanyag és 11 utómunkában érdekelt felszerelésgyártót tartalmaz. [1]

A 3dpbm legfrissebb becslései szerint Németország 2019-ben több mint 1 milliárd euró bevételt generált az additív gyártással kapcsolatban. Ezek a becslések a SmarTechAnalysis legfrissebb jelentésén alapulnak, amely szerint a globális AM ipar (beleértve az AM hardvert, anyagokat, AM szoftvereket és AM szolgáltatásokat) 2019-ben 10 milliárd dollár körüli bevételt képviselt. Az elemzés eredményei azt mutatják, hogy Németország a legnagyobb földrajzi piac, közel 1,3 milliárd dollár éves bevétellel, majd az Egyesült Államok és Kína követi. 2. ábra.

Németország az első helyen áll, mivel az ipari 3D nyomtatási hardvereket gyártó cégek nagy része német tulajdonú vállalat, továbbá sok alkalmazó és anyaggyártó cég is. Őt szorosan követi az Egyesült Államok, míg Kína különösen a hazai AM gyártás és bevezetés révén növekszik. Ez a három legfontosabb piac egyenként több mint 1 milliárd dollárt generál évente az AM-hez kapcsolódó forgalomban.

A tíz legfontosabb piacon nagy európai gyártó nemzetek is vannak, például Franciaország Olaszország és az Egyesült Királyság, hasonló éves forgalommal, körülbelül fél milliárd euróval. Spanyolország szintén jelentős forgalmat bonyolít, míg Skandináviában, Kanadában és Oroszországban az AM alapanyaggyártás erős. India gyorsan növekvő bevezető, míg Japán szintén jelentős alkalmazója az AM-nek. A Benelux régió néhány nagyon releváns AM szolgáltatónak köszönhetően, akik innen származnak, szintén jelentős alkalmazó. Dél-Amerika leg-

nagyobb AM forgalmát Brazília bonyolítja, míg Közép-Amerika legnagyobb AM-piacát Mexikó. A Közel-Keletet Törökország képviseli, a kelet-európai régióból Lengyelország található még a top 20-ban. Mivel az adatok tartalmaznak bizonytalanságokat, fontos megjegyezni, hogy a pontos sorrend elvált folyamatos változásban van. [2]

A fém AM helyzete

A polimer 3D nyomtató gyártók mellett a 2000-es évektől egyre jelentősebb szerepet kaptak a fém 3D nyomtató berendezések gyártói. Az elmúlt öt évben ezek száma meghaladta a műanyag-nyomtató gyártók számát (3. ábra.). Az elemzők 2010–2025 között a 3D fémnyomtatás átlagos 24%-os növekedését prognosztizálják. Az eddig eladott közel 8000 darab 3D fémnyomtató mintegy 4,3 millió darabot nyomtatott. A 3D fémnyomtató rendszerek 800 millió eurós forgalma eltörpül a hagyományos CNC rendszerek forgalmához képest, ennek mindössze 1,5%. Ez a részarány a várakozások szerint 2023-ra 3% körül lesz. [1]

Az AM piac szereplőinek 2019-es forgalmi adatai (4. ábra) alapján a fémnyomtató gépgyártók 27,3%-kal viszik el az első helyet, azt követik a polimer-nyomtatókat gyártók 19,3%-os forgalommal, illetve harmadik helyre alapanyag gyártók kerültek 18%-os forgalommal (9,3 % fém és 8,7% polimer és kompozit). A dobogós helyezetteket szorosan követik a szoftvergyártók 17,9%-os forgalommal, amiből 6,8% Design&CAD, 6,8% Szimulációs és 4,3% a termelés teljes körű irányítását vezérlő MES (Manufacturing Execution System) szoftverek. A forgalom kisebb szeleteit képviselik az asztali nyomtatókat (4,3%), kerámia nyomtatókat (3,7%), utómunkálatokat és hőkezelő (HIP) berendezéseket gyártók (3,1%)

az elektronikus áramköröket, eszközöket nyomtatók (2,5%), valamint az egyéb szolgáltató, kutató, technológiát kidolgozó, stb. cégek forgalma. Ebből az látszik, hogy a fém 3D nyomtatással kapcsolatos gép, alapanyag és szoftverpiac forgalma közel 43-44%-át teszi ki a teljes AM piaci forgalomnak. [3]

Fém AM eljárás változatok

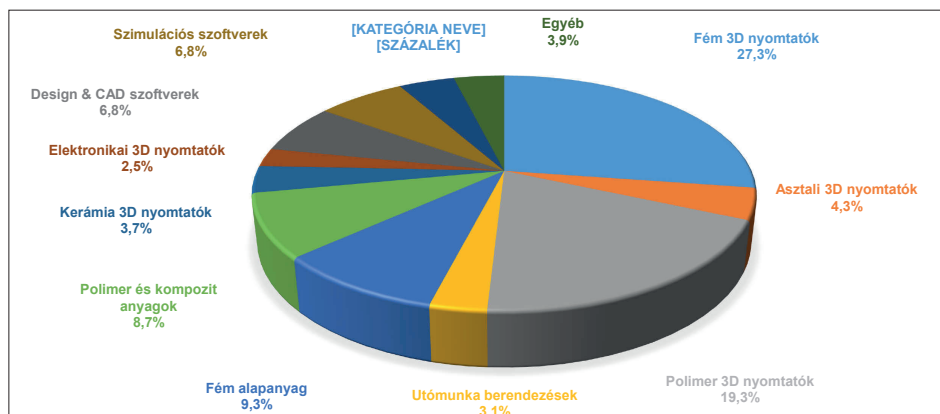
A fém 3D nyomtatási eljárások száma évről évre növekszik. Jelenleg 18 félélt tartanak számon és számtalan elnevezés vagy márkanév alatt futnak, amelyeket célszerű rendszerezni a jobb áttekinthetőség érdekében. Az 5. ábra a technika jelen állása szerinti eljárásváltozatokat mutatja be a kötés létrehozó alapfolyamatok szerinti csoportosításban, feltüntetve az elnevezés alatt az alapanyagfajtát és az alkalmazott energiaforrást is. Ebben a rendszerezésben az eljárások két nagy főcsoportba, az **olvasztásos eljárásokra** (meltingprocesses) és a **szinterezéses eljárásokra** (sintering processes) tagozódnak, amit kiegészít egy harmadik **egyéb** kategória.

Az olvasztásos eljárásoknak két csoportja van a porágyas PBF (PowderBedFusion) és a direkt energiafelrakásos DED (DirectEnergyDeposition) eljárásváltozatok. A továbbiakban az egyszerűsítés miatt, a 3D nyomtatás világában egyre jobban meghonosodó, az angol elnevezések kezdőbetűit alkalmazó rövidítéseket használom az eljárás változatok megnevezésére.

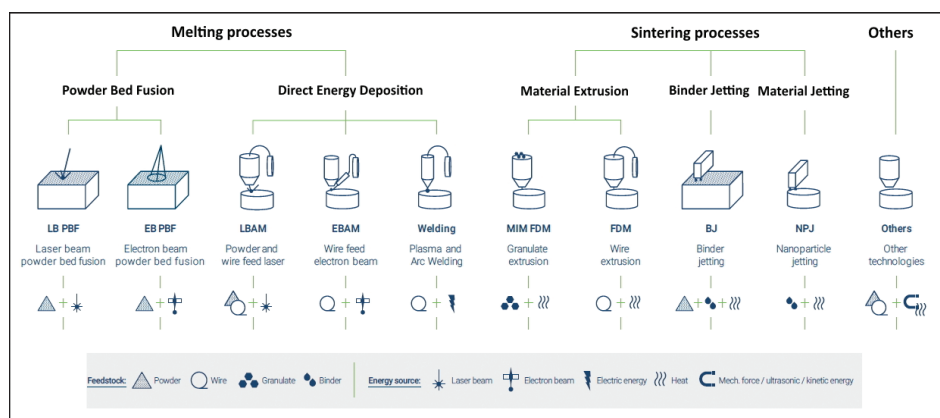
Porágyas additív technológiák – PBF

A porágyas lézersugaras olvasztást **LB-PBF** (LaserBeamPowderBedFusion), ill. gyakran fém lézersugaras 3D nyomtatásnak nevezik. Az LB-PBF folyamatban egy pár galvanométer tü-

KUTATÁS–FEJLESZTÉS



5. ábra. Fém AM eljárás változatok. (forrás: AMPOWER)



4. ábra. Az AM piac szereplőinek forgalmi részesedése 2019-ben. Forrás: AMPOWER

kör kombinált forgatásával mozgatják a nagy energiasűrűségű lézernyalábot az építési platformon terített fém porágyon. LB-PBF eljárásoknál a 100–1000 W teljesítményű lézersugár rétegről rétegre építi fel a munkadarabot az építési alapra, amelyet fokozatosan rétegenként süllyesztenek le. A rétegek vastagsága 20–100 μm közötti.

További eljárásváltozatok: LBM (Laser Beam Melting), SLM (Selective Laser Melting) LMF (Laser Metal Fusion), DMP (Direct Metal Printing).

A porágyas eljárások elektronsugaras változata, az EB-PBF (Electron Beam Powder Bed Fusion) technológia szintén fémporral dolgozik, itt viszont egy nagyenergiájú pásztázó elektronnaláb segítségével készülnek el a rétegek egy vákuumkamrában.

Direkt energia felrakásos technológiák – DED

A Lézersugaras Additív Gyártás LBAM (Laser Beam Additive Manufacturing)

Az LBAM eljárásváltozatokban a lézersugár fókuszoltjába juttatott por vagy huzal megolvasztása által lera-kott varratokból készül el rétegenként a darab. Az eljárásváltozatok közül

van olyan, ahol egyidejűleg különböző összetételű porokkal is kivitelezhető a nyomtatás, ami lehetőséget kínál a felület tulajdonságainak folyamatos megváltoztatására.

Eljárás változatok: LMD (Laser Metal Deposition); LENS (Laser Engineering Net Shape); Laser Cladding, Laser Generation; LBMD (Laser Based Metal Deposition) LFF (Laser Freeform Fabrication); Laser Direct Casting; Laser Cast, Laser Consolidation, Las Form neven ismert eljárásokat is ebbe a csoportba sorolják. Ezen eljárásváltozatoknál egy vagy több fúvókán keresztül a fémpor automatizálva a nyomtató fejen, vagy külön adagolón kerül bevezetésre, és ezt a lézersugár vékony rétegben megolvasztva hernyóvarratot képez, amelyeket megfelelő átfedéssel raknak egymás mellé, így rétegről rétegre építve fel a darabot.

Elektronsugaras Additív Gyártás – EBAM

Az EBAM elektronsugaras huzaladagolású eljárásváltozat, amely a vákuumkamrába huzadagoló segítségével bejuttatott huzalt olvasztja meg és így építi fel rétegről rétegre az alkatrészt.

Ívhegesztéses additív technológiák

A huzaladagolású additív eljárásváltozatokhoz plazma vagy elektromos ív használható. A hegesztőhuzalos védőgázos additívgyártási eljárások WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) is komoly fejlődésen mentek keresztül. Ehhez nagymértékben hozzájárul a hegesztőrobotok nagy pontosságú vezérlései, hajtásai és az adaptív hegesztési eljárásváltozatok fejlesztése. A hegesztési paraméterek nagyon szűk tartományon belüli alkalmazásával lehetővé vált a vékonyfalú testek hegesztéssel történő létrehozása, illetve bonyolult struktúrák kialakítása.

Anyagsajtólasos eljárások – ME (Material Extrusion)

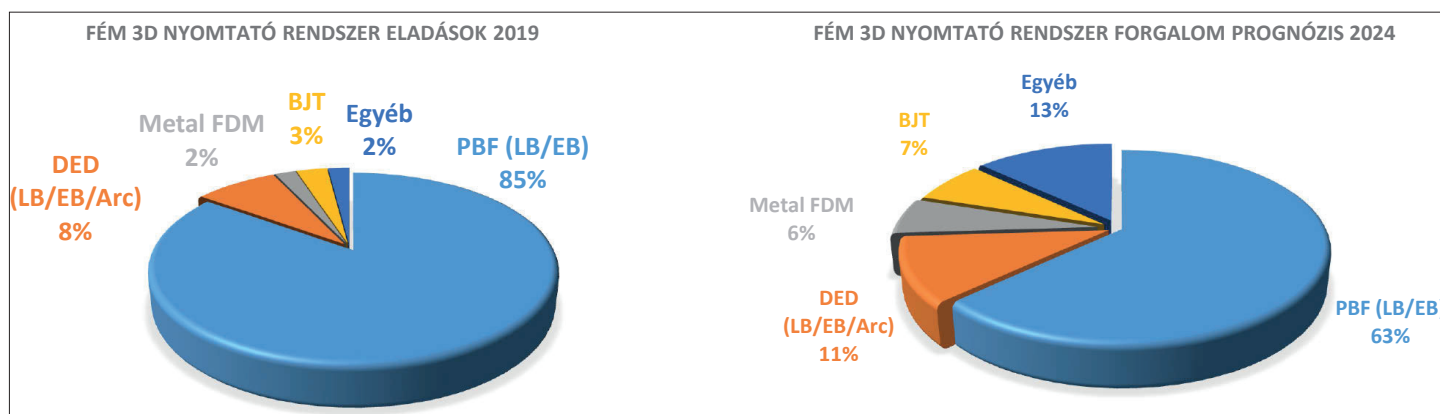
Az FDM (Fused Deposition Modelling) eljárásoknál fémpor vagy egy különleges huzalt, úgynevezett filament anyagot olvadáspont alatti hőmérsékletre melegítenek, és a nyomtatófej fúvókán keresztül sajtolnak ki a felületre rétegenként felépítve az úgynevezett „zöld” darabot. A zöld darabot ezután egy mechanikus, majd vegyi tisztítási műveletet követően kapjuk a „barna” darabot, amiből szinterezéssel állítják elő a végső alkatrészt. Ezen eljárásoknál a zsugorodás mértéke elérheti a 20 %-ot is. Eljárás változatok: FLM (Fused Layer Modeling, Fused Layer Manufacturing); FFF (Fused Filament Fabrication); BPE (Bound Powder Deposition); ADAM (Atomic Diffusion Additive Manufacturing); FMP (Filament Metal Printing); MFDM (Metal Fused Deposition Modeling).

MIM FDM (Metal Injection Molding-Fused Deposition Modeling) A fröcsöntést és a sajtolást kombináló eljárások, ahol fémgranulátumok képezik az alapanyagot.

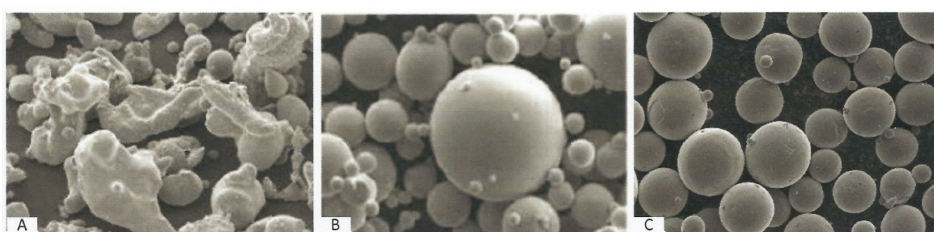
Kötőanyag-sugaras additív eljárások – BJ (Binder Jetting)

A kötőanyag-sugaras eljárás (BJ) elve hasonló a tintasugaras papírnymtatáshoz használt eljáráshoz, csak itt nem festékanyagot, hanem kötőanyagot fecskendeznek fémporra. Az elterített fémport a kívánt mintázat szerint egy pásztázás alkalmával több sor fúvókán keresztül finomcseppes folyadék kötőanyaggal rögzítik, így alakítva ki soronként a kívánt végső darab „zöld” darabját. A nyomtatást követően kicsomagolják, a felesleges port eltávolítják, majd oldószeres tisztítás után kapják a „barna” darabot, amiből szinterezéssel készítik elő a végső da-

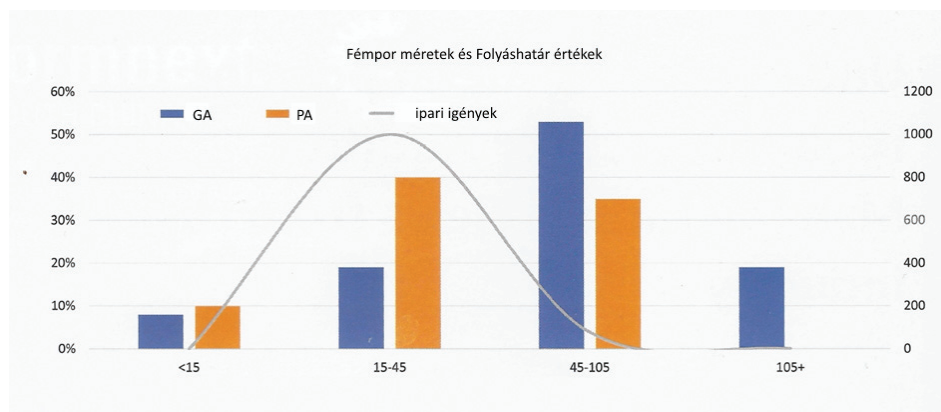
KUTATÁS–FEJLESZTÉS



6. ábra. A fém 3D nyomtató rendszer eladások. 2019-ben és az előrejelzés 2024-re.



7. ábra. Ti6Al4V ötvözet víz (A), gáz (B) és plazma (C) atomizációs eljárásokkal készült alapanyagok morfológiája [4]



8. ábra. Ti6Al4V ötvözet GA, PA eljárással készült porok méreteloszlása és folyáshatár értékeik. [4]

rabot, amely max. 20%-kal zsugorodik a zöld darabhoz képest. Eljárás változatok: 3D nyomtatás; (ThreeDimensionalPrinting), Inkjet 3D Printing; SPJ (SinglePassJetting).

Anyagsugaras additív eljárások – MJ (MaterialJetting)

Az anyagsugaras eljárás tulajdonképpen nanorészecske nyomtatás NPJ (NanoParticleJetting), ahol nem kötőanyagot fecskendeznek egy platformra, hanem olyan speciális folyadékokat, amelyben szuszpendált nano fémrészecskék találhatók. A terítést több száz fúvókán keresztül végzik és cseppenként építik fel a nagyon vékony, extrém magas felbontású rétegeket. A nyomtatófej elhaladását követően a hordozó folyadékokat elpárologtat-

ják, így alakítva ki soronként a kívánt végső darab „zöld” darabját. A nyomtatást követően kicsomagolás és oldószeres tisztítás után a „barna” darabot színterezik.

Egyéb eljárások

Ebben az osztályban az ultrahangos additív eljárás, a dörzshegesztéses additív eljárás, az ellenállás-hegesztéses additív eljárás, valamint további speciális területre kifejlesztett, illetve kifejlesztés alatt álló eljárások találhatók.

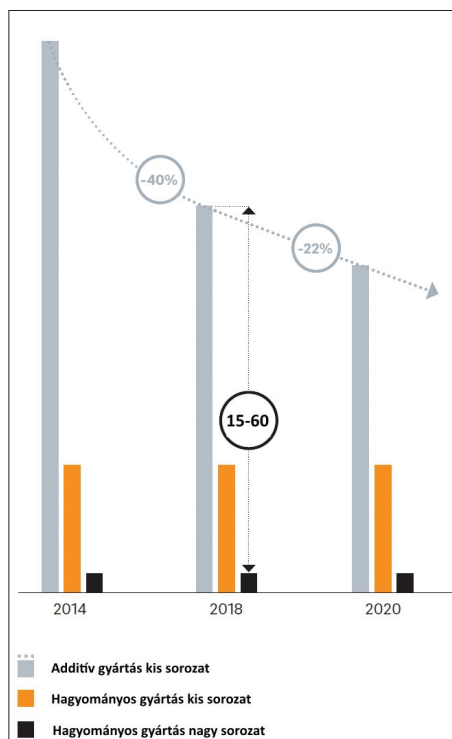
A fém 3D nyomtatás piacát a lézersugaras (LB), az elektronsugaras (EB), és a porágyas (PBF) technológiák dominálták. 2019-ben a PBF 85%-ot generált a rendszerszolgáltatók bevételeiből. Ez a piaci szegmens közel

5%-ot növekedett az előző évhez képest. A DED lézersugaras, elektronsugaras és elektromos ív (DED-LB/EB/Arc) technológiák 8%-ot képviseltek a globális rendszerbevételek piaci részesedésében, míg a Metal FDM, BJT és egyéb technológiák összege kb. 7%-os. 6. ábra.

