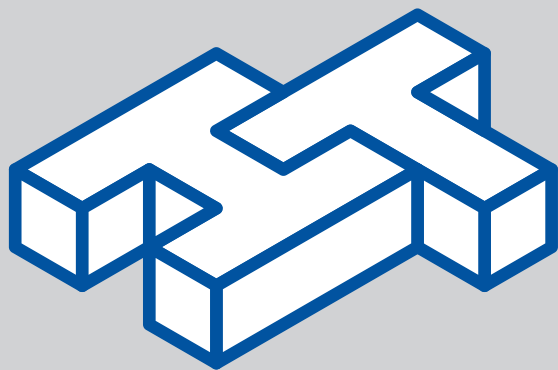




HEGESZTÉS- TECHNIKA

XXXIII. évfolyam 2022. /2.

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés Folyóirata

IDEJE GÁZT ADNI!

LASLINE GÁZOK LÉZERTECHNOLÓGIÁKHOZ

www.messer.hu

MESSER 
Gases for Life

JOIN! THE FULL WELDING SOLUTIONS!

for your Lasting Connections

Metallurgiai tudás

Helyszíni és online támogatás

Hegesztőgépek

Kiegészítők

Hegesztőanyagok

Alapanyag, hegesztőgép, hegesztőanyag, hegesztési pozíció, hegesztési paraméterek, és még sorolhatnánk, hányféle tényezőt kell számításba vennie. De miért? A Böhler Welding Full Welding Solutions a metallurgiai és technológiai tudását ajánlja, mely jövőbemutató hegesztőanyagokkal, magas minőségű hegesztőgépekkel, és szoftverekkel ötvöz, hogy a legjobb eredményt érje el. Ez lehetővé teszi Önnek, hogy kizárólag a hegesztési feladatára koncentrálhasson. OIN! Your Full Welding Solution.

Fedezze fel most az Ön „Full Welding Solution”-ját!



Olvassa be
a további
informá-
ciókért

TARTALOM

1 Hírek News Nachrichten

In memoriam Pintér László	3
Nemzetközi hegesztőmérnökök végeztek a Miskolci Egyetemen	4
„Hegesztési hét” a Mach-Tech szakkiállításon	7
Beszámoló a XXXI. Nemzetközi Hegesztési Konferenciáról	12
Megalakult az MHTE/ANB Tanácsadó Testület	15
Dr. Balogh András 75	15
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított fémeket hegesztők oktató- és felkészítőhelyei	16
MHTE Akadémia - 2022. képzési terv	16
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által tanúsított műanyagot hegesztők oktató és felkészítőhelyei	17
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés által az MSZ EN ISO 9712 szerinti vizsgálók képzésére tanúsított helyek	17
Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület által EWF/IIW oktatás bonyolítására jóváhagyott bázisok	17
A hatékonyabb képzés – a BET – EU-projekt	20
A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés az alábbi pályázatokban vesz részt az Európai Unió által társfinanszírozott Erasmus+ Program keretében	20
Tallózás a hegesztési szaklapokban	23

2 Kutatás-Fejlesztés Research and Development Forschung und Entwicklung

Abaffy Károly, Dr. Gyura László	29
Ipari gázok szerepe az additív gyártásban	29
Dr. Farkas Csaba	
Hegesztett szerkezetek és hegesztési eljárások a légijármű iparban	35
Welded structures and welding methods in aviation industry	35
Blazsovszky László	
A hegesztési tevékenység szabályozása a gáziparban	43
Hegesztés és rokon szakterületek szakmai programjai 2022. II. félév	48

3 Tudományos Publikációk Scientific Publications Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Dr. Balogh András	
A varrat hűléssebességéről hegesztőmérnököknek	51

Címlapon: Messer Hungarogáz Kft.

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés szakfolyóirata
Periodical of the Hungarian Association of Welding Technology and Material Testing
Zeitschrift der Ungarischen Vereinigung für Schweißtechnik und Material Prüfung

AKÁR **50%-S**
KÖLTSÉGCSÖKKENTÉS

**KIEMELKEDŐ
TERMELÉKENYSÉG**

**MEGBÍZHATÓAN
ROBOSZTUS**

**KIVÁLÓ
ERGONÓMIA**

**5 ÉV
GARANCIA***

* áramforrásokra vonatkozik:
3 év normál garancia
2 további év a végfelhasználó
regisztrációjától számítva.

SPEEDTEC® PULSE RANGE TÖKÉLETES TELJESÍTMÉNY

Az új SPEEDTEC® 400SP és 500SP harmadik generációs, többfunkciós áramforrások, amelyek kiemelkedő minőségű hegesztéssel és magas hatékonyságú eljárásaikkal növelik a termelékenységet és a újabb lépést jelentenek a professzionális hegesztés jövőjének útján.

- **Speed Short Arc** : gyorsabb hegesztés alacsonyabb hőbevitel mellett.
- **High Penetration Speed™** a mély beolvadású hegesztési folyamatokhoz.
- **Soft Silence Pulse™** csökkenti a zajt és egyértelműen jobban nedvesíti a rozsdamentes acélt.
- **MECHAPULSE™** kiváló minőségű varratok pikkelyezett varrat megjelenéssel.
- Magas bekapcsolási idejű, többféle eljárásra alkalmas áramforrások.
- Mindkétoldalon teljesen szigetelt PCB, kiválóan ellenáll a pornak, nedvességnek, rázkódásnak vagy rezgésnek.
- 5 éves garanciával megerősített igazán nagy teherbírás.
- Moduláris koncepció bármilyen követelmények megfelelő konfiguráció kiépítéséhez.
- Az ergonómikus tervezés megkönnyíti a hegesztők munkáját.

☎ +36 70 610 9582

✉ svegso@lincolnelectric.eu

www.lincolnelectriceurope.com

**LINCOLN®
ELECTRIC**

In memoriam Pintér László

Május közepén az atomerőben dolgozva ért utol a hír ... eltávoztál. Megdöbbenve és hitetlenkedve hallgattam a történetek rövid összefoglalását és így vált érhetővé miért nem sikerült utolérjelek az azt megelőző napokban. Néhány szakmai kérdéssel kapcsolatban szerettem volna a véleményedet megtudni és persze a szokott általános „*mik történnek Veled a napokban*” is témája lett volna a beszélgetésnek, mert egy ideje már nem találkoztunk személyesen. Általában rövid időn belül jelentkeztl, ha kerestelek, de éppen az elfoglaltságod miatt nem értelek el... a legfájóbb ok indokolja viszáhvás elmaradását.

Laci 1946. október 7-én született, első szakképzettsége könyvkötő szakmunkás volt, de ennek ellenére 1968-ban gépkocsivezetőként kezdett dolgozni az akkor öt éve megalapított Építési Minőségellenőrző Intézetben, az ÉMI-ben. Ez talán meglepő az Őt később megismerő kollégáknak, hiszen többnyire hegesztéssel, anyagvizsgálattal és termék tanúsítással, akkreditációs szakkérdésekkel foglalkozó szakértőként gondoltak rá. Nekem mintegy négy évtizeden át volt részem ismerni Őt, mivel 1984-től pályakezdőként én is az ÉMI Radiológiai Tudományos Osztály alkalmazottja lettem és így közel negyedévszázadon át voltam munkatársa Lacinak, aki addigra munka mellett elvégezve a gépészmérnöki és radiológiai anyagvizsgálói képzést ezen az osztályon volt vezető munkatárs és az osztály helyettes vezetője. Bizonyára vannak, akik egy nagyon alapos tudású, precíz, határozott ezáltal távolságot tartó emberként ismerték meg, de ez egészen biztosan csak az első, kissé felszínes benyomás. Én frissen végzett vegyészmérnökként elég idegen területre csöppenve megismerkedésünk pillanatától kezdve élvezhettem a mentori támogatását, hogy ne érezzem elveszettnek magam. Az is megtisztelő volt, hogy a

helyemet is a saját íróasztala mellett jelölte ki, és az első perctől kezdve nem csupán a szakmai pályámon támogatt és állt ki mellettem egy-egy karrier meghatározó pozíció odaítélése kapcsán, de a magánélet, a családi kapcsolatok terén is figyelt a problémáimra, mert alapvetően családcentrikus ember volt. A magánéleti események, illetve a szakmai rendezvények kötetlenebb esti eseményein számosan tapasztalhatták meg, hogy jó humorú, nyílt és nyitott, életvidám személyiség.

Laci szakmai fejlődésében az is fontos szerepet játszott, hogy Ő is részese volt a magyarországi atomkorszak megvalósulásának, az atomerőmű beruházásban nem csak anyagvizsgálói feladatokat végzett, de közreműködött számos a létesítmény építészeti megvalósítását szabályozó előírás, többek között az építőipari hegesztett acélszerkezetek komplex minőségellenőrzési rendszerét rögzítő ÉMI szabvány kidolgozásában is.

Az atomerőmű építése során a hegesztett acélszerkezetek gyártása, építés-szerelése során szuperellenőrként tevékenykedett. Ezen tapasztalatai hasznosítva irányította azt a munkacsoportot, amely megalkotta az abban időszakban tervezett atomerőmű bővítés tervezői és kivitelezői körének minőségképességét értékelő ún. szervezet-minősítési rendszert, amelynek tagjaként már én magam is dolgozhattam Vele. Ebben az időszakban még nem volt általánosan elterjedt a kivitelezők körében a minőségirányítási rendszerek alkalmazása, de az atomerőmű építéshez kapcsolódóan Ő és a szuperellenőrzésben vele együtt dolgozó kollégái már alapos tudásra tettek szert a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség szakmai szabályzatai és útmutató előírásainak megismerésével. Ezt a tudását a későbbi szakértői munkája során is mindig hasznosította és természetesen a kor előrehaladtával folyamatosan korszerűsítette is.



Az atomerőművek működésének biztonságához elengedhetetlen, a berendezések, a rendszerek és így az épületek építmények öregedéséhez köthető folyamatok megfelelő felügyelete, amely a hazai atomerőműben is több évtizedes a hatóság által is elismerten működtetett gyakorlat, viszont kevesen tudják, hogy ennek a létrejöttében is kulcs szerepet játszott Laci. Európát megelőzve az 1990-es évek elején dolgozta ki az ÉMI szakértői csoportja a mai rendszer elődjét képező építészeti állapotfelügyeleti eljárásrendet és Laci nemcsak a szakterületére vonatkozó szabályozást alkotta meg, de szervezte és irányította is a szakértői munkacsoportot.

Az ÉMI a kezdetektől kötődött a hegesztés szakmai irányításban szerepet vállaló köztestületekhez, részt vett a HMB, majd később az MHT szakmai munkájában. Laci a 1980-as évekig tartó időszakban is gyakran képviselte az ÉMI-t e testületekben, majd azt követően 1990-től az MHT utolsó két ciklusáig látta el ezt a feladatot, amikor is engem delegált erre a pozícióra, mert úgy ítélte meg, hogy a műanyaghegesztéssel kapcsolatos feladatokban jobban érvényesíthetem a szakma érdekeit. Ez a gesztusa is jó példája annak, hogy mindig is kész volt elismerni mások szakmai felkészültségét, ugyanakkor soha nem sajnálta az időt, fáradságot, hogy fejlessze ismereteit egy-egy számára újnak mutató területen.

Az erényei közé tartozott az új területek megismerésének, majd e területek alapos tudás birtokában való uralásá-

nak képessége és ez nagyban segítette Őt, amikor 2005-ben az ÉMI Nukleáris Létesítmények Tudományos Osztály vezetését rám hagyományozva vállalta az ÉMI Tanúsítási Iroda vezetői pozícióját, és itt dolgozott a négy évtizedes ÉMI-s pályájának 2009-ben történt befejezéséig. Úgy vélem senki nem vitathatja, hogy jó alapokat hagyott az Őt követőknek az ÉMI tanúsítási és megfelelésértékelési tevékenységéhez.

Az ÉMI-t elhagyva sem tétlenkedett, hanem fiatalos lendülettel és hihetetlen munkabírással teljesítette ki a korábban alkalomszerűen végzett vizsgálólaboratóriumok, illetve tanúsító szervezetek akkreditációjához kapcsolódó NAT, később NAH szakértői tevékenységét és az idő előrehaladtával ezen a területen csak növekedtek a feladatai.

A HMB-ben és az MHT-ben végzett munkája, de egyéb személyes kapcsolatairól is nagyon hosszú, emberöltőnyi idő köti az MHT-hez. Anyagvizsgálóként

az MHT bizonyítványa tanúsította, hogy a harmadik fokozatú radiográfiai anyagvizsgálói szintű tudással rendelkezik e területen. Számos szakmai rendezvény, tanulmányút és sok együtt gondolkodás, a közös problémák megoldásainak keresése mélyítette el azt a viszonyt, amely már inkább baráti, mintsem szűken értelmezett szakmai kapcsolat volt. Laci korrekt szakmaiságát azonban jól jellemzi, hogy azokban az esetekben, amikor az Egyesülés személytanúsítási tevékenységét vizsgáló szakértőként értékelte megoldást segítő javaslattal élve mutatott rá a feltárt nem megfelelőségekre. Ez a kapcsolat az idén április 24-én váratlanul bekövetkezett halállal megszakadt, örökre tervként marad az Egyesülés munkatársaival május 5-re tervezett találkozód. A napokban történt búcsúztatásod során tolmácsolták az MHT munkatársainak alábbi gondolatát:

„Nem igaz, hogy minden ember pótolható. Te biztosan nem.

Tiszteltünk és szerettünk, vártunk minden találkozást Veled.”

Személyesen én is osztom ezt a véleményét, sőt úgy vélem egyetlen ember sem pótolható az egyéniségére tekintettel. Személyes búcsúként szeretnék visszatulni egy korábbi élményemre, amelyről annak idején Lacinak is meséltem.

Teller Ede professzor utolsó magyarországi látogatása idején részt vett a Magyar Nukleáris Társaság az évi közgyűlésén, amelynek szünetében módomban volt pár percet beszélgetni Vele. A beszélgetést követő hétfői munkanapon Laci megszokott „No, mi történt a hétvégén?” kérdésére elmeséltem Neki a professzor úrral történt beszélgetésem, zárszóként említve, hogy nagyon büszke vagyok a beszélgetést követő kézfogására.

Kedves Laci a Te kézfogásaidra is ugyanilyen büszke vagyok!

Emlékező barátsággal: Séra István, munkatársad

Nemzetközi hegesztőmérnökök végeztek a Miskolci Egyetemen

Magyarországon először a Nehézipari Műszaki Egyetemen indult el a hegesztő szakmérnök képzés 1961-ben. A 60 éves múlta visszatekintő képzésen 2021 februárban indult el a 27. évfolyam. A koronavírus járvány miatt az előadásokon on-line formában, a gyakorlati órákon pedig személyesen vettek részt a hallgatók.

A nehézségek ellenére a képzésen résztvevők sikeresen teljesítették a követelményeket, a diplomamunkák elkészítését követően pedig a 2022. június 13-án megszervezésre került záróvizsgán 10 fő szerzett EWE/IWE oklevelet, így Felházi Máté (Hilti Hun-

gária Kft.), Gápné Majoros Eszter (Intern Kft.), Góré Attila (Alteo Nyrt.), Koós Attila (Fux Zrt.), Kukk István (Adient Hungary Kft.), Matyi Attila (Precast Kft./Birsch Construct Kft.), Móricz Áron (OLP-TECH Gyártó, Szerelő és Szolgáltató Kft.), Orbán Attila (MOL Nyrt.), Szabó Sándor (Jármű Zrt.) és Török Márk (BIS Hungary Kft.).

A vizgabizottság tagjai: Prof. Dr. Lukács János (ME, 3. modul), Farkas László (MHTE, 3. modul), Dr. Gáspár Marcell (ME, 2. modul), Dr. Gremesberger Géza (ME, 4. modul), Prof. Dr. Jármai Károly (ME, 3. modul), Kovács Judit (ME, jegyző), Dr. Meilinger Ákos (ME,

1. modul), Dr. Palotás Béla (MHTE, 2. modul), Pelcz József (MHTE, 4. modul), Dr. Török Imre (MHTE)

A Miskolci Egyetem nemzetközi hegesztő szakirányú továbbképzési szak oklevelét a 2022. június 23-án megrendezésre kerülő Diplomaátadó Szenátus Ülésen veszik át a hallgatók.

A következő nemzetközi hegesztőmérnök (EWE/IWE) 2023. februárban indul a Miskolci Egyetemen, amelyre 2022. november 15-ig lehet jelentkezni a Mentorius Tudás- és Képzőközpont honlapján: <https://www.mentorius.hu/kepzesek>.



CLOOSBOT – kollaboratív hegesztőrobot

Az optimális ember-robot együttműködés:
Lépjen be egyszerűen az automatizált hegesztéstechnika világába!

A CLOOSBOT kollaboratív hegesztőrendszerrel már kis sorozatszámú munkadarabokat is folyamatosan kiváló minőségben, gazdaságosan hegeszthet. A mind a hat tengelybe beépített nyomatékérzékelők lehetővé teszik a kobot rendkívül precíz mozgását, programozását. Az intuitív kezelés, az egyszerű és gyors programozhatóság jelentősen növeli a munka hatékonyságát.

A csúcstechnológiás CLOOS QINEO hegesztő áramforrás és a nagy pontosságú KOBOT tökéletesen kiegészítik egymást. A dolgozók tehermentesítésén túl profitáljon a kiváló hegesztési eredményekből, különösen a monoton, ismétlődő feladatok esetén a gyártási minőség reprodukálhatóságának köszönhetően.



+36 30 290 5582
robot-welding@cloos.hu
www.cloos.hu

X5 FASTMIG

Kimagasló hatékonyság a hegesztésben

„Hegesztési hét” a Mach-Tech szakkiállításon

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesület és a Magyar Hegesztési Egyesület együttműködése eredményeképpen született meg a megállapodás a Hungexpo Vásár és Reklám Zrt.-vel a 2022. május 10-13. között lebonyolított IPAR NAPJAI kiállítási csokorban megrendezett MACH-TECH Nemzetközi gépgyártás-technológiai és hegesztéstechnikai szakkiállításon való közös megjelenésre kiállítási standdal és szakmai programokkal.

Idén már a 9. IPAR NAPJAI és 15. MACH-TECH kiállításon 15 ország több mint 400 kiállítója – a hazai és nemzetközi ipar világmárkái, piacvezetői, kis- és középvállalkozásai – mutatták be termékeiket, szolgáltatásait, fejlesztéseiket közel 15 ezer szakmai látogatónak.

A kiállítást szakmai partnerek és kiállítók által szervezett, magas színvonalú program kísérte. Ezekben szó volt többek között az e-mobilitásról, az akkumulátorgyártásról, a hegesztéstechnikáról, a digitalizáció lehetőségeiről, a polimerek újra hasznosításáról, a magyar hidrogén gazdaságról, a munkavédelem jövőjéről és a 3D nyomtatásról. Idén először az MHTÉ és a MAHEG szervezésében a kiállítás mind a négy napján szakmai rendezvényekre, workshopokra került sor.

A programsorozat **május 10-én**, a Hungexpo, E pavilon 106-107-108. konferenciatermében a **Magyar Vasútjármű Hegesztési Koordinációs Bizottság** ülésével kezdődött. A COVID-19 vírus vészhelyzetet követően – több mint két éves kihagyás után – ismételten lehetőség nyílt a hegesztett vasúti járművek és jármű részegységek tervezésével, gyártásával, karbantartásával valamint megfelelőségük értékelésével foglalkozó szakemberek személyes részvételével történő összejövetelére. A szakmai rendezvény központi témája a hegesztett vasúti járművekre és jármű részegységekre vonatkozó szabályzások változása-

inak bemutatása, az iparági aktualitások áttekintése valamint a gyakorlati tapasztalatok bemutatása és megvitatása.



*Megnyitó pillanatai –
Magyar Vasútjármű Hegesztési
Koordinációs Bizottság ülése*

Az ülésen megjelent szakembereket **Gayer Béla** igazgató (Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesület) köszöntötte, majd ismertette a rendezvény programját és célkitűzéseit. **Dr. Rácz Gábor**, az Innovációs és Technológiai Minisztérium Vasút Szabályozási Osztály vezetője a vasúti járművekre vonatkozó jogi szabályozás közelmúltbeli változásairól, illetve a tervezett módosítások előkészítésének folyamatáról tájékoztatta a résztvevőket. **Szabó József**, a Magyar Szabványügyi Testület képviselője a vasúti járműgyártásban alkalmazható szabványokat és azok közeljövőben várható változásait ismertette. **Felföldi Enikő** (Stadler Szolnok Vasúti Járműgyártó Kft.) és **Dr. Gyura László** (Linde Gáz Magyarország Zrt.) az alumínium szerkezetek oxigén tartalmú semleges védőgázos hegesztésének kezdeti tapasztalatairól számoltak be előadásukban, majd **Marian Krivanek** (SVV Praha) a ragasztó szakemberek képzésének és vizsgáztatásának lehetőségeit ismertette.



*Dr. Rácz Gábor
ITM osztályvezető*

Az ülés további részében felkért hozzászólók – **Egyed László** (Dunakeszi Járműjavító Kft.), **Utasi Balázs** (MÁV VAGON Kft.), **Pap Balázs** (Alstom Transport Hungary Zrt. Mátranovák Telephely) és **Demeter Attila** (Stadler Szolnok Vasúti Járműgyártó Kft.) – mutatták be az iparági aktualitásokat és változásokat. A 2022. május 11-12-én Varsóban megrendezésre kerülő 6th JoinTrans „Joining and Construction of Railway Vehicles” konferencia magyar szempontból is érdeklődésre számot tartó aktualitásairól **Erdei Attila** (MÁV VAGON Kft.), míg a 2022. május 19-22. között Kecskeméten megrendezésre kerülő XXXI. Nemzetközi Hegesztési Konferencia megrendezésével kapcsolatos információkról **Dr. Gáti József**, a MAHEG elnöke tájékoztatta az érdeklődőket.



*Felföldi Enikő Stadler Szolnok Vasúti
Járműgyártó Kft.*

A résztvevők örömmel fogadták el az igm Robotrendszerek Kft. meghívását, így a Koordinációs Bizottság soron következő – 2022. II. félévi – ülésének megrendezésére 2022. október 20-án Győrben kerül sor.



*Borhy István a Magyar Vasútjármű
Hegesztési Koordinációs Bizottság elnöke*

Zárszóként **Borhy István**, a Magyar Vasútjármű Hegesztési Koordinációs Bizottság elnöke összegezte az elhangzottakat és vontta meg a rendezvény

gyorsmérlegét. Felhívta a figyelmet az MSZ EN 15085-6 szabvány közelgő megjelenésének és magyar nyelven történő bevezetésének fontosságára. A regisztrált résztvevők magas száma – közel 50 fő – a vasúti járművek és járműszerkezetek hegesztésével foglalkozó szakemberek érdeklődését és szakmai elkötelezettségét igazolta.

Május 11-én az E pavilon Türkiz konferenciaterme adott otthont a **Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés LXX. taggyűlésének**. **Dr. Szabó Béla** állandó levezető elnök megnyitó szavait, és a határozatképesség megállapítását követően **Gayer Béla**, az MHTÉ igazgatója vázolta az MHTÉ 2021. évi feladat- és gazdasági tervének teljesítését.



Gayer Béla ismerteti az Egyesülés 2021. évi beszámolóját és mérlegét

Németh Zsolt könyvvizsgáló értékelte az Egyesülés 2021. évi beszámolóját és mérlegét, valamint az eredmény-kimutatását, melynek alapján az MHTÉ 2021. évi mérlegét és eredmény-kimutatását a taggyűlésszámára elfogadásra javasolta.

A Felügyelő Bizottság elnöke, **Dr. Rónyai Ferenc** tájékoztatást adott az FB 2021. évi tevékenységéről, az ellenőrzésekről, majd megerősítette, hogy az Egyesülés, tevékenységét a törvényekben, a társasági szerződésben, a taggyűlési határozatokban és egyéb jogszabályokban meghatározott előírások figyelembevételével és betartásával végezte és végzi.

A beszámolókat követően a Taggyűlés egyenkénti szavazással, egyhangú igen szavazattal elfogadta az MHTÉ igazgatójának, a könyvvizsgálójának, valamint a Felügyelő Bizottság elnökének beszámolóját.

A Taggyűlés második részében **Gayer Béla** ismertette a 2022-es feladatokat és a fejlesztéseket, a gazdasági év tervét, melyet a jelenlévők egyhangú igen szavazattal elfogadtak. Zárásként **Dr. Szabó Béla** ismertette a tagszervezeteket érintő változásokat, így a székhely, illetve a képviselő személyében bekövetkezett módosítást, valamint a felszámolás alatt álló tagszervezetet.

A Taggyűlés befejező programját **Dr. Varbai Balázs** „Digitális eszközök a gyártástudomány oktatása területén” című előadása jelentette, melyben áttekintette a DIGIMAN projekt főbb elemeit, a digitális eszközhasználat problémáit, a digitális eszköztárat és az ipari igényeket, valamint ismertette a kialakított tanterv és követelményrendszer elemeit, az e-learning platform felvehető kurzusait.



Dr. Varbai Balázs előadása

A szerdai nap délutánján **MTA Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottság** nyilvános ülésére került sor, melyen **Dr. Szabó Péter János** professzor, a Bizottság elnöke először tájékoztatást adott az MTA Közgyűlésének eseményeiről, majd sor került két albizottság és egy munkabizottság megalakulására.