Ebből is látható, hogy napjainkban a fém AM piacot túlnyomó részt a PBF technológiák uralják, de az elkövetkező öt évben az elemzők szerint a PBF 63%-ra fog csökkenni, míg a DED-LB/EB/Arc 11%-ra, a Metal FDM 6%, valamint a BJT 7%-ra nő. Az új és még fejlesztés alatt álló egyéb technológiák szerepe is erősödni fog az elkövetkező években. [3]

A fém AM alapanyag gyártás

A fémpor alkalmazó technológiák dominanciája miatt nagy hangsúly helyeződik a szükségleteket kielégítő alapanyagokra, amik víz-, gáz- vagy plazmaatomizációs eljárásokkal készülnek. A gáz- és a plazmaatomizációs technológiák jó, illetve kiváló minőségű fémporok előállítására alkalmasak. A vízatomizációs eljárásokkal készülő porok a gyengébb minőség miatt fokozatosan a háttérbe szorulnak. A különböző eljárásokkal készült porok morfológiáját mutatja be a 7. ábra. A jó minőségű termékek előállításának egyik záloga a jó alapanyag, amelynél elvárás a homogén összetétel és méret, továbbá a minél kisebb szórás mutató gömb formájú szemcsék. Az alapanyag-gyártók is egyre jobb minőségű és egyre kisebb (15-50 µm) átmérőjű porokat kínálnak a fémporok számára, az igényeknek megfelelően. Erre egy jó példa az igen gyakran alkalmazott Ti6Al4V ötvözet esetében az alkatrészek előállítására használt különböző átmérőjű porok. A 8. ábrán. gáz (GA) és plazma



9. ábra. Gázok az additív eljárásokhoz
Forrás: Messer

(PA) atomizációval készült részecskék méret szerinti százalékos eloszlását, a méretek és a folyáshatár kapcsolatát, valamint az ipari igényeket látjuk feltüntetve. A 45-100 μm tartományban készült poroknál a gázatomizációs eljárással készült porok folyáshatára a legmagasabb, bár amint látható, ez az ipari elvárások csak kis hányadát fedi le. Az ipari igényeknek leginkább megfelelő tartományban a plazmaatomizációs porok folyáshatára a legmagasabb, ezen porok méret szerinti eloszlásgörbéje közelít legjobban az ipari igények elvárásait leíró görbéhez.[4]

Az egyre jobb minőségű alapanyagoknak köszönhetően a nyomtatott termékek felületi érdessége csökken, finomabb részletek nyomtatását teszi lehetővé. Külön terület a NPJ által használt fém nanorészecskéket tartalmazó alapanyagok gyártása. A fémmenyomtatásra használt anyagok, így a korrózióálló acélok, alumínium ötvözetek, titán ötvözetek, szerszámacélok, nikkel ötvözetek, Cr-Co ötvözetek, réz és rézötvözetek palettája is folyamatosan bővül. A különböző iparágak, jellemzően az energetika, elektronika, járműipar, űrtechnológia és az egészségügy szükségleteinek kielégítésére újabb és újabb anyagok kerülnek kifejlesztésre.

Bár a felhasználást figyelembe véve a fémporok dominálnak, az AM



9. ábra. Gázok az additív eljárásokhoz Forrás: Messer

technológiáknál feltétlenül meg kell említeni a különleges AM számára gyártott hegesztő huzalokat, bevonatos porokat vagy huzalokat (filamenteket), granulátumokat, pelleteteket, lemezeket, valamint a BJ és MJ számára a ragasztó és hordozó folyadékokat.

Az additív gyártás láthatatlan szereplői

A gázok láthatatlanok, szerepük mégis lényeges, fontos szerepük van az alapanyagok, minőségi porok gyártásánál, valamint a 3D nyomtatási, illetve hőkezelési környezetben a nedvesség és az oxigén távoltartásában, továbbá hatással vannak a gyors olvasztási és szilárdulási folyamatra. Az oxigén jelenléte nem kívánatos sem az alapanyaggyártásnál, sem a 3D nyomtatásnál, mivel a keletkező oxidok károsan hatnak a végtermék minőségére, negatívan befolyásolják a porok alakját, a nyomtatással készült termékek mechanikai tulajdonságait, nyomtathatóságát. Ezért a fémporok gyártásánál és az additív gyártási környezetben a cél a 100 ppm (0,01%) alatti oxigénszint biztosítása.

Az alapanyaggyártásban jelentős szerepet kapnak a plazma-, a gáz- és a konfigurációs atomizációs technológiák továbbfejlesztett változatai, amelyek kiváló minőségű fémporok előállítására alkalmasak. A gázatomizációs eljárásoknál a rúd alakú alapanyagot indukciósan vagy plazmaívválasztják meg. A folyékony fémáram körül fúvókákon keresztül vezeték a gázt, amely expandálás következtében jelentős nyomásesést szenved, és megváltoztatja az olvadék áramlásának jellegét. Amennyiben az atomizációs gyártási folyamatban az ol-

vadék megfelelően túlhevített, akkor a hengeres alakból először kúppá, majd olvadt vékony fémárammá alakul, ami elporlasztva különböző nagyságú, kedvező esetben gömb alakú szemcsévé szilárdul. Az atomizálásra használt gáz – nitrogén, argon vagy hélium – az olvadék tulajdonságaitól is függően befolyásolni fogja a keletkezett por tulajdonságait. A gömb alakú oxidok létrejötte miatt alakul ki, amelyek a szemcsék felületén jönnek létre. Az oxidképződés drasztikusan megnöveli a viszkozitást, és ez meggátolja a gömb alakú cseppek létrejöttét. Ezért célszerű az oxigénmennyiséget a lehető legalacsonyabb szinten tartani.[5]

A LB-PBF eljárásoknál alkalmazott védőgázok elsődleges feladata az olvadékfürdő védelme, de emellett legalább olyan fontos, hogy a gázáram eltávolítsa a keletkező fémgőzöket, részecskéket, amelyek a lézersugár energiájának részbeni elnyelésével instabillá tehetik a nyomtatási folyamatot. Az utóbbi időben nagyon komoly fejlesztések zajlottak le a gépgyártóknál a gázok be- és kivezetését illetően. Áramlástan szakemberek bevonásával megnövelték a keringtető rendszer teljesítményét és lamináris áramlást biztosító rendszereket alakítottak ki. A gáz minősége és mozgatósa meghatározó tényezője a jó nyomtatási minőségnek.

A FDM, BJ, MJ eljárásoknál kötelező a szinterezés, illetve az izosztatikus nyomáson történő hőkezelés (HIP) amely a nyomtatott darab végső alakjára, szemcse-szerkezetére, mechanikai tulajdonságaira, a porozitásuk és mikropedések csökkentésére van döntő hatással. A gázoknak itt is fontos szerepe van a semleges atmoszfé-

ra biztosításában. A leggyakrabban használt gáz az argon.

Az eljárás és az alapanyag függvényében különböző tisztaságú gázokat alkalmaznak. A Messer az additív eljárások számára Addline néven forgalmazza termékeit. Ezekre a gázokra a nagy 99,996% (4.6)– 99,999% (5.0) tisztaság, illetve a rendkívül kis szennyezőhányad ($O_2 \leq 2$ ppm és $H_2O \leq 3$ ppm) jellemző. 9. ábra.[5]

Fém AM eljárások összehasonlítása

A fémnyomtatás sorozatgyártásba történő bevezetésén nagy erőfeszítésekkel dolgoznak a gépgyártók és a felhasználók, ám számtalan megoldandó feladat vár a fejlesztőkre. Ezek közül egy a költségek csökkentése. Jelenleg az AM technológiákra épülő sorozatgyártást összehasonlítva a hagyományos szubsztraktív technológiákra épülő sorozatgyártással, ez utóbbi jóval költséghatékonyabb. 10. ábra.

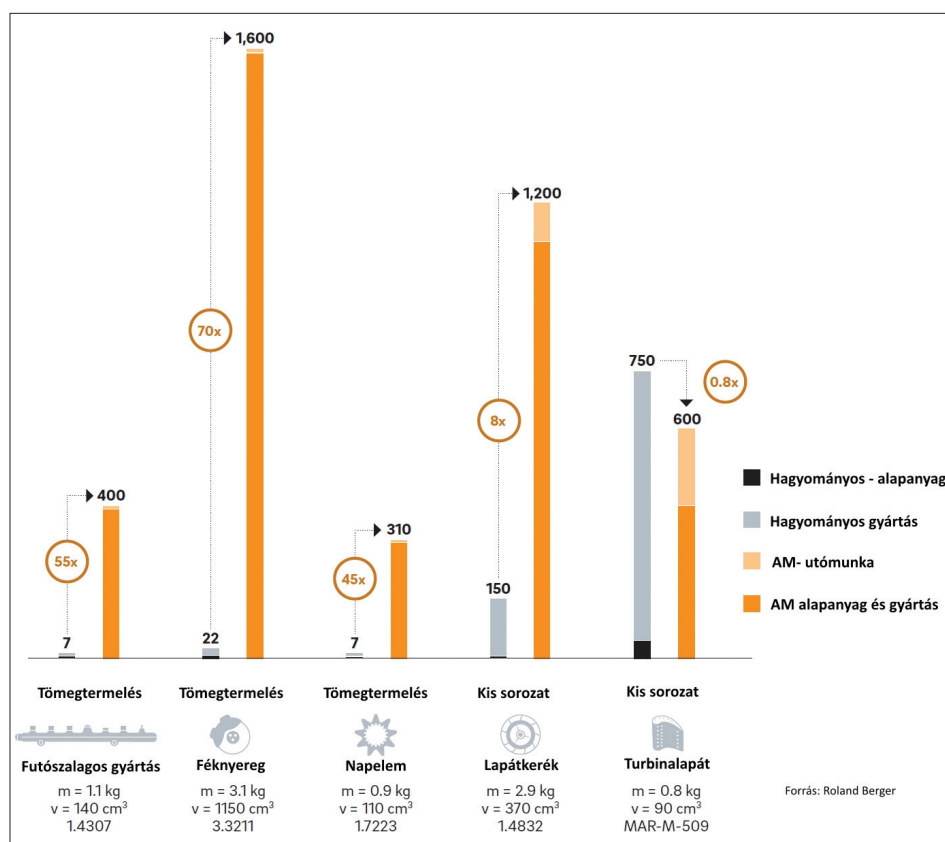
Az elmúlt évek fejlesztéseinek köszönhetően a csökkenő tendencia jól látható, 2014–2018 között 40%-kal csökkent az AM termékek előállítási költsége, majd 2018–2020 között további 22%-os csökkenés várható. Ezzel a jelentős csökkenéssel együtt is még mindig 15–60-szoros a szorzó az AM és a hagyományos technológiával előállított termékek költsége között. Bizonyos területeken azonban már komoly áttörések történtek kisebb sorozatban készülő termékeknél, ahol a termék komplexitása, egyedisége vagy egyéb feltétel miatt, pl. nagyon drága szerszámgépi, előnybe kerülhet a 3D nyomtatás.[6]

Az előállítási költségek közötti különbségek nagyban függenek a terméktől, illetve az alkatrésztől. Teljes szemléletváltásra van szükség a termékek funkcionalitását szem előtt tartó bionikus tervezéstől kezdve a megvalósításig. Nem az eddig hagyományos forgácsolási, hajlítási, hegesztési stb. technológiákkal gyártott darabokat kell additív technológiákkal legyártani, hanem egy újratervezett, súlyra (csak ott van anyag, ahol kell) és terhelésre optimalizált darabot.

A 11. ábrán különböző termékek esetében látunk összehasonlítást. Az első helyen szereplő, futószalagon készülő 1,1 kg-os 140 cm^3 térfogatú darab előállítása 55-ször olcsóbb hagyományos eljárással, mint a megfelelő AM technológiával. A második példában hagyományosan gyártott féknyereg elő-



12. ábra. Bugatti Chiron 3D nyomtatással készült féknyereg. Fotó: Halász Gábor

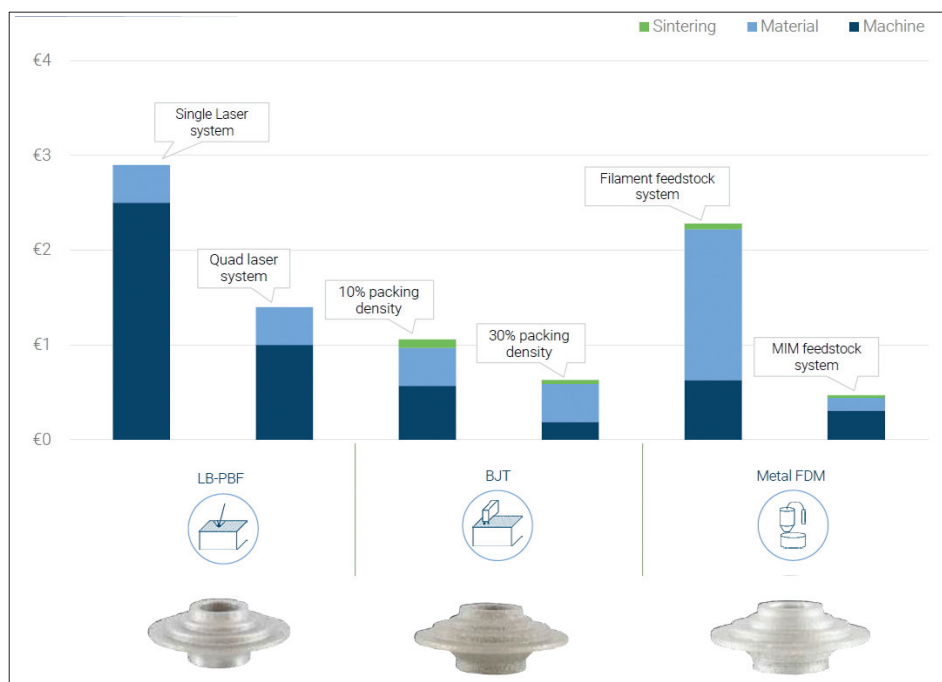


11. ábra. AM vs hagyományos technológia gyártási költségek összehasonlítása

állítása 6061 (3.3210) AlMg1SiCu ötvözetből hetvenszer olcsóbb, mintha 3D nyomtatással készülne. A harmadik, 1.7223 41CrMo4 ötvözetből készült 0,9 kg tömegű, 110 cm^3 térfogatú napelem gyártási költségei között 45-szörös a különbség.[6] Egy 1.4832 hőálló korrózióálló acélból készült, 2,9 kg tömegű 370 cm^3 térfogatú lapátkerék esetében a különbség már csak 8-szoros. Ezzel ellentétben egy turbinalapát esetében fordul a trend, ugyanis a 3D nyomtatással készült darab 0,8-szor olcsóbb, mint a hagyományos forgácsolási technológiával előállított. Erre jó példa a Siemens első 3D nyom-

tatással készült turbinalapátja, amely 13.000 ford/min. forgási sebességen $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$ fokos külső, a lapát belsejében pedig $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ fokos belső hőmérsékleten kell üzemelnie. Ennek a megtervezése, kifejlesztése és nyomtatása 2 hónapot vett igénybe, míg egy hagyományos eljárás esetén korábban ez 2 évet igényelt.[7]

Egy másik szemléletes példa a Bugatti Chiron féknyerge, ami az első Ti6Al4V ötvözetből, 3D nyomtatással készült 2,9 kg tömegű munkadarab, amely kialakítását tekintve rendkívül egyedi és hagyományos technológiával talán nem is lenne megvalósít-



13. ábra. LB-PBF, BJT és FDM eljárásokkal készült alkatrész előállítási költségei. [8]

	LB-PBF	BJT	Metal FDM
Berendezés ár €	250.000–500.000	250.000–500.000	60.000–100.000
Alapanyag ár €/kg	40–80	5–10	15–18, 100–200 (F)*,
Óradíjak €/h	30–40 sl, 50–55 ml*	40–50	5–6
Nyomatási ár €/cm³	1–3	0,5–1	0,5–2,5

1. táblázat. Ahol *sl – egy lézersugár, ml-több lézersugár, F-filament hozaganyag

ható. Egy ilyen féknyereg nyomtatása egy SLS 500 Quad típusú lézersugaras nyomtatón 4 darab, egyenként 400W-os teljesítményű lézersugár segítségével 45 óra 25 percet vett igénybe. 12. ábra.[8]

Az AM technológiák fejlesztőinek egyik célja az egyedi termékek gyártása mellett a digitális sorozatgyártás feltételeinek megteremtése, amihez többek között a termelékenység növelése, az igényeknek megfelelő minőség biztosítása és a költségek csökkentése szükséges. A legtöbb alkalmazás-specifikus AM technológia nagyon sok paraméter és minőséget befolyásoló tényező megfelelő összeállítását, illetve beállítását igényeli annak biztosítása érdekében, hogy a nyomtatott alkatrész megfeleljen a követelményeknek. Ez nagyságrendileg egy LB-PBF eljárásnál közel 300 paraméter jelent.

A lézersugaras porágyas technológiák (LB-PBF) nagyon sokat fejlődtek az elmúlt 20-25 év folyamán és továbbra is intenzív fejlesztés alatt állnak. A gépgyártók a termelékenység növelését a lézersugár teljesítményének emelésével gondolták megoldani, ami csak részben sikerült, mert túl nagy teljesítmény esetén a lézersugár több hőt vitt

be a folyamatba, ami nem kívánatos hatásokat, túlmelegedéseket, belső feszültségeket stb. okozott, illetve a porozitások számának növekedését, ami minőségi romlást idézett elő. A napjainkban alkalmazott 3D nyomtató lézerforrások teljesítménye 200–500 W.

A következő fejlesztési szakaszban a lézersugarak számának növelésével, a darabok topológiai optimalizálásával, az adott gyártási térfogatban elhelyezhető darabszámok növelésével, az utómunkálatok időszükségletének csökkentésével, továbbá kevesebb támasz használatával igyekeznek a nyomtatási sebességet, ezzel a termelékenységet növelni. Ám a több sugárral több kihívásokat is generál. Fontos szerepet kapott a sorrend és a lézersugárral megolvasztott területek egymáshoz viszonyított elhelyezése, a védőgázáram be- és elvezetése oly módon, hogy az olvadék fürdővédelme mellett a keletkező fémgőzök és részecskék lehetőség szerint ne zavarják a lézernyalábokat az olvasztási munkában.

Az LB-PBF-eljárások nyomtatási sebessége alacsony. Egy több száz vagy több ezer réteget tartalmazó darab nyomtatása hosszú órák vagy napok

kérdése. Az eljárásra jellemző anizotrop szerkezettel is számolni kell, mert a keletkező szövetszerkezet függ a nyomtatási iránytól. Ez nagyobb különbséget eredményezhet a mechanikai tulajdonságok között az építkezés irányára merőleges és azzal párhuzamos irányokban. Az AM sorozatgyártás megvalósításánál a hagyományosnak tekintett, eddig domináló porágyas technológiák komoly kihívókra akadtak a FDM és BJ eljárás változatokban. Ezek nagyobb nyomtatási sebességgel képesek megvalósítani a darabokat úgy, hogy a termékek homogénebb szövetszerkezettel és iránytól független mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. A kihívók száma a jövőben tovább fog nőni, az új eljárások, eljárás változatok kifejlesztése folyamatban van, az előzetes tesztelesekről szóló hírek szerint akár nagyságrendekkel gyorsabb nyomtatási sebességek várhatók.

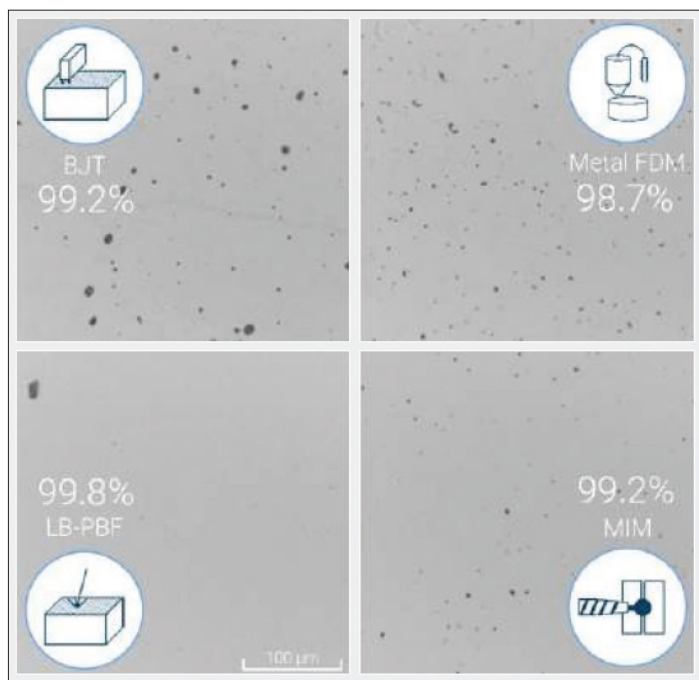
Fém AM eljárások gyártási költségeinek összehasonlítása konkrét eset alapján

Egy tanulmányban német kollégák ugyanazt az egyszerű kis alkatrészt készítették el LB-PBF, Metal FDM és BJ eljárás változatokkal 316-os korrózióálló acél alapanyagból, majd összehasonlították a nyomtatási költségeket (1. táblázat; 13. ábra.). Az összehasonlítás alapjául a különböző eljárásoknál alkalmazott alapanyagárak, a gyártási sebesség és a berendezések óradíjai szolgáltak, amelyek figyelembe vették a berendezések beszerzési árát és az értékcsökkenést. A hőkezelés, utómunka költségek, és a minőségellenőrzési díj nem szerepel az összehasonlításban.

Az egysugaras LB-PBF technológiák esetén a nyomtatási sebesség lassabb, a gyártási költségek magasabbak a BJT és FDM technológiákkal összehasonlítva. A lézersugár nyalábok számának növelésével (quadlézer – négy lézersugár alkalmazásával) nőtt a nyomtatási sebesség és felére csökkent a darab gyártási költsége. A LB-PBF egy lézersugarat használó berendezés órája 30-40 euró, míg a négy lézersugarat használó quad lézerberendezésé 50-55 euró. A nyomtatási költség 1-3 euró/cm³, ami még mindig magasabb, mint a konkurens BJT és FDM technológiáké.[8]

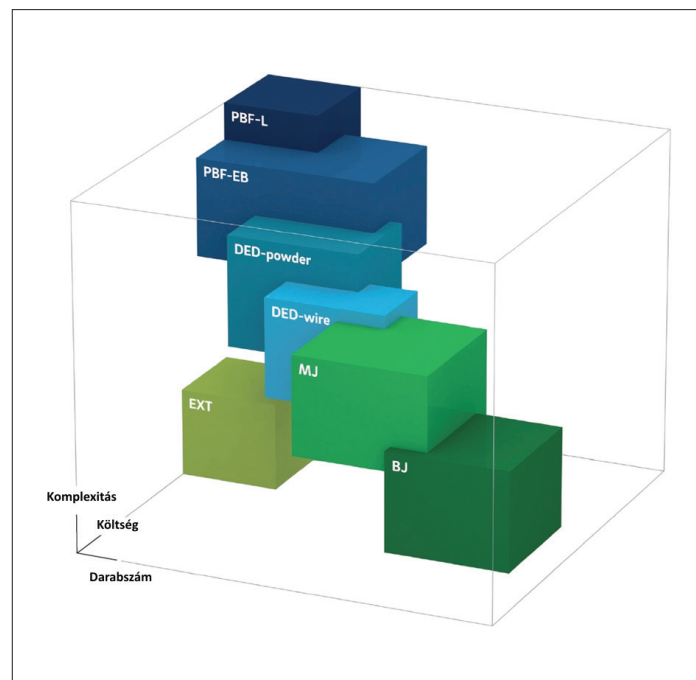
A gyártási sebességet a BJT rendszerben a teljes nyomtatási idő és a

KUTATÁS–FEJLESZTÉS



14. ábra. Különböző eljárásokkal készült darabok tömörsége.

Forrás: AMPOWER



15. ábra. Fém AM technológiák összehasonlítása.

Forrás: Roland Berger

kitöltési sűrűség alapján számolják. A kitöltési sűrűség a teljes nyomtatási térfogatra vonatkozó összes alkatrészmennyiség térfogatát jelenti. A kitöltési sűrűség általában 10%-os különböző méretű és térfogatú alkatrészekkel végzett úgynevezett vegyes munkamenet esetén, és 30%-os az egyforma, optimálisan elhelyezhető, egymásra rakható alkatrészeknél nagy mennyiségű darab gyártása esetén. Egy munkamenetben a nyomtatási idő húsz és negyven óra között van. A BJT eljárásnál a gyártási költséget jelentősen befolyásolja a kitöltési sűrűség. A rozsdamentes acélból készült darabok előállítási költsége: 0,5 - 1 euró/cm³. [8]

Az FDM eljárásnál a rétegvastagság a kulcstényező, ami befolyásolja az építési térfogatot. Nagyobb rétegvastagság esetén nő a termelékenység, de jelentősen csökken a felület minősége, és megnő az utómunka mennyisége. Az eljárásváltozat is befolyásolja a nyomtatási költségeket attól függően, hogy kötőanyag-fémpor keverékéből készült huzalos (filament) vagy a fröccsöntésnél használatos por alapanyagból állítják-e elő a darabot. Az eljáráshoz alacsonyabb minőségi kategóriájú fémporokat alkalmaznak, ezek 5-10 euró/kg árban kaphatók. A filament alapanyagok ennél jóval drágábbak, pl. BASF Ultrafuse316LX mintegy 200 euró/kg, míg más gyártótól olcsóbb kivitelben kb. 100 euró/kg. Az FDM eljárások nyomtatási költsége

ezeket figyelembe véve 0,5 - 2,5 euró/cm³. [8]

Az összehasonlításban szereplő technológiákra jellemző árakat és díjakat az 1. táblázat tartalmazza.

A BJT és FMD eljárások részét képezi a kicsomagolás és színterezés. A hagyományos katalitikus kicsomagolás és színterezés a domináló eljárás termelékenysége és jó folyamat-szabályozhatósága miatt, ám ez nagyobb beruházással és az eljárásból adódóan veszélyes anyagok, pl. savak alkalmazásával jár. Az utóbbi időben vékony falu (3-4 mm) alkatrészeknél elterjedt az úgynevezett egylépéses termikus kicsomagolás és színterezés, amely egy kemencét igényel. Az egylépéses eljárás óradíja 13-23 euró. BJT eljárás és 10% kitöltési sűrűséget alkalmazó nyomtatás esetén a katalitikus kicsomagolás és színterezés költsége kb. 0,28 euró/cm³, az egy lépcső változat költsége kb. 0,08 euró/cm³

A kísérletbe szereplő alkatrészek átlagos nyomtatási költsége a különböző AM eljárásokkal a 13. ábrán látható. A legdrágább eljárás a LB-PBF egy lézersugaras változata 2,8 euró/db árral. Ezt követi a Metal FDM filament hozaganyagot használó változata 2,3 euróval, majd a LB-PBF quad-lézeres változata kb.1,4 euróval. A BJT 10%-os kitöltési sűrűségű munkamenet esetén 1,1 euró, míg 30%-os kitöltéssel 0,6 euró, végül a Metal FDM eljárás poros válto-

zatával mindössze 0,4 euró egy darab nyomtatási költsége. A legdrágább és a legolcsóbb AM előállítási költségek között hétszeres a különbség. Nagyon fontos mérlegelni az eljárás kiválasztásakor, hogy az adott alkatrész milyen szilárdsági, fáradási, korrózióállósági, felületi érdességi, esztétikai stb. követelményeknek kell eleget tegyen. A gyártáshoz a szükséges és elégséges feltételeket biztosító eljárást célszerű választani.

Fontos tényező az elkészült darabok tömörsége. Ebben jelentősek a különbségek az egyes eljárások között, amely a 14. ábrán bemutatott csiszolat felvételeken is jól látható. A legkisebb porozitást a LB-PBF, míg a legnagyobbat a FDM technológiákkal készült daraboknál találunk. A BJT és a precíziós öntéssel (MIM technológiákkal) készültek minősége az előbbi kettő között helyezkedik el. A darabok tömörsége kulcsfontosságú mutató az olvasztás minőségét illetően. Ha a darab porózus, akkor nem valószínű, hogy a darab kielégíti az elvárt kúszási/fáradási, szilárdsági, rugalmassági követelményeket. Ezeket is mérlegre kell helyezni a technológia kiválasztásakor. A porozítások mértéke jelentősen csökkenthető hőkezeléssel.

Amennyiben a különböző fém AM eljárásokat egy a darabok komplexitását, az előállítási költségeket és a darabszámot figyelembe vevő koordináta rendszerben helyezük el, akkor szemléletes módon kirajzolódik, hogy

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

melyik eljárás milyen feladatokra alkalmas. (15. ábra)

A lézeres PBF eljárások nagyon bonyolult, nagy komplexitású alkatrészek előállítására alkalmasak, kis sorozatban, a legmagasabb gyártási költség mellett. Az elektronsugaras PBF eljárások a lézerekhez képest termelékenyebbek, kedvezőbb költségekkel. A PBF eljárásokra általánosan jellemző a magas berendezésár és előállítási költség, a relatív alacsony nyomtatási sebesség és a magas minőség.

A poros és huzalos DED eljárás változatok esetében a berendezések ára alacsonyabb, mint a PBF berendezésé, még úgy is, hogy az elengedhetetlen színtereléshez szükséges kimenő a nyomtató rendszer részét képezi. Jellemzően kisebb bonyolultságú, kisebb költségű és nagyobb darabszámú sorozatok gyártására alkalmas eljárások. A nyomtatási sebesség egy-egy darab esetén magasabb, mint a PBF-ek nyomtatási sebessége.

Az MJ és BJ eljárások gyártó rendszereinek költsége hasonló a PBF berendezéséhez. Viszont ezen eljárásokkal egyszerűbb alkatrészek nagy darabszámban alacsonyabb költséggel állíthatók elő. Elemzők komolyabb felfutást jósolnak ezen eljárásoknak az elkövetkező években a légitársaság, űripar, gépjármű ipari területén.

Összefoglalás

A cikk első részében foglalkoztunk az additív gyártás helyzetével a világban, bemutatásra kerültek az additív piac szereplői, forgalmi adatok, statisztikák, fejlődési előrejelzések, a fém 3D nyomtatás, valamint az alapanyagok és gyártásuk aktualitásai.

Összehasonlítottuk a hagyományos szubsztraktív eljárásokkal készülő termékek és a különböző AM eljárásokkal készült termékek előállítási költségeit. Áttekintettük az AM technológiák sajátosságait, nyomtatási költségeit, sorozatgyártásba való alkalmazhatóságot nézve összevetettük a gyártási költségeket, a darabok minőségét, és a termelékenységet.

A folytatásban, a cikk második részében tárgyaljuk majd a gépgyártók, a 3D nyomtatáshoz használatos tervezési, szimulációs és üzemeltetési szoftverek fejlesztéseit, a minőségbiztosítás fejlesztéseit, az eddig megvalósult sikertörténetek tapasztalatait és a továbblépési lehetőségeket a digitális gyártás felé. Foglalkozunk a digitális iker koncepcióval, azzal, hogy hol tart a rendszerszintű digitális iker szemlélet megvalósítása, az AM integrációja a teljes termelési folyamatba, valamint az AM előtt álló kihívásokkal és az arra adandó válaszokkal.

Absztrakt

A fém 3D nyomtatás, additív gyártás (AM) technológiai folyamatosan fejlődnek, adaptálódnak. A cikk első felében bemutatásra kerül az additív gyártás helyzete a világban, az additív piac szereplői, forgalmi adatok, statisztikák, fejlődési előrejelzések, a fém 3D nyomtatás, valamint az alapanyagok és gyártásuk aktualitásai, amelyek elősegítik az AM új szintre lépését. A cikkből átfogó képet kapunk a napjainkban használatos fém additív technológiákról, eljárás változatokról, amelyek összehasonlításra is kerülnek, különös tekintettel azok sorozatgyártásban való alkalmazhatóságára a gyártási költségek, a darabok mi-

nősége, és a termelékenység szempontjából.

Felhasznált irodalom:

- The Additive Manufacturing Landscape 2019 – Essential insight into the additive manufacturing market, key trends and analyses – AMFG
- This is how much additive manufacturing is worth in the 20 global AM markets – David Sher Jan 5 2020- <https://www.3dprintingmedia.network/the-top-20-global-am-markets/>
- AMPOWER report 2020 -<https://www.am-power.de>
- Understanding metal powder requirements for Additive Manufacturing: Views from the industry – J. E. Barnes; F. Francqui; R. Dehoff – Metal AM Vol. 5 No 3 p. 175-182.
- Új dimenzióban az additív gyártás – Halász G.- Gyártástrend 2017-12-12-http://gyartastrend.hu/gyartastechnologia/cikk/uj_dimenziokban_az_additiv_gyartas
- Advancements in metal 3D printing Beyond powder bed – Additive manufacturing on the brink of industrialization – Roland Berger Focus – October 2018
- Mérföldkő az additív gyártás történetében: nyomtatott turbinalapátok -<https://www.cnc.hu/2017/02/merfoldko-az-additiv-gyartas-torteneteben-nyomtatott-turbinalapatok/>
- Binder Jetting and FDM: A comparison with Laser Powder Bed Fusion and Metal Injection Moulding- M. Munsch; M. Schidt-Lehr; E. Wycisk - Metal AM 2018 Vol 4 No3 p. 159-167

**Halász Gábor*

*EWE/IWE okl. hegesztő szakmérnök
hegesztés-vágás szaktanácsadó
Messer Hungarogáz Kft*

**Értesítjük kedves ügyfeleinket,
hogy a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés
hivatalos címe 2020. május 1-től**

**1149 Budapest
Mogyoródi út 32.**

Making our world more productive

Linde

Lángtechnológiák

A hegesztés előtti előmelegítési folyamatok hatékony és gyors végrehajtása acetilén-sűrített levegő üzemű égőkkel, az alapanyag szerkezetének károsodási veszélye nélkül.

Az eljáráshoz szükséges berendezéseket és gázokat a Linde Gáz Magyarország Zrt. biztosítja Önöknek.

www.lindegas.hu

Gyura László*, Gáspár Marcell**, Balogh András***

A lánggyengetésési hőciklusok szövetszerkezetre gyakorolt hatása nagyszilárdságú acéloknál

Bevezetés

A lánggyengetés technológiája a mai fémszerkezet gyártásánál, elsősorban az acélból készült szerkezetek esetén még mindig fontos szerepet játszik. Sok esetben a hegesztések utáni egyengetés a gyártás nélkülözhetetlen eleme. A technológiához kiválasztott eszközök, éghető- és égést tápláló gázok esetén kiemelten fontos a technológiai paraméterek meghatározása (pl. melegítési hőmérséklet, hőntartási idő, hűtés módja stb.), amely sok esetben nem annyira egyértelműen meghatározható, mint más hegesztéssel kapcsolatos eljárások esetén.

Ennek betartása különösen fontos lehet az egyre gyakrabban alkalmazott nagyszilárdságú acélból készült szerkezeteknél, mivel a helytelen technológia (túlhevítés, hosszú ideig történő hőhatás, hirtelen hűtés stb.) az anyag szerkezetének, tulajdonságainak megváltozásához, károsodásához vezethet.

Lánggyengetés

A lánggyengetés elve

A lánggyengetés azon fizikai elven alapszik, hogy a fémek hevítés hatására tágulnak, hűtés hatására pedig zsugorodnak. Amennyiben a felhevítés (hőhatás) alatt a szerkezet alakváltozása akadályozott, a felhevített zónában nyomó feszültség alakul ki, amely a szerkezetet maradó alakváltozásra kényszeríti. Az alakváltozás korlátozása történhet akár mesterséges úton (pl. súlyterhelés, kiékelés stb.), de akár adódhat a szerkezet kialakításából is. A hevítés hatására kialakuló maradó alakváltozás alkalmazható egy tudatos geometria kialakítására (pl. hajlítások, alakítások), ill. egy a gyártás során kialakult alakváltozott szerkezet geometriájának visszaállítására is (lánggyengetés).

A hőbevitel mértéke alapján a lánggyengétést két esetre lehet osztani. Nagyon gyakori általánosan alkalmazott technológia a szerkezet teljes keresztmetszetéhez képesti részle-

Szállítási állapot	Rövid szakaszon felületi hevítés	Rövid szakaszon teljes keresztmetszetben történő hevítés	Teljes keresztmetszetű hevítés, hosszú hőntartási idővel
Normalizált, ötvöztelen acél 355 MPa szilárdságig	$\leq 900\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq 700\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq 650\text{ }^{\circ}\text{C}$
Termomechanikusan hengerelt acélok 460 MPa szilárdságig	$\leq 900\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq 700\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq 650\text{ }^{\circ}\text{C}$
Termomechanikusan hengerelt acélok 500–700 MPa szilárdság között	$\leq 900\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq 600\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\leq 550\text{ }^{\circ}\text{C}$
Nemesített nagyszilárdságú acélok (pl. S690QL, S960QL)	≤a választott alapanyag megeresztési hőmérséklete alatt általánosan 20 °C-kal (kb. 530 °C)		

1. táblázat. Ajánlás a lánggyengetés megengedett maximális hőmérsékletére

ges, gyakorlatilag csak a felületi réteg (jellemzően a teljes keresztmetszet 30–35%-ig történő) felhevítése. A hőbevitel mértéke ebben az esetben a munkadarab anyagvastagságához képest csekély, a hűlési sebesség jellemzően nagy. Amikor a munkadarab teljes keresztmetszetét lokálisan hevítjük fel, relatíve magas hőbevitelre és kis hűlési sebességre számíthatunk [1].

A lánggyengetés technológiája

A többsoros varratok hegesztése során alkalmazott rétegek közötti hőmérséklet korlátozásához hasonlóan a lángot használó eljárások technológiai hőmérsékletének betartására is szigorúan figyelni kell. A teljes keresztmetszetre ható melegítésekkel jellemzően nemcsak a hőmérséklet maximalizálása, de a hőntartás ideje is fontos lehet. Nagy hőmérsékleten történő hosszú idejű hőntartás olyan diffúziós folyamatok lejátszódására ad lehetőséget, amelyek fáziskiválást, szövetszerkezet változást és szemcseméret növekedést okozhatnak, jelentősen rontva ezzel az acél eredetileg beállított tulajdonságait [2].

A lánggyengetésési hőmérséklet meghatározásához nyújt segítséget a CEN/TR 10347:2006 „Guidance for forming of structural steels in processing” című műszaki jelentés, amely ajánlásokat ad a különböző techni-

kával, technológiával kivitelezett lánggyengetések esetén az egyes típusú acélok maximális hőmérsékletére vonatkozóan (1. táblázat) [3].

A megfelelő hőmérsékletmező eléréséhez, azaz a lánggyengetés elvárható hatásfokának eléréséhez (valamint a munkadarab hirtelen túlhevítésének elkerülése érdekében) az adott alapanyag esetén a falvastagsághoz illesztett teljesítményű égőt kell választani [4].

Alapvetően a felhevítés körülményei, valamint döntően a hűlési feltételek meghatározók az anyagszerkezetében lejátszódó folyamatokra. A gyakorlatban a technológia gyorsítása érdekében a szakirodalom által javasolt nyugvó levegőn történő hűlési viszonyokkal szemben gyakran alkalmaznak vízzel (esetleg fűvott/fűjt levegővel) történő gyorsított hűtést, ami nagyszilárdságú acéloknál különösen kritikus következményekkel járhat.

A lánggyengetés hőciklusai

A lánggyengetés hatására bekövetkező hőciklus és hőmérsékleteloszlás vizsgálatára 10 és 25mm-es vastagságú lemezekon végeztünk kísérleteket különböző peremfeltételekkel. A kísérletek során az égőket egyenletes sebességgel lángvágó automatához használt traktor segítségével mozgattuk. A vizsgált 300×300 mm-es le-

TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

mezt középvonala mentén hevítettük úgy, hogy a lemezvastagsághoz a 2. táblázatban jelölt, megfelelő teljesítményű égővel a lemez felső harmadán terveztük a hőmérsékletet az egyengetés hőfokára emelni.