Dr. Szabó Péter János professzor beszámolója

Az **Anyagtudományi Albizottság** az anyagok általános és specifikus szerkezeteinek eredetével, ezek vizsgálati lehetőségeivel, a szerkezet és a tulajdonságok összefüggésrendszerével foglalkozik. A nyilvános ülésen a tagság az albizottság elnökének **Dr. Balácsi Csabát**, az ELKH Energiatudományi Kutatóközpont tudományos tanácsadóját választotta. Az **Anyagtechnológiai Albizottság** tevékenységének fókuszában az anyagok és eljárások gyakorlati technológiákban való alkalmazásának kérdései állnak, melynek elnöke **Dr. Réger Mihály**, az Óbudai Egyetem, titkára **Dr. Dobránszky János**, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem professzora lett. Ez utóbbi bizottságon belül folytatja tevékenységét a **Paks II munkabizottság**, mely a nukleáris környezetben működő gépészeti berendezések anyagtudományi és technológiai kérdéseivel foglalkozik **Dr. Trampus Péter**, a Dunaújvárosi Egyetem professzorának irányításával.



Programismertetés – Dr. Réger Mihály professzor

A rendezvénysorozat **május 12-én** a **Magyar Hegesztési Egyesület tisztújítással egybekötött éves közgyűlésével** folytatódott az E pavilon 106-107-108. konferenciatermében, ahol határozatképesség megállapítása, a levezető elnök, a jegyzőkönyvvezető, a jegyzőkönyv hitelesítők, és a Szavazatszámoló Bizottság megválasztását követően indult a napirend szerinti program. Az Egyesület Elnöksége a szabályosan meghirdetett napirendek írásos anyagát feltöltötte a honlapra.

Ez alkalommal került sor **Dr. Jármai Károly** okl. gépészmérnök, egyete-

mi tanár, Kiválósági Központ vezető, a MAHEG IIW Magyar Nemzeti Bizottság elnöke részére a Zorkóczy Béla Érem átadására, melyet 35 éves, iskolateremtő oktatási, kutatási, és nemzetközi közéleti tevékenysége, a hegesztett szerkezetek optimális méretezése terén végzett kiemelkedő munkássága elismeréséül adományozott az Elnökség.



Dr. Jármai Károly kitüntetés

A jelenlévő egyesületi tagok elsőként meghallgatták és megvitatták, majd elfogadták **Dr. Gáti József** elnök prezenciációval színesített beszámolóját a 2021. évi tevékenységről. A 2021. évi gazdasági beszámolót **Kuti János** ügyvezető, a Felügyelőbizottság 2021. évi beszámolóját **Illyi János** elnök ismertette, melyeket a jelenlévők egyenkénti szavazással, egyhangú igen szavazattal elfogadtak.

A beszámolókat a tisztújítás követte, mivel a MAHEG Elnöksége mandátuma lejárt, az Elnökség által felkért Kristóf Csaba, Abaffy Károly, Hajas Miklós összetételű Jelölő Bizottság a tagság körében javaslatokat gyűjtött a jelöltekre vonatkozóan, melynek alapján az elfogadott jelölőlistára, majd a szavazólapra 12 jelölt neve került fel.



Pillanatkép a MAHEG közgyűlésről

A titkos szavazás útján három évre megválasztott új Elnökség tagjai: Bakos Levente Ádám, Dr. Farkas Attila Ferenc, Dr. Gáspár Marcell, Dr. Gáti József, Dr. Gyura László, Kuti János, Dr. Májlínger Kornél, Törköly Tamás, és Dr. Varbai Balázs. Az egyesületi alapszabálynak megfelelően az új Elnökség megválasztotta tagjai közül Dr. Gáti Józsefet elnöknek, Dr. Gyura Lászlót alelnöknek és Kuti Jánost főtitkárnak.

A választást követően a 2022. évi munkatervet és költségvetést, illetve a 2023. évi tagdíj mértékére vonatkozó javaslatot, Gyura László ismertette, melyek nyílt szavazással, egyhangú szavazattal elfogadásra kerültek.

A Közgyűlés rövid szünetet követően a **MAHEG IIW Magyar Nemzeti Bizottság** ülésével folytatódott. Az ülésen megjelent szakembereket **Dr. Jármai Károly**, egyetemi tanár az IIW MNB elnöke köszöntötte. A napirend elfogadását követően a résztvevők az IIW MNB vezetésének 2021. évi szakmai beszámolóját hallgathatták meg. Az egyes Bizottságba delegált szakemberek beszámolója révén az érdeklődők átfogó képet kaphattak az elmúlt időszakban végzett nemzetközi tevékenységekről.

Borhy István a MAHEG IIW MNB titkára ismertette a delegátusok és szakértők megbízásának megújítására tett javaslatát az ülés időpontjáig beérkezett jelentkezések alapján. Az ülés résztvevői egyhangúlag elfogadták az előterjesztést, kiegészítve azzal, hogy 2022. június 15-ig továbbra is biztosított a jelentkezés lehetősége. A delegátusok ezt követően elfogadták IIW MNB 2022. évi munkatervét. A résztvevők egyeztettek a Tokióban megrendezésre kerülő 75. IIW Annual Assembly-n történő személyes és online részvétel lehetőségeit. Az IIW MNB vezetése az érdeklődő kollégák számára 2022. július 17-20. közötti időszakban biztosítja az online bekapcsolódás lehetőségét.



MAHEG IIW Magyar Nemzeti Bizottság ülésének megnyitása

Dr. Jármai Károly – mint a házigazda Miskolci Egyetem Szervező Bizottságának vezetője – tájékoztatást adott a 2022. szeptember 8-9. között lebonyolításra kerülő 4th International Conference on Vehicle and Automotive Engineering (VAE 2022. IIW Associated Event) konferencia előkészítésének aktualitásairól.

Zárszóként **Dr. Gáti József**, a MAHEG elnöke köszöntötte meg a delegátusok beszámolóit, a MAHEG IIW MNB vezetésének munkáját, és a 75. IIW Annual Assembly-n részt vevő szakemberek számára sikeres programot kívánva lezárta a 2022. évi ülést.

A délutáni program során az **„Automatizálás a hegesztésben”** című Szimpózium várta a szakterület iránt érdeklődő kollégákat. **Dr. Galambos Péter** egyetemi docens, az Óbudai Egyetem Egyetemi Kutató és Innovációs Központ (BARK) főigazgató helyettese **„Robotika az ívfényen túl”** című előadása rendhagyó módon nem hegesztéssel kapcsolatos témáról szólt, hanem általánosabb kontextusban mutatta be a robotikai kutatások aktuális irányait.

Az előadás első része a BARK-ban folyó aktuális kutatási feladatokat mutatta be, amelyek kifejezetten az ismeretlen, vagy részben ismert környezethez való alkalmazkodás kérdéskörét érintik. Az ismertetett feladatok, mint például a mikroszkóp tárgylemezek robotizált archiválása, vagy a gomba szüretelés, a céltárgyak felismerését és helymeghatározását teszi szükségessé. A lehetséges megoldások ötvözik a klasszikus képfeldolgozás és a mesterséges neurális hálózatok adta lehetőségeket. Utób-

binál jelentős kihívás a felügyelt tanulóshoz szükséges nagy mennyiségű tanítói adat előállítás, ami olyan annotált képek sokaságát jelenti, amin a céltárgyhoz tartozó pixelek meg vannak jelölve egy képen belül egyedi azonosítóval. Ezeket a jelölő maszkokat kézi módszerrel csak nagyon fáradságosan lehet előállítani, ami nem gazdaságos, ezért a BARK kutatói olyan eljárást javasoltak, ami egyfelől a robotcella digitális ikerpárjának felhasználásával valódi kamerákhoz képes a maszkok automatikus előállítására, másfelől egy számítógépes-grafikai eljárással szintetikus, de fotorealistikus képeket és maszkokat állít elő. Ezzel a megközelítéssel rendkívül hatékony és széles feladathalmazon alkalmazható eljárást valósítottak meg a gyakorlatban.



*Automatizálás a hegesztésben
Szimpózium – Kuti János főtitkár és
Dr. Galambos Péter egyetemi docens*

Az előadás második fele a világ vezető robotikai műhelyeiből vonultatott fel érdekes példákat. Ezek elsősorban a robotos manipuláció igazán nagy kihívásairól szóltak, mint az emberi manipulációs készségek utánzása egyszerű kétfófas taktilis érzékeléssel ellátott megfogó készülékekkel, vagy az ötujjas robotkezek irányítása gépi tanulási eszköztárral. Megtudtuk, hogy megerősítéses tanúlással nagyon látványos eredmények érhetők el, de ezek egyelőre nehezen általánosíthatók és a tanítás rendkívül erőforrás igényes. Amennyiben az ezen módszerekből összegyűlt, neurális modellekkel leírt tudás átvihetővé, újrahasznosíthatóvá válik az egymáshoz közeli feladatokban, úgy forradalmi fejlődést indíthatnak el a robotok finommotoros manipulációs képességei terén.

Rövid szünetet követően **Nagy Ferenc** hegesztő szakmérnök, a REHM Hegesztéstechnikai Kft. ügyvezetője „A hegesztés tegnap, ma és holnap” címmel tartotta érdemi vitára inspiráló előadását. Bevezetőjében áttekintette a hegesztő berendezések, kiegészítők alkalmazásának fejlődését, a hegesztő szakember képzés helyzetét. Felvetette a hegesztő képzésben a gépesítés és automatizálás területét érintő hiányosságokat, pl. a felkészítést a hegesztő traktorok, automaták, robotok alkalmazására, az élőmunka kiváltására, különös tekintettel a fokozódó szakértő munkaerőhiányra.

Előadásában kitért a kollaboratív robotok rugalmas alkalmazhatóságára, érintve az életvédelmi és munkabiztonsági kérdéseket is. Végezetül javasolta, hogy a fiatalok számára vonzóbb megnevezést és tartalmat jelentő képzési programok kerüljenek kialakításra. Az előadásokat követően lehetőség nyílt a standok megtekintésére, konzultációkra, üzleti megbeszélések szervezésére.



*MhTE-MAHEG stand
a 15. MACH-TECH kiállításon*

A 15. MACH-TECH kiállításához kapcsolódó szakmai programok zárónapján, május 13-án az **MhTE oktatási workshop**-jára került sor, melynek célja a hegesztéssel és rokontechnológiákkal kapcsolatos oktatási módszerek fejlesztési lehetőségeinek bemutatása volt. A meghívottak köre ennek megfelelően oktatással foglalkozó szervezetek voltak. A sikeresnek értékelhető programon az alábbi előadások hangzottak el.

Gayer Béla „Ki hegeszthet Magyarországon” című előadása a témakörhöz kapcsolódó jogi szabályozást, annak

hatásait, és alkalmazásának tapasztalatait foglalta össze. **Dr. Gyura László** „A lánggyegetés elméleti és gyakorlati oktatásának lehetőségei” címmel rendkívül érdekes előadást tartott több gyakorlati példát is bemutatva.

Kristóf Csaba a „Vízalatti hegesztés érdekességei” témában Magyarországon ritkábban alkalmazott eljárásokat mutatott be jelezve, hogy a témakör munkavédelmi kérdéseinek szabályozásával is kell a következőkben foglalkozni.

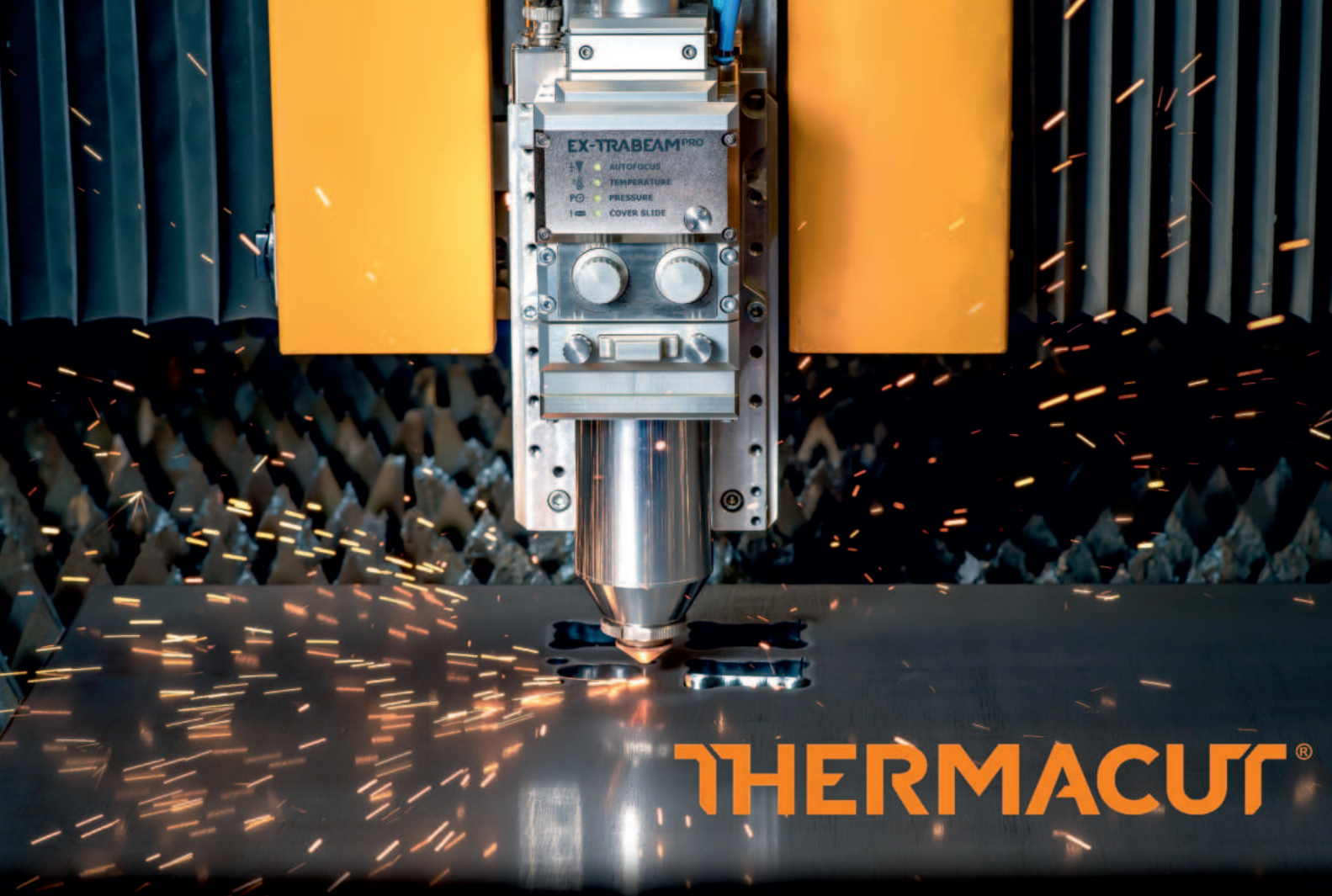
Dr. Varbai Balázs a „Digitális eszközök a gyártástudomány oktatásának területén” című előadásában egy projekt keretében elért eredményeket mutatta be, melyek az oktatás jelenét, de még inkább a jövő lehetőségeit körvonalazták.

Ifj. Benus Ferenc a „Virtuális oktatás fejlesztési lehetőségei” prezentációjában nemcsak a hegesztés, hanem más technológiák, mint pl. korrózióvédelem, szállító eszközök stb. oktatásaiban alkalmazható virtualitás megoldásokat szemléltette kedvező fogadtatással.

Pető László „A műanyaghegesztés oktatásának helyzete” című előadásában a korszerű polimer technológiákon keresztül mutatta be a továbbfejlesztett oktatási lehetőségeket.

A közel egy hetes programsorozat ráirányította a figyelmet a hegesztés és rokon technológiák fontosságára, a célcsoportos szakmai véleménycserék jelentőségére mind elméleti mind gyakorlati területeken. Egyben lehetőséget és fórumot teremtett a COVID-19 járvány okozta bezártság oldására, a személyes találkozásokra, szakmai és baráti konzultációkra, mely utóbbiakra a meghirdetett programokon túl az MhTE és a MAHEG által finanszírozott ebédek és kávészünetek kedvező lehetőséget biztosítottak. Ez úton is köszönet illeti a „Hegesztési hét” előadóit, a programok elkészítőit, valamint a rendezvények szervezésében közreműködő valamennyi közreműködő munkáját.

*Gayer Béla
Dr. Gáti József
Borhy István*



THERMACUT®



**ABICOR
BINZEL®** 

www.cooptim.hu

Beszámoló a XXXI. Nemzetközi Hegesztési Konferenciáról

Az elődök munkáját folytatva immár 31. alkalommal került megrendezésre 2022. május 19-21. között a Nemzetközi Hegesztési Konferencia a Magyar Hegesztési Egyesület rendezésében, a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés, a Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség, a Magyar Acélszerkezeti Szövetség és – a konferencia vendéglátójaként – a Neumann János Egyetem együttműködésében. A tanácskozási ez alkalommal Kecskeméten, a Neumann János Egyetemen került sor, **Dr. Palkovics László** akadémikus, Innovációs és Technológiai Miniszter fővédnöksége mellett.

A tanácskozást megelőzően a résztvevők üzemlátogatáson vehettek részt az Autoflex-Knott Kft., és a Hilti Szerszám Kft. üzemcsarnokaiban, valamint mód nyílt az Egyetem laboratóriumainak megtekintésére is. A rendezvény sikeres lebonyolítását tették lehetővé a szponzori felajánlások: a fő támogatók, a Flexman Robotics Kft., a Linde Gáz Magyarország Zrt., és a Messer Hungarogáz Kft., a kiemelt támogatók, a Froweld Kft. és a Crown International Kft., valamint a támogatók, a REHM Hegesztéstechnika Kft. és a Syrius-Tech Kft.



A megnyitó pillanatai.

Az elnökség tagjai balról jobbra
Gaál József, Kecskemét Megyei Jogú Város alpolgármestere,
Dr. Fülöp Tamás főiskolai tanár, a Neumann János Egyetem rektora,
Dr. Trampus Péter professzor, a Magyar Roncsolásmentes Szövetség elnöke,
Dr. Farkas Attila tudományos munkatárs, a MAHEG elnökségi tagja, a konferencia Szervezőbizottságának elnöke,
Dr. Gáti József, a MAHEG és a Konferencia elnöke

A szakmai rendezvénysorozat szervezői ez alkalommal a **kötés-, a termikus és vízugaras vágás -technológiák korszerű anyagai és eljárásai az IPAR 4.0 tükrében** témakört helyezték a konferencia tematikájának középpontjába.

A Konferenciát **Dr. Gáti József**, a Magyar Hegesztési Egyesület és a Konferencia elnöke megnyitotta meg, kiemelve, hogy a rendezvénysorozat története egészen 1955-ig nyúlik vissza, amikor első alkalommal került hazánkban megrendezésre az Országos Hegesztési Tanácskozás. Utalt arra is, hogy az elmúlt évtizedek konferenciáit olyan kiemelkedő személyiségek, mint Zorkóczy Béla, Gillemot László, Konkoly Tibor professzorok és Rittinger János nevei fémjelezték. Utalt arra, hogy a Covid-19 járvány miatt a XXX. Jubileumi Konferenciát el kellett halasztani, és 2021. januárjában online formában lehetett csak megrendezni. Örömet fejezte ki, hogy ez alkalommal újra személyes megjelenés mellett tanácskozhatnak a résztvevők.

Köszöntötte a tanácskozást és a résztvevőket **Dr. Fülöp Tamás** főiskolai tanár, a házigazda Neumann János Egyetem rektora, valamint **Gaál József**, Kecskemét Megyei Jogú Város alpolgármestere.

Megnyitó ünnepség során kerültek átadásra azon kitüntetések, mellyel a hegesztő közösség szolgálatában, fejlődésének elősegítésében, kimagasló, példamutató tevékenységet végző szakembereket ismeri el az Egyesület. Életműdíjat vehetett át **Dr. Grem-sperger Géza** nemzetközi hegesztőmérnök, Egyesület Zorkóczy Béla Emlékérmét adományozott **Dr. Gyura László** nemzetközi hegesztőmérnök, az Egyesület nemrég megválasztott elnökhelyettese részére. Magyar Hegesztésért Kitüntető Oklevelet vett át **Gayer Béla** nemzetközi hegesztőmér-

nök, a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés igazgatója, és **Nagy Ferenc** hegesztő szakmérnök, a REHM Hegesztéstechnika Kft. ügyvezetője. Ifjú Hegesztő Szakemberekért kitüntető cím birtokosa lett **Kuti János** nemzetközi hegesztőmérnök, a MAHEG nemrég megválasztott főtítkára. A **Dinox-H Kft.** részére adományozott 2021. Év Kiemelkedő Együttműködő Partnere kitüntető címmel járó oklevelet Kaiser Ute ügyvezető aszszony, míg Böhner Zsolt ügyvezető a **Messer Hungarogáz Kft.** részére odaítélt oklevelet vette át.



2022. év díjazottjai balról jobbra:

Dr. Grem-sperger Géza,
Dr. Gyura László,
Gayer Béla,
Nagy Ferenc,
Kuti János,
Dinox-H Kft. – Kaiser Ute,
Messer Hungarogáz Kft. – Böhner Zsolt

A Magyar Hegesztési Egyesület két-évente, a konferenciát megelőzően pályázatot hirdet a magyar nyelven oktató egyetemeken és főiskolákon alapképzési, mesterképzési vagy hegesztő szakmérnöki oklevelet szerzett hallgatók részére. A beérkezett pályázatokat az Elnökség által felkért neves szakemberek értékelték és tettek javaslatot a díjazásra. A hegesztő szakmérnöki oklevelet szerzett pályázók közül Rittinger János díjat vehetett át **Dr. Budaházy Viktor** hegesztő szakmérnök, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen készített dolgozatának címe: „Huzalelektródás ívhegesztés eljárásváltozatainak kísérletei és numerikus vizsgálata.” Konzulens: Dr. Katula Levente, témavezető: Dr. Varbai Balázs.



Rittinger János diplomafeladat szakdolgozat pályázat díjazottjai balról jobbra: **Dr. Budaházy Viktor**, **Révész Lilla Mónika**, **Breznay Csaba**

A hegesztő MSc mesterképzési oklevelet szerzett pályázók közül Rittinger János díjat vehetett át **Révész Lilla Mónika**, a Miskolci Egyetemen készített dolgozatának címe: „Az utókezelés hatása a hegesztett kötések nagyciklusú fáradással szembeni ellenállására.” Konzulens: Dr. Török Imre. A hegesztés témájú szakdolgozatot készített a BSc alapképzési oklevelet szerzett pályázók közül Rittinger János díjban részesült **Breznay Csaba**, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen készített dolgozatának címe: „Hidrogén ridegítő hatása duplex korrozióálló acélok hegesztett kötéseiben.” Konzulens: Dr. Katula Levente, témavezető: Dr. Varbai Balázs. Az elismert oklevelek mellé a díjazottak Makk Piroskától, a Crown International Kft.

tulajdonos ügyvezetőjétől vehették át a díjat, egy-egy inverteres hegesztő áramforrást.



Dr. Weltsch Zoltán előadása

A rövid szünetet követően plenáris ülés keretében a felkért előadók prezentációit ismerhették meg a programba bekapcsolódók. Elsőként Dr. Weltsch Zoltán, a házigazda intézmény tudományos rektorhelyettesének „A Neumann János Egyetem Innovatív Járművek és Anyagok Tanszék kötéstechnológiai K+F+I tevékenysége” című előadását hallgathatták a résztvevők, majd Dr. Lukács János professzor „Hidrogén a földgázálózatban – lehetőségek és korlátok” című prezentációját követték érdeklődéssel a megjelentek. Az „Atlétikai Stadion” szerkezetépítésének látványos mozzanatait Sörös Péter, a KÉSZ Ipari Gyártó Kft. főmérnöke mutatta be, melyet a „Hegesztéstechnológia az autóiparban” című előadás követte, a Mercedes Benz Manufacturing Hungary Kft. munkatársa, Trapp Kristóf előadásában.



Dr. Lukács János professzor az előadásának tartalmát ismerteti

Az első nap szakmai programját a Konferencia fő támogatója, a Flexman Robotics Kft. ügyvezető tulajdonosa, **Dr. Farkas Attila** „Aktuális trendek a hegesztés robotosításában, a Yaskawa

fejlesztései” című, az International Federation of Robotics legfrissebb statisztikáit elemző, a Flexman Robotics üzletágait, a Yaskawa fejlesztéseit, a jövőbeli fejlesztési irányokat bemutató szemléletes előadása zárta. Az esti bankett alkalmat biztosított a kötetlen, baráti beszélgetésekre, új kapcsolatok kialakítására.



Dr. Farkas Attila, a Konferencia fő támogatójának előadás-részlete

Május 20-án, a **Weltsch Zoltán** vezette reggeli szekcióban **Búza Gábor** „Lézersugaras hegesztés elemi lépései” című **plenáris előadása hangzott el, melyet Hareancz Ferenc** „Lézersugaras hegesztési folyamatparaméterek hatásának vizsgálata acéllemezek tompahegesztése esetén” előadása követte, és **Gáspár Marcell**, **Raghawendra P. S. Sisodia**, **Draskóczy László** „Autóipari DP acél finomlemezek lézersugaras hegesztése és utókezelése” című zárta le. A témakörhöz kapcsolódott **Laki Márk**, **Fábián Enikő Réka** „1.44-es acél diódalézeres hegesztése”, valamint **Kónya János**, **Kovács Tünde** „3D fém nyomtatással készülő orvostechnikai eszközöknél korrekciós és utómunkálatoknál használt lézerhegesztés alkalmazása” című előadása.



Lendületben Dr. Búza Gábor

A délelőtti programot a Konferencia másik fő támogatója, a Messer Hungarogáz Kft. munkatársa, **Halász Gábor** „Ideje gázt adni! Hegesztési és lézertechnológiák hatékonyságának növelése korszerű munkagázokkal és szakértői programcsomagokkal” című prezentációjával végződött.