Annak érdekében, hogy a túlhevítés hatását is vizsgálni lehessen, méréseink során a munkadarab felületét kismértékben túlhevítettük (a felületen elértük a közel 1000 °C hőmérsékletet is). A munkadarabban több termoelemet he-

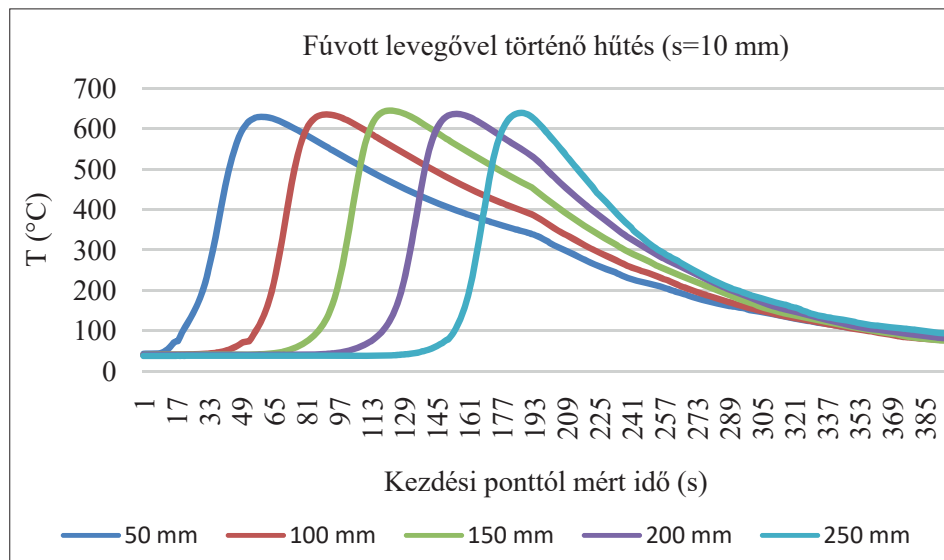
lyeztünk el, amelyek egy része a lemez különböző belső pontjait, egy része a munkadarab felületi hőmérséklet változásait mérték. Mindezek alapján rendelkezésünkre állt olyan hőciklus, amely kismértékben túlhevített ponthoz, ill. olyan is, amely a korábban bemutatott táblázatban javasolt maximális hőmérsékletéhez köthető (nem közvetlenül a lánggal érintett területhez tartozó). A vizsgálatokat acetilén-oxigén üzemű égővel végeztük, miközben a felhasznált gázok térfogatáramát átfolyásmérő (rotaméteres) áramlásmérőkkel folyamatosan mértük. A hőciklus méréseknél alkalmazott technológiai paramétereket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Példaként az 1., 2. ábrán a cca. 610–680 °C maximális hőmérsékletre hevült néhány pont hőmérséklet változását (hőciklusát) mutatjuk be. Az ábrákon a 300 mm hosszú lemez hevítésekor, a hevítési vonal mentén 50 mm-enként elhelyezett termoelemekkel mért hőmérséklet változások láthatók (1. ábra a melegítés után fúvott levegővel, 2. ábra vízzel történő hűtés). A levegővel történő hűtésnél a lemez elején és a végén lévő pontok hőciklusai, a lehűlés jellege között jelentős különbségről nem beszélhetünk. Az intenzív vízűtés közben viszont a kialakult hőciklus lehűlési szakasza nagy mértékben függ attól, hogy mekkora területet melegítettünk már fel, és a hőhatás után mennyi idő múlva következik be a hűtés. A vonalban történő hevítés során (pl. egyenes hosszú varratokkal szembeni hevítések) a hevítés kezdeti szakasza jellemzően már lényegesen kisebb hőmérsékletű a hűtés megkezdésekor, mint a kezelés előtti utolsó terület (lásd 2. ábra).

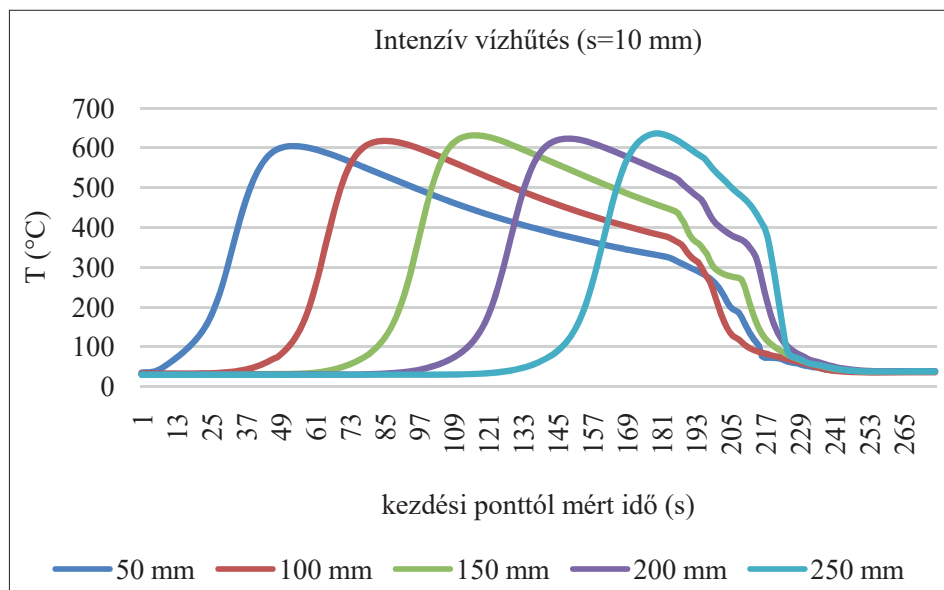
A vizsgált anyagok

Napjainkban például a járműszerkezetek gyártásához gyakran használt kopásálló és egy nagyszilárdságú szerkezeti acélon végeztünk kísérleteket. A nagy kopásállóságú XAR400 típusú acélt elsősorban a mezőgazdasági járművek, földmunkagépek („yellow goods”) nagy kopásnak kitett alkatrészeihez alkalmazzák, jellemzően hegesztett szerkezet formájában [6]. Az S960QL nagyszilárdságú acél egyik legjellemzőbb felhasználási területe a mobil daruk gémjeinek kitolható acél-szerkezete, de gyakran felhasználják nagy teljesítményű vontatott járművek, pótkocsik vázszerkezetének építésekor is, amelyeket szintén különböző hegesztési eljárásokkal készítenek [7].

Mindkét esetben a kívánt nagy szilárdságot, kopásállóságot az alap-



1. ábra. A hevítés vonala mentén egymástól 50-50 mm-re lévő pontokban kialakuló hőciklusok fúvott levegős hűtés esetén.



2. ábra. A hevítés vonala mentén egymástól 50-50 mm lévő pontokban kialakuló hőciklusok vízűtés esetén

Lemezvastagság (mm)	Égő típusa	Nyomás (bar)		Gáz térfogatáram (l/h)		Égő sebessége (cm/min)	Égő-lemez távolság (mm)
		O_2	C_2	O_2	C_2H_2		
25	LF-H-8 speciális égő [5]	5	1	2000	1800	15,5	18
10	„8”-as égőszár	3,5	0,8	1000	850	11	12

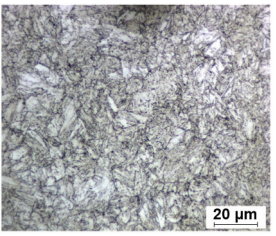
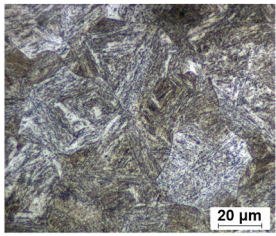
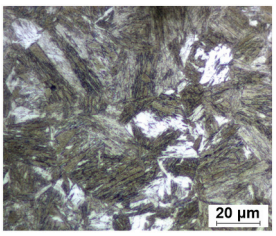
2. táblázat. A hőciklusok felvételén alkalmazott lángtechnológia paraméterei



3. ábra. Képek a hőciklus felvételének körülményeiről

(%)	C	Si	Mn	P	S	Al	B	Cr
XAR400	0,15	0,19	1,32	0,011	0,0018	0,094	0,0021	0,69
S960QL	0,16	0,2	1,22	0,011	0,001	0,055	0,001	0,2
(%)	Cu	Mo	Nb	Ni	Ti	V	Ce (IIW)	CET
XAR400	0,03	0,02	0,023	0,06	0,006	0	0,518	0,322
S960QL	0,01	0,605	0,015	0,05	0,002	0,037	0,536	0,355

3. táblázat. A vizsgált anyagok kémiai összetétele

Alapanyag: S960QL (s=10 mm)	Nyugvó levegős hűtés	Intenzív hűtés vízzel
Alapanyag szövetszerkezete		
		
348 HV 10	343 HV10 Keresztirányú szögelfordulás: 2,22 fok	431 HV10 Keresztirányú szögelfordulás: 2,76 fok

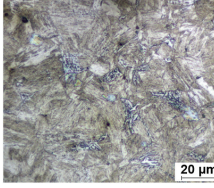
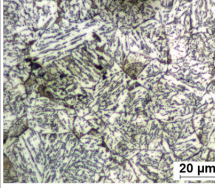
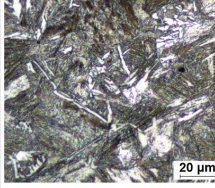
5. táblázat. S960QL típusú acél optikai mikroszkópos vizsgálati eredményei

anyag gyártók speciális gyártástechnológiával állítják elő. Az alapanyagok hegesztéssel történő feldolgozása során gyakran szükség van a lánggal történő geometriai korrekcióra, amely lokálisan olyan mértékű anyagszerkezet, ezzel mechanikai tulajdonságváltozást idézhet elő, ami az egész szerkezet integritása szempontjából kritikus lehet [8]. A vizsgált 25 mm lemezvastagságú kopásálló acél és a 10 mm vastagságú S960QL acél vegyi összetételét az 3. táblázat tartalmazza.

A vizsgált anyagok hőterhelése a gyakorlatban alkalmazott technológia szerint

A bemutatott hőciklusok felvételénél alkalmazott technológiával a választott anyagokat a lánggyenygetésnél kialakuló hőciklusokkal terheljük (megfelelő égő kiválasztással, helyes technológiai paraméterekkel), a hevítést követő nyugvó levegős, valamint intenzív vízhűtéssel.

A hőnek kitett 300x300 mm-es lemezek geometriai középpontjánál (közvetlenül a lánggal érintett terület közepén, ahol a termoelemekkel mért maximális hőmérséklet jellemzően 1000 °C körüli) optikai mikroszkópos (felület alatt 0,5 mm-nél) és makrovizsgálatokat, keménységvizsgálatot végeztünk, valamint a hőhatására be-

Alapanyag: XAR400 (s=25 mm)	Nyugvó levegős hűtés	Intenzív hűtés vízzel
Alapanyag szövetszerkezete		
		
394 HV10	256 HV10 Keresztirányú szögelfordulás: 1,02 fok	357 HV10 Keresztirányú szögelfordulás: 0,95 fok

4. táblázat. XAR 400 típusú acél vizsgálati eredményei

következett keresztirányú szögelfordulást mértünk. A keménységvizsgálókat a lemez geometriai középpontjánál a felület alatt, a felületre merőlegesen 0,5 mm-enként, 10 mérési pontban mértük, mely eredményeket átlagoltuk. A mikroszkópos vizsgálatok során kapott eredményeket az alapanyagok tulajdonságaival, jellemzőivel vetettük össze (4., 5. táblázat).

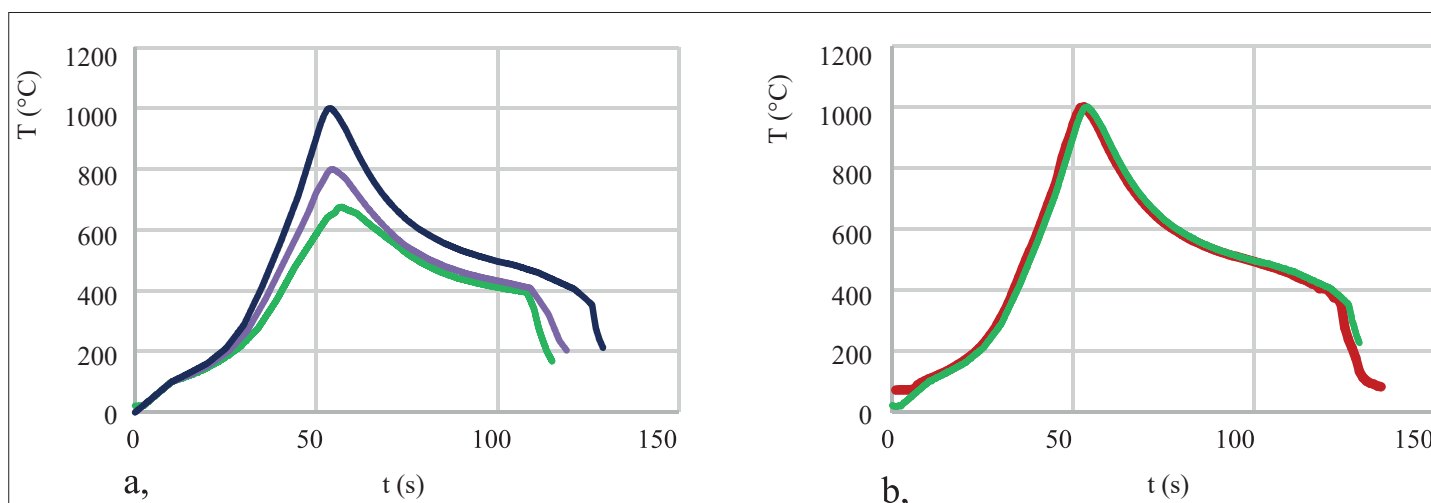
Mindkét acélnál megfigyelhető, hogy az alapanyag gyártásánál létrehozott szövetszerkezet és mechanikai tulajdonságok a hő hatására kedvezőtlen irányba változtak. A szemcseszerkezet mindkét esetben durvábbá vált, és a keménységértékek is jelentősen eltérnek az alapanyagétól.

A kopásálló XAR400 acél esetében elsősorban a lassú hűléssel járó hőhatás következtében jelentős lágyulás következett be, amely még a gyorsabb vízhűtés esetén is érezhető. A lánggal érintett terület lokális kopásállósága az alapanyagéhoz képest jelentősen lecsökkent.

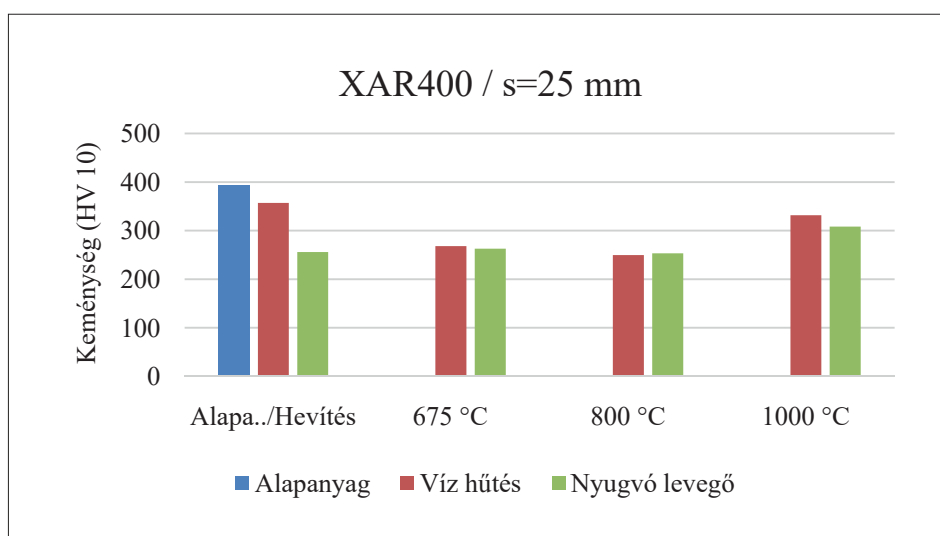
A S960QL anyagnál a keménységnek ugyan nincs akkora jelentősége, bár az intenzív vízhűtéssel járó keménységnövekedés várhatóan szívósságcsökkenéssel is jár. A felkeményedés mértéke ugyanakkor az idevonatkozó CR ISO 15608 szabvány szerinti 3-as acélcsoportnál (a vizsgált anyag ebbe a csoportba tartozik) a hegesztett kötésben megengedhető maximális 450 HV 10 értéket nem érte el [9, 10]. Az intenzív vízhűtésnél látható szemcsedurulás az anyag szilárdságának és szívósságának lokális változását eredményezheti.

A XAR400 és az S960QL közötti különbségek elsősorban egyrészt az eltérő karbonegyeneértékekkel másrészt a molibdén tartalom különbözőségével magyarázhatók. A molibdén

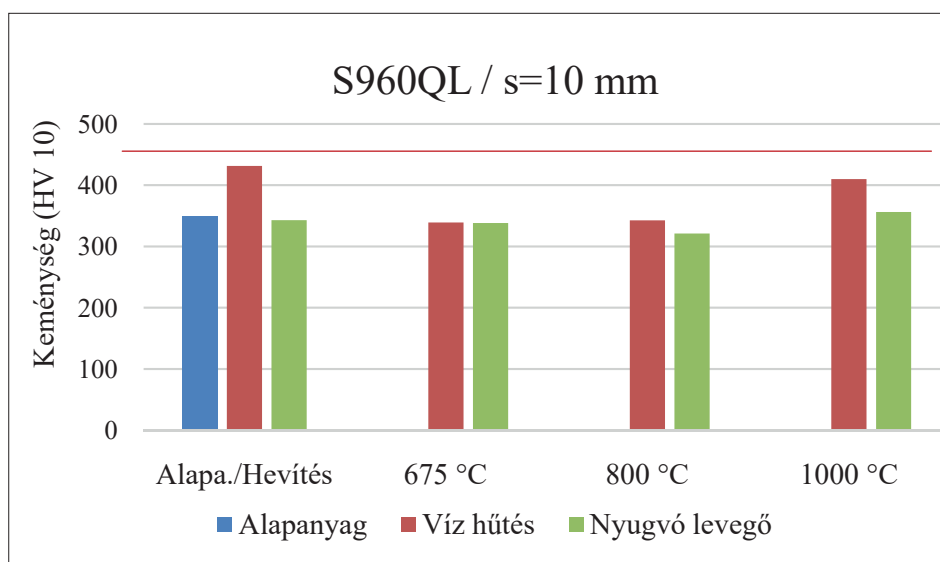
TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK



4. ábra. a, A szimulációhoz alkalmazott hőciklusok különböző maximális hőmérsékletnél, vízhűtéssel.
b, A valóságos, mért hőciklus (piros) és a szimuláció során a próbatest hőmérséklet változása (zöld)



5. ábra. A vizsgálatok során az alapanyag, a hevített lemez, valamint a szimulációs próbatestek mért átlag keménységértékei XAR400 típusú anyagnál



6. ábra. A vizsgálatok során az alapanyag, a hevített lemez, valamint a szimulációs próbatestek mért átlag keménységértékei S960QL típusú anyagnál (A piros vízszintes vonal az MSZ EN ISO 15614 szabvány által megengedett 450 HV10 keménységet mutatja [10])

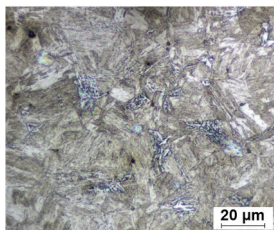
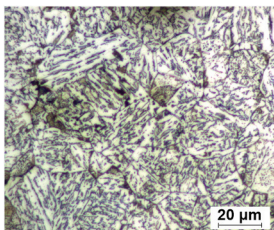
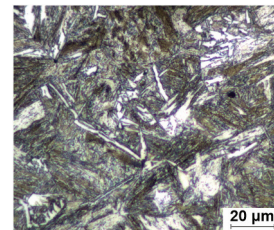
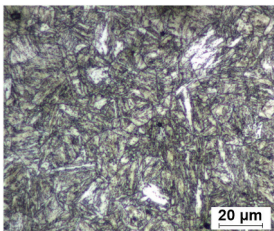
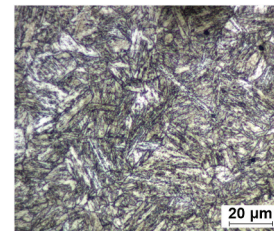
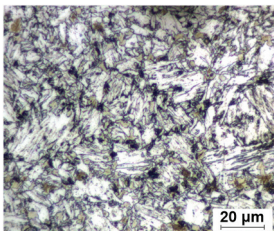
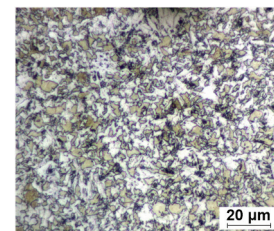
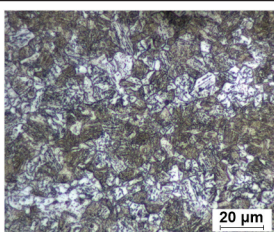
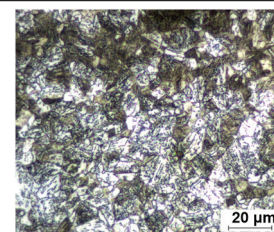
megeresztésállóság javító hatásának köszönhetően, a hevítés hatására a molibdénrel ötvözött acél jobban megtartja szilárdságát.

A mikroszkópi felvételeken a fehér részek ferrit jelenlétére utalnak. A kopásálló anyag nyugvó levegőn történő hűtésénél bainites jellegű szövetszerkezetet, a vízhűtésnél kevés ferrittel vegyes bainit-martenzites szerkezetet kaptunk. Az S690QL-s acél alapvetően bainit-martenzites, gyors hűtés esetén pedig gyakorlatilag teljesen martenzites (kis mennyiségű ferrittel) szövet-szerkezetű.

Fizikai szimulációs vizsgálatok

A vizsgálatok hőciklusai

Az előző fejezetben bemutatott hőciklusoknak megfelelően korábbi tapasztalataink alapján [11] a GLEEBLE 3500 berendezéshez létrehozott programozott hőciklussal terheltek a 10×10 mm-es próbatesteket, miközben a folyamat alatt a próbatest hőmérsékletét arra felhegesztett termoelemekkel mértük. A szimulációhoz mind nyugvó levegőn, mind vízhűtéssel felvett hőciklust használtunk. A hőnek kitett munkadarab pontjai a hőforrástól távolodva akár oldal, akár mélységi irányban értelemszerűen más-más hőterhelést kapnak, az elért maximális hőmérséklet egyre kisebb. Így annak az acél szerkezetére és a mechanikai tulajdonságaira való hatása sem egyforma (egy bizonyos maximális hőmérséklet alatt bizonyára el is hanyagolható). Kísérleteinknél így a metallurgiai folyamatok szempontjából meghatározó A_1 és A_3 hőmérsék-

Alapanyag: XAR400	Nyugvó levegős hűtés	Intenzív hűtés vízzel
Alapanyag szövetszerkezete:	Hevített lemez szövetszerkezete (lásd korábban 4. táblázat)	
		
394 HV 10	256 HV10	357 HV10
Szimulációs eredmények		
T _{max} =675 °C		
	263 HV10	268 HV10
T _{max} =800 °C		
	253 HV10	250 HV10
T _{max} =1000 °C		
	308 HV10	331 HV10

6. táblázat. A XAR400 típusú acél szimulációs vizsgálati eredményei, összevetve a hevített lemeznél végzett vizsgálatok eredményével (N 1000X)

leteket vettük alapul. A szimulációk során A₁ hőmérséklet alatti (de ahhoz közeli) 675 °C-os, az A₁-A₃ hőmérséklet között 800 °C-os, és A₃ feletti (túlhevített) 1000 °C-os maximális hőmérsékletet biztosító hőciklusokkal terheltük próbadarabjainkat, összhangban a tényleges darabon mért hőciklusokkal.

A 4.a ábrán példaként három különböző maximális hőmérsékletre, vízűtéshez tartozó, a szimulációhoz használt programozott görbét mutatunk be. A 4.b ábra egy 25mm-es lemez esetén 1000 °C-os maximális hőmérsékletre tartozó mért, valóságos hőciklust, és a próbatest vizsgálat alatti hőmérséklet változását mutatja intenzív vízűtésnél.

A szimulációk eredményei

A próbatesteken a hővel terhelt részen (a próbatest közepe) keménységméréseket (a próbatest 10 x 10 mm-es keresztmetszetében 5 pontban, egyenletesen elosztva), valamint a szövetszerkezet vizsgálatához optikai mikroszkópi csiszolatokat készítettünk. A szimulációs eredmények mikroszkópi képeit a két acél alapanyag esetén a 6. és 7. táblázatban mutatjuk be. A keménységérték összehasonlításoknál a mért eredményeket az 5., 6. ábrán szemléltettük.

A kopásálló XAR400 acél kísérleti eredményeinek kiértékelése. A 675 °C maximális hőmérsékletre hevült területen az acél gyakorlatilag egy magas hőmérsékletű megereszté-

sen esett át, és az alapanyag gyártás során beállított 400HV10 keménység 260–270 HV10-re esett vissza (független a hűtés intenzitásától). A T_{max} = 800 °C-ot elérő terület ugyan már részben ausztenites tartományba kerül, de a relatív rövid idők és kis hőmérséklet miatt nincs ideje kialakulni homogén ausztenitnek.

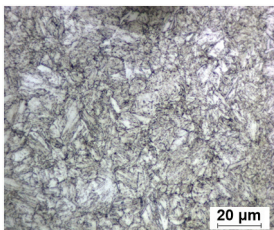
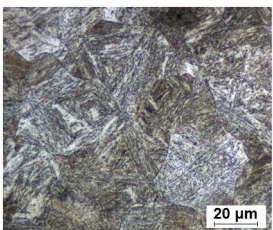
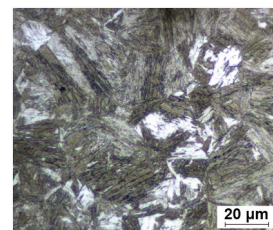
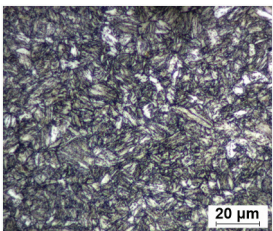
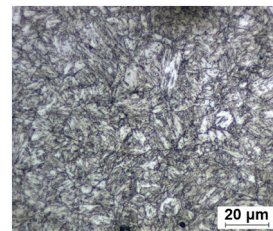
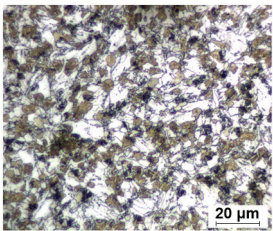
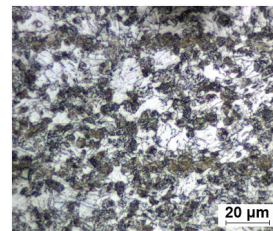
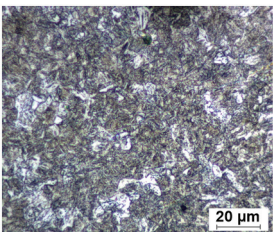
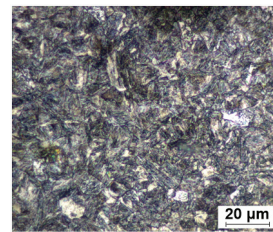
Az erősen túlhevített 1000 °C-ot elérő területrészekén már egy hosszabb idejű ausztenitesítési szakasz van, bár a hűtés nem elég intenzív, de nagyobb keménységű szövetszerkezetet kapunk. Ebben az esetben sem érjük el azonban az eredeti alapanyag keménységét. A hűtés módjának a túlhevített részekén nagyobb jelentősége van, a felkeményedés nagyobb mértékű. Összességében ennél a kopásálló anyag lánggyengítésakor a láng által érintett terület kopásállóságát gyakorlatilag elveszítjük.

Az S960QL típusú acél kísérleti eredményeinek kiértékelése. Ennél a nagyszilárdságú acélnál mind a valós, mind a szimulációs kísérletek akár egy minimális túlhevítés során egyértelműen igazolták a vízűtés negatív hatását. A túlhevített relatíve vékony anyagban az ausztenitesedési folyamat megindulása után a gyors hűlés jelentős keményedést okoz. Ez a keménység növekedés a nagyszilárdságú anyagoknál a szívósság csökkenésére utal, amely a hőnek kitett területnél lokális problémát okozhat a szerkezetben. Ez különösen kritikus lehet olyan berendezéseknél (pl. járművek), ahol jelentős dinamikus hatások léphetnek fel.

A valós melegítési körülmények és a szimulációknál kapott kis mértékben eltérő vizsgálati eredmények (melyek mind a keménységben, mind a mikroszkópi képeken láthatók) valószínűleg egyrészt a valós és szimulációs próbatestek geometriai különbségéből, a valós körülményeknél vizsgált terület maximális hőmérsékletének és a szimulációs hőmérséklet különbségéből (a vizsgált terület nem biztos, hogy éppen 1000 °C-ra hevült) és a hő okozta maradót alakváltozás hatásából adódhatnak.

Összefoglalás

Cikkünkben röviden összefoglaltuk a lánggyengítés elvét, annak várható hatásait a kopásálló és nagyszilárdságú acélok feldolgozásakor. Az acélok ezen kategóriájába tartozó két alapanyag (XAR400, S960QL) valós és

Alapanyag: S960QL	Nyugvó levegős hűtés	Intenzív hűtés vízzel
Alapanyag szövetszerkezete:	Hevített lemez szövetszerkezete (lásd korábban 5. táblázat)	
		
348 HV 10	343 HV10	432 HV10
Szimulációs eredmények		
$T_{max}=675\text{ °C}$		
	338 HV10	339 HV10
$T_{max}=800\text{ °C}$		
	321 HV10	342 HV10
$T_{max}=1000\text{ °C}$		
	356 HV10	410 HV10

7. táblázat. Az S960QL típusú acél szimulációs vizsgálati eredményei, összevetve a hevített lemeznél végzett vizsgálatok eredményével (N 1000X)

szimulált körülmények között vizsgáltuk a hővel érintett zónában lejátszó folyamatokat. A fizikai szimulációhoz szükséges hőciklusokhoz vékony (10 mm) és vastag (25 mm) lemezek több pontjában kimértük a hőmérséklet időbeli változását. A szimulációval, a kimért hőmérséklet-idő görbék alapján programozott hőciklussal terhelt próbadarabokon vizsgáltuk a kialakult szövetszerkezet, ill. az anyag keménységének változásait. Kísérleteink bizonyították, hogy a lánggyengítésnek jelentős hatása lehet az alapanyag eredeti tulajdonságaira. A nagy keménységű, kopásálló anyagok esetén még egy helyesen, a paraméterek betartása mellett végrehajtott technológia is a lokális kopásállóság csökkenéséhez

vezethet. Az S960QL acélnál a technológia paramétereinek betartása az anyag vizsgált tulajdonságaiban jelentős változást nem okoz (korábbi vizsgálataink alapján a 800 °C-os hevítésnél valószínűleg a szívósság jelentősen lecsökken – melynek vizsgálata folyamatban van), ugyanakkor a túlhevítés és a hirtelen hűtés kritikus keménységést okozhat, amely mind a szilárdsági, mind a szívóssági tulajdonságok romlására utal.

A jövőben elemezni fogjuk, hogy a felvett hőciklusokból melyek lehetnek azok a mérőszámok (adott hőmérséklet felett eltöltött idő, hűlési sebesség, hűlési idő stb.), melyek leginkább alkalmasak a hőhatás közben lejátszó folyamatok hatásának vizsgálatára,

jellemzésére (hasonlóan a hegesztéstechnológiáknál használt $t_{8,5/5}$, $t_{8/5}$ hűlési időkre). Előkészítés alatt vannak továbbá szimulációs folyamatokkal készített próbatestek szívóssági vizsgálatai. Eredményeinkről egy következő publikációban számolunk be.

Irodalomjegyzék

- [1] Linde Group: Fundamentals of Flame Straightening, White Paper, pp.:4-26, (2009).
- [2] Schäfer, D., Rinaldi, V., Beg, D.: Optimization and improvement of the flame straightening process (Optistright), Research Fund for Coal and Steel, ISBN: 978-92-79-22426-3, pp. 7-12, 117-128 (2012).
- [3] CEN/TR 10347:2006 Guidance for forming of structural steels in processing, BSI, ISBN: 0 580 49285 pp. 9-10 (2006).
- [4] Gyura, L., Balogh, D., Szeránku, M.: Hegesztett szerkezetek lánggyengítése, 27. Hegesztési Konferencia, Budapest, pp.175–184 (2014).
- [5] Lindoflamm thermal engineering. Tailored solution for every heating application. Linde Group product catalogue, pp. 4 (2018)
- [6] ThyssenKrupp Europe Homepage, https://www.mtladv.com/wp-content/uploads/2016/01/xarr_2015_en.pdf, last accessed 2020/03/18
- [7] SSAB Homepage, <https://www.ssab.hu/products/brands/strenx/products/strenx-960>, (a letöltés időpontja: 2020.05.03)
- [8] Nacsá, G., Gyura, L.: Effect of flammestraightening on material properties of Q+T high strength steels, MultiScience - XXXIII. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, Miskolc-Egyetemváros, Magyarország: Miskolci Egyetem, pp. 1-12. Paper: B-6, 12 (2019)
- [9] MSZ CR ISO 15608:2000 Hegesztés. A fémek csoportosítási rendszerének irányelvei (2000)
- [10] MSZ EN ISO 15614-1:2017 Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és lánghegesztése, valamint nikkell és ötvözetek ívhegesztése (2017)
- [11] Gáspár M.: Effect of Welding Heat Input on Simulated HAZ Areas in S960QL High Strength Steel, METALS, 9, 11 p. 1226 (2019)

Gyura László, Linde Gáz Magyarország Zrt
Gáspár Marcell és Balogh András,
Miskolci Egyetem, Anyagszerkezettani és
Anyagtechnológiai Intézet



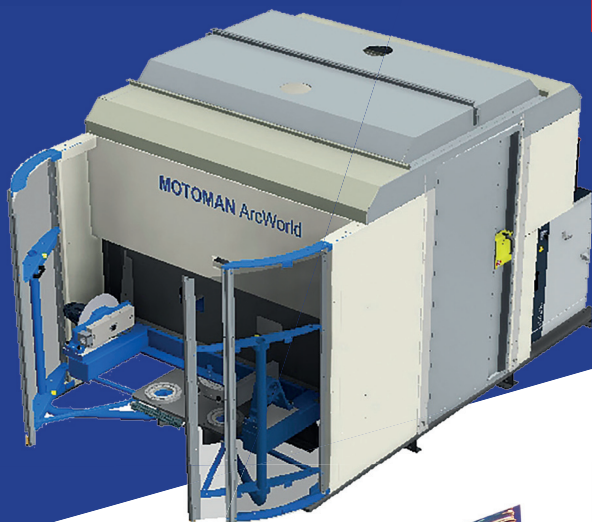
YASKAWA

Kompakt robothegesztő cellák
széles méretválasztékban:
kis- és közepes méretű
munkadarabokhoz.

- Kis helyigény
- Gyors és egyszerű telepíthetőség,
és áthelyezhetőség
- Esztétikus kivitel
- Rövid szállítási határidő

ArcWorld Mini és Micro robotcellák
Most rendkívüli kedvezményes áron!

Várjuk érdeklődésüket!
info@flexmanrobotics.hu



Nagyméretű, utazópályás

- kis helyigényű megoldások
- nagyméretű, akár komplex
munkadarabokhoz is.



FLEXMAN
ROBOTICS

Flexman Robotics Kft. | 1173 Budapest, Összekötő u.1.
+36 1 256 2281 | facebook.com/FlexmanRobotics/

ÚJÍTSA MEG GÉPPARKJÁT



Az S-sorozat röviden

Alkoss a legmagasabb szinten. A modern processzor-technika által valósul meg az optimális hegesztési folyamat, annak összes paraméterével és komponensével együtt. Ezáltal eléri a csúcserőtelét, a bekapcsolási ciklus és a maximális teljesítmény szempontjából

Digitális-intelligens processzortechnika. A szokásos Lorch folyamatokkal, mint a SpeedPulse Xt, TwinPuls XT, SpeedArc XT, Impulzus és TwinPulse úgymint az opcionálisan telepíthető Speedup, SpeedCold, SpeedPulse, és SpeedRoottal gyorsabban, kiváló minőségben és fröcskölésmentesen hegeszthet.

Intuitív működés. A jól átlátható kezelőpanel és a jól felépített felhasználói felület biztosítja a hegesztés gyors megkezdését.

Sokoldalúság. A Lorch S-Széria mindkét gázzal jól hegeszt, kevertgázzal és CO₂-vel is.

Alkalmazhatóság. Minden Lorch S sorozatú hegesztőgépet szabadon konfigurálhat úgy, hogy tökéletesen illeszkedjen a hegesztési feladatokhoz. Ez vonatkozik a huzalelőtoló rendszerek megválasztására is. Tehát használhatja berendezését kompakt vagy különálló rendszerként, valamint dupla előtolós változatként is.

 **RECHNEN** Hegesztőház Kft.

3528 Miskolc, Martin-kertváros, Kisfaludy Károly u. Hrsz.: 46857 ☎ Tel.: 46/432-866, 555-313 ☎ Fax: 46/431-360 ☎ e-mail: rechnen@rechnen.hu

www.rechnen.hu

 **HEINBO**

5000 Szolnok, József Attila út 56. ☎ +36 70 / 363 18 99 ☎ uzlet@heinbo.hu

Dr. Palotás Béla*

A hegesztés környezetvédelme

(Levegő szennyezés a hegesztésnek köszönhetően)

A hegesztési eljárások számos emisszióval járnak, amelyek a környezetünkre hatnak. A környezetvédelem szempontjából a legkárosabb a legtöbb hegesztési eljárásnál kibocsátott gáz, füst és por. Ezek az anyagok a hegesztők szakszemélyek egészségét is károsítják, a hegesztők megvédelme a hegesztőmérnökök feladata. A káros anyag kibocsátás csökkentésének vannak technológiai lehetőségei is, a cikk áttekinti ezeket a lehetőségeket.

Bevezetés

Napjaink egyik leggyakrabban említett problémája a levegő szennyezés, amelynek alapvető forrásai a robbanómotorok, az erdőtüzek és az ipari folyamatok. A vezető ipari források a részecskéket kibocsátó fémipari és ásványi anyagokat feldolgozóüzemek, az olajipari és a vegyipari üzemek.

A hegesztés egy általánosan alkalmazott gyártási eljárás, az ipar minden területén megtalálható és az ipari országok aktív alkalmazottainak 0,2–2,0%-a, hegesztési munkához kapcsolódik[1].

Az Amerikai Hegesztési Szövetség definíciója szerint „a hegesztés egy fém kötési eljárás amikor az anyagokat egyesítik hővel, hegesztőanyag alkalmazásával vagy anélkül”.

Ez a definíció nem veszi figyelembe a sajtoló hegesztési eljárásokat és a rokon eljárásokat.

Legtöbb hegesztési eljárás füstöt és gázt bocsát ki, ami a légszennyezés egyik oka. A hegesztési eljárások magas hőmérsékletének köszönhetően, az ív a különböző anyagok elpárolgását okozhatja. Amikor az elpárolgott anyag lecsapódik és oxidálódik a levegővel való érintkezésnél, akkor füst képződik. A füst részecskéi igen kicsinyek és a légzési rendszer legszűkebb részeibe is be tudnak hatolni (a hörgőkbe). Néhány paraméter, mint a hegesztési eljárás, a hegesztőanyagok típusai, (hozaganyagok és felületi bevonatok) meghatározzák a képződő gázok és részecskék mennyiségét és fajtáját.

A hegesztők közvetlenül vannak kitéve a képződő gázoknak, gőzöknek és füstnek. A hegesztőmérnökök felelőssége, hogy a hegesztők védve legyenek ezekkel a hatásokkal szemben.

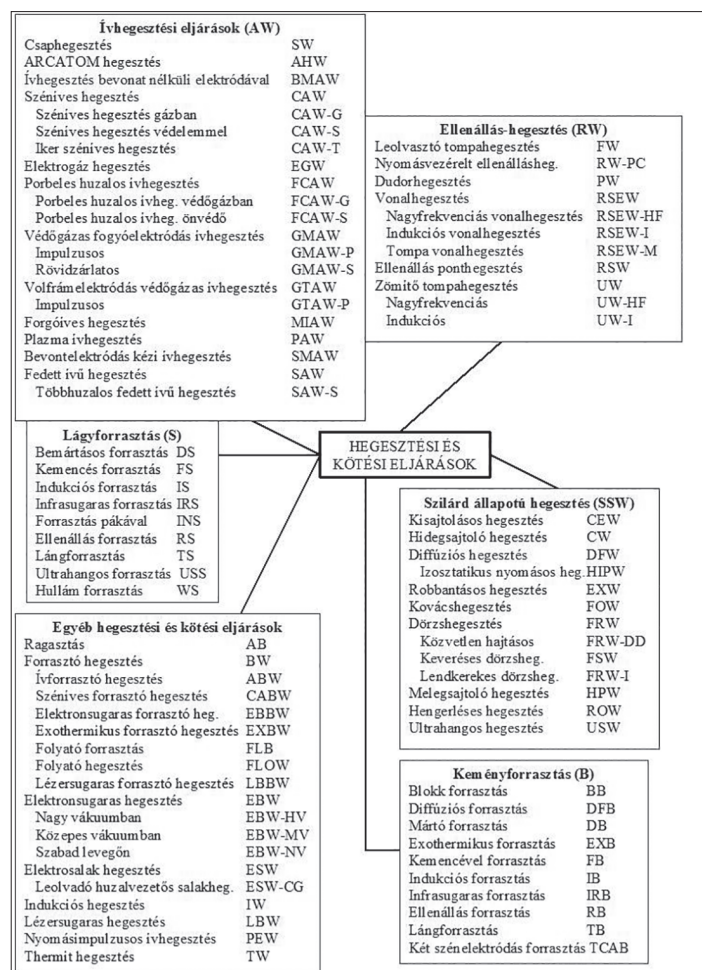
Jelen dolgozatban a hegesztés légszennyező hatásával foglalkozunk és áttekintjük, hogy a hegesztés légszennyező hatása milyen tényezőktől függ és hogyan csökkenthető a káros anyag kibocsátás.