Előadás közben a Konferencia másik fő támogatójának képviselője, Halász Gábor

A péntek délután programok két szekcióban, párhuzamosan folytatódtak. A **Gyura László** vezette ülés első előadása **Leiwolf Péter, Kuti János, Gyura László** szerzők „Nagyszilárdságú acél alakváltozása hőegyengetés hatására” címmel foglalta össze a kutatási eredményeket. Ezt követően a Tudományos Diákköri Konferenciákon első helyezést elért hallgatók prezentációja következett, melynek során **Sinka Tamás**, **Nikkel fólia lézerhegesztése kis teljesítményű dióda sugárforrással**; **Nagy Dániel**, „Alumínium vékonylemez hegesztés 131-es eljárással”; **Czigány Bence, Fábíán Enikő Réka**, „Lézersugaras vágási technológiák az anyagminőségek tükrében” témakörű előadása követett. A program folytatása során a Rittinger János diplomafeladat/szakdolgozat pályázat díjazottjai, nevezetesen **Breznay Csaba, Révész Lilla Mónika és Budaházy Viktor** előadásait ismerhették meg az ülés résztvevői.

A **Gáspár Marcell** vezette délutáni szekció első prezentációját **Kozsely Gábor**: „A két- és háromdimenziós hővezetési folyamatok közötti átmenet egy lehetséges közelítése” címmel tartotta, majd **Kovács Zsolt Ferenc**: „A kavaró dörzshegesztés szerszámalkitításának kísérleti úton történő vizsgálata” című, végezetül **Tóth László, Ko-**

vács Csaba: „Ellenállás mikrohegesztés lehetőségei HWH-iSpotHFG nagyfrekvenciás hegesztőrendszerrel” témakörű előadás hangzott el.



Nyitókép – Kovács Zsolt Ferenc előadásán

A párhuzamosan zajló angol nyelvű szekcióban **Májlinger Kornél** levezető elnök az első előadásra **Kovács Tünde Annát** kérte fel, akinek **Schramkó Mártonnal, Nyikes Zoltánnal és Pinke Péterrel** közös előadásának címe „Investigation of the dissimilar welding by ultrasonic welding” volt. Ezt követően „Preheating temperature testing on high strength steel HSS” címmel **Lama MKanna és Palotás Béla** előadása következett, majd **Sahm alden Abdal al, Meilinger Ákos**: „Development of resistance spot welding technology on ultra-high strength steel sheets”, és **Tóth Tamás, Jonas Hensel, Klaus Dilger**: „Electron beam welding of rectangular copper wires applied” következett.

A rövid kávészünet után **Feier Anamaria**: „Investigations on the dissimilar joining - Al2024 rivet with a PEI polymer”, **Dezső Gergely, Varga Gyula, Szigeti Ferenc**: „Surface hardness measurement of titanium alloy samples produced by additive manufacturing”, **Varbai Balázs, Bolyhos Patrik, Kemény Dávid, Májlinger Kornél**: „Microstructure and corrosion properties of austenitic and duplex stainless steel dissimilar joints” előadása kötötte le az érdeklődők figyelmét.

A programot a Konferencia harmadik fő támogatója, a Linde Gáz Magyarország Zrt. hegesztéstechnológiai vezetője, Gyura László „Láthatatlan veszély- Ipari gázok tulajdonságai, jellemzői” című, Abaffy Károly és Reichardt László látványos, gyakorlati bemutatójával színesített előadása zárta.



Láthatatlan veszély – Dr. Gyura László, a Konferencia fő támogatója képviselőjének bemutatója

A jó hangulatú baráti vacsorát követően másnap reggel a Farkas Attila vezette szekció első előadását **Lakos Szabina** „Automatizálás jövőbemutató fejlesztései – piaci versenyelőnyök” címmel tartotta, melyet **Bodor János, Kása Zoltán**: „Csővezeték és tartály körvarratok korszerű, gépesített hegesztése”, és **Schramkó Márton, Kovács Tünde Anna**: „Hegesztési biztonsági zónák kialakítása automatizált gyártás esetén” követett. **Nagy Ferenc**: „Minőségbiztosítás a hegesztett szerkezetek gyártásában”, és **Bakos Levente, Uzonyi Sándor**: „Az EN 15085 szerinti követelmények bevezetésének és a rendszer üzemeltetésének tapasztalatai egy acélszerkezet gyártó üzemben” című prezentáció zárta a sort.

A Konferencia záró szekcióját **Palotás Béla** vezette, aki **Kovács Judit, Lukács János**: „S1300 nagyszilárdságú szerkezeti acél huzalelektrodás védőgázos ívhegesztés” témakörét konferálta fel elsőnek. **Sas Illés, Lukács János**: „Nagyszilárdságú acélokból készült hegesztett szerkezetek kritikus varratainak utókezelési lehetőségei” előadását követően, **Kasza Gábor**: „Lángvágás hatása nagyszilárdságú acéllemezek mechanikai és mikroszerkezeti jellemzőire” címűt, végezetül pedig **Kuti János, Gyura László, Gáti József**: „Kopásálló nagyszilárdságú acél termikus vágása” témájú előadást követhették a résztvevők.

A Konferencia három napja során a mintegy 110 regisztrált résztvevő öt plenáris és 25 további előadást követhetett nyomon. A jelenlévők véleménye alapján sikeres tanácskozásra került sor, mely nemcsak a szakmai ismeretek átadását

biztosította, hanem – időbeosztása révén – lehetőséget adott kótetlen megbeszélésére, szponzorokkal történő konzultációkra, kapcsolatok kialakítására és bővítésére, baráti beszélgetésekre is.

A konferencia cikkek ISBN számmal ellátott elektronikus kiadványban jelennek

meg, bekerülnek az Országos Széchényi Könyvtár repertóriumába. A konferenciát követően szakmai szempontok alapján kiválasztott közlemények szerzői felkérést kapnak eredményeik részletesebb kifejtésére, amelyek a Hegesztéstechnika folyóiratban, annak Tudományos Ro-

vatában, illetve angol nyelvű cikk esetén az impakt faktoros Periodica Polytechnica Mechanical Engineering folyóiratban kerülnek publikálásra.

Találkozunk 2024. tavaszán, a XXXII. Nemzetközi Hegesztési Konferencián.

Dr. Gáti József

Megalakult az MHtE/ANB Tanácsadó Testület

2022. március 31-én az MHtE/ANB/GB, azaz a Magyar Hegesztési és Anyagvizsgálati Egyesülés Meghatalmazott Testületének Vezetősége ülést tartott az MHtE mogyoródi úti tanácstermében. A tagok fele a helyszínen megjelent, a másik része online kapcsolódott be az ülés programjába. Az évente két alkalommal megszervezett ülésnek most különös jelentősége volt, mivel ebben az évben szeptember 18-

23. között az EWF/IIW újratanúsítási auditot hajt végre Budapesten.

A megbeszélés másik aktualitását az adta, hogy az EWF szabályai változtak a képzés és vizsgáztatás területén, melynek a lényege, hogy az ANB/GB megszűnik, a helyébe lépő testület nem hoz döntéseket, hanem tanácsokkal látja el az MHtE/ANB felső vezetését. Ez a szabályozás összhangban van az Európai Akkreditálási Tanács határozataival. Az

ANB /GB tehát megszűnt, de tagja továbbra részt vesznek az – egy taggal bővült – munkájában.

Az újonnan megalakult Tanácsadó Testület titkos szavazással megválasztotta vezetőit, az elnök Dr. Gyura László, míg az elnökhelyettes Dr. Gáti József lett. A Tanácsadó Testület feladatai, az MHtE felső vezetés jogkörei, az MHtE MIR rendszerében rögzítettek. Bővebb tájékoztatás az MHtE Titkárságán érhető el.

Dr. Balogh András 75



Dr. Balogh András 1970-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet, 1976-ban hegesztő szakmérnöki oklevelet, 2000-ben IWE/EWE oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetem (későbbiekben Miskolci Egyetem) Gépészmérnöki Karán. 1974-ben műszaki egyetemi doktor (egyetemi doktori értekezés címe: A tárolt energiájú súrlódásos hegesztés termikus és mechanikai jellemzőinek hatása a hegesztett kötés tulajdonságaira, témavezető: Dr. Zorkóczy Béla ny. egyetemi tanár), 1996 doktori (PhD) tudományos fokozatot szerzett.

Végzését követően a Nehézipari Mű-

szaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékén dolgozott tanársegédként, 1976-tól egyetemi adjunktusként, 1996-tól nyugállományba vonulásáig egyetemi docensként. Több mint 45 éves oktatási, szakmai-tudományos tevékenysége során számos, a hegesztéshez kötődő tárgy előadójaként (Hegesztés, Hőkezelés és Hegesztés, Korszerű anyagtechnológiák, Hegesztő eljárások, Hegesztett kötések szilárdságtana) az oktatásban végzett elismerésre méltó munkát. 1986 óta vesz részt a hegesztő szakmérnök képzésben EWE/IWE kurzusok előadójaként Miskolcon és Nyíregyházán.

Kiemelten kezelte a tudományos diákköri tevékenységet, számos hazai és országos díjnyertes dolgozat konzulenseként, valamint egyetemi és hazai konferenciák bírálóbizottságának tagjaként vett részt e szakmai munkában. Pályafutása során jelentős számú szakdolgozat, diplomatervező témavezetőjeként, valamint két végzett doktorandusz tudomá-

nyos vezetőjeként járult hozzá a fiatal szakemberek szakmai fejlődéséhez.

Oktatási tevékenysége mellett a GTE mellett a MAB Gépészeti Szakbizottság tagjaként a szakmai közéletben is aktív szerepet vállalt, 1996 óta tagja a Mérnöki Kamarának. Számos szakértői megbízás kapcsán segítette a hazai iparvállalatok hegesztés irányú tevékenységét, amelyet 100 ipari K+F munka kidolgozásában való közreműködése is jelez. Kimagasló tudományos tevékenységét mintegy 171 nemzetközi és hazai közlemény, folyóirat és konferencia cikk bizonyítja. Független hivatkozásainak száma 152.

Több mint négy évtizedes szakmai munkásságát az Oktatási Miniszter Miniszteri Dicsérettel (1985), Elismerő Oklevéllel (2009) ismerte el, birtokosa a Miskolci Egyetem Signum Aureum Facultatis kitüntetésnek (2012), a Magyar Hegesztési Egyesület 2018-ban Zorkóczy Béla Emlékéremmel ismerte el iskolateremtő tevékenységét.

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.	Tiszakécske	Csóke Róbert	76/542-130
Arany és Társai Hegesztőiskola Kft.	Szekszárd	Arany János	74/416-204
BSZC Csiha Győző Szakgimnázium és Szakközépiskola	Hajdúnánás	Pappné Fülöp Ildikó	52/570-533
BSZC Eötvös József Szakgimnázium Szakközépiskola Szakiskola Központi Tanműhely	Berettyóújfalu	Berczi Lajos	54/402-092
BIS Hungary Kft	Tiszaújváros	Gerőcs Péter	49/322-523
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.	Felsőszolca	Halász Csaba	46/584-363
Szekszárdi SZC Eszterházy Miklós Szakképző Iskola és Kollégium	Dombóvár	Borbély Sándor	74/465-725
Zalaegerszegi SZC Munkácsy Mihály Szakgimnáziuma és Szakközépiskolája	Zalaegerszeg	Ferencz László	92/313-785
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft.	Visonta	Benus Ferenc	37/328-093
MEZEI. M-WELD Kft.	Paks	Mezei Mihály	30/331-6607
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
LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG Zrt.	Budapest	Gyura László	1/347-4785
Nyírség Szakmai Továbbképző Kft.	Nyíregyháza	Sipeki Gyula	42/410-814
MVM OVIT Zrt. Erőművi Gépgyártási Üzletigazgatóság	Kiskunfélegyháza	Sári András	20/348-63-88
SIEMENS Zrt – SIEMENS Képzési Központ	Budapest	Dr. Gmóser Anikó	30/311-4831
SZTÁV Felnőttképző Zrt.	Budapest	Szűcs Jenő	20/773-4092
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
FGF Kereskedelmi és Képviseleti Bt.	Budapest	Magony László	1/363-6959
Dunaújvárosi Egyetem Műszaki Intézet Hegesztőképző Bázis	Dunaújváros	Hájas Zoltán	25/551-100
Knorr-Bremse Vasúti Jármű Rendszerek Hungária Kft.	Budapest	Jenei Attila	1/289 4100

Aktualizálva 2022. 06. 03.

MHtE Akadémia - 2022. képzési terv

Képzés megnevezése	Kezdési időpontok és egyéb információk	Árak	Célcsoport
Alapismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-B) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 160.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 75.000 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	2022. IV. negyedév (októberben és novemberben)	Tanfolyam díja: 237.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 85.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 7.000 Ft + ÁFA/fő	IWS/EWS végzettségű szakemberek (WI modul esetén)
Átfogó ismeretekkel rendelkező Nemzetközi Hegesztési Gyártásfelügyelő (IWI-C) tanfolyam	www.mhte.hu	Tanfolyam díja: 325.000 Ft + ÁFA/fő Vizsgadíj: 95.000 Ft + ÁFA/fő EWI-C diploma: 7.000 Ft + ÁFA/fő Bélyegző: 7.000 Ft + ÁFA/fő	IWE/EWE, EWT/IWT végzettségű szakemberek (WI modul esetén)

Aktualizálva: 2022. 02. 09.

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
VILLOX-VS Felnőttképzési, Vállalkozásfejlesztési Szaktanácsadó és Szolgáltató Kft.	Budapest	Illés Zoltán	1/269-2589
TIGÁZ Zrt.	Miskolc	Naszrai Tamás	52/558-189
UMUNDUM Kft.	Páty	Mailingner Márk	23/889-748
FGF Bt.	Budapest	Rozsnyai Kálmán	1/363-6559
HIDROFILT Kft.	Nagykanizsa	Borsos Krisztina	93/536-500

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	Veszélák Olivér	20/326-4291
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

Aktualizálva: 2022. 06. 03.

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 Hegesztőspecialista (IWS)	2024. január 18.
	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	
	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2026. január 21.
Mátrai Hegesztéstechnikai és Szakképzési Kft., Visonta	Nemzetközi Kiemelt Hegesztő (IWP)	2026. január 20.
	Nemzetközi Hegesztő (IW-T)	
	Nemzetközi Hegesztő (IW-E)	
	Nemzetközi Hegesztő (IW-G)	
	Nemzetközi Hegesztő (IW-M)	
Miskolci Egyetem Mentorius Tudás és Képző Központ	Nemzetközi Hegesztőmérnök (IWE)	2023. szeptember 29.
	Nemzetközi Hegesztett Szerkezet Tervzetőmérnök (IWSD)	2023. szeptember 29.
	EWP-RW	2024. május 21.
	EWS-RW	
	IMW-B, IOW-B, IRW-B, IRW-C, IMORW-C	
Nyíregyházi Egyetem Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	2024. július 22.
	Nemzetközi hegesztőmérnök (IWE)	2022. október 29.
MHtE Akadémia	Nemzetközi Gyártásfelügyelő (IWIP-B; S; C)	2024. február 6.
Dunaújvárosi Egyetem	Nemzetközi Hegesztőtechnológus (IWT)	Audit megtörtént Tanúsítvány kiadása folyamatban
	Nemzetközi Hegesztőspecialista (IWS)	

Aktualizálva: 2022. 06. 01.

"A hegesztő és anyagvizsgáló szakma támogatásáért"



Pályázatok

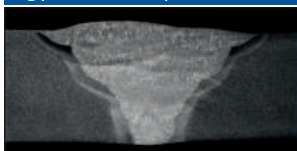


- › Nemzetközi és hazai szakmai konferenciákon részvételek elősegítése az alapítványnak benyújtott pályázatok keretében
- › Egyetemi diákköri tevékenységekhez eszközök, berendezések és anyagok rendelkezésre bocsátása a benyújtott témák alapján
- › Szakmai, tanulmányi versenyek támogatása
- › Hazai és nemzetközi szakmai, tanulmányi versenyeken való részvételhez pályázati lehetőségek kialakítása Ösztöndíj programok létrehozása, pályázatok kiírása
- › Konzultációs platform kialakítása pályázatok figyeléséhez, pályázatíráshoz
- › Diploma munka témakörök összeállítása

Pályázz!

Hegesztett kötések típusai

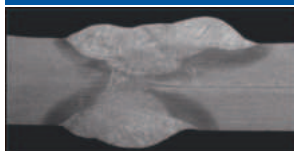
Teljes beolvadású
egyoldali tompa V varrat



Egyoldali
sarokvarrat



Teljes beolvadású
tompá X varrat



Teljes beolvadású
tompá 1/2 V varrat



Kétoldali
sarokvarrat



Csővéghegesztés



Felrakóhegesztés



ENERGOmag

Hegesztőanyagok a thyssenkrupp
Materials Hungarytól



A thyssenkrupp Materials Hungary Zrt. örömmel jelenti be, hogy megkezdte az ENERGOmag hegesztőanyagok forgalmazását. A nemzetközi piacokon már bizonyított, sajátmárkás termékére ügyfeleink is biztosan alapozhatnak!

Keressen minket kirendeltségeinken, vagy közvetlenül a hegesztes@thyssenkrupp-materials.com email címen!

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp

A hatékonyabb képzés – a BET – EU-projekt

a projekt hivatalos beszámolójából vett információk alapján

A BET – (Better Effect of Training) projekt a gyártási környezetben végzett rendszer- és folyamat alapú szakmai képzés (vocational, educational, training – VET) továbbfejlesztett változata.

A cél olyan szakemberek képzése, akik egy-egy szakmai tanfolyam eredményes elvégzése után olyan mértékű elméleti és gyakorlati tudással rendelkeznek, ami megfelel például az „IPAR04” – követelményeinek.

A cél eléréséhez az üzemi hegesztési feladatokhoz igazodó software-t célszerű adaptálni és ehhez új rendszerű tananyagot hozzárendelni – külön hangsúlyt fektetve legalább egy felhasználóbarát változat megvalósítására.

A kor követelményeihez igazodó olyan munkafeladatok eredményes elvégzéséhez célszerű a képzést igazítani, ami mind a tanulók részére, mind az ipari szakemberek részére kielégítő felkészítést jelent.

A BET – projekt keretében rugalmas szakmai és vegyes tanulási módszert dolgozunk ki, amely figyelembe veszi a megelőző tudást, az osztálytermi, valamint, az üzemi gyakorlati oktatás sajátosságait és ezeket videóval is támogatja.

A program egyik tagja a svéd WEST UNIVERSITY saját tanfolyama végéhez

ért – értékelik a tapasztaltakat és erről jelentést adnak közre. Az összegyűjtött információkat a tanfolyamot követően a diákokkal folytatott interjúk alapján dolgozzák fel, azzal a céllal, hogy módszereiket továbbfejlesszék.

A tanfolyam egyes információit felteszik az ItsLearning- re és/vagy a STIMULI-ra is. A diákoknak és a tanároknak a szakmai anyagokhoz a hozzáférés biztosított.

A szlovén partner jelezte, hogy befejezte a kb. 200 oldalas EN 1090-hez kapcsolódó információ és részben tananyag fordítását. Az ügy folytatása, hogy erre alapozva tanfolyamot szerveznek, amit 2022. szeptemberben kívánnak indítani. Az elképzelés szerint két tanuló célcsoportot szerveznek. Egy tanulócsoporthoz indítanak a hagyományos tantervvel, a másikat pedig a BET módszerű képzéssel.

A résztvevők minőségügyi szakemberek és minőség-ellenőrök lesznek. Az osztálytermi képzés jó alkalom a két csoport információ cseréjére. A tudás szint a tanfolyamok végén összehasonlítható lesz és egyben jó input a fejlesztéshez is. A tudásszint a tanfolyamok végén összehasonlítható és egyben jó input a fejlesztéshez is. További terv, hogy a kidolgozott anyagot

a MOODLE – rendszerbe is átteszik ezzel biztosítva az alkalmazási lehetőséget, ha valamelyik software alkalmazása bizonyos licenc körülmények miatt sérülne, megnehezülne.

A havonta megtartott online megbeszélések a projekt keretén belül a pilot oktatás a felkészülés áttekintése. Egy másik állandó napirendi téma az új módszert alkalmazó oktatási-tanulási kurzus specifikációjának áttekintése, új anyagok hozzáadása és a korábbiak frissítése.

Továbbra is kiemelt feladat a pilot kurzus megszervezése és referencia tananyagának kidolgozása, fejlesztése, továbbá a meglévő folyamatos frissítése, a szakmai és számítástechnikai tananyag helyzetének, állapotának operatív jellegű áttekintése.

Az MHE ehhez a programhoz csatolt és az elkészült tananyagok egy részét az őszi pilot képzés keretében gyakorlatilag is kipróbálja.

Dr. Gremesberger Géza

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. These projects have been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgálati Egyesülés az alábbi pályázatokban vesz részt az Európai Unió által társfinanszírozott Erasmus+ Program keretében

Az MHE 2021. november 11. és 2023. november 1. között együttműködik az **EAGLE** (EuropeAn 3d printinG poLYmer opErators - Európai 3D NYOMTATÓ POLIMER kezelők) pályázatban résztvevő az SC Ludor Engineering SRL, az EWF, az Universitatea Politehnica Din Bucuresti part-

nerszervezetekkel. Az MHE feladata „Oktasd az oktatót előrehaladott gyártási szinten”, melyben szakértőként vesz részt Gayer Béla mellett Uzonyi Sándor.

Az EAGLE pályázattal párhuzamosan fut a **HIMACROW** projekt (Harmonized Distance Learning for Personnel Tra-

ining for Macro and Microscopic Metallographic Examination of Structural Materials and their Joints - Harmonizált távoktatás a szerkezeti anyagok és kötések makro- és mikroszkópos metallográfiai vizsgálatához). A program az SC WELDCONS SRL, az EWF és az INS-

TITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA ASSOCIAZIONE partnerszervezetekkel együttműködve valósul meg, melyben Gayer Béla mellett Dr. Kovács Tünde vesz részt szakértőként, feladata „Harmonizált tananyag készítése szerkezeti anyagok makro- és mikroszkópos metallográfiai vizsgálatához.”

A fent említett két program mellett a 2024. április 30-án lezáruló **IQSIM 2** pályázat az MHT az Easy Learning Solutions AS, az ISIM TIMISOARA, valamint a Barsoum Engineering Consulting AB együttműködésével valósul meg, melyben az MHT szakértői Dr. Gremesberger Géza és Bakos Levente. Az Egyesülés feladata egy „megvalósítási terv kidolgozása és fejlesztése, a munkaalapú tanulási keretrendszert online szimulációs eszközzel támogatva, pedagógiai módszerek értékelése, beleértve a felhasználási és megosztási keretrendszer kialakítását, az oktatási környezetben szerzett iparági tapasztalattal. További területek

a felnőtteknek és a külföldről érkezőknek szóló munkaalapú kurzusok tesztelése és értékelése, beleértve az ipari példák fejlesztését, a gyártás ökolábnymának számítására szolgáló eszközök és módszerek specifikációja különböző hegesztési eljárásokhoz, a felnőtteknek és külföldről érkezőknek szóló felülvizsgált hegesztési képzési keretrendszer megvalósítása és tesztelése.”

2024. december 31-ig futó további pályázat az **IQVET** (Innovative Quality VET Professional Teacher Training Program for Integration and Deployment of Staffs „Silent Knowledge” within Digitalization of Manufacturing Processes - Innovatív minőségi szakképzés és professzionális tanárképzési program a személyzet „csendes tudás” integrációjához és telepítéséhez a gyártási folyamatok digitalizálásán belül) a Qm Soft, a Medal VT School, az IzV, a WoS partnerszervezetekkel együtt fog megvalósulni. AZ MHT részéről szakértőként vesz részt a pályázatban Dr. Gremesberger Géza és

Gayer Béla. Az Egyesülés feladata „innovatív, új módszertan kidolgozása a hatékony digitalizáció és a vegyes tanulási és munkaalapú képzési rendszermegoldások jobb támogatására és megvalósítására, amelyek elismerik a tapasztalt munkatársak „csendes tudását”. Ez a magyarországi és szlovéniai feldolgozóipari szakképzést és felsőfokú szakképzést biztosító két nemzeti szolgáltató, valamint egy SE szakképzési szolgáltató felé történik. Ezenkívül az IQVET támogatja a munkaalapú tanulás jobb integrációját egy közép-norvégiai szakképző iskolában, amely újdonság az E+ program ezen részében.”

Ezeket a pályázatokat az Európai Unió pénzügyileg támogatja.

Co-funded by the Erasmus+Programme of the European Union. These projects have been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Géper

Láng, plazma és lézervágó technika

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

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

MOBIL ASZTALEMELŐ ÉS FORGÓ ASZTAL-ÁLLÍTHATÓ MAGASSÁGÚ



Siegmund állítható magasságú forgóasztal rugalmas munkamagasságot biztosít nagy teherbírás és könnyű kezelhetőség mellett.



Akár összeszerelő asztal, szorítóasztal vagy további munkaterület – a Siegmund mobil asztalemelő különböző alkalmazási lehetőségeket kínál.



ERGONOMIKUS ÉS HÁTKÍMÉLŐ MUNKAVÉGZÉS

Siegmund állítható magasságú forgóasztal helytakarékos és ergonomiai alapot nyújt. A lemez elforgatásával folyamatosan beállíthatja a munkamagasságot. Az oldalsó rögzítőkart használja a munkalap helyzetének rögzítéséhez.



MUNKAVÉGZÉS KÜLÖNBÖZŐ MAGASSÁGOKON

Az egyénileg állítható munkamagasság ergonomikus és gerincbarát munkahelyet biztosít a felhasználó számára. Így a munkát nagy pontossággal és hatékonysággal lehet elvégezni.