A hegesztési eljárások

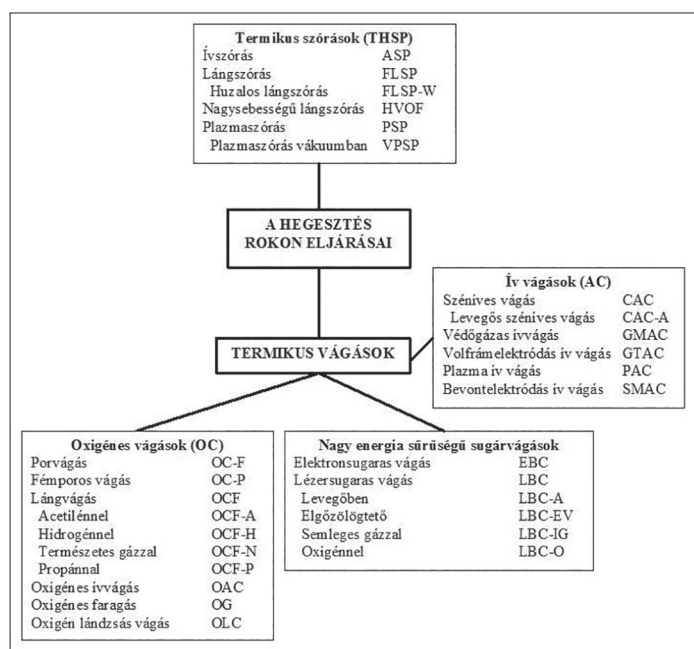
A hegesztési eljárásokat és rokon eljárásokat nagy számban alkalmazzák a gyakorlatban. Az alkalmazott hegesztési eljárások az 1. ábrán láthatók [2]. A hegesztés rokon eljárásait pedig a 2. ábra mutatja [2].

A hegesztés és rokon eljárásai káros hatásai lehetnek, kémiai, fizikai, mechanikai, elektromos és tűzvédelmi hatások.

A különböző hegesztési eljárások káros hatásai részletezve az 1. táblázatban láthatók [1].



1. ábra. A hegesztési eljárások „Master Chartja” [2]

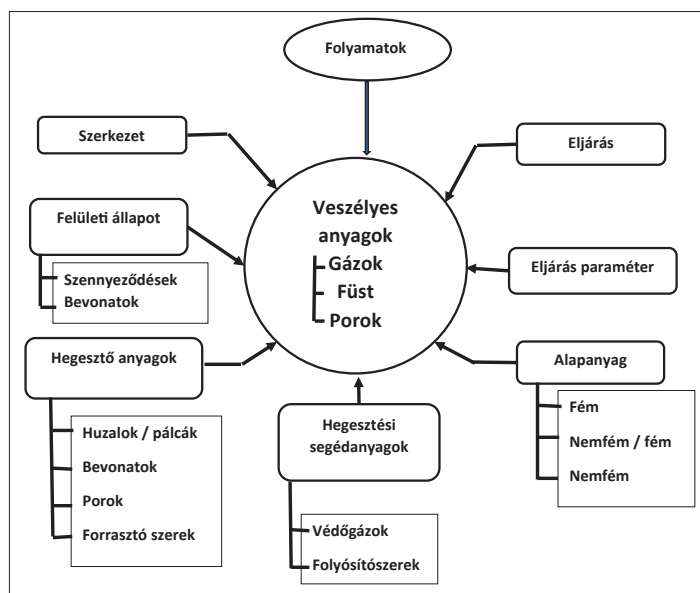


2. ábra. A hegesztés rokon eljárásai [2]

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

Káros hatás + van - a hatás akkor van, ha nincs fe- dőpor x nincs	Hegesztési eljárások			
	Plazma hegesztés Plazma vágás Széníves eljárások	Bevont elektródás kézi ívhegesztés TIG hegesztés MIG/MAG hegesztés Portöltetű huzalos ívhegesztés	Fedett ív hegesztés	Gázhegesztés Lángvágás
Ergonómiai	+	+	+	+
Áramütés	+	+	+	x
Erős fény	+	+	-	+
Ultra viola fény	+	+	-	x
Mérgező füst és gáz	+	+	-	+
Hő, tűz és égés	+	+	+	+
Zaj	+	x	x	x

1. táblázat. A hegesztési eljárások káros hatásai



3. ábra. A káros anyagok forrásai hegesztéskor

A hegesztéskor képződő gázok, füst és por forrásai a 3. ábrán láthatók [3]

A füst szilárd kicsiny részecskékből áll, amelyek elsősorban az elpárolgott fémgőzök kondenzációjából keletkeznek:

- Nagyon kicsiny részecskék (90%-uk kisebb mint 1 microméter),
- Általában nem láthatók szabad szemmel,
- Másik forrása a részecskének, a fröcskölések igen piciny részecskéi.

A kicsiny részecskék belégzéssel mélyen a tüdőbe kerülhetnek és különböző mérgezést okozhatnak.

A kialakuló részecskék mérete a 4. ábrán látható [3].

A lehetséges hatásokról mutat egy összeállítást a 2. táblázat, szintén [3] alapján.

Nagy mennyiségű füst, gáz és por belégzésekor jelentős egészségkárosodás lehetséges.

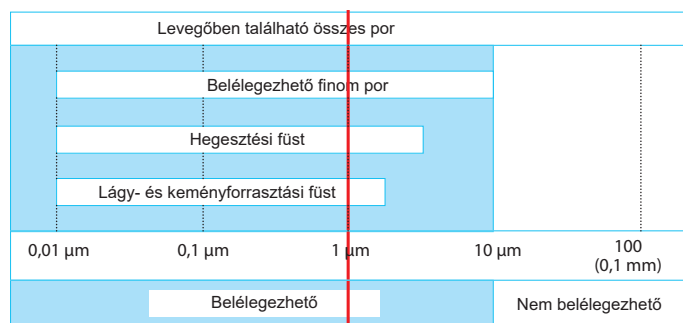
A hegesztéskor szerves anyagok képződésére is gondolni kell, ilyen anyagok,

- a benzol (C₆H₆),
- a fenol (C₆H₅OH),
- a Polycyclic Aromatic Hydrocarbonok (PAHs). Ilyen anyag például a Benzopyrene, Benzoanthracene, Benzofluoranthene.

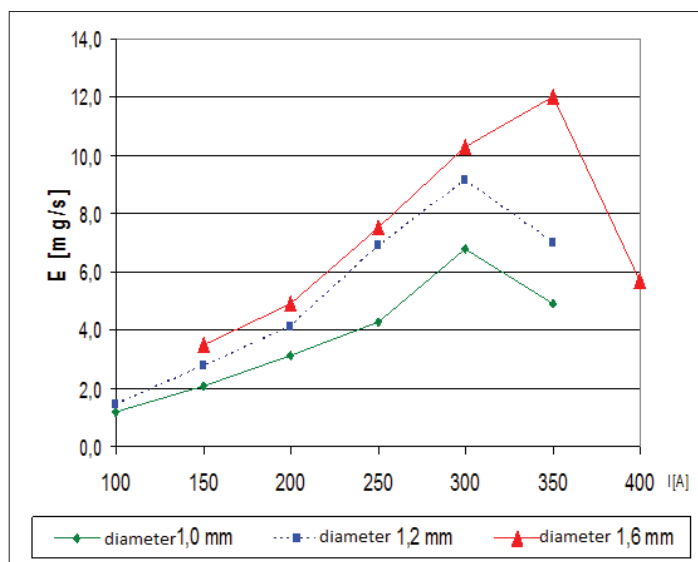
Ezek az anyagok rákkeltők, bőr és szem irritációt okoznak, veszélyeztetik a légzőszerveket, az idegrendszert, a májat és a veséket is [3].

A veszélyes anyag	Hatások
A tüdő károsítása	
Alumíniumoxid	Lerakódás a tüdőben, aluminosis
Vasoxid	Lerakódás a tüdőben, siderosis
Kálium oxid	Lerakódás a tüdőben.
Nátrium oxid	
Titán dioxid	
Mérgező	
Oldható bárium vegyületek	Mérgezés • Émelygés • Hipokalemia (alacsony kálium szint)
Vasoxid	Mérgezés • Émelygés • Emésztési zavar • Idegrendszeri és vese károsodás
Fluoridok	Mérgezés • Bőr irritáció • Csont sérülés
Réz oxid	Mérgező: • Öntőlázt okoz
Mangán oxid-	Mérgező: • Bőr irritáció • Ideg sérülés
Vanádium pentoxid	Mérgező: • Szem és légzés irritáció • Tüdő sérülés
Zink oxid	Mérgező: • Öntőlázt okoz
Rákkeltő	
Berillium oxid	Rákkeltő • Öntőlázt • Krónikus tüdőgyulladás
Kadmium oxid	Rákkeltő • Bőr irritáció • Krónikus obstruktív (elzáródásos) • Tüdőbetegség
Króm (VI) vegyületek	Rákkeltő a légzési rendszerben • Bőr irritáció
Kobalt oxid	Rákkeltő • A légzési rendszer károsítása
Nikkel oxid	Rákkeltő a légzési rendszerben

2. táblázat. A hegesztéskor képződő gázok, füst káros hatásai



4. ábra. A belélegezhető részecskék [3]



6. ábra. Az áramerősség és a huzalátmérő hatása a füst képződésre [3]

(Acél MAG hegesztése Ar 82% + CO₂ 18% gázkeverékben)

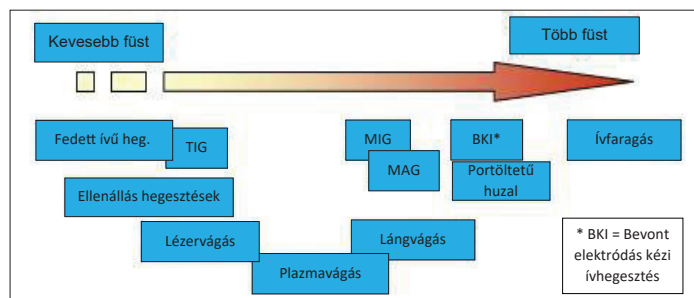
A hegesztésnél nitrogén oxidok és ozon (O₃) is képződik:

A hegesztésnél nitrogén oxidok és ozon (O₃) is képződik:

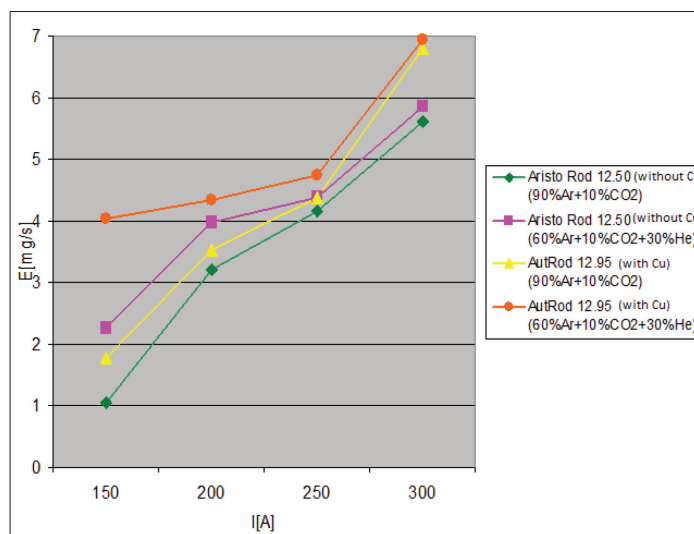


A hegesztési füst gázai, finom részecskéi a torok kiszáradását, viszketését, köhögést és nehéz légzést okozhatnak. A hatások májzsugorodást is okozhatnak. Az ozon is okozhat ilyen hatásokat különösen, ha rozsdamentes acélokat, illetve alumíniumot hegesztenek TIG hegesztéssel. Nagy mennyiségű nitrogén oxidok kibocsátása (amelyek a legtöbb ívhegesztési eljárásnál előfordulhat) szintén okozhatnak egészségre káros hatásokat. Az extrém nagy mennyiségű ozon légzőszervi ödémát is okozhat (folyadék a tüdőben).

Sok hegesztő számolt be arról, hogy hegesztés után influenza szerű tüneteket érez. Ez a hatás sokszor erősödik a munkahét végén. Ezt a jelenséget „öntőláznak” nevezik és általában a hegesztésnél, illetve galvanizált fémek hővel járó megmunkálásainál jelentkezik. Az ötvöztelen acélok hegesztésénél képződő erős füst szintén okozhat ilyen betegséget. Az öntőláz nem okoz tartós megbetegedést általában. Ne higgyünk abban, hogy a hegesztés előtt ivott tejjel elkerülhető ez a hatás. Ez nem akadályozza meg azt, hogy kialakuljon az öntőláz.



5. ábra. Füst és gáz képződés a különböző hegesztési eljárásoknál [3]



7. ábra. A füst kibocsátás mértéke MIG/MAG hegesztésnél rézzel bevont és bevonat nélküli huzalokat alkalmazva [3]

(Aristo Rod 12.50 bevonat nélküli huzal, az Autrod 12.95 rézbevonattal rendelkezik)

A hegesztőmérnökök felelőssége a füst, gáz és por képződés csökkentése és a hegesztők megvédése a képződő füsttől, gázoktól és poroktól.

A hegesztés levegő szennyező hatásának csökkentése

Az egyik lehetőség az, hogy olyan hegesztési eljárásokat alkalmazzanak, amelyeknél a füst és gáz képződés kisebb. A hegesztési eljárásokra jellemző füst és gáz képződést az 5. ábra mutatja.

A legkevesebb füst és gáz képződés a fedett ív hegesztésnél és az ellenállás hegesztéseknél mérhető, míg a legtöbb füst és gáz az ívfaragásnál és a bevont elektródás kézi ívhegesztésnél illetve a portöltetű huzalos ívhegesztésnél képződik.

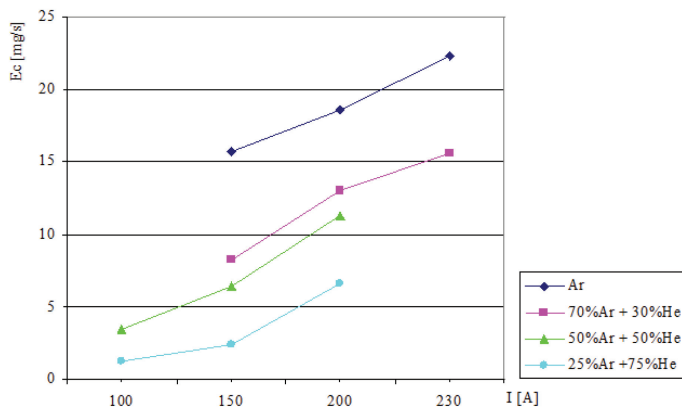
A kibocsátott füst és gáz mennyisége a hegesztési paraméterektől is függ. A 6. ábra az áramerősség és a huzalátmérő növelésének hatását mutatja a füst képződésre.

Az áramerősség növelése növeli az ív hőmérsékletét és a fémgőzök mennyiségét az ívben, illetve az áramerősség növelése gyorsabb elektróda fém leolvadást hoz létre és időben az íven keresztül több fém megy át, ennek eredménye a nagyobb mennyiségű füst.

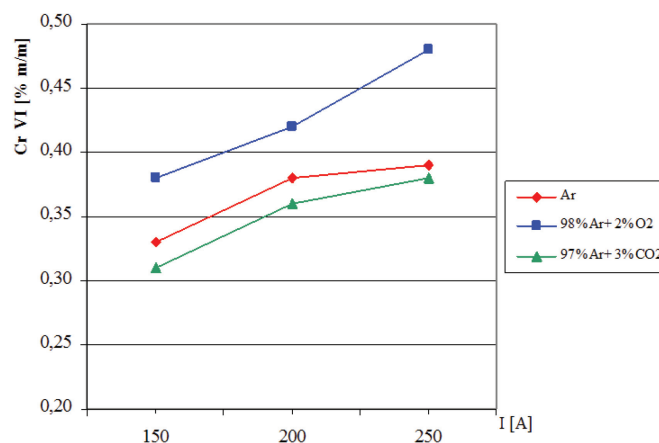
Abban az esetben, ha a hegesztő huzalok bevonattal rendelkeznek, több füst képződik (7. ábra).

Aristo Rod 12.50 jelű huzalt használva (bevonat nélküli) Ar+CO₂ védőgázban, a füst kibocsátása kevesebb a teljes

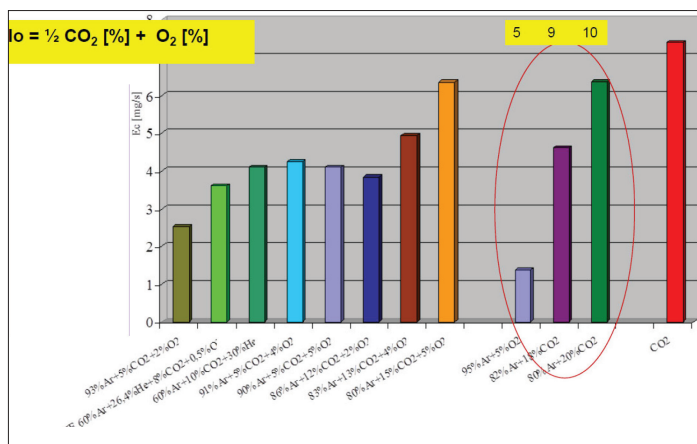
KUTATÁS–FEJLESZTÉS



8. ábra. A védőgáz összetételének hatása a füst képződés mértékére alumínium ötvözet MIG/MAG hegesztésénél [3], (AlMg3 hegesztése)



9. ábra. Az áramerősség és a védőgáz összetételének hatása a hegesztési füst Króm (VI) tartalmára [3], (X5CrNi18-10 típusú ausztenites acél MIG/MAG hegesztése)



10. ábra. A védőgáz összetételének hatása a teljes füst kibocsátás mértékére acélok MAG hegesztésekor [3] (A hegesztő huzal G3Si, 1,2 mm, áramerősség 200 A)

áramerősség tartományban ha az Autrod 12.95 – hőz hasonlítjuk (ez réz bevonatú elektróda huzal). A füst kibocsátás mértékének csökkenése:

- 35% rövidzárlatos anyagátmenetnél,
- 13% cseppes anyagátmenetnél,
- 5% volt, finomcseppes anyagátmenetnél.

A füst képződésre hatással van a védőgáz összetétele is (8. ábra).

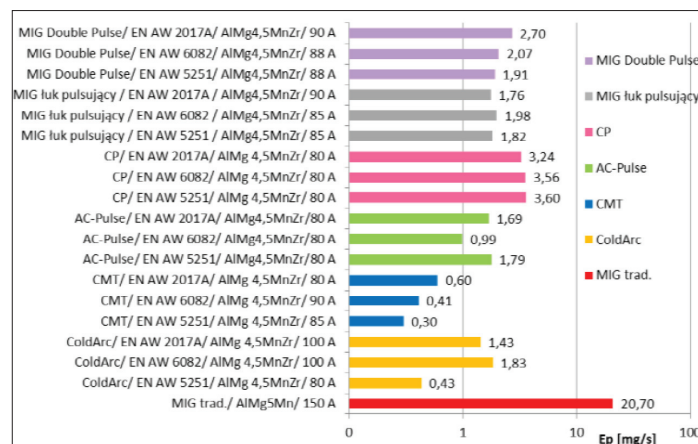
A legnagyobb füst képződést tiszta Argonnál tapasztalták, a védőgáz hőtartalmának növelése csökkentette a füst képződést.

Auszténites korrózióálló acélok hegesztésénél azt tapasztalták, hogy az áramerősség növelésével nőtt a Króm (VI) kibocsátásának mértéke és a védőgáz aktív gáz tartalmának növelése csökkentette a gáz kibocsátást (9. ábra).

A védőgáz összetételének hatása a 10. ábrán látható, acélok keverék védőgázos huzalelektrodás ívhegesztésekor a legkevesebb gázképződést, (Ar 95 % + O₂ 5 %) védőgáz összetételénél mérték.

Összehasonlították a kis hőbevitellel működő hegesztési eljárásoknál a füstképződés mértékét, ennek ez eredményeit 11. ábrán mutatjuk be.

A legkevesebb füst kibocsátást a CMT eljárásnál mérték, a kibocsátás rendre nőtt a következő eljárásoknál: ColdArc, AC Pulse, Impulzus MIG hegesztés, MIG hegesztés



11. ábra. A kibocsátott füst mennyiségének összehasonlítása alumínium ötvözetek huzal elektrodás védőgázos ívhegesztésekor a hagyományos MIG hegesztéshez hasonlítva. MIG hegesztés impulzus ívvel, MIG dupla impulzus ívvel, és kis energiájú eljárásokkal [3]

(5xxx, 6xxx és 2xxx típusú alumínium ötvözetek MIG hegesztésekor a hegesztőhuzal AlMg4,5MnZr típusú)

dupla impulzussal, Cold Process, és a hagyományos MIG hegesztés.

Tehát az áramerősség, a huzalátmérő növelése növeli a füstképződést, a védőgáz hőtartalmának növelésével csökken a füst képződés, a védőgáz aktív gáz komponensének növelése is a füst képződést csökkentette. A rézbevonatos huzalelektrodáknál nagyobb a füstképződés és az áramerősség növelésekor nő a króm (VI) kiégése is. A kis hőbeviteli hegesztési eljárások közül a CMT eljárásnál mérték a legkisebb füst képződést.