Tallózás a hegesztési szaklapokban

Welding in the World Volume 66, Issue 3. February 2022, Research Papers

Mechanical properties of wire and arc additively
manufactured high-strength steel structures

Johanna Müller, Jonas Hensel, Klaus Dilger; p. 395-407.

Process optimization of selective laser melting
316L stainless steel by a data-driven nonlinear
system

*Dongju Chen, Peng Wang, Ri Pan, Chunqing Zha,
Jinwei Fan, Shupe Li, Kai Cheng; p. 409-422.*

Numerical simulation method of the multi-field
coupling mechanism for laser cladding 316L powder

*Chang Li, Dacheng Zhang, Xing Gao, Hexin Gao, Xing
Han; p. 423-440.*

Implementation of a viscoplastic substrate creep
model in the thermomechanical simulation of the
WAAM process

*S. Springer, A. Röcklinger, M. Leitner, F. Grün, T. Gru-
ber, M. Lasnik, B. Oberwinkler; p. 441-453.*

Development and implementation of a software
for wire arc additive manufacturing preprocessing
planning: trajectory planning and machine code
generation

*Rafael Pereira Ferreira, Louriel Oliveira Vilarinho,
Américo Scotti; p. 455-470.*

Laser beam welding setup for the coaxial combination
of two laser beams to vary the intensity distribution

M. Möbus, P. Woizeschke; p. 471-480.

Real-time observation and numerical simulation
of the molten pool flow and mass transfer behavi-
or during wire arc additive manufacturing

*Jiankang Huang, Zhuoxuan Li, Shurong Yu, Xiaoquan
Yu, Ding Fan; p. 481-494.*

Expansion of laser-arc hybrid welding to horizon-
tal and vertical-up welding

Takamori Uemura, Koji Gotoh, Issei Uchino; p.495-506.

Hybrid laser-arc welding of laser- and plasma-cut
20-mm-thick structural steels

*Ömer Üstündağ, Nasim Bakir, Sergej Gook, Andrey Gu-
menyuk, Michael Rethmeier; p-507-514.*

An investigation on laser-arc hybrid welding of
one-pass full-penetration butt-joints for steel
bridge members

*Mikihito Hirohata, Gang Chen, Kuya Morioka, Ken-
go Hyoma, Naoyuki Matsumoto, Koutarou Inose; p.
515-527.*

Effect of pulsed power ultrasonic vibration on key-
holing/penetrating capability in waveform-cont-
rolled plasma arc welding

Junnan Qiao, Baoxing Fang, ChuanSong Wu; p.529-539.

Study on mechanical properties and microstructure
development of Inconel 718 ultrathin-walled capilla-
ry-and-plate brazed structure using BNi-5 filler metal

*W. P. Han, M. Wan, J. F. Tan, R. Zhao, H. Kang, P. Qu;
p. 541-555.*

Joining of TiAl-based alloy and a Ni-based superal-
loy with a NiCoFeCuSiB high entropy filler metal

*H. S. Ren, H. L. Feng, X. Y. Ren, S. J. Pang, Y. Y. Cheng,
H. P. Xiong; p. 557-565.*

Analysis of the oscillation behavior during ultra-
sonic welding of EN AW-1070 wire strands and EN
CW004A terminals

*Andreas Gester, Guntram Wagner, Pascal Pöthig,
Jean Pierre Bergmann, Marco Fritzsche; p. 567-576.*

Volume 66, Issue 4. March 2022, Research Papers

On the nondestructive testing and monitoring of cracks
in resistance spot welds: recent gained experience

*Fethi Dahmene, Slah Yaacoubi, Mahjoub El Mountassir,
Abd Ennour Bouzenad, Pierre Rabaey, Mohamed Mas-
moudi, Pascal Nennig, Thomas Dupuy, Yacine Benlat-
reche, Abdoulaye Taram; p. 629-641,*

Automated defect detection in digital radiography
of aerospace welds using deep learning

*Topias Tyystjärvi, Iikka Virkkunen, Peter Fridolf, Anders
Rosell, Zuheir Barsoum; p. 643-671.*

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 Testületeként 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 üzemalkalmassági auditot követően az MHTe nemzetközileg elismert tanúsítványt bocsát a megrendelő rendelkezésére.
Az MHTe a NAH-6-0060/2015 nyilvántartási számú akkreditált státusza alapján MSZ EN ISO 3834-2, -3 szabvány fejezetek alapján is le tudja folytatni a tanúsítási folyamatot és ki tudja állítani a tanúsítványt.

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

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

Automatic forgery detection for x-ray non-destructive testing of welding

Fan Zhang, Boyan Zhang, Xinhong Zhang; p. 673-684

Effect of static load during HFMI treatment on fatigue strength and residual stress field of longitudinal attachment welded joints

Takeshi Hanji, Kazuo Tateishi, Suguru Kano, Masaru Shimizu; p. 685-697.

Fatigue improvement of aluminium welds by means of deep rolling and diamond burnishing

Jan Schubnell, Majid Farajian; p. 699-708.

Prediction of residual stress induced by high-frequency mechanical impact treatment

Takeshi Hanji, Kazuo Tateishi, Suguru Kano, Masaru Shimizu; p. 709-720.

Fatigue assessment of weld seams considering elastic-plastic material behavior using the local strain approach

Winniefred Rudorffer, Michael Wächter, Alfons Esderts, Florian Dittmann, Igor Varfolomeev; p. 721-730.

On the interaction of axial and bending loads in the weld root fatigue strength assessment of load-carrying cruciform joints

Antti Ahola, Rohani Raftar Hamidreza, Timo Björk, Olavi Kukkonen; p. 731-744.

Effects of welding defects on the fatigue properties of spot welded automobile steel sheets and the establishment of a fatigue life evaluation method

Yuki Ogawa, Ichiro Ohara, Jinta Arakawa, Hiroyuki Akebono, Atsushi Sugeta; p. 745-752.

Determination of notch factors for transverse non-load carrying stiffeners based on numerical analysis and metamodeling

Josef Neuhäusler, Klemens Rother; p. 753-766.

Numerical investigation of crack opening-closing behavior on pre-fatigued welded joints repaired by HFMI

Yuki Banno, Koji Kinoshita, Zuheir Barsoum; p. 767-781.

Comparison of stiffener effect on fatigue crack in KT-type pipe joint by FEA

Shazia Muzaffer, Kyong-Ho Chang, Zhen-Ming Wang, Seong-Uk Kang; p. 783-797.

Overview on the digitized production of welded steel structures

Tuomas Skriko, Antti Ahola, Timo Björk; p. 799-813.

Statistical analysis of MAG-CMT welding parameters and their influence on the Ni-alloy weld overlay quality on 16Mo3 base material

Dejan Marić, Tomislav Šolić, Veljko Kondić, Ivan Samarđžić; p. 815-831.

Optimization of welding conditions for hot-wire GMAW with CO₂ shielding on heavy-thick butt joint

N. Suwannatee, S. Wonthaisong, M. Yamamoto, S. Shinohara, R. Phaoniam; p. 833-844.

Volume 66, Issue 5. Apr 2022, Research Papers

Effect of heat input on microstructure and mechanical property of wire-arc additive manufactured Ti-6Al-4V alloy.

Guo Xian, Jeong mok Oh, Junghoon Lee, Sang Myung Cho, Jong-Tak Yeom, Yoonsuk Choi, Namhyun Kang; p. 847-861.

Effect of process parameters and heat treatments on delta-phase precipitation in directed energy deposited alloy 718

Suhas Sreekanth, Kjell Hurtig, Shrikant Joshi, Joel Andersson; p. 863-877.

Effect of laser energy excitation position on the microstructure in laser-arc hybrid heat source processing

Yuhua Cai, Yi Luo, Fanshun Tang, Xinxin Wang, Fuyuan Zhang, Yanrui Peng, Shuqing Yang; p. 879-894.

Laser spot welding of additive manufactured 304L stainless steel

Cheryl Hawk, Brian Simonds, Jack Tanner, Robin Pacheco, Michael Brand, Greg Vigil, Daniel Javernick, Stephen Liu; p. 895-906.

Influence of pin profile on microstructure and mechanical properties of armour grade AA5083 friction stir welding butt joints

R. SaravanaKumar, T. Rajasekaran, p. 907-921.

Influence of the rotation speed on the interface microstructure and joining quality of aluminum alloy 6061/CF-PPS joints produced by refill friction stir spot welding

Hong Li, Xu-sheng Liu, Yu Zhang, Tao Yuan, Erika Hodulová, Beáta Šimeková, Mariusz Bober, Jacek Senkara, Zhuo-xin Li; p. 923-933.

Welding quality evaluation for refill friction stir spot welding based on three-dimensional feature of ultrasonic image

Xue Li, Yanbo Liu, Honggang Yi, Zhu Wang, Min Li; p. 935-950.

Corrosion susceptibility and mechanical properties of friction-stir-welded AA2024-T3 joints

Na Li, Yaxin Xu, Wenya Li, Pengliang Niu, Achilles Vairis, p. 951-960.

Structural changes from vibration welding of maple and pine woods analyzed by solid-state NMR

Curtis Covelli, Shichen Yuan, David Grewell, Klaus Schmidt-Rohr; p. 961-971.

Effects of solder thickness on interface behavior and nanoindentation characteristics in Cu/Sn/Cu microbumps

Zhiyuan Zhang, Jieshi Chen, Jianing Wang, Yuzhu Han, Zhiyuan Yu, Qinzha Wang, Peilei Zhang, Shanglei Yang; p. 973-983.

Effect of welding temperature on microstructure and mechanical properties of TiAl/TiAlNb spark plasma diffusion welded joint

Mingqian Ma, Chunhuan Chen, Lu Chai, Yanlong Lv, Jinbao Hou, Boxian Zhang; p. 985-994

Evaluation of the microstructures and mechanical properties of AISI2205 stainless steel TLP joints using BNI-3 filler metal

Alireza Beheshti, Masoud Mosallae, Afshin Babanezhad; p. 995-1008.

Microstructure and properties of TLPB joints of IN718 with 3D waveform structure prepared by SLM

Boyu Wang, Haichuan Shi, Peilei Zhang, Zhishui Yu, Hua Yan, Qiran Cheng, Nan Song; p. 1009-1023.

Comparison of the core-shell and mechanical mixing of the Ni-Cr-P-Cu composite filler metal

J. F. Tan, M. Wan, W. P. Han, R. Zhao, H. Kang & P. Qu; p. 1025-1041.

Research on interface structure and performance of diamond brazed coating based on non-vacuum environment

Long Weimin, Lu Quanbin, Zhong Sujuan, Jian Qin, Hua Yu, Aiping Wu, p. 1043-1052.

An investigation of the influence of integration of steel heat treatment and brazing process on the microstructure and performance of vacuum-brazed cemented carbide/steel joints

W. Tillmann, T. Ulitzka, L. Dahl, L. Wojarski, H. Ulitzka, p. 1053-1066

Volume 66, Issue 6. June 2022, Research Papers

High-temperature oxidation behavior of plasma-sprayed NiCrAlY/TiO₂ and NiCrAlY/Cr₂O₃/YSZ coatings on titanium alloy

G. Madhu Sudana Reddy, C. Durga Prasad, Gagan Shetty, M. R. Ramesh, T. Nageswara Rao, Pradeep Patil, p. 1069-1079.

Effect of the Heat Input on Wire-Arc Additive Manufacturing of Invar 36 Alloy: Microstructure and Mechanical Properties

Fernando Veiga, Alfredo Suárez, Teresa Artaza, Eider Aldalur, p. 1081-1091.

Influence of current waveform on C-GMAW of 6061 aluminum alloy with addition of ER4043 wire

Yuwen Wang, Maoai Chen, Chaofan Li, Chuansong Wu, p. 1093-1109.

Investigation of carbide precipitations on microstructure and hardness of medium carbon Cr-Ni austenite stainless hardfacing deposit with high wear resistance properties

Dok Su Paek, Chong Bin Jong, p. 1111-1119.

CMT Twin welding-brazing of aluminum to titanium

Wanghui Xu, Wenhui Wang, Qingfu Yang, Jinye Xiong, Lixin Zhang, Huan He, p. 1121-1130.

Comparison of process behavior, microstructure and mechanical properties of ultrasound enhanced friction stir welded titanium/titanium joints

Marco Thomae, Andreas Gester, Guntram Wagner, p. 1131-1140.

A comparative analysis on friction stir welding of similar and dissimilar polymers: acrylonitrile butadiene styrene and polycarbonate plates

Sudhir Kumar, Barnik Saha Roy, p. 1141-1153.

Investigation of friction diffusion bonding of Al/Cu lap joint

Tae-Hong Kim, Jong-Min Ju, Won-Chol Son, p. 1155-1164.

X-ray weld defect detection based on AF-RCNN

Weipeng Liu, Shengqi Shan, Haiyong Chen, Rui Wang, Jiaming Sun, Zhengkui Zhou, p. 1165-1177.

Influence of rotational speed on the electrical and mechanical properties of the friction stir spot welded aluminium alloy sheets

Danka Labus Zlatanovic, Jean Pierre Bergmann, Sebastian Balos, Michael Gräzel, Dragan Pejic, Platon Sovilj, Saurav Goel, p. 1179-1190.

Investigation of δ -ferrite content in weld metal of modified 9Cr-1Mo electrodes using thermodynamic modelling and quenching experiments

S. S. Mahlalela, P. G. H. Pistorius, p. 1191-1198.

Mechanical and microstructural properties of S1100 UHSS welds obtained by EBW and MAG welding

Mustafa Tümer, Florian Pixner, Rudolf Vallant, Josef Domitner, Norbert Enzinger, p. 1199-1211.

Microstructure and Impact Toughness of the Coarse-Grain HAZ Physically Simulated with Different Heat Inputs in a 690 MPa Ultra-low Carbon High-Strength Microalloyed Steel

Yulong Yang, Xiao Jia, Yaxin Ma, Ping Wang, Fuxian Zhu, p. 1213-1227.

Provisions for avoiding brittle fracture in steels used in Australasia including effects of seismic action

Adolf F. Hobbacher, Michail Karpenko, p. 1229-1250.

Comparison between PSM and IBESS approaches for the fatigue life estimation of weldments

Federico Scacco, Uwe Zerbst, Giovanni Meneghetti, Mauro Madaia, p. 1251-1273.

Finite element simulation of multi-layer repair welding and experimental investigation of the residual stress fields in steel welded components

Ardeshir Sarmast, Jan Schubnell, Majid Farajian, p. 1275-1290.

Volume 66, Issue 6. June 2022, Research Papers

Theory-inspired machine learning—towards a synergy between knowledge and data

Johannes G. Hoffer, Andreas B. Ofner, Franz M. Rohhofer, Mario Lovrić, Roman Kern, Stefanie Lindstaedt, Bernhard C. Geiger, p. 1291-1304.

Numerical study on the behavior of titanium particles in the process of warm spraying

Xing Han, Chang Li, Xing Gao, Xinxue Chen, Zhaotai Liu, p. 1305-1314.

Additive manufacturing phenomena of various wires using a hot-wire and diode laser

Song Zhu, You Nakahara, Motomichi Yamamoto, Kenji Shinozaki, Hideki Aono, Ryo Ejima, p. 1315-1327.

Deep learning-based fusion hole state recognition and width extraction for thin plate TIG welding

Sen Li, Jingqiang Gao, Erlong Zhou, Qiong Pan, Xiaofei Wang, p. 1329-1347.

Keyhole TIG welding of 3-mm-thick 10MnNiCr steel plates

Xiaoyu Cai, Bolun Dong, Sanbao Lin, Shihua Duan, Zhida Ni, Fengya Hu, p. 1349-1356.

Intelligent control of arc stability and arc length in aluminum alloy pulsed GMAW

Kaiyuan Wu, Ziwei Chen, Hao Huang, Xiaobin Hong, Min Zeng, Zhao Liu, p. 1357-1368.

Analysis of current pulse during short-circuit phase in CMT version of GMAW process under a view of additive manufacturing

Daniel Galeazzi, Régis Henrique Gonçalves e Silva, Ivan Olszanski Pigozzo, Alisson Fernandes da Rosa, Alex Sandro Pereira, Cleber Marques, p. 1369-1380.

Development of a simulation model of the manual gas tungsten arc welding process and visualization of the welder's skill

Yosuke Ogino, Kota Imai, Satoru Asai, Yoshihiro Tsujimura, Shinichiro Nakamura, Tsuyoshi Ogawa, p. 1381-1393.

Study on interface morphology and effect of gap gas in explosive welding

Xiangyu Zeng, Xiang Chen, Ping Jin, Xiaojie Li, p. 1395-1402.

Weld quality evaluation: heating after cross-section (HACS)

Miranda Marcus, Matt Nitsch, p. 1403-1419.

Numerical study of thermo-mechanical responses in laser transmission welding of polymers using a 3-D thermo-elasto-viscoplastic FE model

Bappa Acherjee, p. 1421-1435.

Effect of element Zr in Ti-Zr-Ni-Nb system brazing filler alloys on the microstructure and strength of TiAl/TiAl joints

Yong-Lai Shang, Xin-Yu Ren, Hai-Shui Ren, Shu-Jie Pang, Yong-Juan Jing, Yao-yong Cheng, Hua-Ping Xiong, p. 1437-1446.

Mechanism of intergranular penetration of liquid filler metal into oxygen-free copper

Guoqian Mu, Yanhua Zhang, Wenqing Qu, Hongshou Zhuang, p. 1447-1460.

Fabrication of joint based on Cu@Sn@Ag core-shell preform under ambient atmosphere for high-temperature applications

Hong Li, Xuan Liu, Hongyan Xu, Ju Xu, Erika Hodulová, Ingrid Kovaříková, p. 1461-1470.

Joining of Al203 to Cu with Cu-Sn-Ti active brazing filler alloy

Linlin Yuan, Wei Wang, Xiaomeng Huang, Yuefeng Qi, Xiaoying Li, p. 1471-1479

Der Praktiker

74. Jahrgang, 2022. 3. szám

Gleichbleibende Qualität für hohe Beanspruchungen

Svenja Linn-Stein; p. 88-90.

AUTOMATISIERTE BEHÄLTERPRODUKTION FÜR GROSSKÜCHENGERÄTE DURCH LASERSTRAHL-SCHWEISSEN: Präzision unter Dampf

Ralf Goffin; p. 91-93.

OPTIMIERTE SCHWEISSTECHNOLOGIE FÜR DAS MAG-ENGSPALTSCHWEISSEN: Fortschritte bei Prozessen und Ausrüstung

Dieter Kocab, Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. Emil Schubert; p. 94-98.

WÄRMEREDUZIERTE MSG-SCHWEISSPROZESSE IM LEICHTBAU – EIN ÜBERBLICK: An die Anforderungen angepasst

Ann-Christin Josten; p. 100-105.

STAHLBAU ZWISCHEN PLANUNG UND AUSFÜHRUNG: Eine Pore in der Schweißnaht – was nun?

Prof. Dr. Michael Volz, Dipl.-Ing. Max Spannaus, Stephan Holzer; p. 106-112

74. Jahrgang, 2022. 4. szám

Vor Korrosion und Verschleiß geschützt: Verlängerung der Standzeiten von Anlagen im Chemieeinsatz durch thermisch gespritzte Schichten

C. Hofmann, p. 136-137.

3D-Scanner statt Messschieber: Automatisierte Prüfung von Schweißnähten

David Hüls, p. 138-140.

Mehr Flexibilität und kürzere Reaktionszeiten: Baudienstleister weitet mit neuem Schneidzentrum Stahlbauaktivitäten aus

Stefanie Kaufmann, p. 142-144.

Wirtschaftlich und prozesssicher schweißen: Elektrogasschweißen in der schiffbaulichen Praxis der Neptun Werft Rostock

Dr.-Ing. (SFI) Richard Banaschik, A. Otto, Dr.-Ing. Andreas Gericke, p. 146-151.

74. Jahrgang, 2022. 5. szám

Neue Möglichkeiten: Thermisches Richten im schweren Stahlbau mit Tiefeninduktion

Dipl.-Ing. Thomas Vauderwange, p. 202-206.

Gasflaschen, Flaschenbündel oder Großtank? Richtige Versorgung mit technischen Gasen zum Schweißen

Johannes Partz, p. 213-215.

Schweißzusatz der Zukunft oder schon der Gegenwart? Metall-Schutzgasschweißen mit Fülldrahtelektroden im Stahlbau

Dipl.-Ing. (FH) Elmar Floer, p. 216-223.

Was ist normal? Normalglühen von unlegierten Baustählen

Prof. Dr.-Ing. Jochen Schuster, p. 224-231.

Dr. Gáti József

Tájékoztató

Felhívjuk a **2017. évben roncsolásmentes anyagvizsgáló minősítést** szerzett vizsgálók figyelmét, hogy tanúsítványuk meghosszabbításának végső határideje:

2022. 12. 31.

A tanúsítványok meghosszabbításához az MSZ EN ISO 9712 10. pontja szerint az alábbiak szükségesek:

- folyamatos munkavégzés igazolása,

- az aktuális éves látóképesség vizsgálat eredményéről szóló másolat MSZ EN ISO 9712 szerint (azaz a közeli látás élessége tegye lehetővé legalább 30 cm távolságról a Jaeger 1. betűméretű szövegek olvasását, valamint színáltása legyen elegendő ahhoz, hogy különbséget tudjon tenni a munkáltató által előírtak szerinti roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárások során használatos színek kontraszt-hatásai között). Ez a feltétel hazai viszonylatban a szemészeti szakrendeléseken, foglalkozás-egészségügyi rendelőkben ismert dr. Csapody István: Látáspróbák című könyvének IV. fokozat, valamint dr. Shinobu Ishihara: Test for colourblindness - gépkocsivezető orvosi alkalmassági vizsgálatnál is használatos - könyvekben leírtak teljesítésével lehetséges.

- régi tanúsítvány megszüntetése.

A szükséges dokumentumokat a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés részére szíveskedjenek megküldeni.
(1149 Budapest, Mogyoródi út 32.)

INE KMD gépcsalád

Olasz gyártmányú processzorvezérelt inverteres multifunkciós (huzal elektróda, kézi ívhegesztés, HF impulzusos AWI) áramforrások. Felhasználóbarát kezelés, full színergikus vezérlés, színes érintőkijelző, programmentés és azonnali programváltó gomb, teljes mellékparaméter állítási lehetőség.



Pulsrun, Double Pulsrun

Nagysebességű impulzusos irányított anyagátmenetes hegesztőprogram.

- Kimondottan stabil ív
- Az áram és a hegesztőfeszültség a szabad huzalhossztól független
- 30%-kal gyorsabb hegesztősebesség a hagyományos impulzushegesztéshez képest
- Emiatt 30%-kal kevesebb hőbevitel
- Kisebb vetemedés
- Korrozíóálló acélok esetén kisebb a szemcsedurvulás esélye
- Kisebb energiaigény

Dynamic Pulse, Dynamic Double Pulse

Speciálisan impulzus és duplaimpulzus program, ami különösen jól bírja a szabad huzalhossz gyors változásait, illetve kimagasló minőséget garantál hosszú szabad huzalvégnél is.

INE Root

Speciálisan gyökhegesztő program minden pozícióhoz.

INE Soft

Színergikus MIG program kimondottan vékony lemezek deformációmentes hegesztéséhez.

CD5 digitális távszabályzó

Digitális, nyomó-, és forgatógombokkal, valamint érintőkijelzővel felszerelt távszabályzó. Alkalmas a hegesztőáram és a feszültség korrekció állítására, valamint gázteszt és huzalelőtölés funkcióval is rendelkezik. A kijelzőjén leolvasható az aktuális program minden beállítással.



DGT100 távszabályzó hegesztőpisztoly

INE Root

Hétszempmenses kijelzővel és digitális távszabályzóval ellátott hegesztőpisztoly. A következő paraméterek láthatók a kijelzőn, és állíthatók a gombokkal:

- hegesztőáram
- huzalsebesség
- feszültségkorrekció
- aktuális Job

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

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

CSAPHEGESZTŐ OKTATÓBÁZIS
• MSZ EN ISO 14732 szerinti bizonyítványhoz •



Ha Ön kigondolja, mi megvalósítjuk!

Gázok és megoldások az
additív gyártáshoz.



Ipari gázokkal támogatjuk az additív gyártást. A porgyártástól és annak tárolásától kezdve, a gyártáson és a felületkezelésen keresztül, a hőkezelésig: az ipari gázok és gázkeverékek, valamint az alkalmazástechnikai know-how kulcsszerepet játszik.

A Linde személyre szabott gázellátási megoldásokkal segíti az eljárás változatok jövőjének alakítását és az ún. Addvance® folyamattechnológiákat, amelyeket ügyfeleinkkel, gyártó- és kutatóintézetekkel együttműködve fejlesztettünk ki.

Linde Gáz Magyarország Zrt.
Alkalmazástechnika

www.lindegas.hu

Ipari gázok szerepe az additív gyártásban

¹alkalmazástechnikai mérnök
Linde Gáz Magyarország Zrt.

²hegesztéstechnológia vezető
Linde Gáz Magyarország Zrt.

Absztrakt: Cikkünkben az additív gyártási folyamatok közül azokat a területeket érintjük, melyeknél fémeket használunk alapanyagként, így a polimereket, illetve kerámiákat alkalmazó technológiákra nem térünk ki. Ezen belül is elsősorban azokat a folyamatokat/technológiákat emeljük ki, amelyeknél ipari gázt is alkalmazunk. Kitérünk mind a gyártási folyamathoz alkalmazott fémporok készítése módjaira, mind a különböző additív gyártási technológiákra, a fémporok tárolására, illetve az additív gyártási folyamat utáni műveletekre. Teljes áttekintésre nem vállalkoztunk, hiszen az additív gyártás jelenleg is folyamatosan fejlődő ipari terület.

Abstract: In our article, we present those of the additive manufacturing processes in which metals are used as raw materials, so we do not cover the technologies that use polymers or ceramics. Within these, we also highlight the processes / technologies in which we use industrial gases. We cover the production methods of metal powders, the various additive production technologies, the storage of metal powders, and the operations after the additive production process. We have not undertaken a full review, as additive manufacturing is still an evolving industry

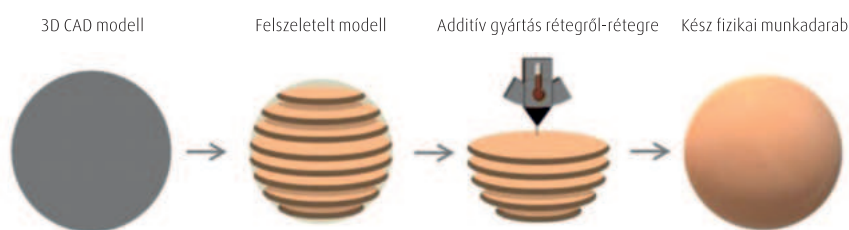
1. Bevezetés

Az additív gyártás különböző eljárásváltozatai napjaink egyik leggyorsabban fejlődő, és várhatóan egyre nagyobb területen alkalmazott gyártástechnológiái. Ezt a speciális gyártási módot egyaránt alkalmazzák különböző műanyagok és fém alkatrészek készítéséhez, melyek egyik közös jellemzője, hogy olyan speciális geometriájú munkadarabok is készíthetők, amelyek egy darabból történő legyártásához más módon nincs lehetőség. Mielőtt röviden áttekintjük az egyes folyamatokat, fontosnak tartjuk tisztázni, hogy mit nevezünk additív gyártásnak. Azon eljárások tartoznak az elnevezés alá, melyeknél az alapanyagok

összeillesztésével hozunk létre (különböző gyártási technológiák segítségével) előgyártmányokat, illetve kész alkatrészeket egy háromdimenziós testmodell alapján, jellemzően rétegről-rétegre történő felépítéssel (a rétegek közötti oldhatatlan kötés biztosításával). A folyamat elvi ábráját az 1. ábrán láthatjuk.

Ezen technológiák összefoglaló szabványos elnevezése az additív gyártás, mely azonban a hétköznapiakban, tévesen 3D nyomtatás (3D printing) elnevezéssel terjedt el. Fontos tudni azonban, hogy amíg a hagyományos értelemben vett nyomtatás esetében egy hordozó felületre viszünk fel festéket nyomás segítségével [2], addig az additív

gyártás során nem minden esetben használunk hordozó felületet és nyomóerőt sem alkalmazunk az eljárások közben, így a 3D nyomtatás bár elterjedt, de műszakilag nem helyes szinonimája az additív gyártásnak. Az ilyen típusú gyártásnak számos eljárásváltozata létezik, amelyek egy részének a magyar nyelvű szakmai terminológiában még nincs is elfogadott egységes elnevezése, így végyesen alkalmazzuk az angol, illetve magyar megnevezéseket. Az additív gyártásra vonatkozó szabványok is egyelőre csak angol nyelven érhetőek el, mint például az egyes eljárásváltozatokat összefoglaló MSZ EN ISO/ASTM 52900:2017 „Additív gyártás Általános alapelvek. Terminológia” című szabvány is [3]. E dokumentum alapján a későbbiekben áttekintjük a legfontosabb, elsősorban a fém alkatrészek gyártásához tartozó részleteket, úgymint a felhasznált alapanyagok formai megjelenését, a gyártáshoz szükséges energiaforrások típusait stb. Az additív gyártással előállított fém munkadarabok elkészítéséhez számos esetben a ki-



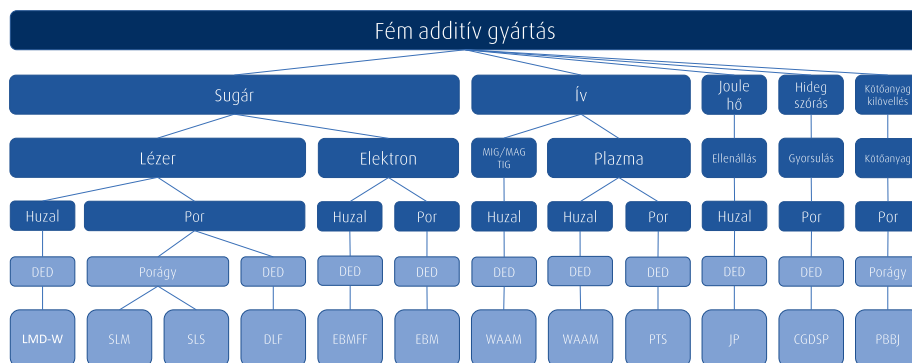
1. ábra: Additív gyártás elvi folyamatábrája [1]

induló alapanyag gyártásától kezdve a hőforrás és az olvadt fém védelmén át az utólagos tisztításokig segédanyagként ipari gázokat alkalmaznak. A következőkben egy rövid - az eljárás változatokat bemutató - áttekintést követően összefoglaljuk az additív gyártáshoz kapcsolódó ipari gázok felhasználásának egyes területeit, jellemzőit.

2. Additív gyártási eljárások jellemzői fém alkatrészek előállítására

A fém alkatrészeket előállító additív gyártási eljárásokat többféle módon csoportosíthatjuk. Az egyik lehetséges csoportosítási szempontrendszer és ezen szempontok egymáshoz való viszonyát például a 2. ábra foglalja össze [3]. A kötés kialakítása történhet a fémek olvadt, szilárd, de akár vegyes állapotában is. A gyártáshoz szükséges alapanyag fizikai megjelenése alapján megkülönböztethetünk fémhuzalt vagy fémszálat (ún. filamentet), fémport és fémlemezt.

Az alapanyag megmunkáláshoz való továbbítása alapján beszélhetünk fúvóka segítségével vagy porrágy terítéssel, illetve lemezköteggel történő anyagtovábbításról. A kötet létrehozó energia forrása lehet elektronsugár, lézer vagy ultrahang. Megjegyezzük, hogy az energiaforrás szerinti csoportosítás a 2. ábra



3. ábra: Additív technológiák csoportosítása az energia fajtája alapján. [4]

Az ábrán szereplő rövidítések magyarázata:
DED – Directed Energy Deposition; LMD-W – Laser Metal Deposition with Wire;
SLM – Selective Laser Sintering; DLP – Direct Laser Fabrication;
EBMFF – Electron Beam Melting Free Form; EBM – Electron Beam Melting;
WAAM – Wire Arc Additive Manufacturing; PTS – Plasma Transfer Spraying;
JP – Joule Printing; CGDSP – Cold Gas Dynamic Spray Process;
PBBJ – Powder Bed Binder Jetting

szerint nem teljes, hiszen a felsorolt lehetőségek mellett alkalmazhatunk például elektromos-, vagy plazma ívet (mint a klasszikusnak mondható hegesztési eljárásoknál), vagy akár az ellenállás hegesztéseknél megszokott Joule hőt is. Az energiaforrások részletezése szerinti csoportosítást mutatja be a 3. ábra [4].

3. Fémporok előállítása, tárolása

Amint azt az előző fejezetben bemutatottuk, a fém alkatrészek gyártásának kiinduló alapanyaga sok esetben fémpor. A por minősége, szemcsenagysága, a szemcsék felülete (annak minősége és állapota) az

additív gyártással készült munkadarab tulajdonságait (porozitásmentesség, mechanikai tulajdonságok stb.) jelentősen befolyásolja.

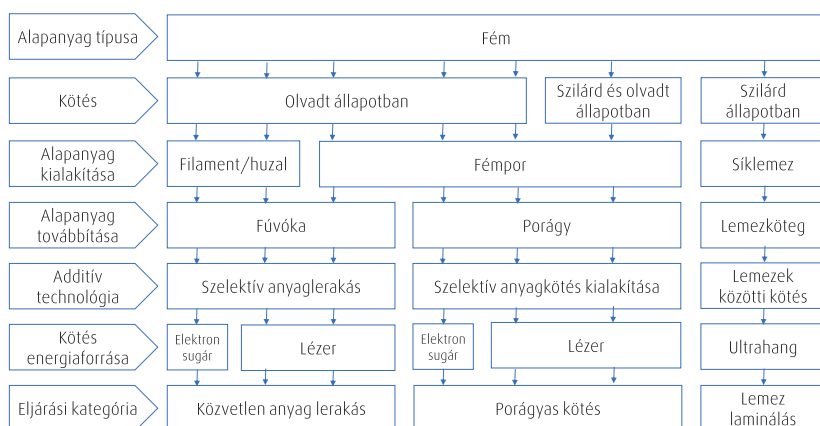
A fémporok leggyakoribb gyártástechnológiái a következők:

- mechanikus aprítás,
- porlasztás,
- fémoxidok redukálása,
- elektrolízis.

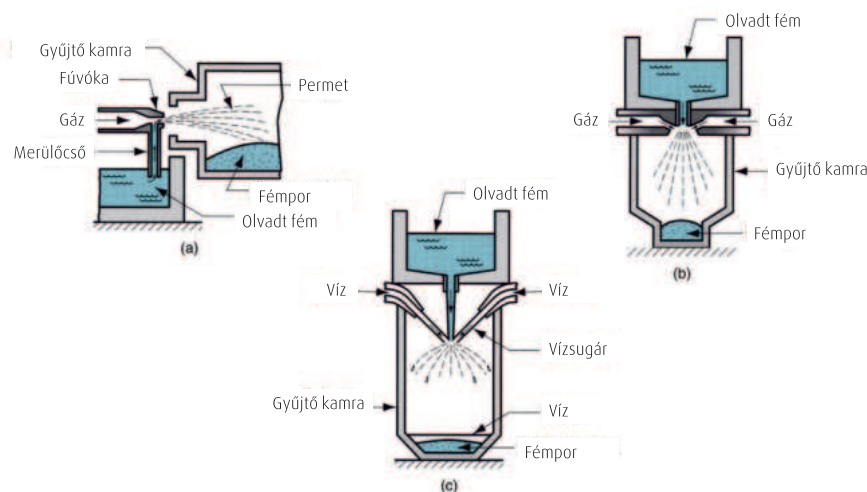
Mechanikus módon történő előállítás során elsősorban forgácsolásból (marás, esztergálás) származó hulladékot, forgácsot aprítják tovább. Az aprítás a feldolgozott anyag tulajdonságai és a kívánt fémpor szemcsemérete szerint különböző módokon történhet (örlés, zúzás, ütés, dörzsölés...). Kis szemcseméret előállításánál úgynevezett nedves őrlést is alkalmazhatunk, azonban ekkor a nedvesítőszer az előállított port szennyezheti, ezért azt el kell távolítani.

Az additív gyártáshoz használt fémporokat jellemzően azonban, folyékony fémek porlasztásával (atomizálással) állítják elő. A porlasztás történhet víz-, vagy gázsugárral. Néhány lehetséges porlasztási megoldás látható a 4. ábrán.

A porlasztással előállított szemcsék mérete jól szabályozható és a



2. ábra: Fém alapanyagú additív gyártás felosztása. ([3] irodalom alapján saját fordítás)



4. ábra: A fémporok előállításának elve (a, és b, gázporlasztás; c, vízporlasztás) [5]

Nedvesség	Oxigén
Befolyásolja a fémpor területi tulajdonságait. Megváltoztathatja a kémiai tulajdonságokat.	Megváltoztathatja a kémiai tulajdonságokat.
Minden fémpor esetén kritikus	Leginkább az alumínium és titán tartalmú poroknál kritikus

1. táblázat: A fémporok helytelen tárolásából adódó problémák, a levegő nedvesség- és oxigéntartalmának hatása

különböző additív gyártási eljárásokhoz megfelelő szemcsék állíthatók elő. A gázzal történő porlasztási folyamat során először az általában indukciós hevítéssel megolvasztott fémeket tisztítják és gázatlanítják, majd egy fúvókán keresztül nagy nyomású gázárammal porlasztják fémporrá. A porlasztási folyamathoz az alapanyagtól függően nitrogén, illetve argon gázt alkalmazunk.

Fémoxidok redukálásával abban az esetekben állíthatunk elő fémport, ha az adott fém esetében annak oxidja könnyebben aprítható vagy ha vízszugaras porlasztással hozunk létre fémoxid port. A fémoxid szemcsékből, izzítás (olvadási hőmérséklet alatti hőmérsékleten) közben redukáló gázok (például: hidrogén) átvezetésével nyerjük a tiszta színfém port.

Elektrolízissal történő előállításnál az adott fém sóinak vizes oldatából tudjuk előállítani a kívánt fémport egyenáram segítségével. A folyamatot úgy kell beállítani, hogy a fém kiválása létrejöjjön, azonban ne képezzen egybefüggő (réz, króm, nikkel) réteget.

Az előállított fémport védenünk kell a környezeti hatásoktól. A gyártók a fémporokat védőgázzal töltött vagy vákuumozott tárolókban hozzák forgalomba. Ez a védelem egészen az első használatig védi a fémport. Az additív gyártás során azonban jelentős mennyiségű fel nem használt fémpor maradhat (elsősorban a porágyas technológiáknál), ezért a porok tárolását olyan módon kell megoldani, hogy a környezeti hatásoktól (nedvesség, oxigén - lásd. 1 táblázat) védve legyenek.

A visszagyűjtött fémport amennyiben lehetséges tárolhatjuk az eredeti gyári csomagolásban is, azonban ekkor már nem számolhatunk a gyári védőgáz/vákuum védő hatásával, ezért gondoskodnunk kell arról, hogy a környezeti hatásokat a minimálisra csökkentjük. Megfelelő megoldást adhat egy olyan tároló szekrény, amelyben védőgáz túlnyomásos áramoltatásával tudjuk biztosítani a nedvesség és az oxigén szintjének alacsony értéken való tartását. Egy ilyen kialakításra mutat példát az 5. ábrán látható ún. ADDvance™ Powder Cabinet [6], amely az alábbi fő jellemzőkkel rendelkezik:

- nedvességvezérelt gáz áramlás → öblítés az ajtó nyitását követően és abban az esetben, ha a nedvességtartalom az előre beállított érték fölé megy,
- nyitott ajtónál leáll az öblítés,
- gyors öblítési mód az ajtó becsukását követően,
- fényjelzés magas nedvességtartalom esetén (opcionális hangjelzés),
- a nedvesség, hőmérséklet és ajtó-



5. ábra: ADDvance™ Powder Cabinet szekrény a fémporok tárolásához

nyitási idő folyamatos ellenőrzése és adatregisztráció

- USB pendrive alkalmazása az adatok kimentésére (Excel formátumban).

Az ADDvance™ Powder Cabinet-et csak megfelelően méretezett állandó szellőztetéssel és oxigén szint figyelő rendszerrel ellátott helyiségbe szabad telepíteni!

4. Ipari gázok jelentősége a gyártási folyamat közben

Amennyiben a gyártás során az alapanyagot olvadt állapotba hozzuk a kötés kialakításához, akkor a hegesztéshez hasonlóan mindenképpen védenünk kell azt a környezeti levegő hatásaitól. Fűvókával, illetve megmunkáló fejjel történő anyagtovábbítás esetén könnyebb a megfelelő védőgáz környezet kialakítása, hiszen a megmunkáló fej mozgatásával együtt tudjuk mozgatni a védőgáz rendszert is. Mivel ezeknél a megmunkálásoknál egyszerre jellemzően kicsi az egyidejűleg olvadt állapotban lévő alapanyag térfogata, ezért a megmunkáló fejjel együtt mozgatott gázvédelem kialakítás megfelelő védelmet biztosít.

A porágyas megmunkálások esetében a megmunkáló fej nem az éppen megolvasztott alapanyaggal szinkronban mozog (pl. nagy fókusztávolságú, tükrökkel mozgatott lézernyaláb) ezért a megmunkálófejhez jellemzően nem rögzíthető a védőgáz hozzáfűzés. Ezeknél a megmun-

kálási módoknál a teljes megmunkálókamra védőgázzal történő elárasztása tud megfelelő védelmet jelenteni az éppen olvadt állapotban lévő anyagrészek nem kívánt változásaival szemben. Az ilyen módon alkalmazott gázvédelemnél, különös gondot kell fordítani a gyártás indítására, hogy az addig levegővel telített munkateret olyan módon töltsük fel a védőgázzal, hogy a lehető legkevesebb keveredjenek egymással, és a védőgáz a sűrűség különbségből adódóan szorítsa ki a munkatérből a levegőt. Ez azt jelenti, hogyha egy berendezéssel levegőnél könnyebb védőgázt (például héliumot) és levegőnél nehezebb gázt (argont) is alkalmazunk védőgázként, akkor a védőgáz sűrűségének megfelelően az argont alulról, a héliumot felülről vezessük be és az ellentétes oldalon biztosítsuk a levegő távozását. A biztos védelem érdekében célszerű mérni a kamrában az oxigén mennyiségét és a gyártási folyamatot csak abban az esetben elindítani, amennyiben a maradék oxigén mértéke egy előre meghatározott küszöbérték alá csökken (jellemzően néhány „ppm”-es nagyságrendre).

A gyártás során alkalmazott védőgáz típusát, hasonlóan a hegesztési védőgázokhoz, minden esetben a gyártás során alkalmazott alapanyaghoz kell igazítani, hogy az megfelelő védelmet biztosítson amellet, hogy az alapanyaggal nem lép reakcióba. A gyakorlatban általában a hegesztéstechnológiáknál

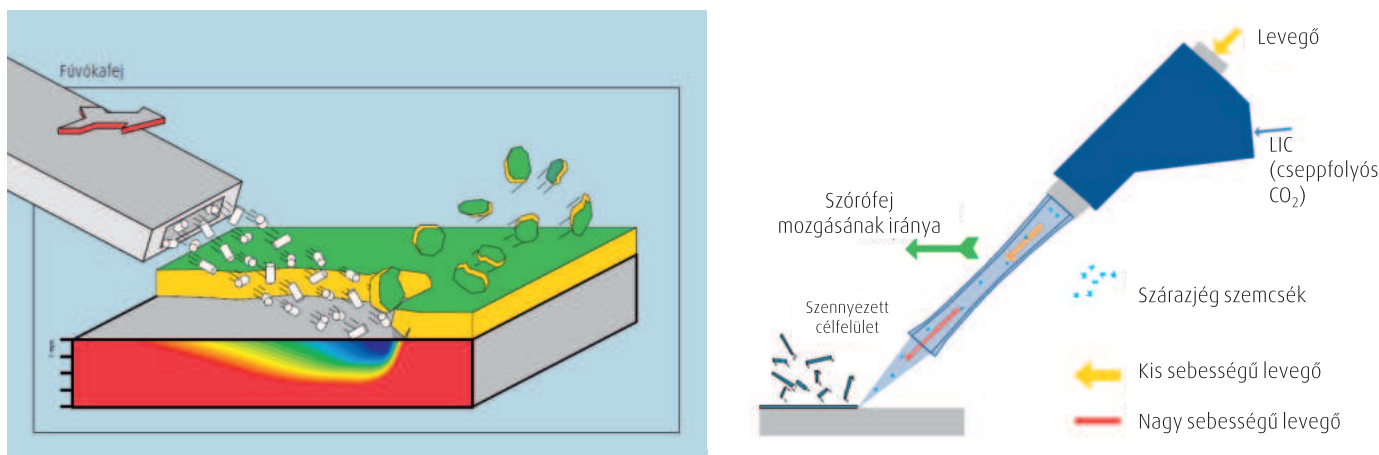
szokásos semleges gázokat alkalmaznak, jellemzően megfelelő minőségű argont, esetleg héliumot, vagy speciális esetben, elsősorban kisebb költsége miatt nitrogént.

Egy-egy hőforrás létrehozásához is szükség lehet ipari gázra, hiszen például a plazmaív tulajdonképpen egy magas hőmérsékletű ionizált gáz, illetve a lézersugár alkalmazása esetében a CO₂ lézer berendezéseknél a lézer előállításához is gázkeveréket (jellemzően hélium, nitrogén és szén-dioxid keveréke) használunk.

Hőforrásként elektromos ívet, alapanyagként a huzal formátumot alkalmazva (WAAM -**Wire Arc Additive Manufacturing** – eljárás / lásd 3. ábra/) azt is figyelembe kell venni, hogy az ív - hasonlóan a hegesztési eljárásokhoz - a folyamat közben stabil legyen, a fröcskölés mértéke alacsony szinten maradjon. Ilyen esetben a védőgázos hegesztéstechnológiáknál szokásos elveket kell figyelembe venni [7]. Ekkor tehát jellemzően argon bázisú védőgázt alkalmazunk, viszont az aktív komponensek (CO₂, O₂) arányát alacsony értéken célszerű tartani (csak annyi, amennyi az ív-stabilitáshoz feltétlenül szükséges), hiszen ezek a komponensek növelik a forró fém felületi oxidációjának esélyét, ezzel a rétegek között megjelenő hibák (pl. oxidzárvány) valószínűségét. A porozitás mentességet, vagyis az ömledék kigázósodásának lehetőségét, valamint a

	Alapanyagok				
	Szerkezeti acélok	Rozsdamentes acélok	Ni-bázisú ötvözetek	Titán	Alumínium ötvözetek
„alap” védőgáz	Cronigon 2 (2,5% CO ₂)	Cronigon 2 (2,5% CO ₂)	Varigon S (300 ppm O ₂)	Varigon He 30S (30% He + 300 ppm O ₂)	Varigon S (300 ppm O ₂)
„prémium” védőgáz	Corgon 10 He30 (10% CO ₂ + 30% He)	Cronigon 2 He50 (2,5% CO ₂ + 50% He)	Cronigon Ni10 (0,05% CO ₂ + 2% H ₂ + 30% He)	Varigon He 50S (50% He + 300 ppm O ₂)	Varigon He30S (30% He + 300 ppm O ₂)
A védőgázok megnevezés a Linde plc. bejegyzett márkanévei alapján [7]					
A gázok argon bázisúak, a zárójelben feltüntetett összetevők mellett a maradék komponens minden esetben az argon					

2. táblázat: A WAAM eljáráshoz alkalmazható ipari gázkeverékek különböző anyagoknál



6. ábra: A szén-dioxiddal történő tisztítások elve
(baloldalon szárazjeges tisztítás, jobb oldalon cseppfolyós szén-dioxidból (LIC) előállított „havas” tisztítás)

hidegkötés elkerülését (megfelelő beolvadás) jellemzően az argonnál jobb hővezetőképességű hélium hozzáadásával biztosítják. Példaként a 2. táblázatban összefoglaltuk az additív gyártáshoz használt leggyakoribb fémek/ötvözetek esetén a WAAM eljárásnál alkalmazható védőgázokat.

5. Additív gyártással készített alkatrészek utómunkálatai

Az additív gyártással készült alkatrészek a legtöbb esetben különböző utómunkálatokat igényelnek. Ezek lehetnek a mechanikai tulajdonságok optimalizálására, illetve a belső feszültségek csökkentésére irányuló hőkezelések, illetve a gyártott alkatrészek felületének tisztítását célzó megmunkálások. A hőkezelések esetében a hagyományosan forgácsolással előállított alkatrészek hőkezeléséhez hasonlóan alkalmazhatunk különböző ipari gázokat a folyamat során (védőgázos közegben végrehajtott hőkezelések).

Elsősorban a porágyas eljárás-változatokra jellemző, hogy az elkészült alkatrészek felületén feltapadt, odaragadt por található, amelynek eltávolítása szükséges. A felület tisztítására kiemelten ajánljuk a szén-dioxid hóval, vagy

szárjazéggal végezhető tisztítási megoldásokat, melynek során az alapanyagon kívül nem keletkezik további kezelendő veszélyes hulladék (6. ábra) [8]. A szárazjeges tisztításnál alkalmazott szárazjég alapanyag előzetesen szén-dioxidból kerül előállításra, míg a szén-dioxid hónál cseppfolyós állapotú szén-dioxidból a tisztítás során keletkezett hóval végezzük a folyamatot. Mindkét esetben a folyamat során a tisztító közeg visszaalakul szén-dioxiddá és a légkörbe távozik.

6. Összefoglalás

Mint látjuk az additív gyártáshoz sokféle módon kapcsolódnak az ipari gázok és az egyre újabb és újabb alapanyagok, gyártási technológiák alkalmazásával ez a kör folyamatosan bővül. A gázokat a fémpor alapanyag gyártásától az elkészült alkatrészek tisztításáig használhatják. A gyártási folyamat közben egyes eljárásváltozatoknál a gáz összetételének, minőségének nagy jelentősége van a folyamatstabilitásra. Meghatározó a felépített munkadarabokban előforduló porozitás és zárvány jellegű hibák kialakulása, valamint az alkatrész mechanikai tulajdonságai szempontjából is.

Irodalomjegyzék

- [1] <https://www.pharmaexcipients.com/3d-printing/3d-printiung-biomedicals/> Letöltés dátuma: 2022.02.11.
- [2] Barna Judit: Az ofszet nyomtatási technológiai lehetőségei; Nemzeti Szakképzési és Fenőtképzési Intézet online elérhetőség: <http://docplayer.hu/2864261-Munkaanyag-barna-judit-az-ofszet-nyomtatasi-technologiai-lehetosegei-a-kovetelmenymodul-megnevezese-gyartaselokeszites.html> Letöltés dátuma: 2022.01.20.
- [3] MSZ EN ISO/ASTM 52900:2017 „Additív gyártás Általános alapelvek. Terminológia”
- [4] Gefertec online sajtóanyag. <https://www.gefertec.de/en/news-2-2-2/#press> Letöltés dátuma: 2022.01.20.
- [5] Yuntian Zhu, MSE 440/540: Processing of metallic materials. NC State University, Department of Materials Science and Engineering. Raleigh, Észak-Karolina, 2015.
- [6] Jürgen Scholz: ADDvance™ Powder Cabinet online seminar. Unterschleissheim, 2019.
- [7] A Linde Hegesztési védőgázai. Linde Gáz Magyarország Zrt., 2011.
- [8] CRYOCLEAN® technológia – tisztítás szárazjéggel. Linde Gáz Magyarország Zrt., 2006.