A hegesztés környezetvédelmi irányítási rendszere [4]

Az ISO 14001 (Környezetvédelmi Irányítási Rendszer) alapján dolgozták ki az European Welding Federation irányításával a Hegesztés Környezetvédelmi Irányítási Rendszerét. Meghatározták az Európai Környezetvédelmi Hegesztőmesterek feladatait, ennek értelmében:

- A kibocsátások:
 - csökkentése,
 - elvezetése és

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

- az átalakulások elkerülése,
- Imisszió megfelelő berendezésekkel, (pl. füst-szűrők, szűrők, maszkok, stb.), és eljárásokkal.
- A környezetvédelem több tényezőtől függ, és a következő módszereket igényli:
 - megelőzés,
 - megsemmisítés,
 - folyamatos fejlesztés és javítás.

A hegesztőmérnökök felelőssége az is, hogy törekedjenek arra, hogy a hegesztés káros anyag kibocsátása csökkenjen a gyakorlatban, és ezektől a káros anyagoktól a hegesztőket megvédjék.

A hegesztők légzésvédelmével több szakirodalom is foglalkozik, egy igen jó összefoglalást tartalmaz a légzésvédelemről [5].

Összefoglalás

A hegesztési eljárások többféle emisszióval is járnak, ezek közül a környezetet is jelentősen károsítja a füst, a gáz és por képződés. A káros anyag kibocsátás függ a hegesztési eljárástól a hegesztési paraméterektől. Célszerű a hegesztési hőbevitel csökkentése, a védőgázok aktív gáz tartalmának növelése és a kis hőbevitelű hegesztési eljárások előnyösek a füstképződés szempontjából.

Az European Welding Federation kidolgozta a hegesztés Környezetvédelmi Irányítási Rendszerét, megfogalmazták a környezetvédelem követelményeit, feladatait és ezeket a feladatokat a hegesztőmérnököktől követelik meg.

Abstract:

The welding processes give many emissions which are affected on our environment. The point of view of environment protection the emission of fume, gases, and dust by welding the most critical. This materials effect of welders' health as well and the protection of them is a responsibility of welding engineers. The reduction of hazards substances is possible with technological methods, the article shows these facilities.

Felhasznált irodalom

- [1] Farideh Golbabaei and Monireh Khadem: Air Pollution in Welding Processes – Assessment and Control Methods, Chapter from the Book "Current Air Quality Issues". Downloaded from: <http://www.intechopen.com/books/current-air-quality-issues>
- [2] Welding Inspection Handbook, Third Edition, American Welding Society, Miami, (Fl., USA), 2000.
- [3] Luca Costa, Jolanta Matusiak, Joanna Wicislik, Sergiu – Valentin Galatanu: Health and Safety in Welding, Presentation of Training Materials, IIW Doc. CVIII 2178-14
- [4] Dr. Gremesberger Géza: A hegesztés környezetvédelmi irányítása V. 01. BME-EWF Egyetemi előadás, GRE-MIN Kft. Budapest, 2010
- [5] Munkavédelmi videó: Az ívhegesztés biztonságtechnikája, Kristóf Csaba: Légzésvédelem, ESAB Kft. Budapest, 2006

Dr. Palotás Béla,

Professzor emeritusz, Dunaújvárosi Egyetem



Géper

Gépek és Rendszerek Szolgáltató Kft.
MESSER Cutting & Welding AG.
Cutting Systems Magyarországi Képviselete
Kecskemét, Irinyi u. 29. V. 28.
Tel.: +36-76-489-527, 505-256
Tel./Fax: +36-76-481-886, 416-478
e-mail: messer@geper.datanet.hu

**CNC vezérlésű lézer-, plazma-, vízsugár- és
lángvágó gépek forgalmazása, vevőszolgálat.**
**Kézi plazmavágók, hegesztő célgépek
forgalmazása, vevőszolgálat.**

Forgalmazás – Vevőszolgálat – Felújítás – Szerviz
Sok éves tapasztalattal állunk az Önök rendelkezésére

OERLIKON

CITOWAVE III

**Hegesztő áramforrások
harmadik generációja**

MODERN TERVEZÉS

teljes mértékben
alkalmazkodik az Ön
igényeihez



SWAN

Hegesztés-felügyelő
adminisztrátor hálózat

ECO
KÖRNYEZETBARÁT
HEGESZTÉS
ÉS VÁGÁS

**KÖNNYEN
KEZELHETŐ
KORSZERŰ
TECHNOLÓGIA**

7 EGYEDI ELJÁRÁS:

Speed Short Arc, Puls,
Soft Silence Pulse, Spray Modal,
High Penetration Speed, Advanced
SeQuencer, Pure Controlled Metal

GARANCIA

3
ÉV

www.oerlikon-welding.com

www.lincolnelectric.com



Megjelent az ötvözetlen szerkezeti acélok szabványsorozat (MSZ EN 10025) új kiadása

Az acélt széles körben használják az iparban különféle hegesztett szerkezetek alapanyagaként. Az MSZ EN 10025 szerinti ötvözetlen szerkezeti acélok más felhasználási területek mellett az építőiparban is elterjedtek, ezért a szabványsorozat új részeinek alkalmazásakor az építőipari szabályozást is figyelembe kell venni.

Az építési termékek forgalomba hozatalára és CE-jelölésére 2013. július 1. óta a CPR¹ hatályos az EU tagországaiban.

A CPR az építési termékek egységes európai piacon való akadálymentes forgalomba hozatalának céljából a következő elemekre épül:

- harmonizált műszaki előírások rendszere;
- a teljesítményállandóság értékelésének harmonizált rendszere;
- a gyártók és a bejelentett szervezetek feladatai és követelmény előírásai;
- az építési termékek CE-jelölése és teljesítmény nyilatkozata.

A CPR hatálybalépésével a harmonizált műszaki előírások rendszerének legfontosabb részét alkotó, az építési termékek, köztük az acélok harmonizált európai szabványainak átdolgozása is szükségessé vált. Elkészültek a melegen hengerelt ötvözetlen szerkezeti acélokra vonatkozó EN 10025 szabványsorozat a táblázatban látható részeinek új kiadásai, amelyeket az MSZT 2020. június 1-én tett közzé.

Az EN 10025 szabványsorozatnak csak az első része harmonizált, azonban az EN 10025-1 korszerűsített változatának elfogadásához még további idő szükséges, mert összhangba kell hoznia CPR követelményeivel. A legnehezebb feladat, hogy az EN 10025 (és minden acéltermékre vonatkozó szabvány) a megfelelőség igazolására az MSZ EN 10204 szerinti vizsgálati

MSZ EN 10025-2	Melegen hengerelt termékek szerkezeti acélokból. 2. rész: Ötvözetlen szerkezeti acélok műszaki szállítási feltételei
MSZ EN 10025-3	Melegen hengerelt termékek szerkezeti acélokból. 3. rész: Normalizált/normalizálva hengerelt, hegeszthető, finomszemcsés szerkezeti acélok műszaki szállítási feltételei
MSZ EN 10025-4	Melegen hengerelt termékek szerkezeti acélokból. 4. rész: Termomechanikusan hengerelt, hegeszthető, finomszemcsés szerkezeti acélok műszaki szállítási feltételei
MSZ EN 10025-5	Melegen hengerelt termékek szerkezeti acélokból. 5. rész: Légkör-korrózió-álló szerkezeti acélok műszaki szállítási feltételei
MSZ EN 10025-6	Melegen hengerelt termékek szerkezeti acélokból. 6. rész: Nagy folyáshatárú szerkezeti acélokból készült, nemesített lapos termékek műszaki szállítási feltételei

bizonylatokat írja elő, míg a CPR szerint a CE-jelöléssel rendelkező építési termékeket teljesítménynyilatkozattal kell szállítani.

Amíg az első rész korszerűsített kiadása megjelenik, addig az általános követelményeket tartalmazó, harmonizált [MSZ EN 10025-1:2005](#) együtt lesz érvényben a szabványsorozat korszerűsített részeivel. Az együttélés időszakában az MSZ EN 10025-1:2005 alkalmazásával kapcsolatban a következőket kell figyelembe venni:

- minden, az MSZ EN 10025-2 – MSZ EN 10025-6-ra vonatkozó évszám vagy évszám nélküli hivatkozás változatlan, kivéve a 9.2.2.1. szakaszban lévő hivatkozást, ahol a 8.4.1. és a 8.4.2. szakasz helyett a 8.3.1. és a 8.3.2. szakaszt kell érteni;
- az MSZ EN 10025-1:2005 következő fejezetei többé nem érvényesek:
5. fejezet: Megrendelési adatok;
12. fejezet: Reklamációk;
13. fejezet: Választható előírások.

Az MSZ EN 10025 új, 2–6. részei önállóan alkalmazható szabványok a műszaki szállítási feltételek, azaz a próbadarabok és a próbatestek előkészítése, a vizsgálati módszerek, a megjelölés, a címkézés és a csomagolás, valamint a rajzok tekintetében. Ha az MSZ EN 10025 új, 2–6. részei szerinti szerkezeti acéltermék a CPR alá tartozik (építési célra lesz felhasználva), akkor e szabványokat együtt kell alkalmazni az 1. résszel (a CPR-nek megfelelően).

Az MSZ EN 10025 szabványsorozat megjelent részeinek általános változásai a következők:

A vegyi összetétel adagelemzésre és termékelemzésre vonatkozó előírásait kiegészítették azokra az elemekre vonatkozó követelményekkel, amelyekre az EN 10025 vonatkozó része nem tartalmaz előírást.

A választható előírások kiegészültek a CE-jelölés elhagyására vonatkozó választható előírással. Tehát a megrendelőnek jeleznie kell, hogy nem kéri a CE-jelölést. Ha ezt nem teszi, akkor az EN 10025 szerinti acélterméket CE-jelöléssel kell szállítani.

A karbonegyenértékre módosított értékeket írnak elő a szerkezeti acélok tűzihorganyzásának esetére, amikor a Si-tartalmat korlátozni kell és a szaktípuszilárdság előírt értékét a C- és Mn-tartalom növelésével érik el.

Az Euronorm-okra vonatkozó mellékletet törölték, a hivatkozásokat naprakésszé tették és a szabványokat szerkesztési szempontok szerint is korszerűsítették. Új acélminőségekkel egészült ki a szabványsorozat, például a légköri korrózióálló acélok (5. rész) szabványa 7 új acélminőséget tartalmaz.

Az MSZ EN 10025 egységes értelmezése és alkalmazása fontos az acélgyártók, feldolgozók, kereskedők, forgalmazók és az építőipari tervezők és kivitelezők számára is. Az MSZT tervezi az egységes értelmezést lehetővé tevő magyar nyelvű kiadás elkészítését, melyhez várja a támogatók jelentkezését.

Szabó József 2020. június

¹ AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 305/2011/EU RENDELETE (2011. március 9.) az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról és a 89/106/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről.

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított fémeket hegesztők oktató- és felkészítőhelyei

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
MSZC Andrássy Gyula Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Miskolc	Molnár Péter	46/412-444
ANDRITZ Kft.	Tiszaújváros	Csóke Róbert	76/542-130
BSZC Csiha Győző Szakgimnázium és Szakközépiskola	Hajdúnánás	Pappné Fülöp Ildikó	52/570-533
BSZC Eötvös József Szakgimnázium Szakközépiskola Szakiskola Központi Tanműhely	Berettyóújfalú	Berczi Lajos	54/402-092
BIS Hungary Kft Belföldi Szerelési Üzletág	Tiszaújváros	Gerőcs Péter	49/322-523
Ózdi SZC Deák Ferenc Szakképző Iskolája és Művészeti Szakközépiskolája	Kazincbarcika	Hák Béla	48/512-611
MSZC Diósgyőr- Vasgyári Szakképző Iskola és Kollégium	Miskolc	Szabó Tibor	46/532-358
DUNAGÁZ Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsanett	33/513-100
Kaposvári SZC Eötvös Loránd Műszaki Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium	Kaposvár	Krénuszt Ernő	82/419-246
EU-ARK Mérnökség Kft.	Felsőzsolca	Arnóczki László	46/584-363
PSZC Faller Jenő Szakképző Iskola és Kollégium	Várpalota	Arany Gabriella	88/582-520
Szekszárdi SZC Esterházy Miklós Szakképző Iskola és Kollégium	Dombóvár	Borbély Sándor	74/465-725
Zalaegerszegi SZC Munkácsy Mihály Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Zalaegerszeg	Ferencz László	92/313-785
Neumann János Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar Anyagtechnológia Tanszék	Kecskemét	Hareancz Ferenc	76/516-376
Géza fejedelem Ipari Szakképző Iskola	Esztergom	Juhász István	33/510-006
OT-Industries – KVV Kivitelező Zrt.	Siófok	Nemecz Imre	84/310-310
OT Industries – DKG Gépgyártó Zrt.	Nagykanizsa	Farkas László	30/620-7752
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.	Budapest	Gyura László	1/347-4785
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/328-093
MÁV Szolgáltató Központ Zrt. Baross Gábor Oktatási Központ Istvánfelki Tanműhely	Budapest	Szalay Róbert	1/389-07-76
Nyírség Szakmai Továbbképző Kft.	Nyíregyháza	Sipeki Gyula	42/410-814
MVM OVIT Zrt. Erőművi Gépgyártási Üzletigazgatóság	Kiskunfélegyháza	Sári András	20/348-63-88
Rohr und Stahl Kft.	Dunakeszi	Mári Lajos	30/280-79-50
SIEMENS Zrt – SIEMENS Képzési Központ	Budapest	Dr. Gmóser Anikó	30/311-4831
Szerencsi Szakképzési Centrum Tiszaújvárosi Brassai Sámuel Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Tiszaújváros	Bukta Mária	49/542-180
BGSZC Szily Kálmán Műszaki Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma	Budapest	Bujdosó Balázs	1/280-6382
Termelés-Logistic-Centrum Kft.	Balatonfüred	Bíró Tamás	20/279-0944
Kecskeméti SZC Virágh Gedeon Szakgimnáziuma és Szakiskolája	Kunszentmiklós	Mező Sándor	76/550-180
WELDCONTROL Bt.	Budapest	Taródi Zoltán	20/237-13-13
Szegedi SZC Móravárosi Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Szeged	Vetro István	62/551-541

**A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által
az MSZ EN ISO 9712 szerinti vizsgálók képzésére tanúsított helyek**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt.	Budapest	Klausz Gábor	1/276-8945
ORSZAK Novum Kft.	Budapest	Szűcs Pál	20/958-2659
SZTÁV Zrt.	Budapest	Szilágyi Antal	20/773-4001
Hidra Felnőttképző Központ Kft.	Budapest	Koczák Imre	20/965-5551
AGMÜSZK 2000 Kft.	Szekszárd	Bánki Ede	20/964-4860
SIEMENS Zrt.	Budapest	Ficzere Krisztián	30/218-7783

**A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által
tanúsított műanyagot hegesztők oktató és felkészítőhelyei**

Megnevezés	Működési hely	Kapcsolattartó	Telefonszám
DUNAGÁZ Gázipari Oktatási és Minősítő Zrt.	Dorog	Gáspár Zsanett	33/513-100
VÖRSAS Termékellátó és Szolgáltató Kft.	Budapest	Illés Gábor Ernő	252-0232
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	0637/528-010
TIGÁZ Zrt.	Miskolc	Naszrai Tamás	52/558-189
UMUNDUM Kft.	Páty	Mailingner Márk	23/889-748
FGF Bt.	Budapest	Rozsnyai Kálmán	1/363-6559

**Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület által
EWF/IIW oktatás bonyolítására jóváhagyott bázisok**

Oktatóhely neve	A kérelem tárgya	A tanúsítvány érvényességi ideje
Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT) Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS) Nemzetközi Hegesztőtőmérnök (IWE)	2024. január 18.
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék Budapesti	Nemzetközi Hegesztőtőmérnök (IWE)	2020. június. 02 Érvényesség meghosszabbítva 6 hónappal
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft. Visonta	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP) Nemzetközi Hegesztő (IW-T) Nemzetközi Hegesztő (IW-E) Nemzetközi Hegesztő (IW-G) Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	2020. június 21. Érvényesség meghosszabbítva 6 hónappal
Miskolci Egyetem Felnőttképzési Regionális Központ	Nemzetközi Hegesztőtőmérnök (IWE)	2023. szeptember 29.
	Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervtőmérnök (IWS-D)	2023. szeptember 29.
	EWP-RW EWS-RW	2024. május 21.
	IMW-B, IOW-B, IRW-B, IRW-C, IMORW-C	Regisztráció
Nyíregyházi Egyetem Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	2024. 07. 23.
	Nemzetközi hegesztőtőmérnök (IWE)	2022. október 29.
MHTE Akadémia	Nemzetközi Gyártásfelügyelő (IWIP-B; S; C)	2024. február 6.



3M™ SPEEDGLAS™ G5-01 nehézipari hegesztőpajzs

- Natural Color színtechnológia
- állítható légáramlás
- teljesen személyre szabható



www.corweldplus.hu

3M Science.
Applied to Life.

KUTATÁS–FEJLESZTÉS

MHtE Akadémia 2020-as oktatási terve

Tanfolyam	Kezdési időpontok és egyéb információk	Árak	Célcsoport
Hegesztőüzemek kockázatmenedzsementje	www.mhte.hu	Modulos árképzés, lásd: Információs lap	Gyártás- és technológia tervezők, üzemvezetők, ügyvezetők, műszaki vezetők, irányítási rendszer vezetők, egyéb felelős vezetők
Belső auditor	www.mhte.hu	Modulos árképzés	Vállalkozások minőségügyért felelős kollégái
Minőségügyi megbízott	www.mhte.hu	Modulos árképzés	Vállalkozások minőségügyért felelős kollégái
ASME Szakember képzés	www.mhte.hu	Modulos árképzés, lásd: www.mhte.hu	Hegesztéssel és fémmegmunkálással foglalkozó vállalkozások
Alapismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-B) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 150.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 70.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWP/EWP végzettségű szakemberek (WI modul esetén)
Általános ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-S) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 225.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 90.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWS/EWS végzettségű szakemberek (WI modul esetén)
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 300.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 90.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 6.000 Ft + ÁFA/fő	IWE/EWE, EWT/IWT végzettségű szakemberek (WI modul esetén)

- csővégmegmunkálók
- csőrögztítők és központosítók
- orbitális hegesztőautomaták
- hegesztő célgépek

POLY
WELD

értékesítés • szerviz • gépkölcsönzés

POLYWELD Kft. 2111 Szada, Dózsa György út 5.

Telefon: (+36) 20 298 8708 Tel/Fax: (+36) 28 404 904

Internet: www.polyweld.hu E-mail: polyweld@polyweld.hu

- hegesztőgépek
- plazmavágók
- lemezélmarók
- mágnes talpas fűrógépek
- forgató berendezések
- csőprések
- fényre sötétedő hegesztőpajzsok



ewm®

Műanyaghegesztők aranykönyve



Önnek fontos szerepe van a jövőben!

Bizonyára fel tud idézni egy, vagy több kiváltságot azon a területen, ahol dolgozik! A jó szakember magabiztos, eredményesen végzi munkáját. Nem csak a begyakorolt fogások elvégzésében teljesít kiválóan, hanem a váratlanul felmerült helyzetek megoldásával is könnyebben boldogul. Iparágában versenyeznek érte.

Tudja, hogy miből erednek a minőségi kifogások például a mélyépítésben, vagy a korszerű csőhálózatok építésénél? Hiába a beruházók igyekezete, a nagy értékű kiváló anyagok beépítése sem hozza az elvárt eredményeket. Sok esetben a már üzemelő rendszerek állapota sem megnyugtató. A problémák nagy része az ismeretek nélküli hibás alkalmazásból és a téves információkból erednek.

Amikor ezt olvassa, már biztos eldöntötte, hogy komolyan érdeklődik a műanyaghegesztés-technológiák alkalmazása iránt. A Műanyaghegesztők aranykönyve az elmúlt 40 év tényleges kivitelezési gyakorlatának naprakész feldolgozásával lehetővé teszi, hogy kiemelkedjen Magyarországon egy igényes kivitelezői kör, akiknek a munkájában megbízhatnak a megrendelők. Legyen részese ennek a szakmai

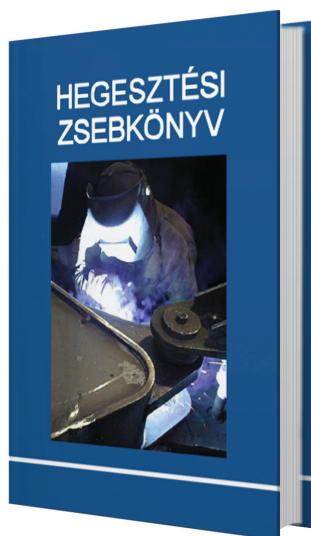
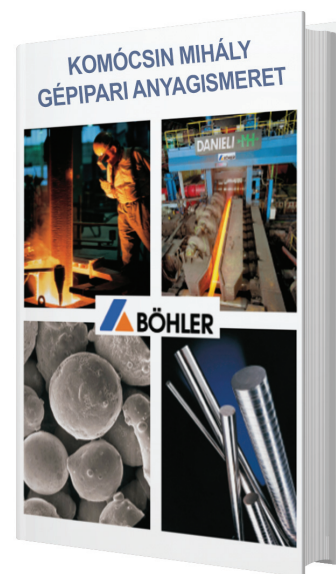
közösségnek és szükség esetén ne habozzon kapcsolatba lépni a kiadóval, mert a támogatására Ön is számíthat!