WELDOTHERM KFT.
HEGESZTÉSTECHNIKA
HŐKEZELÉS



High-tech Németországban **High-tech Magyarországon**

Egyenletes hőbevitel függetlenül 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 múlttal párosítva = WELDOTHERM

Hegesztett szerkezetek és hegesztési eljárások a légijármű iparban

Welded structures and welding methods in aviation industry

2. rész (part 2)

Okl. gépészmérnök, repülőgép-, hegesztő-, és kompozit szakmérnök
Genevation Aircraft Kft. Műszaki Igazgató

Absztrakt

A cikksorozat első része a hegesztésnek repülőiparon belüli helyét mutatta be. Kitekintett az elmúlt évtizedek fejlődési tendenciájára, napjaink alkalmazásra kerülő eljárásaira és a jövő technológiai lehetőségeire. Jelen rész, egy a repülőgépek leggyakrabban megtalálható motor és hajtómű szerkezetei elemeket tartó és rögzítő hegesztett konstrukciókat mutatja be. A cikk kitér azok tervezési és gyártási kérdéseire gyakorlati példákkal szemlélítve ezt az izgalmas műszaki területet.

Abstract

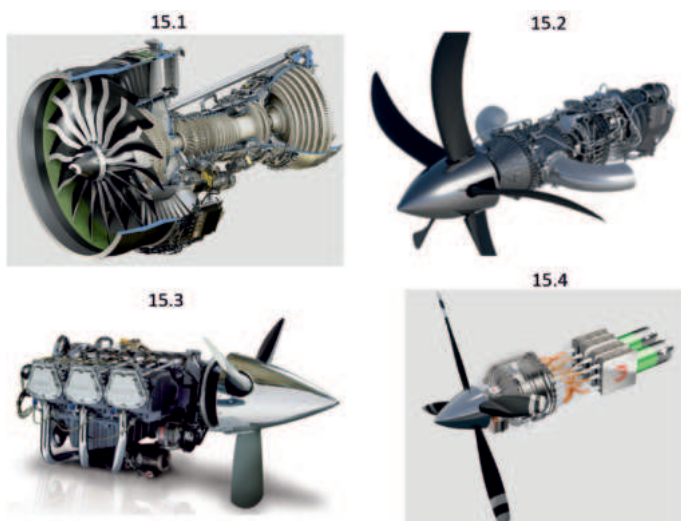
The first part of series of articles presented the position of welding in the aviation industry. It described the developing tendencies of past decades, nowadays applying methods and technology possibilities in the future. The actual part is presenting the general structures of welded engine and gas turbine mounts and holder structures, what found in the most aircraft constructions. The article contains some interesting and exciting information about design and preparation techniques, in addition it illustrates real structure precedents.

3. Hegesztett rendszerű motorágy tartó szerkezetek tervezése és gyártása

Függetlenül a légijármű (merevszárnyú repülőgép, forgószárnyas helikopter, girokopter, léghajó stb.) szerkezetének kialakításától a legtöbb konstrukcióba hegesztett rendszerű motor- és hajtómű tartót alkalmaznak. A meghajtó rendszer függesztésével kapcsolatosan az alábbi általános elvárásokat támasztjuk:

- a több irányból fellépő terhelőerőkből származó igénybevételek kellő biztonsági tényező melletti elviselése,
- a rezgésekből származó hatások megfelelő csillapítása, legtöbb esetben elasztikus közdarabok segítségével,
- a hosszútávú kifáradási folyamatok ne befolyásolják hátrányosan az üzembiztonságot,
- alak- és geometriatartás,
- a kialakítás biztosítsa, hogy kötelező szerviz ciklus karbantartási periódusok során a hegesztési varratok könnyen szemrevételezhetőek legyenek,
- a szerkezet úgy legyen kialakítva, hogy az biztosítson fail-safe üzembiztonságot¹,

A motorágy tartó szerkezeteket a legtöbb esetben a légijármű teherviselő törzséhez rögzítik hozzá, de nagyobb méretű teher- és utasszállító repülőgépek esetén a szárnyakhoz történik a csatlakozás. A légijármű meghajtása történhet a 15. ábrán láthatóan belsőégésű motorral, gázturbinával, ami lehet gázturbinás sugárhajtómű vagy légszárnyas gázturбина, továbbá napjainkban egyre szélesebb körben találkozunk elektromos és / vagy hidrogén meghajtású rendszerekkel is.

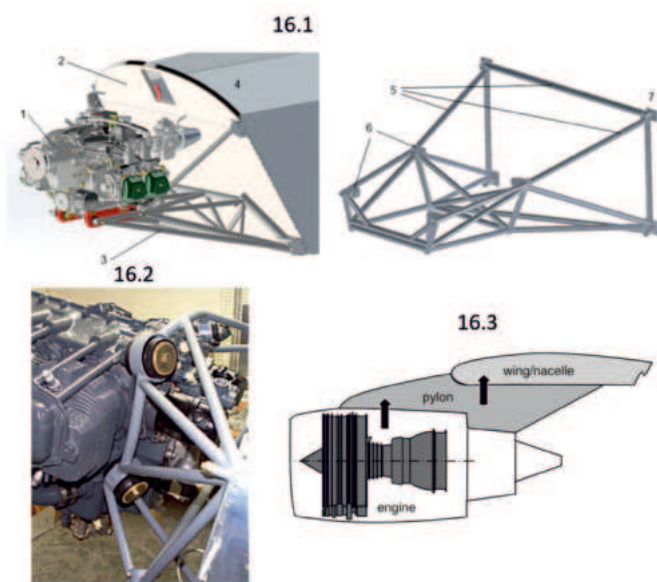


15. ábra: Légijármű meghajtás alternatívák, 15.1 – gázturbinás sugárhajtómű, 15.2 – légszárnyas gázturбина, 15.3 – benzin üzemű belsőégésű motor, 15.4 – elektromos üzemű motor [15]

¹ fail-safe kialakítás lényege, hogy ha egy konstrukción belül egy elem meghibásodik, akkor annak szerepét a mellette vagy környezetében levő másik elemek biztonsággal legyenek képesek átvenni, kvázi az eleme kiesése ne jelentsen az üzembiztonságra nézve kockázatot

3.1 Motorágy szerkezetek felfüggesztése és általános kialakítása

Motorágy szerkezetek kialakításánál általános szempont, hogy az ágyhoz csatlakozó energiatermelő berendezés (motor, hajtómű) egy speciális rezgéscsillapító, alapvetően elasztikus közbetét közbeiktatásával csatlakozik ahhoz, oldható csavarkötésekkel. Maga a hegesztett tartóelem a törzsbe, szárnyakba mereven, legtöbb esetben szintén oldható módon kerül bekötésre, de ismeretek oldhatatlan kialakítású konstrukciók is. Az ágyhoz a meghajtómű három féle képen csatlakozhat, a 16. ábrán látható módon, ami lehet akasztott, lógatott vagy alátámasztott. Tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy az akasztott kivitel biztosítja a legstabilabb felfüggesztést. Kis repülőgépeken alapvetően a 16. ábra szerinti 16.1 és a 16.2 kivitelek terjedtek el, a 16.1-en látható elemek a 1-motor, 2-tűzfal, 3-szerkezeti cső, 4- törzs borítás, 5-szerkezeti csövek, 6-alátámasztási-bekötési pontok, 7-csatlakozási pontok a törzshöz. A motorágyak felépítése rendszerint rúd és cső szerkezetű elemekből épül fel, amennyiben nagyobb tartó keresztmetszetek alkalmazása a követelmény, zárt dobozos lemez szerkezetek kialakítása is használatos.



16. ábra: Motorok, hajtóművek felfüggesztésének lehetőségei,
16.1 – alátámasztott rögzítés, 16.2 – akasztott rögzítés,
16.3 – lógatott rögzítés

3.2 Motorágy szerkezetek tervezése, esettanulmányok

Légi jármű motorágy tartószerkezetek tervezési kritériumait szigorúan szabályozott előírások határozzák meg, attól függően, hogy milyen kategóriába sorolható az adott típus. Általánosságban elmondható, hogy a hegesztéstechnológiai paraméterek figyelembevételével lefolytatásra kerülő szerkezet analízis első lépése a motorágy rendszeren fellépő erők meghatározása. A motorágy terhelési állapota

komplex, azon a legbonyolultabb összetett mechanikai igénybevétel lép fel, amit az alábbi bemeneti komponens erők formálnak:

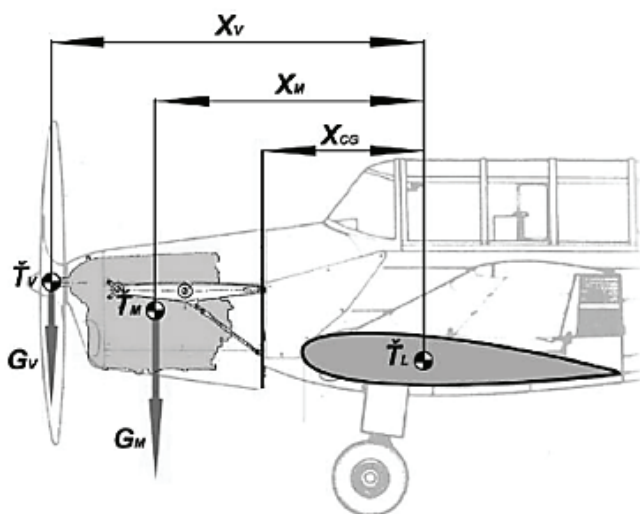
- a motor tömegéből származó vertikális irányú tehetetlenségi erő, korrigálva a megfelelő túlterhelési faktoral,
- a légszavar vonóerő / tolóerő irányában fellépő erő hatása,
- a légszavar reakció nyomatéka okozta hatás és az ebből származó járulékos oldalero hatása,
- a forgótömegek giroszkopikus nyomaték hatás okozta terhelések fellépése,
- rezgésből származó terhelések,

A motoron, légszavaron és egyéb ezekhez tartozó egységeken belül a vertikális tehetetlenségi erő, vonóerő, légszavar reakció nyomaték és a giroszkopikus nyomaték, mint hatások eltérő helyeken ébrednek, de a szilárdsági méretezés egyszerűsítése céljából meg kell határozni egy olyan fókusz pontot (redukciós pontot) ahol az összeset egyidejűleg helyettesíteni tudjuk. A fókusz pontot a 17. ábrán látható módon számítjuk, az alábbiak szerint:

- G_v – a légszavar tömegéből származó súlyerő, $G_v = m_v \cdot g$
- G_M – a motor tömegéből származó súlyerő, $G_M = m_M \cdot g$
- G_T – a rendszer összes tömegéből származó súlyerő, $G_T = m_T \cdot g$
- X_v – a légszavar tömegközéppontja és a repülőgép tömegközéppontja közötti távolság,
- X_M – a motor tömegközéppontja és a repülőgép tömegközéppontja közötti távolság,
- X_{CG} – keresett, kiadódó távolság a teljes rendszer fókuszpontjának távolsága a repülőgép tömegközéppontjától mérve, ami az alábbi egyenletekből adódik:

$$M_{CG} = M_M + M_V =$$

$$= m_M \cdot g \cdot X_M + m_v \cdot g \cdot X_v = m_T \cdot g \cdot X_{CG}$$



17. ábra: Motorágy erő terhelési fókuszpont meghatározása

A 18. ábra szerinti erők meghatározása az alábbiak szerinti:

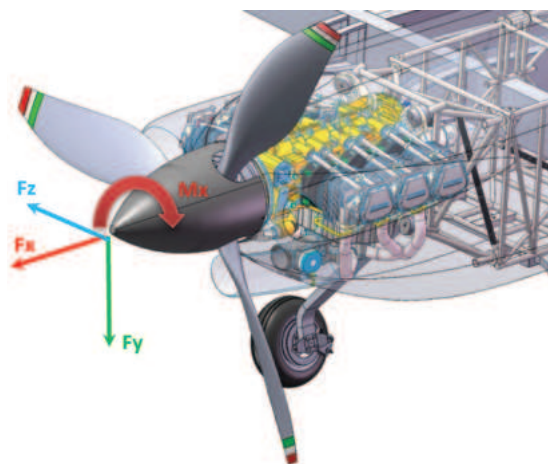
- vertikális lefelé irányuló tehetetlenségi erő $F_y = n_y \cdot G_T$, ahol n_y a légijármű túlterhelési együttese,
- előre irányuló légcsavar vonóerő F_x , ami meghatározható az alábbi összefüggéssel, ahol η – légcsavar hatásfok, P_{max} – a motor maximális tartós teljesítménye, v – adott haladási sebesség a levegőhöz képest (indikált sebesség):

$$F_x = \frac{\eta \cdot P_{max}}{v}$$

- légcsavar reakció nyomatékából származó terhelés M_x , ami meghatározható az alábbi összefüggéssel, ahol P_{max} – a motor maximális tartós teljesítménye, ω – a főtengely maximális fordulatszámából számítható szögsebesség:

$$M_k = \frac{P_{max}}{\omega}$$

- az oldalerő F_z a légcsavar reakció nyomatéka és a vertikális lefelé irányuló tehetetlenségi erő ismeretében korrelációs faktorok felhasználásával kalkulálható,
- a giroszkopikus nyomatékok hatásának számítási menete terjedelmi korlátok miatt nem kerül bemutatásra.

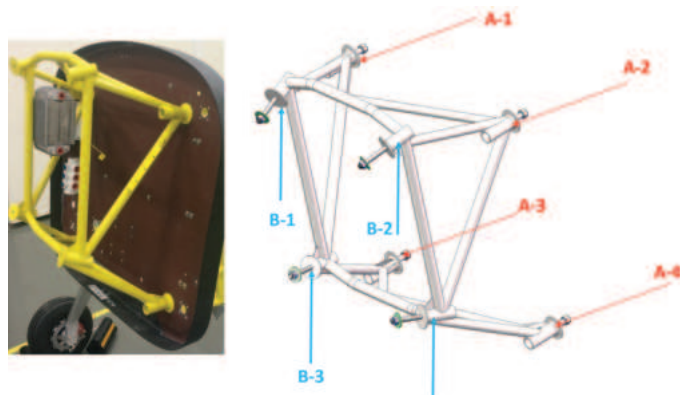


18. ábra: Motorágy terhelési komponensei

A tanulmány első részében található 5. ábrán, és a jelen rész 18. ábrája szerinti a Genevation Aircraft Kft által kifejlesztésre került GenPRO repülőgép 330 lóerős motorja a motorágyra az alábbi terhelőerőket kelti:

- $F_y = 23397 \text{ N}$,
- $F_x = 4483 \text{ N}$,
- $F_z = 7799 \text{ N}$,
- $M_x = 1090 \text{ Nm}$.

Ezen erőhatások egyidőben történő felvételéről és a motor-légcsavar együttes hordozása céljából a 19. ábrán látható motorágy tartószerkezet gondoskodik, ami tervezése és szerkezet analízise virtuális CAD/FEM munkakörnyezetben történt. Az ábrán látható A-1...A-4 bekötési csomópontokon keresztül történik a repülőgép törzs szerkezetébe az ágyazási rendszer bekötése, még a B-1...B-4 felfüggesztési pontokon csatlakozik rezgéscsillapító be-



19. ábra: GenPRO műrepülőgép hegesztett motorágy tartó

téteken keresztül a motorhoz. Az A-1...A-4 és B-1...B-4 csomópontok között különböző falvastagságú nagy szilárdságú speciális ötvözetű acél csövek futnak. A szükséges falvastagságok megválasztása szintén virtuális munkakörnyezetben, speciális FEM alkalmazások felhasználásával, hosszas iterációs folyamatok során történt. Fejlett FEM rendszerekben a hegesztés hatására bekövetkező, a varrat és környezetében létrejövő, eltérő szövetszerkezeti struktúrák is figyelembe vehetők keménységi mérőszámok és azokhoz rendelt szilárdsági mechanikai értékek alapján, az egyes területek más-más anyagjellemzőkkel definiálhatók, kvázi a hőhatásövezet modellezhető.

A 20. ábrán látható Genevation Aircraft Kft által gyártott, a GenPRO mellett álló, GenGYRO girokopter motorágy szerkezete jóval kisebb terhelőerőknek kell ellenálljon, mint amit az imént bemutatásra került GenPRO műrepülőgépnél láttunk.



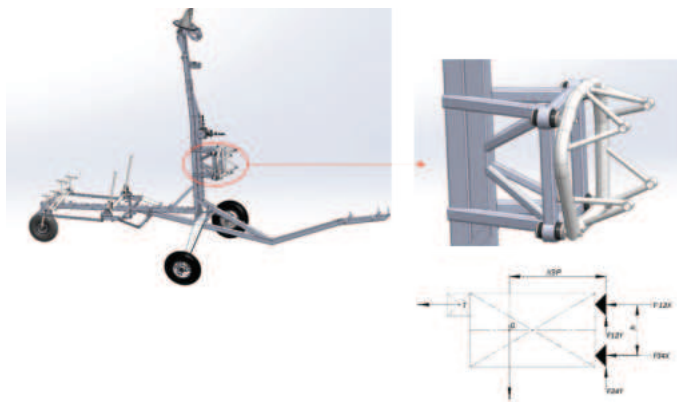
20. ábra: GenPRO műrepülőgép és GenGYRO girokopter

A girokopter teljes teherviselő keresztmetszete hegesztett konstrukció, ami zártszelvény rendszerű. A 21. ábrán látható módon kerül hegesztéssel a függőleges árbócra felpozicionálásra a motorágy keretet rögzítő tartó. A statikai erőábra alapján az alábbi egyenletekkel meghatározhatók a motorágy keret rendszert terhelő erők:

$$M_1 = 0 = G \cdot X_{SP} - F_{34x} \cdot h$$

$$\Sigma F_x = -T + F_{12x} + F_{34x} = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 = -G + F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + F_{4y}$$



21. ábra: GenGYRO girokopter motoragy kialakítása

Az egyenletrendszer megoldását követően az 1. táblázatban feltüntetésre került eredményekhez jutunk, amik láthatók, nagyságrendekkel kisebbek, mint a GenPRO műrepülőgép esetén.

	Törő terhelés	Üzemi terhelés	
$F_{34x} =$	4003	2669	N
$F_{1y} =$	1024	683	N
$F_{2y} =$	1024	683	N
$F_{3y} =$	1024	683	N
$F_{4y} =$	1024	683	N
$F_{12x} =$	-170	-114	N

1. táblázat: GenGYRO girokopter motoragy keret terhelő erő komponensek

A hegesztéstechnológia megtervezése során a szerkezeti kapcsolatokat minden esetben a törő terhelésre kell számolni, ami 1,5-szeres biztonságot tartalmaz, és e tekintetben a szakítószilárdság a megfelelési kritérium szélsőértéke. A konstrukció vizsgálata ez esetben is virtuális FEM környezetben történt, ami során a hegesztési varratokban közvetlenül fellépő feszültség értékek eredményeihez is hozzájutunk. A vizsgálatok folyamata és

annak grafikus eredményei a 22. ábrán kerültek feltüntetésre. A terhelési vizsgálatot kombinált állapotra végezzük el, ami azt jelenti, hogy a motoragyat egyidőben minden külső terhelés egyszerre éri.

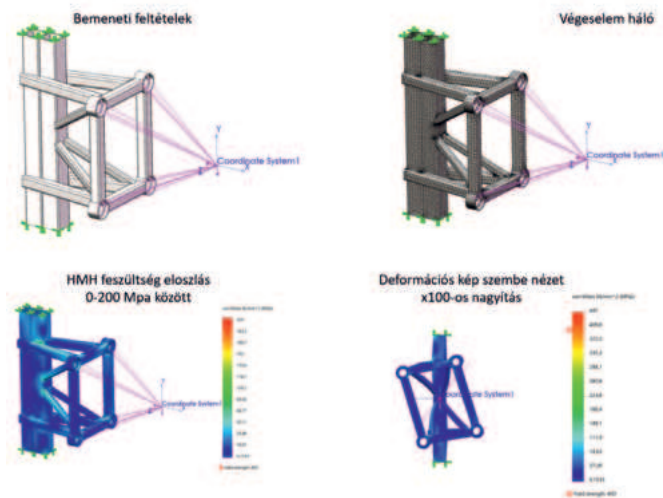
3.2. Motoragy szerkezetek gyártása, esettanulmányok

A megtervezésre került motoragy szakszerű, precíz legyártása további magasfokú technológiai és hegesztőmérnöki előkészítést követel meg a konstruktortól. A motoragyak geometriai kialakítását és ezzel a gyártásukat is bonyolultabbá teszi az, hogy a legtöbb esetben azok legalább egy, de néhány esetben két irányú elhúzatással készülnek. Az elhúztatás azt jelenti, hogy a repülőgép hossz- és keresztengelyével bizonyos fokú szöget zár be a motoragy, ezt leginkább nagyobb motor teljesítményű és nagyobb átmérőjű légszavarnál alkalmazzák. Az ágy-szerkezetek gyártási reprodukálhatóságának az alapja, a megfelelő minőségű, professzionális hegesztőszablonok elkészítése, amikkel vetemedés mentes és a tervezési kritériumoknak megfelelő geometria gyártására válik lehetőség. A 23. ábrán látható 15CdV6 és 16MnCr5 alapanyag összetételű motoragy gyártásának a lépései az alábbiak:

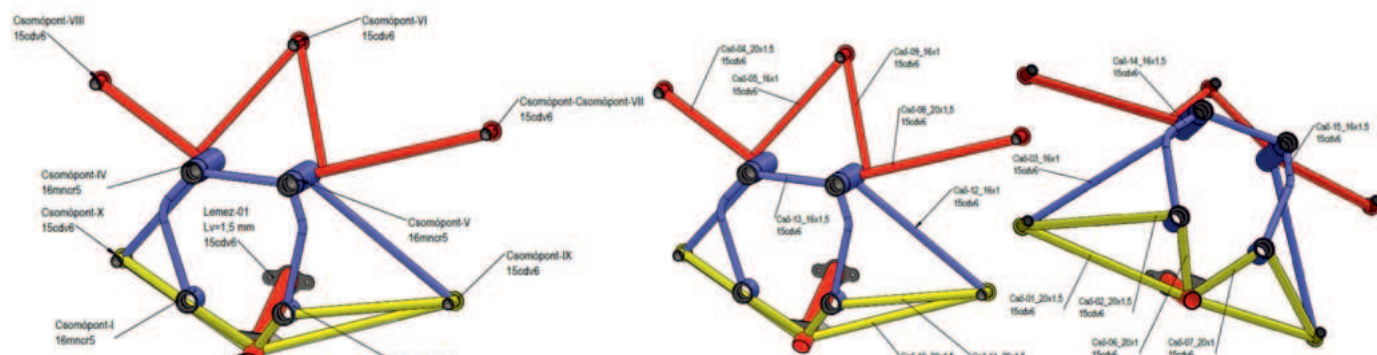
- csomópontok forgácsolása CNC esztergálással,
- csövek áthatás csiszolása – alakra munkálás, él előkészítések, tisztítások,
- lemez kivágások és él előkészítések,
- menetes földelő, egyenpotenciált biztosító csavarok méretre vágása, előkészítése,
- előmunkált csomópontok sablonba helyezése és azok rögzítése,
- előkészített csövek és lemezek csomópontok közötti elhelyezése,
- motoragy hegesztés szabályozott WPS (és WPQR) folyamatok alapján,
- minősítő anyagvizsgálat, szerkezet tanúsítás,
- festés, felület kezelés.

Egy konkrét típusú motoragy gyárthatóságának legfontosabb kritériuma, hogy annak hegesztéstechnológiai folyamatát meg kell tervezni, ami az abban található varratalakokra és alapanyagokra vonatkozó érvényes WPQR birtokában kezdhető el. Az előtervezés során P-WPS-ek készülnek és kerülnek alkalmazásra, majd azt követően prototípus minta darabok gyártását kell elvégezni, amiket a vonatkozó légügyi előírásokat figyelembe véve kompetens hatóság előtt kell tanúsítani, hogy minden vonatkozó pontnak megfelel. Ezt követően kezdődhet a termékek sorozatgyártása, amit innentől kezdve már jóváhagyásra került WPS szabályoz és a hegesztést az alapján kell végrehajtani.

A hegesztéstechnológiai előtervezés legfontosabb kritériumai, ami meghatározzák a konstrukció megfelelőségét:



22. ábra: GenGYRO girokopter motoragy szerkezet analízis



23. ábra: Ultrakönnyű motoros repülőgép motorágy szerkezet

	C %	Mn %	Si %	S %	P %	Cr %	Mo %	V %	Cu %	Ni %
15CdV6	0,17	1,00	0,15	0,004	0,006	1,44	0,96	0,25	0,11	0,1

2. táblázat: 15CdV6 anyag vegyi összetétele

	C %	Mn %	Si %	S %	P %	Cr %
16MnCr5	0,17	1,20	0,03	0,003	0,025	0,90

3. táblázat: 16MnCr5 anyag vegyi összetétele

- pontos, a tervezési adatokkal ekvivalens szerkezet előállítása,
- deformáció és vetemés mentes konstrukció biztosítása,
- hidegrepedés mentes munkarend megtervezése.

A hegesztéstechnológia előtervezésének alapja a 2. és 3. táblázatokban feltüntetésre került alapanyag vegyi összetétel ismerete.

A vegyi összetételek ismeretében meghatározhatók a karbon egyenértékek, az alábbiak szerint, ami 15CdV6 anyag esetén:

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} = 0,45$$

A 16MnCr5 anyag esetén a következőt kapjuk:

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} = 0,34$$

A karbon egyenértékek és a vegyi összetétel alapján látható, hogy az acél ötvözetek jól hegeszthetők, hiszen kis karbontartalmúak.

Az előmelegítési hőmérsékletek és a szakaszenergiák meghatározása a csomópontokra a következő összefüggésekkel történnek, az eredmények a 4. táblázatban kerültek feltüntetésre.

Alapanyag összetétel hatása:

$$T_{pCET} = 750 \cdot CET - 150 [^{\circ}C]$$

Geometria hatása – egyenértékű vastagság:

$$T_{pd} = 160 \cdot \tanh(d/35) - 110 [^{\circ}C]$$

Diffúzióképes hidrogén tartalom hatása:

• Hegesztési eljárás:

$$TIG / 141-es HD = 3 \text{ ml}/100g - \text{egység}$$

$$T_{pHD} = 62 \cdot HD_{0,35} - 100 [^{\circ}C]$$

Hőbevitel hatása:

$$TpQ = (53 \cdot CET) \cdot Q - (53 \cdot CET) + 32$$

Jelölések a 4-es táblázatban és a hozzájuk tartozó mértekegységek:

- T – hőmérséklet [$^{\circ}C$] (T_{pCET} , T_{pd} , T_{pHD} , T_{pQ}),
- U – ívfeszültség [V],
- I – hegesztőáram erőssége [A],
- η – hatásfok,
- v – hegesztési sebesség [mm/min],
- CET – karbon egyenérték,
- Q – hőbevitel hegesztéskor [kJ/mm],
- E – szakasz energia [kJ/mm],
- Tp – előmelegítési hőmérséklet.

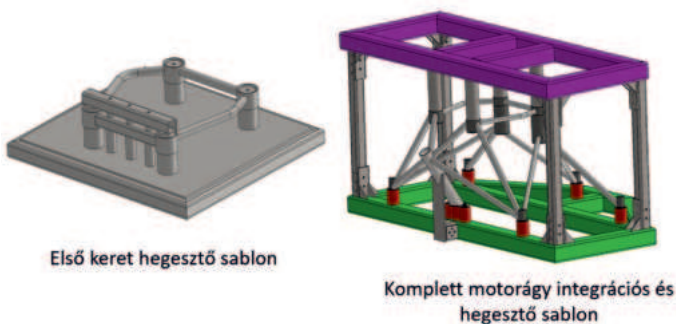
Az I, II, IV, V csomópontok nem igényelnek előmelegítést a többi esetben célszerű $T_p = 100...150^{\circ}C$ előmelegítést alkalmazni. Mivel a hegesztés egy rétegben történik így rétegek közötti előmelegítéssel nem kell számolni. Általánosságban elmondható, hogy $100...150^{\circ}C$ közé előmelegítve az alapanyagot a hegesztést megelőzően a varrat várható keménysége a 4. táblázatban megadott paraméterekkel hegesztve azt 310 – 330 HV körüli ér-

Csomópont	T_{pCET}	T_{pd}	T_{pHD}	T_{pQ}	U	I	v	η	CET 15CdV6	CET 16MnCr5	E	Q	T_p
I	105	-94	-9	35	20	70	50	0,7	n/a	0,34	1,7	1,2	37
II	105	-94	-9	35	20	70	50	0,7	n/a	0,34	1,7	1,2	37
III	188	-96	-9	36	20	70	50	0,7	0,45	n/a	1,7	1,2	118
IV	105	-90	-9	35	20	70	50	0,7	n/a	0,34	1,7	1,2	42
V	105	-90	-9	34	20	65	50	0,7	n/a	0,34	1,6	1,1	40
VI	188	-92	-9	34	20	65	50	0,7	0,45	n/a	1,6	1,1	121
VII	188	-96	-9	34	20	65	50	0,7	0,45	n/a	1,6	1,1	116
VIII	188	-96	-9	34	20	65	50	0,7	0,45	n/a	1,6	1,1	116
IX	188	-87	-9	34	20	65	50	0,7	0,45	n/a	1,6	1,1	125
X	188	-87	-9	34	20	65	50	0,7	0,45	n/a	1,6	1,1	125

4. táblázat: Motorágy hegesztéstechnológia paraméterek számítása

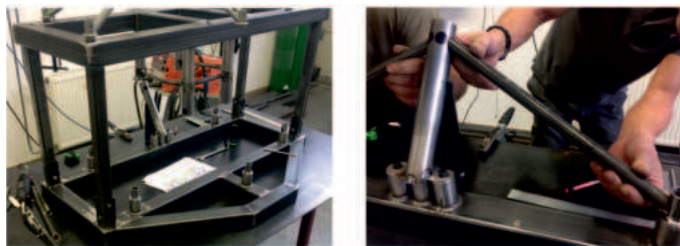
tékű lesz, ami számított adat. Ez a munkarend biztosítja a hidegrepedés mentes hegesztés feltételeit.

A gyártás kivitelezéséhez szükséges hegesztőszablonok tervezése CAD környezetben történik, a 23. ábrán látható motorágy gyártásához két sablon szükséges, az I, II, IV, V csomópontokat összekötő csövek, kvázi az első keret rész egy elősablonban készül, majd ez a részegység kerül integrációra a VI, VII, VIII, IX, X csomópontokkal egy nagyobb méretű sablonban. Az elmondottak a 24. ábrán láthatók.



24. ábra: Ultrakönnyű motoros repülőgép motorágy hegesztőszablonok CAD terve

A következő ábrákon motorágy szerkezetek gyártásának lépései és további hegesztőszablonok, motorágyak fotói láthatók.



25. ábra: Ultrakönnyű motoros repülőgép motorágy gyártás folyamata sablonban



26. ábra: Közepes teljesítmény igényű motoros műrepülőgéphez alkalmas motorágy



27. ábra: Különböző elkészült hegesztett motorágy szerkezetek a Genevation Aircraft Kft. által elkészítve, Jakabszálláson

Felhasznált források

- [15] A szerző által szerkesztve a képek forrásai:
 15.1: <https://skyteamaviation.com/aircraft-engines/>
 15.2: <https://www.geaviation.com/propulsion>
 15.3: <https://skyteamaviation.com/aircraft-engines/>
 15.4: <https://www.magnix.aero/img/engine.png>
- [16] A szerző által szerkesztve a képek forrásai:
 16.1: <https://engre.co/blogs/articles/aspects-of-the-light-aircraft-engine-mounts-strength-analysis/>
 16.2: <http://home.hiwaay.net/~sbuc/journal/finish27.jpg>
 16.3: <https://aeroenginesafety.tugraz.at/lib/exe/fetch.php?w=604&h=814&tok=025ec5&media=10:requirements-for-engine-mounts.svg>
- [17] A szerző által szerkesztve a kép forrása: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQePZpHMLkJOmE7uwjWejO00ENhX22CjWm8MQ&usqp=CAU>
- [18] A szerző által szerkesztett ábra saját CAD modell alapján
- [19] A szerző által szerkesztett ábra saját fénykép és CAD modell alapján
- [20] A szerző által szerkesztett saját fénykép
- [21] A szerző által szerkesztett ábra saját CAD modell alapján
- [22] A szerző által szerkesztett ábra saját CAD/FEM modellek alapján
- [23] A szerző által szerkesztett ábra saját CAD modell alapján
- [24] A szerző által szerkesztett ábra saját CAD modell alapján
- [25] A szerző által szerkesztett saját fénykép
- [26] A szerző által szerkesztett saját fénykép
- [27] A szerző által szerkesztett saját fénykép

A cikksorozat záró része a 3. számunkban lesz olvasható.



150 éves a TÜV Rheinland

A TÜV Rheinland 2022-ben ünnepli fennállásának 150. évfordulóját.

Mindig teljesítettük küldetésünket – nagyobb biztonságot és minőséget, az ember, a technológia és a környezet közötti kölcsönhatásban.

Ezt vállaljuk a jövőben is – ígérjük!

TÜV Rheinland InterCert Kft.
Ipari szolgáltatások üzletág
H-1143 Budapest, Gizella út 51–57.
Telefonszám +36 1 461 1244
i01@hu.tuv.com
www.tuv.com/hungary/hu/

www.tuv.com

 **TÜVRheinland®**
Precisely Right.



MŰANYAGHEGESZTŐK FELKÉSZÍTÉSE ÉS MINŐSÍTŐ VIZSGÁJA

Mit foglal magába a programunk?

Alapképzés: Segítünk elindulni a **műanyag lemez-** és/vagy **csőhegesztői** tevékenységben. Támogatjuk az alkalmazott alapanyagok, eszközök és hegesztő berendezések megismerésében és üzembiztos alkalmazásában. Ezt a képzést az Ön igényeihez igazítjuk.

Minősítővizsga: Amennyiben van már műanyaghegesztési gyakorlata, felkészítjük, hogy sikeres **minősítővizsgát** tehessen **műanyag lemez-** és/vagy **csőhegesztőként** a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyag-vizsgálati Egyesülés (MHTÉ) eljárásrendje szerint.

Milyen szakterületen alkalmazható a megszerzett szaktudás?

- Csőhálózat építés: (ipari és közmű)
- Tartály- és medencegyártás
- Járművek és berendezések műanyagalkatrész javítása
- Légtechnikai rendszerek
- Szigetelések és depónia

Milyen hegesztési eljárásokról lehet szó?

PE, PP, PVC és PVDF anyagú lemezek és csövek hegesztései

Lemezhegesztés: forrógáz (pálcás), extrúziós, hevítőelemes (tompá)

Csőhegesztés: hevítőelemes tokos, hevítőelemes nyereg, fűtőszálas tokos, fűtőszálas nyereg, hevítőelemes (tompá)

Hol lesz a képzés?

Budaörsön a Gyár u. 2. ipartelepen belül, cégünk székhelyén.

10 főtől kihelyezett képzések megszervezésében is szívesen vagyunk partnerek.

Mi a következő lépés?

Látogassa meg honlapunkat: www.umundum.hu,
és lépjen kapcsolatba **Pető László** képzésszervezőnkkel:
kepzes@umundum.hu; +36 30 641 6826



A hegesztési tevékenység szabályozása a gáziparban

Gázipari Műszaki Szakbizottság elnök

I. Bevezetés

Magyarország földgázellátása több mint 85%-ban az Oroszországgal megkötött szerződés teljesítésétől függ. A gázellátás folyamatosságának biztosítása a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) által kiadott működési engedéllyel rendelkező gázipari engedélyesek (földgázszállító 1 db, földgáz-tárolói 2 db, földgázelosztó 11 db) joga és kötelessége.

A földgáz vezetéken érkezik (1. táblázat), és az együttműködő földgázrendszeren (a rendszer-összekötési pontokkal határolt, összekapcsolt szállítóvezeték, a szállítóvezetékhez kapcsolódó elosztóvezeték, a földgáz-tároló, valamint a részleges szigetüzem) keresztül jut el a felhasználókhoz.

A fenti vezetékek az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. törvény (Étv.) szerint, mint „nyomvonal jellegű építmény” (2. § 6.) a sajátos építményfajta (2. § 18.) körébe tartozik. A fenti vezetékek a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény (Bt.) hatálya alá tartozóan sajátos építménynek minősülnek, és az azokra vonatkozó létesítési előírásokat a Bt. 31. § rendelkezéseit kell alkalmazni.

A gázellátás hatósági felügyelete - így a műszaki biztonsággal kapcsolatos szabályozás is - két részre tagolt.

1. Az együttműködő földgázrendszer

- tervezése, építése, üzembe helyezése, üzemeltetése - ennek során ellenőrzése, karbantartása, üzemzavar elhárítása, javítása, valamint felhagyása és elbontása -, és ezek engedélyes általi felügyelete (együtt: gázüzemi tevékenység) a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény (Bt.) hatálya alatt szabályozott tevékenységek hatósági felügyeletét,
- valamint a Bt. felhatalmazása alapján kiadott jogszabályok hatálya alá tartozó szervezetek, személyek ezen jogszabályok szerinti tevékenységének felügyeletét a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (2021. évi XXXII. törvény) alá tartozó Országos Bányakapitányság területi Bányafelügyeleti Osztályai látják el.
- A Bt. 24. § (3) bekezdése a fenti tevékenységek vonatkozásában az alábbiak szerint rendelkezik: „A szénhidrogén szállítóvezeték, a földgázelosztó és -célvezeték, valamint -tároló létesítmény, egyéb gáz- és gáztermékvezeték tervezésére, létesítésére, felújítására, üzemeltetésére és elbontására az engedélyesnek és az egyéb gáz- és

gáztermékvezeték üzemeltetőjének műszaki-biztonsági irányítási rendszert (továbbiakban: MBIR) kell kidolgozni, amelyet a bányafelügyelet hagy jóvá és felügyel.”

- Az egyes felhasználók (korábban fogyasztók) gázellátása az elosztó- vagy célvezetékhez kapcsolódóan, nem a köz- és külterületen elhelyezett csatlakozóvezetéken, telephelyi vezetéken és felhasználói berendezésen (része a fogyasztói vezetékek) át biztosított 3 506 000 felhasználási helyen. Az egyes felhasználási helyek (az az ingatlan, ahol a csatlakozóvezeték, telephelyi vezetékek és a felhasználói berendezés, a gázmérőhely van) gázellátása éghető gázok csatlakozóvezetékeinek, telephelyi vezetékeinek és felhasználói berendezéseinek
- műszaki biztonsági felügyelete a Budapest Főváros Kormányhivatalának egyes ipari és kereskedelmi ügyekben eljáró hatóságként történő kijelöléséről, valamint a területi mérésügyi és műszaki biztonsági hatóságokról szóló 365/2016. (XI. 29.) Korm. rendeletben,
- a létesítmények műszaki biztonsági követelményrendszere a földgázellátásról szóló 2008. évi XL. törvény (GET) felhatalmazása alapján kiadott jogszabályokban szabályozott.

Fentiekből következik, hogy a gáziparban a hegesztési tevékenység és annak hatósági felügyelete két hatósághoz tartozik, az építéssel, javítással és elbontással kapcsolatos szabályozások is jól elkülöníthetők.

1.	Szállítóvezeték hossza [km]	Elosztóvezeték hossza [km]		Felhasználók száma (x 1000 [db])	
2.		acél	polietilén (PE)	lakossági fogyasztó	egyéb felhasználó
3.	5 874	6 336 (74,4%)	78 472 (26%)	3.287	219
4.	(acél – 100%)	84.808 (100%)		3 506	
	A szállítóvezetékéről a földgáz 400 db átadóállomáson át kerül az elosztóvezetékbe.				

1. táblázat

II. Jogszabályok rendelkezései

1. A célvezetékek, az elosztóvezetékek, a szállítóvezetékek és az egyéb gázok vezetékeinek hegesztésére vonatkozó jogszabályi követelmények azok egybevetésével

A GET-ben meghatározott célvezetékek és elosztóvezetékek

(a továbbiakban együtt: gázelosztó vezeték) hegesztéssel kapcsolatos biztonsági követelményeit a Gázelosztó Vezetékek Biztonsági Szabályzatáról szóló 18/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet 1. melléklete VI. FEJEZET A KIVITELEZÉS BIZTONSÁGI KÖVETELMÉNYEI 1. Hegesztés

fejezete tartalmazza. Nagynyomású gázelosztó vezetékekre – és értelemszerűen a szállítóvezetékekre és egyéb gázok vezetékeire a 26/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet 1. melléklet III. FEJEZET ÉPÍTÉS rendelkezéseit kell alkalmazni. (1. melléklet)

	A	B
1.	18/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet 1. melléklete VI. FEJEZET (Kivonat) A KIVITELEZÉS BIZTONSÁGI KÖVETELMÉNYEI 1. Hegesztés	26/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet III. FEJEZET (Kivonat) ÉPÍTÉS 6. Hegesztési előírások
2.	1.1. Általános követelmények	6.1. Általános követelmények
3.	1.1.1. A földgázelosztó az MBIR-ben határozza meg a hegesztési eljárást, az eljáráshoz tartozó személyi és tárgyi követelményeket.	6.1.1. Szállítóvezeték hegesztését és a hegesztési varratok javítását csak a hegesztett szerkezetek gyártására való alkalmasságot igazoló megfelelőségi tanúsítvánnyal rendelkező szervezet* végezheti. *[A 3/1998. (I. 12.) IKIM rendeletet 2018. IX. 16. napjával hatályon kívül helyezte az ömlesztőhegesztés végzésének feltételeiről szóló 8/2018. (VIII. 17.) ITM rendelet 14. §.] 6.1.2. A szállítóvezeték hegesztésére eljárási (technológiai) utasítást kell kidolgozni. Az ebben szereplő hegesztési utasítások (WPS = welding procedure specification) megfelelőségét a vonatkozó előírások szerint, az erre jogosult szervezetnek tanúsítania kell (WPAR = welding procedure approval record).
4.	Ad A:3-B:3 Megjegyzés: A 8/2018. (VIII. 17.) ITM rendelet (továbbiakban: Rendelet) hatálya a hegesztett szerkezet gyártásánál, helyszíni szerelésénél, átalakításánál vagy javításánál ömlesztőhegesztést végző gazdálkodó szervezetekre terjed ki [1. § (1)]. A Rendelet nem tekinti hegesztett szerkezetnek az együttműködő földgázrendszer acél és műanyag vezetékeit [2. § b)] annak ellenére, hogy ezen acél és PE anyagú vezetékek építése (helyszíni szerelése, átalakítása vagy javítása) ömlesztőhegesztéssel [2. § c) és d)] történik, továbbá nem nevesíti az 1. § (2) alatt.	
5.	1.1.2. A hegesztési rendszer ellenőrzésével és felügyeletével hegesztési felelőst, a hegesztési tevékenység helyszíni irányításával a hegesztést végző vállalkozásnak hegesztésirányítót kell írásban megbízni.	6.1.3. A hegesztési tevékenység irányítására és ellenőrzésére az üzemeltetőnek hegesztési felügyeletet kell létrehozni és működtetni. A hegesztési felügyelet jogkörét, feladatkörét a műszaki-biztonsági irányítási rendszerben kell szabályozni.
6.	1.1.3. Gázelosztó vezetéken hegesztést csak az adott tevékenység végzésére érvényes tanúsítvánnyal rendelkező hegesztő végezhet.	6.1.4. Szállítóvezetéken hegesztést csak minősített és érvényes minősítő bizonyítvánnyal rendelkező hegesztő végezhet.
7.	1.1.5. A földgázelosztó működési területén alkalmazott saját munkavállaló hegesztőinek tanúsítását maga is elvégezheti az MBIR-e alapján, a nem földgázelosztói tevékenységet végző gazdálkodó szervezet (kiszervezett tevékenységet végző - GET 124. §) a hegesztési tevékenységet tanúsító szervezet által tanúsított, szakképzett acél- vagy műanyaghegesztővel végeztetheti el.	6.1.1. Szállítóvezeték hegesztését és a hegesztési varratok javítását csak a hegesztett szerkezetek gyártására való alkalmasságot igazoló megfelelőségi tanúsítvánnyal rendelkező szervezet* végezheti. *Hegesztést nem szervezet, személy végez! Lásd még: A:4-B:4 és A:7 alatt.
8.	1.1.8. Hegesztési varrat javítása az MBIR hegesztésre vonatkozó fejezetei alapján végezhető.	6.2.8. Javítás csak érvényes hegesztési technológia birtokában végezhető. Ha az eredeti hegesztési technológia alkalmazása nem lehetséges, akkor új javítási hegesztési technológiát kell kidolgozni. A hegesztett kötés technológia vizsgálatát ez alapján is el kell végezni.
9.	1.1.9. A hegesztési varratokat a varrattól számított 100 mm-es sávon belül úgy kell maradandóan megjelölni és dokumentálni, hogy a varrat és az azt készítő hegesztő személye egyértelműen azonosítható legyen.	
10.	1.2. Acélcsövek és szerelvények hegesztése	
11.	1.2.1. A hegesztési varratok vizsgálatát és minősítését, a földgázelosztó MBIR-e alapján kell elvégezni. A vizsgálat kiterjed: a) a hegesztéstechnológiai előírások betartásának ellenőrzésére, b) minden varrat szemrevételezéses ellenőrzésére, c) a varratok 1.2.2–1.2.5. alpontok szerinti roncsolásmentes vizsgálatára és d) a DN ≤ 50 névleges méretű vezeték szilárdsági nyomáspróbával nem ellenőrizhető varrataira, felületi repedésvizsgálatára.	

KUTATÁS-FEJLESZTÉS

12.	1.2.2. Tompahegesztéssel készült varratokon DN 50-nél nagyobb névleges méret esetén radiográfiai vizsgálatot kell végezni: a) az MBIR-ben és a tervdokumentációban előírt varratokon, b) minden munkaárokban készített hegesztési varraton, c) a szilárdsági nyomáspróbával nem ellenőrzött hegesztési varratokon, d) a javított varratokon, e) közvetlen a szerelvények előtti és utáni egy-egy varraton, f) a műtárgy-keresztvezetések legalább a műtárgy-keresztvezetéssel érintett szakaszon lévő és annak végeitől számított egy-egy varraton, g) a közműálagútba kerülő varraton, h) a védőcsőbe kerülő varraton, i) a fokozott igénybevételnek kitett hegesztési varraton és j) a bányafelügyelet vagy a földgázelosztó által kijelölt varraton.	6.2.3. A szállítóvezeték hegesztési varratainak 100%-át roncsolásmentes vizsgálattal ellenőrizni kell a következő esetekben: a) ha a szállított közeg gáznemű, b) ha a szállított közeg veszélyessége ezt indokolja, c) a műtárgykeresztvezetések és belterületi szakaszokon, a kiviteli tervekben előírt helyeken, de legalább a műtárgykeresztvezetéssel érintett szakaszon és annak végeitől számított 30-30 méterig, d) a szállítóvezeték munkaárokban készített hegesztési varratait, e) a javított hegesztési varratokat, f) a szállítóvezeték földfelszín felett üzemelő szakaszainak hegesztési varratait, g) a szilárdsági nyomáspróbával nem ellenőrzött hegesztési varratokat, valamint h) az állomások területén lévő hegesztési varratokat.
13.	1.2.3. Az 1.2.2. pontban felsoroltakon túl a tompahegesztéssel készült varratok radiográfiai vizsgálatát hegesztőnként a hegesztési varratok legalább 10%-án kell elvégezni, de legalább 1 varratot ellenőrizni kell. A vizsgálandó varratokat a földgázelosztó jelöli ki.	6.2.4. A szállítóvezeték előzőekben fel nem sorolt varratainak legalább 15%-át, roncsolásmentes varratvizsgálattal ellenőrizni kell a következő figyelembevételével: a) minden elkészített 100 darab varratból az építető műszaki ellenőrének szűrőpróba-szerű kijelölése alapján 15 darabot roncsolásmentesen vizsgálni kell, b) a vizsgált 15 darab varratból legfeljebb 1 lehet hibás, javítható minősítésű, c) ha az a) alpontban kijelölt és megvizsgált varratokból 2 darab hibás, akkor a soron következő 200 darab varratból 30 darabot kell megvizsgálni és ezekből csak 2 darab lehet hibás, d) ha a b) alpontban vizsgált 15 darab varratból 3 darab, vagy ennél több varrat hibás, vagy 1 darab kivágandó minősítésű, akkor a varratok 100%-át roncsolásmentes vizsgálatnak kell alávetni egészen addig, amíg a hibás varratok száma 100 darabra vonatkoztatva nem csökken 6% alá, e) ha a c) alpont előírásai szerint 300 darab varrat 45 darab megvizsgált varratából 4 darabnál több hibás, javítható minősítésű varrat található, akkor értelemszerűen a d) alpont előírásai szerint kell eljárni.
14.	1.2.4. Ha a varrat ellenőrzésekor a hegesztő varratainak 10%-a hibásnak bizonyult, a hegesztő által készített varratok 25%-át meg kell vizsgálni. Ha ekkor további varrat minősül hibásnak, a hegesztő által készített valamennyi varratot vizsgálni kell, és a hegesztőt a gázelosztó vezeték hegesztési munkáiról le kell váltani.	6.2.5. Az előírt minőséget nem kielégítő hegesztési varratokat ki kell javítani, vagy újra kell készíteni. 6.2.6. Hibás varratszakaszt legfeljebb két esetben szabad javítani. Ha az ismételt javítás után a minőség nem megfelelő, úgy az egész varratot ki kell vágni és egy új csődarab behegesztésével kell pótolni. A kijavított hegesztési varratot szemrevételezéssel és roncsolásmentes vizsgálatokkal ismételtelen vizsgálni szükséges. 6.2.7. A javítási előírásoknak biztosítaniuk kell azokat a minimális mechanikai tulajdonságokat, amelyeket az eredeti hegesztésre használt hegesztési előírásokra vonatkozóan határoztak meg. 6.2.8. Javítás csak érvényes hegesztési technológia birtokában végezhető. Ha az eredeti hegesztési technológia alkalmazása nem lehetséges, akkor új javítási hegesztési technológiát kell kidolgozni. A hegesztett kötés technológia vizsgálatát ez alapján is el kell végezni. 6.2.9. Az előírt vizsgálatok megtörténtét és a vizsgálatok eredményeit jegyzőkönyvben kell rögzíteni.
15.	1.2.5. A sarokvarratok ellenőrzése folyadékpenetrációs vizsgálattal történik: a) az MBIR-ben és a tervdokumentációban előírt varratokon, b) minden munkaárokban készített hegesztési varraton, c) a szilárdsági nyomáspróbával nem ellenőrzött hegesztési varratokon, d) a javított varratokon, e) a fokozott igénybevételnek kitett hegesztési varraton és f) a hegesztési felelős által kijelölt varraton.	
16.	1.2.6. Az előírt vizsgálatok megtörténtét és a vizsgálatok eredményeit jegyzőkönyvben kell rögzíteni.	
17.	1.2.7. A hegesztési varratok vizsgálatát csak erre jogosult, tanúsítással rendelkező személy vagy szervezet végezheti.	