TAM CERT Magyarország Vizsgáló és Tanúsító Kft.
Műszaki Könyvkiadója és Forgalmazója COKOM Kft. kiadásában

Hegesztési zsebkönyv

Az elismert szerzői gárda szakmai könyve – Béres Lajos, Gáti József, Grempberger Géza, Komócsin Mihály és Kovács Mihály – a TAM CERT Magyarország Kft. gondozásában és terjesztésében ismét kapható. A Hegesztési zsebkönyv első megjelenését követően rövid időn belül annyira keresetté vált, hogy a példányok gyors fogyása, a szakterület fejlődése szükségessé tette a zsebkönyv újbóli nyomását és terjesztését. A könyv alapművé vált a felsőoktatásban és az iparban egyaránt. A zsebkönyv a fémek és polimerek anyagismeretének áttekintése mellett részletesen tárgyalja a hegesztés gyártástechnológiáját, a hegesztett szerkezetek kialakításának szempontjait, foglalkozik az alkalmazott készülékekkel, a hegesztő szakemberek nemzetközi képzési és minősítési rendszerével, sőt a felhasználót a minőségbiztosítás és -irányítás területére is bevezeti. A könyv zárásaként a közös nemzetközi szakmai nyelvet segítő 600 kifejezést tartalmazó háromnyelvű szótár található.

Megrendelhető: cokom@tamcert.hu, cokom@cokom.hu, vagy a www.tamcert.hu felületen.



Gépipari anyagismeret

6 kiadást megélt szakkönyv Komócsin Mihály szerzői tollából fakadt. Ahogy a mű alkotója is fogalmaz a „könyv újabb kiadását az tette szükségessé, hogy valamennyi példánya elfogyott a könyvesboltok polcairól”. A hasznos segítséget jelentő alkotás fontos olvasmányává vált a szakma felelős művelői, és az egyetemi oktatásban részesülő gépészmérnök hallgatók számára. A könyv tartalmazza az anyagismeret egyetemi és főiskolai szintű oktatásának tapasztalatait, hisz egyik fő célja a felsőoktatás ilyen tartalmú tantárgyainak elsajátításának segítése. A szakirodalom alkalmas mind az iparban dolgozó mérnökök gyakorlati munkájának segítésére, mind – a tartalom mélységére tekintettel – a BSc és az MSc képzésben részt vevő hallgatók tankönyv igényének kiszolgálására.

Megrendelhető: cokom@tamcert.hu, cokom@cokom.hu, vagy a www.tamcert.hu felületen.

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS TAGSZERVEZETEI

A MAGYAR HEGESZTÉSTECHNIKAI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI EGYESÜLÉS
(MHtE) nyereségre nem törekvő szervezet

Jogi tagok:
az alábbi 30 hegesztéssel
kapcsolatos
gyártó, szerelő
kis-, közép- és nagyvállalat

Tagok:
az alábbi 10 intézmény
és 11 vállalkozás,
melyek az Egyesülés
alap-, közép- és felsőfokú
hegesztőképését bonyolítják

Tagok:
az alábbi 37 cég,
melyek hegesztő alapanyag-,
segédanyag-kereskedelemmel,
gépgyártással foglalkoznak
és hegesztéssel kapcsolatos
szolgáltatást nyújtanak

ÁGSZER 2003 Kft.
BIS Hungary Kft.
BIS MCE Nyíregyháza Kft.
BKV Vasúti Járműjavító Kft.
BUDAMOBIL-CARGO Járműipari és
Szolgáltató Kft.
CG Electric Systems Hungary Zrt.
CH-PLUSSZ-2000 Kft.
DAK Acélszerkezeti Kft.
Dunakeszi Járműjavító Kft.
FORTACO Zrt.
GYEGÉP Kft.
Hexa-Metal Kft.
IGM Robotrendszerek Kft.
INVESTMONT Kft.
KÉSZ Ipari Gyártó Kft.
KÓPIS és TÁRSA Kft.
KRAUSE Ipari, Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.
MÁTRAFÜTŐBER Épületgépészeti Kft.
MÁV-THERMIT Hegesztő Kft.
MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
OT-Industries-DKG Gépgyártó Kft.
OT-Industries-KVV Kivitelező Kft.
Penstar Service Kft.
PETROLSZOLG Kft.
PYLON-94
Gép- és Acélszerkezetgyártó Kft.
Schwarzmüller Kft.
Szellőző Művek Kft.
T-L-C Kft.
Vetraforce Kft.
WWV-HALBO Kft.

ADU Oktatási Központ
BGSC Szili Kálmán Műszaki Szakgimnázium,
Szakközépiskola és Kollégium
BME ATT
CSÚCS '91 Oktatási és Vezetési Tanácsadó Kft.
Debreceni Egyetem Műszaki Kar
DUNAGÁZ Zrt.
Dunaújvárosi Egyetem
BGSZC Eötvös Loránd Szakgimnázium és
Szakközépiskola
Eszkimő Magyarország Zrt.
EUROKT-AKADÉMIA Szakképző és Szakmai
Szolg. Kft.
HIDRA Felnőttképző Kft.
ISD DUNAFERR Dunai Vasmű Zrt.
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.
Miskolci Szakképzési Centrum Andrásy
Gyula Szakközépiskolája
MISKOLCI EGYETEM Mechanikai
Technológiai Tansz.
Neumann János Egyetem
Nyíregyházi Egyetem
Óbudai Egyetem BGK
ORSZAK Bt.
SLV München GSImbH
SZTÁV Felnőttképző Zrt.

AC Plymovent Kft.
AGMI Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Zrt.
AIR LIQUIDE HUNGARY Kft.
„AUTOMED” Autogéntechnikai Kft.
C & T Hegesztéstechnikai Kereskedőház Kft.
COKOM Mérnökiroda Kft.
CORWELD PLUS Kft.
ECM Certification Kft.
ÉMI-TÜV SÜD Kft.
ESAB Kft.
FROWELD Kft.
HEGPONT Kft.
INTERWELD Kft.
INVENT-WELDING
Kereskedelmi Kft.
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.
Magyar Hegesztési Egyesület
MAROVISZ
MESSER HUNGAROGÁZ Kft.
MIGATRONIC Kft.
MINELL Kft.
OLVEX Kft.
Qualiweld Welding & Trade Kft.
POLIGRAT Magyarország Kft.
POLYWELD Kft.
Rechnen Hegesztőház Kft.
REHM Hegesztéstechnika Kft.
SIAD HUNGARY Kft.
Synergic Hegesztéstechnika Kft.
SOYER Magyarország Kft.
TAM CERT Magyarország Vizsgáló és
Tanúsító Kft.
TRAKIS-HETRA Kft.
TÜV Rheinland InterCert Kft.
VISZÉK Kft.
Volvid Zrt.
VÖRSAS Kft.
WELDIMPEX Termelő és Kereskedelmi Kft.
WELDMATIC Kft.

Az MHtE szolgáltatásai

NEMZETI ÉS NEMZETKÖZI PROJEKTEKBEN VALÓ RÉSZVÉTEL

IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK TANÚSÍTÁSA MIR, KIR, MEBIR

HEGESZTÉSI TECHNOLOGIÁK MINŐSÍTÉSE

a 2014/69/EU direktíva alapján, mint kijelölt és bejelentett NB szervezet (Nr. 2672)

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS az ISO 3834, EN ISO 3834,
MSZ EN ISO 3834 szerint. A Nemzetközi Hegesztési Intézet (IIW),
Európai Hegesztési Szövetség (EWF)

valamint a Nemzeti Akkreditáló Hatóság (NAH) akkreditálása és felhatalmazásai alapján

Az ömlesztő hegesztés végzésének feltételeiről szóló 8/2018 ITM R. szerinti üzemalkalmasság tanúsítására kijelölt szervezetként

Nemzetközi és Európai Hegesztőmérnök, -Technológus, -Specialista, -Tervező, -Hegesztő, -Inspektor
(Gyártásfelügyelő), -Kiemelt Hegesztő, Ellenállás Hegesztő, Ellenállás Hegesztő Specialista (új)

DIPLOMÁK KIADÁSA

Diplomával rendelkezők tanúsítása,
az EWF/IIW felhatalmazásai alapján.

FÉMET ÉS MŰANYAGOT HEGESZTŐK ÉS FORRASZTÓK MINŐSÍTÉSE

az MSZ EN ISO 9606, MSZ EN ISO 14732, MSZ EN ISO 13585,

MSZ EN 13067 és NGM 15/2012 közleménye (aktualizálva)

szerint minisztériumi kijelölés és NAH akkreditáció alapján

és a 2014/68/EU direktíva alapján, mint NoBo szerint is (Nr. 2672)

VIZSGÁLÓK MINŐSÍTÉSE az MSZ EN ISO 9712 szerint

NAH által akkreditálva és a 2014/68/EU direktíva alapján harmadik félként is.

ÜZEMALKALMASSÁGI TANÚSÍTÁS DIN EN 1090,

DIN EN 15085 szerint a GSI/SLV-val kötött szerződés alapján

MHTE AKADÉMIA

OKTATÁSI TEVÉKENYSÉG, gyártásfelügyelői képzés (EWIP/IWIP)

EWF/IIW speciális és más ATB-ken nem oktatott témák oktatása

HEGESZTŐBÁZISOK TANÚSÍTÁSA

(nemzeti és nemzetközi képzésekre)

OKTATÁSI SZOFTVEREK

„HEGESZTÉSTECHNIKA” folyóirat (cikkek, hirdetések)

HEGESZTÉSI FELELŐSÖK ÉVES ORSZÁGOS TANÁCSKOZÁSA,
KONFERENCIÁK, SZEMINÁRIUMOK SZERVEZÉSE

MŰSZAKI SZAKTANÁCSADÁS



Magyar Hegesztéstechnikai
és Anyagvizsgáló Egyesület



FIMER

KRONOS

gépcsalád: 320A, 400A, 500A

Mikroprocesszor vezérelt digitális, inverteres, impulzusos huzalelektrodás áramforrások

Processzorvezérelt inverteres MIG/MAG áramforrás

- 5,7" színes kijelző
- programmentési funkció SD kártyára
- magyar nyelvű menürendszer
- 4 hajtott görgős toló
- 50°-on tesztelt és mért terhelési adatok

DSF funkció

A DSF (Dual Short Fimer) funkció egy impulzusos, de rövidzáras technológiát jelent. Egy magasabb főáram, ami a mély beolvadást okozza, és egy alacsonyabb mellékáram együttese. A funkció kimondottan gyökhegesztésre lett kifejlesztve.

HSF funkció

A HSF (High Speed Fimer) funkciót kimondottan a nagy hegesztési sebesség és mély beolvadás érdekében fejlesztették ki. A végeredmény a stabil, erős fúvóhatású hegesztés minimális fröcsköléssel, minimális deformációval.

WDR funkció

A Kronos család minden tagja képes a hegesztési paramétereket a saját vezérlőkártyájára (SD kártyájára) menteni. A gép a paramétereket valós értéken elmenti minden kívánt varratnál, az így kapott dokumentáció pedig bármikor felhasználható statisztikák készítésére, WPS lapokhoz csatolva, vagy bármilyen vevői előírásnak való megfelelésre.

Rögzített paraméterek: hegesztőáram | feszültség | huzalsebesség

CSAPHEGESZTÉS



- ▶ pontosan
- ▶ biztosan
- ▶ gyorsan

Műszaki adatok

- ismétlési pontosság: 0,2 mm
- hegesztési ütemidő: 20-30 db/perc
- adagolás: kézi/automata
- asztalméret: 700x600-tól 2500x1700 mm-ig

Extra kiegészítők

- lézeres pozíció meghatározás
- minőségbiztosítási modul
- internetes távfelügyeleti modul
- felületnedvesítő
- pneumatikus lemezleszorító
- adatimportáló modul

CSAPHEGESZTŐ OKTATÓBÁZIS
• MSZ EN ISO 14732 szerinti bizonyítványhoz •

Qualiweld
Welding & Trade Kft.

H-8778 Újudvar, Kámánccpuszta 016/4 hrsz.
Tel.: +36 93/519-018 • Fax: +36/93/519-017
E-mail: info@qualiweld.hu • www.qualiweld.hu

Ellenőrző lista az ÜZEMBIZTOS műanyaghegesztésekhez csőhálózatok, tartályok és szigetelések magas színvonalú kivitelezéséhez

Tegyen a középső oszlopba + jelet, ha a követelmény teljesül, vagy $\ominus$ jelet, ha nem!

	KÖVETELMÉNY	+/ $\ominus$	Bármelyik hiánya esetén (-) a Vörsas Kft. megoldást jelentő termékei, szolgáltatásai Önnek:
SZEMÉLYZET	1. Hegesztési felelős: technológiai utasításokkal (WPQR, WPS) látja el a hegesztésirányítót, felügyeli a műanyaghegesztők képzését, félévente érvényesíti minősítési tanúsítványukat.		KÉPZÉS ÉS FELKÉSZÍTÉS MhTE által tanúsított képző- és felkészítő-hely, valamint anyag és hegesztési kötések vizsgáló labor 15/2012 NGM és MSZ EN 13067 eljárásrendek szerinti hegesztőminősítések KIVITELEZÉSI SZOLGÁLTATÁS Tanúsított és gyakorlott szakemberek rendelkezésre állása különleges műanyaghegesztési feladatok elvégzésére is (pl. cső DN/OD > 1000)
	2. Hegesztésirányító: felel az alkalmazott anyagok és eszközök megfelelőségéért; koordinálja a műanyaghegesztők tevékenységét.		
	3. Minősített műanyaghegesztő: WPS alapján kézi, gépi és automatizált műanyaghegesztéseket végző szakember, akinek az alkalmasságát független, akkreditált intézmény által kiállított tanúsítvány igazolja, a szükséges hegesztési eljárásokhoz.		
TECHNOLÓGIA	4. WPS: a megvalósuló hegesztési eljárás paramétereit rögzítő utasítás .		SZAKTANÁCSADÁS Több mint 30 éves szakmai, technológia, anyag és eszközismeret, kiterjedt hazai és nemzetközi kapcsolatrendszer
	5. WPQR: a hegesztéstechnológia (WPS) minősítésének jegyzőkönyve .		
ALAPANYAG	6. Maradandó jelölés: gyártó, méretek, anyagminőség, gyártási időpont, gyártási szabvány.		CSŐIDOMOK, HEGESZTÉSI ANYAGOK PE, PP, PVDF anyagú műszaki termékek forgalmazása, sorozat gyártása fröccsöntéssel és egyedi gyártása konfekcionálással
	7. Dokumentáció: megfelelőség igazolása (NNK, NMÉ, teljesítménynyilatkozat).		
ESZKÖZ	Funkcionális megfelelőség és dokumentáció: 8. Magyar nyelvű kezelési útmutató; 9. Érintésvédelmi vizsgálat megtörténte és érvényességének határideje jegyzőkönyvvel igazolva; 10. Funkcionális vizsgálat megtörténte és érvényességének határideje jegyzőkönyvvel igazolva.	----- ----- -----	CSŐ- ÉS LEMEZ HEGESZTŐ GÉPEK FORGALMAZÁSA, SZERVIZE Hevítőelemes és fűtőszálas hegesztésekre alkalmas berendezések és technológiai eszközök kínálata, javítási és ellenőrzési szolgáltatás
HEGESZTETT KÖTÉS	Technológiai fegyelem és ellenőrzés: 11. WPS előírások betartása és betartatása; 12. Hegesztői önellenőrzés és kötésjelölés; 13. Hegesztési felügyelet; 14. Kötések független anyagvizsgálata.	----- ----- ----- -----	SZAKTANÁCSADÁS Hegesztési felelősi és vizsgálati szolgáltatások

14+

Minden adott a hibátlan műanyaghegesztő tevékenységhez? (14+)

Ha bármelyik sorban $\ominus$ jel van, akkor szüksége lehet a megoldásainkra, lépjen kapcsolatba a Vörsas Kft-vel!

Tisztelt Ügyfelünk!
Kedves Olvasónk!

Szakfolyóiratunk a hirdetni kívánók igénye kielégítése céljából továbbra is az eddigi, színskála alapján történő választási lehetőséget szeretné biztosítani.

Az újság vágott mérete: 215×290 mm.

A hirdetések mérete:

A/4	kifutó	215+10 mm×290+10 mm
	nem kifutó	190 mm×250 mm
A/5	fekvő	190 mm×125 mm
	álló	125 mm×250 mm
A/6		125 mm×100 mm
	fekvő	190 mm×70 mm
	álló	60 mm×250 mm

A 2020-ra vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak az alábbiak:

	Méret			
	A4	A5	A6	
Címlap fotó (218 mm × 168 mm)	135	–	–	eFt
Hátsó külső borítón	125	–	–	eFt
Első belső borítón	120	–	–	eFt
Hátsó belső borítón	115	–	–	eFt
Belíven	110	95	85	eFt
PR-hírek és információ	25	15	–	eFt
Az MhTE honlapján www.mhte.hu hirdetés	15			eFt

Az MhTE tagvállalatai 10% kedvezményre jogosultak. Az a tagvállalat, amely egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, az 15% kedvezményre jogosult.

Az a hirdető, aki nem tagja az MhTE-nek, de egy naptári évben 4 alkalommal hirdet, 7,5% kedvezményre jogosult. A kedvezmények érvényesítése az év végi számlában történik meg.

Dr. Gremesberger Géza
főszerkesztő

**LAPZÁRTA MINDEN NEGYEDÉV
ELSŐ HÓNAPJÁNAK 10. NAPJA.**

Felelős kiadó: GAYER BÉLA, az MhTE igazgatója
Főszerkesztő: Dr. Gremesberger Géza, Telefon: 0620-983-77-99
Szerkesztő, hirdetés szervező: GAYER BÉLA
Telefon: 06 1 769 0056/8; bgayer@mhte.hu
Szerkesztőség: Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés,
1149 Budapest, Mogyoródi út 32.
Telefon: 06 1 769 0056, Fax: 06 1 769 2027
e-mail: mhte@mhte.hu

Felelős vezető:

Gollob Józsefné, a PLANTIN Kft. ügyvezető igazgatója

Fedélterv, szedés, tördelés és nyomtatás:

a PLANTIN Kiadó és Nyomda Kft.-nél készült,
1092 Budapest, Ráday utca 31.

Telefon: 06 30 9210 478, 06 20 9370 350

A folyóirat évente négyszer jelenik meg.

1 példány ára 2020. évben: 500,- Ft + 5% ÁFA.

Évi előfizetési díj: 2000,- Ft + 5% ÁFA.

Előfizethető a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülésnél, az előfizetési díjak kiegyenlítésére, számla ellenében az alábbi lehetőségek választhatók:

1.) készpénzzel az MhTE pénztárában

2.) belföldi postautalványon

3.) banki átutalással

ISSN 1215-8372

Fizetett hirdetések

AC Plymovent Kft.	2	Mátia Diagnosztika Kft.	19
Böhler Kereskedelmi Kft. B. II.		Messer Hungarogáz Kft.	28
Centrotool Kft.	B. I.	Polyweld Kft.	58
Cooptim Ipari Kft.	11	Qualiweld Kft.	62
Corweld Plus Kft.	20, 56	Rechnen Kft.	46
Crown Int. Kft.	27	Rehm Kft.	B. IV.
Flexman Robotics Kft.	45	Soyer Magyarország Kft.	67
Géper Kft.	51	Vörsas Kft.	63
Lincoln Electric Kft.	52	Welding Hungary Kft.	B. III.
Linde Gáz Mo. Zrt.	38	Weldotherm Kft.	12

FONTOS!

Kérjük azon hirdetőinket, akik kész hirdetést adnak le,

TIF-ben, EPS-ben vagy PSD-ben

készítsék el, CMYK-re színrebontra.

Színnyomatot kérünk mellé! Köszönjük!

Szerzőink figyelmébe!

Kérjük kedves szerzőinket, hogy a megjelentetni kívánt fény-

képeket ne word dokumentumba ágyazva küldjék el, hanem

külön állományként: jpg, jpeg, tif, eps, psd formátumban.

Emailon csatolmányként, vagy adathordozón (CD, DVD, stb.).

Csak így tudjuk biztosítani

a képek jó minőségét!



»OBSERVER«

**1084 Budapest, Auróra utca 11.
Telefon: 303-4738; Fax: 303-4744**