2. A földgáz, a földgáz minőségű biogáz és biomasszából származó gázok, valamint egyéb gázfajták, PB-gáz (a továbbiakban együtt: éghető gázok) tartályban történő forgalmazásában és vezetéken történő értékesítésére alkalmazott csatlakozóvezetékek, telephelyi vezetékek és felhasználói berendezések hegesztésére vonatkozó szabályi követelmények

A fenti létesítmények vezetékeinek hegesztésével kapcsolatos követelményeket

- a) a csatlakozóvezetésekre, a felhasználói berendezésekre, a telephelyi vezetékekre, az olajfogyasztó technológiai rendszerekre és a gáztárolókra vonatkozó műszaki biztonsági előírásokról és a műszaki-biztonsági szempontból jelentős munkakörök betöltéséhez szükséges szakmai képzésről és gyakorlatról, valamint az ilyen munkakörben foglalkoztatottak időszakos továbbképzésével kapcsolatos szabályokról szóló 16/2018. (IX. 11.) ITM rendelet módosításáról szóló 3/2020. (I. 13.) ITM rendelet (továbbiakban: ITM rendelet) 1. melléklete A csatlakozóvezetékek, a felhasználói berendezések és a telephelyi vezetékek műszaki biztonsági szabályzata (Továbbiakban: GMBSZ)
- „2. A gáz csatlakozóvezetékek, felhasználói berendezések és telephelyi vezetékek általános tervezési követelményei” és
- „6. A hegesztésre vonatkozó sajátos követelmények” pontjai tartalmazzák.
- b) További előírásokat az a) pontban foglalt előírásokhoz kapcsolódóan az ITM rendelettel létrehozott Gázipari Műszaki Szakbizottság által elfogadott, és a kormányzati honlapon, valamint a termékinformációs pont honlapján közzétett Szakági műszaki előírások (SZME-G) tartalmazzák.

2.1. A GMBSZ előírásai

6. A hegesztésre vonatkozó sajátos követelmények

(Egybeszerkesztve az SZME-G 2020. 08. 10. előírásaival - dőlt betűs szöveg SZME-G meghivatkozással.)

6.1. Az acél anyagú csatlakozóvezetékek, fogyasztói vezetékek és telephelyi vezetékek hegesztésének sajátos követelményei

6.1.1. Mindazon acél vezetékek-nél, ahol harmadik fél által vizsgáztatott és tanúsított hegesztő végezhet hegesztési munkát, a hegesztést a hegesztéstechnológia vizsgálatával igazolt gyártói hegesztési utasításnak megfelelően kell végezni.

6.1.2. A DN 25-nél nagyobb méretű nagy-középnymású, a DN 50-nél nagyobb méretű középnymású és a DN 100-nál nagyobb méretű kisnyomású csatlakozóvezetékek, fogyasztói vezetékek, telephelyi vezetékek hegesztését tanúsított ív- vagy lánghegesztő végezheti. A hegesztés kivitelezőjének rendelkeznie kell hegesztési felelőssel, valamint a hegesztési tevékenység helyszíni irányításával írásban megbízott hegesztésirányítóval.

Ad 6.1.2. SZME-G A tanúsítás az MSZ EN ISO 9606-1 Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés 1. rész: Acélok nemzeti szabvány alapján történik.

6.1.3. A 6.1.2. pontban meghatározottaktól eltérő esetkörökben a gázszerek és gázkészülék-javítók tevékenysége folytatásának részletes feltételeiről, az e tevékenységek bejelentésének és nyilvántartásának rendjéről, valamint az e tevékenységekre vonatkozó kötelezettségek be nem tartásának esetén alkalmazandó jogkövetkezményekről szóló miniszteri rendeletben [42/2017. (XII. 11.) NGM rendelet] nevesített gázszerek is jogosult a csatlakozóvezetékek, a fogyasztói vezetékek, és a telephelyi vezetékek kivitelezésére.

6.1.4. A DN 25-nél nagyobb méretű nagy-középnymású, a DN 50-nél nagyobb méretű középnymású és a DN

100-nál nagyobb méretű kisnyomású csatlakozóvezetékek, fogyasztói vezetékek, telephelyi vezetékek hegesztése esetén hegesztési naplót kell vezetni.

6.1.5. A hegesztési naplónak tartalmaznia kell:

- a) a vezetékek megnevezését, azonosító adatait,
- b) a hegesztőberendezés típusát, azonosító jelét, [munkavédelmi ellenőrzésének érvényességét, műszerek kalibrálásának érvényességét - SZME-G kivonat],
- c) a hegesztés időpontját,
- d) az alapanyag megnevezését (cső vagy idom), anyagminőségét és méretét, [annak teljesítménynyilatkozata alapján - SZME-G kivonat],
- e) a hozaganyag megnevezését, az alkalmazott hegesztési eljárást, [MSZ EN ISO 9606-1 Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés 1. rész: Acélok nemzeti szabvány alapján - SZME-G kivonat],
- f) a környezeti jellemzőket,
- g) a hegesztő nevét, azonosító jelét,
- h) a gázszerek igazolványának számát, tanúsított hegesztők esetében a hegesztő tanúsítványának számát, keltét és érvényességét, [és annak igazolását, hogy a hegesztő tanúsítványának érvényesítése a hegesztési felelős által fél évenként az adott hegesztési eljárással végzett munkája alapján megtörtént - SZME-G kivonat],
- i) a varrat azonosító sorszámát, nemét,
- j) a varratok szemrevételezéses ellenőrzésének eredményét és
- k) a varrat minősítését,
- l) a varraton végzett javítások tényét,
- m) a javítások eredményét,
- n) varratértéket,
- o) a hegesztést végzők és a hegesztésirányító [kivételem egyéni vállalkozóként munkát végző gázszerek esetében - SZME-G kivonat], aláírását.

6.1.6. A csatlakozóvezetékek, fogyasztói vezetékek és a telephelyi vezetékek hegesztése alkalomszerű tűz-

veszélyes tevékenységnek minősül, azt az előzetesen írásban, a helyszín adottságainak ismeretében meghatározott feltételek alapján szabad végezni. A feltételek megállapítása a munkavégzésre közvetlenül utasítást adó, a munkát végző személyek tevékenységét közvetlenül irányító személy feladata, ha nincs ilyen személy, a munkát végző kötelezettsége, figyelemmel az Országos Tűzvédelmi Szabályzat vonatkozó előírásaira. [SZME-G kivonat]

6.2. A PE anyagú csatlakozóvezeték, fogyasztói vezeték és telephelyi vezeték hegesztésének sajátos követelményei

6.2.1. A PE anyagú vezetékek hegesztését hegesztéstechnológia vizsgálatával igazolt gyártói hegesztési utasításnak megfelelően kell végezni. Egyéni vállalkozóként munkát végző hegesztő a hegesztést a területileg illetékes földgázelosztó minőségirányítási rendszerében elfogadott WPS alapján is végezheti [SZME-G kivonat].

6.2.2. PE anyagú vezeték hegesztését harmadik fél által tanúsított hegesztő végezheti. A hegesztés kivitelezőjének rendelkeznie kell hegesztési felelőssel, valamint a hegesztési tevékenység helyszíni irányításával írásban megbízott PE hegesztésirányítóval. A tanúsítás történhet:

- MSZ EN 13067:2013 Műanyag-hegesztők. A hegesztők minősítővizsgálja. Hegesztett, hőre lágyuló műanyag szerkezetek. szabvány (A minősítés érvényessége 2+2 év), vagy a
- 15/2012. MHT – MHtE közlemény a műanyaghegesztők minősítési rendszeréről és az elméleti tesztkérdésekről (A minősítés érvényessége 3+3 év) alapján [SZME-G kivonat].

6.2.3. A hegesztés kivitelezőjének rendelkeznie kell hegesztési felelőssel, valamint a hegesztési tevékenység helyszíni irányításával írásban megbízott PE hegesztésirányítóval, kivétel a 6.2.1. esetet. [SZME-G kivonat]

6.3. A PE hegesztési varratok vizsgálatának és dokumentálásának követelményei

6.3.1. A csatlakozóvezeték, fogyasztói vezeték és a telephelyi vezeték hevítő elemes tokos-, vagy hevítő elemes nyeregidom hegesztéssel készült varratait szemrevételezéssel 100%-ban kell ellenőrizni.

6.3.2. A hegesztési varratok roncsolás-mentes vizsgálatát a tervező által előírt esetekben kell elvégezni.

6.3.3. Ha a szemrevételezéssel vizsgált varratok közül valamelyik nem megfelelőnek bizonyult, akkor azt ki kell vágni, és az új hegesztési varratot szemrevételezéssel kell ellenőrizni. [A hiba okát meg kell állapítani és intézkedni kell a hasonló esetek megelőzésére. – SZME-G kivonat]

6.3.4. Ha a roncsolásmentes vizsgálat alapján a varrat nem megfelelő, akkor a nem megfelelő kötést ki kell vágni, és az új hegesztési varrat roncsolásmentes vizsgálatát el kell végezni. [A hiba okát meg kell állapítani és intézkedni kell a hasonló esetek megelőzésére. – SZME-G kivonat]

6.3.5. A fűtőszálas idomokkal végzett hegesztéseket szemrevételezéssel 100%-ban kell ellenőrizni. Ha a szemrevételezéssel vizsgált varratok közül valamelyik nem megfelelő minősítést kapott, a nem megfelelő kötést ki kell vágni, és az új hegesztési varratot szemrevételezéssel kell ellenőrizni. [A hiba okát meg kell állapítani és intézkedni kell a hasonló esetek megelőzésére. – SZME-G kivonat]

6.3.6. A vizsgált varrat vizsgálati számát vagy jelét a varrat mellett maradandóan fel kell tüntetni. A vizsgálati számot és a hegesztő azonosító jelét fel kell tüntetni a varrat vizsgálati jegyzőkönyvében és a roncsolásmentes vizsgálat felvételén is.

6.3.7. A hegesztési naplónak tartalmaznia kell:

- a vezeték megnevezését, azonosító adatait,
- a hegesztőberendezés típusát, azonosító jelét,

- a hegesztés időpontját,
- az alapanyag megnevezését (cső vagy idom), anyagminőségét és méretét,
- a hozaganyag megnevezését,
- az alkalmazott hegesztési eljárást,
- a környezeti jellemzőket,
- a hegesztő nevét, azonosító jelét,
- a tanúsítvány számát, keltét és érvényességét,
- a varrat azonosító sorsszámát, nemét,
- a varratok szemrevételezéses ellenőrzésének eredményét és
- a varrat minősítését,
- a varraton végzett javítások tényét,
- a javítások eredményét,
- varrattérképet,
- a hegesztést végzők és a hegesztésirányító aláírását.

6.4. Hegesztési felelős és a hegesztésirányító PE hegesztés esetén

A hegesztési felügyeletet ellátók rendelkezzenek megfelelő képesítéssel és tapasztalattal, figyelemmel azokra az esetekre, amikor a szabályzatok, szabványok és szerződések külön követelményeket támaszthatnak a hegesztésfelügyeleti személyzettel szemben, figyelemmel az MSZ EN ISO 14731 Hegesztési felügyelet. Feladatok és felelősség nemzeti szabványban foglaltakra. [SZME-G kivonat]

6.4.1. Hegesztési felelős felelőssége

- Felel a technológiai utasítás tartalmának helyességéért, a jogszabály vagy körülmény jelentős változása miatt annak módosításáért,
- a hegesztést irányítók Hegesztési technológiai utasításokkal való ellátásáért (WPQR-en alapuló WPS-ek),
- új vagy egyedi hegesztési eljárásra hegesztési technológia kidolgozásáért;
- a hegesztők minősítéseinek előkészítéséért;
- a minősítések meghosszabbításához a hegesztők munkájának figyelemmel kíséréseért, a szükséges igazolások megszerzéséért és a

hegesztés irányítója által adott dokumentumok alapján az igazolások kiadásáért. [SZME-G kivonat]

6.4.2. Hegesztés irányítója felelős

- az irányítása alá tartozó hegesztők hegesztési munkájának és dokumentációs tevékenységének valódiságáért;
- az azonosító jelek szabályos használatának, továbbá hegesztő berendezések, anyagok, minősítések, bizonylatok ellenőrzéséért;
- a lejárt minősítések érvényesítésének lejáta előtti meghosszabbításáért, újra minősítésének kezdeményezéséért;
- a meghibásodott hegesztő berendezések javításáért, ellenőrzéséért;
- a próbahegesztések, gyakorlóhegesztések kezdeményezéséért;
- varratminősítések elvégzéséért;
- a hegesztési felelős részére történő adatszolgáltatásért. [SZME-G kivonat]

III. Összefoglalás

A gáziparban a hegesztéssel kapcsolatos tevékenységek szabályozása elkülönül

- az egyes gázipari engedélyesekhez rendelt együttműködő földgázrendszer és
- a felhasználók beruházásában megvalósuló csatlakozóvezetékek, telephelyi vezetékek és a felhasználói berendezések létesítéséhez kapcsolódó területeken.

Ad a)

Érintett biztonsági szabályzatok:

- 18/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet a gázelosztó vezetékek biztonsági követelményeiről és a Gázelosztó Vezetékek Biztonsági Szabályzatáról.
- 26/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet a szénhidrogén szállítóvezetékek biztonsági követelményeiről és a Szénhidrogén Szállítóvezetékek Biztonsági Szabályzatáról.

Ad b)

Érintett jogszabályok, szakági műszaki előírások:

- 1/2020. (I. 13.) Korm. rendelet. a gáz csatlakozóvezetékek, a felhasználói berendezések és a telephelyi vezetékek műszaki-biztonsági hatósági felügyeletéről;

- 3/2020. (I. 13.) ITM rendelet a csatlakozóvezetésekre, a felhasználói berendezésekre, a telephelyi vezetékekre, az olajfogyasztó technológiai rendszerekre és a gáztárolókra vonatkozó műszaki biztonsági előírásokról és a műszaki-biztonsági szempontból jelentős munkakörök betöltéséhez szükséges szakmai képesítésről és gyakorlatról, valamint az ilyen munkakörben foglalkoztattak időszakos továbbképzésével kapcsolatos szabályokról szóló 16/2018. (IX. 11.) ITM rendelet módosításáról.
- A Gázipari Műszaki Szakbizottság által közzétett, a csatlakozóvezetékek, felhasználói berendezések és a telephelyi vezetékek tervezésével, létesítésével és üzemeltetésével kapcsolatban szakági műszaki előírások formájában a műszaki biztonsági szabályzatának követelményeit az egészségvédelem magas szintjét kielégítő, valamint a műszaki-tudományos színvonallal és a gazdasági megfontolások alapján megvalósítható gyakorlattal összhangban álló műszaki megoldások.

Hegesztés és rokon szakterületek szakmai programjai 2022. II. félév

Program megnevezése	Dátum	Szervező	Helyszín	Honlap
IIW 2022 International Conference on Welding and Joining	2022. 07. 17-22.	International Institute of Welding	Tokió, Japán	https://www.iiw2022.com/cfp.html
4 th International Conference on Vehicle and Automotive Engineering	2022. 09. 8-9.	Miskolci Egyetem	Miskolci Egyetem, Miskolc	http://vae2022.uni-miskolc.hu/
Hegesztési Felelősök Országos Tanácskozása	2022. 09. 08.	MHtE	Online tanácskozás	www.mhte.hu
Korszerű ívhegesztés mesterkurzus II. rész	2022. 09. 15.	MAHEG	Dunaújvárosi Egyetem	www.maheg.hu
42. Balatoni Ankét	2022. 11. 17–19.	GTE MOL Nyrt. Százhalombattai szervezet, MAHEG	Siófok, Hotel Magistern	www.maheg.hu

Bemutakozik a TÜV Thüringen Hungary Kft.

A TÜV Thüringen Hungary Kft. a TÜV Thüringen e.V. és magyar szakmai befektető frissen alakult közös leányvállalata. Tevékenységével hegesztett szerkezetek gyártóit és üzemeltetőit kívánja segíteni második és harmadik feles vizsgálati, ellenőrzési, megfelelőség értékelési, auditálási szolgáltatásokkal, szakvélemények készítésével. Célja, az egyedi igényekre, szakmailag és a törvényi előírásoknak is maradéktalanul megfelelő, gazdaságos, hatékony megoldások megtalálása, valamint a magyarországi ügyfelek számára közvetlen hozzáférés biztosítása a TÜV Thüringen Csoport vállalatainál rendelkezésre álló know-how-hoz, a vállalatcsoport széleskörű akkreditációihoz, notifikációihoz.

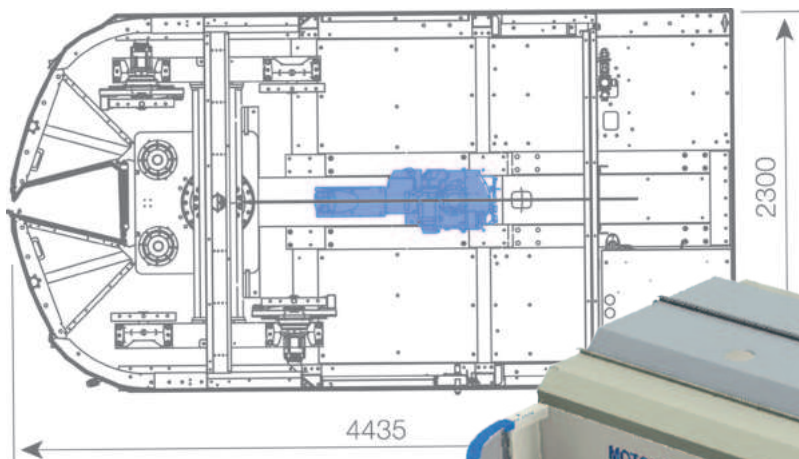
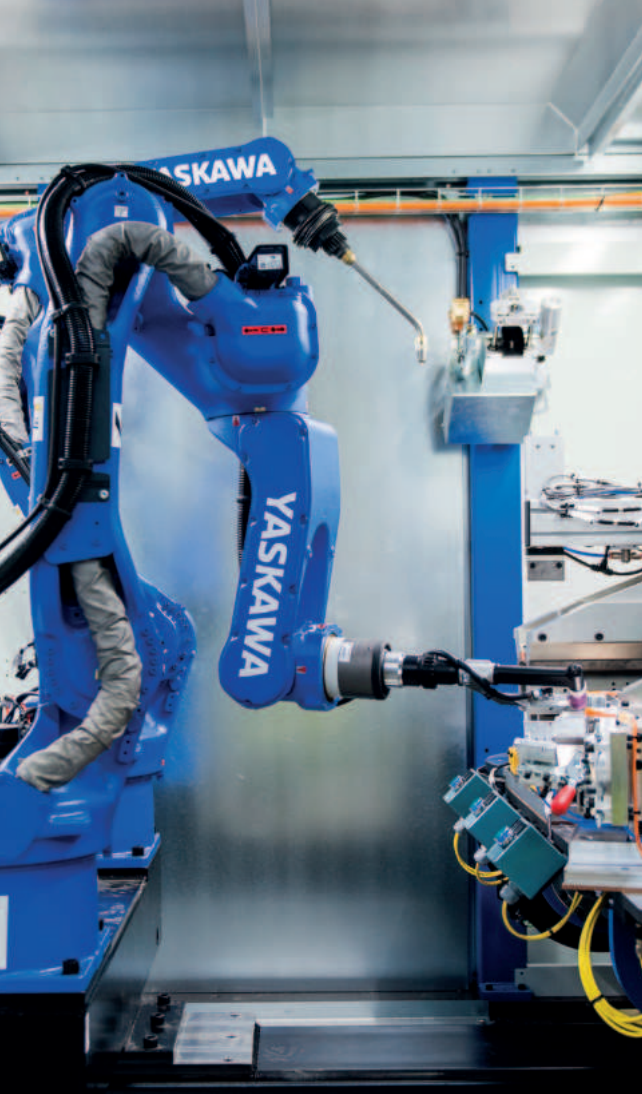
A TÜV Thüringen Csoport egy nemzetközi vizsgáló, ellenőrző, tanúsító szervezet, melynek központja Erfurtban, Németországban található. A TÜV Thüringen e.V. megalakulása 1866-ig nyúlik vissza. Jelenleg több mint 300 tagból, egyesületből álló hálózat, melynek irodái Németországban és a szomszédos országokban is megtalálhatók. A TÜV Thüringen Csoport szakmai tevékenységét pártatlan, semleges, független félként végzi. A vizsgálati, ellenőrzési, tanúsítási tevékenység pártatlanságát, objektivitását, a cégcsoport több mint 150 nemzeti és nemzetközi akkreditációja, kijelölése és notifikációja is szavatolja.



YASKAWA

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

- Kis helyigény
- Gyors és egyszerű telepíthetőség,
és áthelyezhetőség
- Esztétikus kivitel
- Kedvező ár, rövid szállítási határidő



 **Flexman**
ROBOTICS

Flexman Robotics Kft.
+36 1 256 2281 | facebook.com/FlexmanRobotics/

Dr. Balogh András

A varrat hűléssebességéről hegesztőmérnököknek

c. egyetemi tanár,

Miskolci Egyetem, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

Absztrakt: Az ömlesztő hegesztések varratában vagy hőhatásövezetében található pontok hőciklusának legfontosabb jellemzője a hűléssebesség. A hűléssebesség a hegesztendő alapanyag CCT görbéjének (folyamatos hűtésre érvényes átalakulási diagramjának) ismeretében információt nyújt a hegesztési folyamathoz kötődő szövetszerkezeti átalakulásokról, kiválásokról és oldódásokról, közvetlenül vagy közvetve befolyásolja a kötés hidegrepedési hajlamát, keménységét és szívósságát. A hűléssebesség hőmérsékletfüggése miatt a CCT diagramok átlagos orrpon-ti hőmérsékletéhez köthető 500 °C hőmérsékleten érvényes hűléssebességet tekintik a hőciklus legfontosabb jellemzőjének. Mivel a hűléssebességek mérése bonyolult mérés-technikai feladat, nagysága a hegesztési hőfolyamatok számítási modelljeinek segítségével becsülhető. A vége-sele-mes analízishez és szimulációkhoz is alkalmazott, röviden 2D-snek nevezett vékony-lemez modell kezelése számos problémával jár.

Kulcsszavak: 2D modell, varrat hűléssebesség, CCT diagram, számítási korrekció

Abstract: The most important characteristic of the heat cycle of the points located in the heat affected zone of the weld beads of fusion welding processes is the cooling rate. Having the continuous cooling transformation (CCT) diagram of the steel kind to be welded the cooling rate gives information about the microstructure transformations, segregations, solutions, and directly or indirectly affects on the cold cracking susceptibility, hardness and toughness of the welded joint. By reason of the temperature dependency of the cooling rate, the most important characteristic of the heat cycle is the cooling rate belonging to the 500°C regarding the average temperature of the nose point of the CCT diagrams. Since measuring the cooling rate is considered as complicated measuring task, it can be estimated by calculation models of welding heat flow. The application of 2D model of thin plates used to the physical simulation and finite element analysis can cause lot of difficulty.

Key words: 2D model, cooling rate of weld centre line, CCT diagram, calculation correction

1. Bevezetés

A hideghegesztés kivételével valamennyi ömlesztő és sajtoló hegesztési eljárásra jellemző, hogy a kötés létesítéséhez külső hőbevitelre van szükség, amelyet valamely hőforrás szolgáltat.

A hegesztési hőforrások szinte valamennyi ismert energiafajtára (exoterm reakcióhő, villamos ív, plazmaív, ellenálláson fejlődő Joule-hő, mechanikai súrlódáson fejlődő hő, sugárenergiák) kiterjednek, mivel a mai hegesztési gyakorlat egyaránt sikeresen alkalmazza a hagyományos és modern energiafajtaikat. Az energiabevitel hatásfoka nagyon eltérő, a láng esetében 0,4 körüli, a villamos ív esetében 0,5 és 0,95 közötti (az MSZ EN 1011-1:2000 szabvány egyszerűsítő adatai szerint 0,6 és 1,0 közötti). Kissé meglepő, hogy a legkorszerűbbnek számító lézersugár-hegesztéseknél ez az abszorpciós beviteli hatásfok nagyon alacsony és külön intézkedések szükségesek, hogy az abszorpció (acéloknál) a 0,2...0,3 értéket elérje [1].

A munkadarabba bevitt hő az anyag egy részét olvadáspontig, vagy az olvadáspont fölé hevíti, aszerint, hogy szilárd, vagy folyékony fázisú (ömlesztő) hegesztésről

van szó. A hőbevitel helyén alakul ki a legmagasabb hőmérséklet, amely a hőbevitel helyétől mérve folyamatosan csökken. Amennyiben a hőforrás mozog, a hegesztendő darab egy pontjában a hőmérséklet az időben változik, így módon a hegesztés alatt álló darabban egy időben változó térbeli $T(x,y,z,t)$ hőmérsékletmező alakul ki. A gyakori hegesztőmérnököt az egy-két másodperc-re kiterjedő tranziensek (pl. a varratvégek) nem igen érdeklik, számukra az állandósult állapot a fontos.

A hőforrás tartózkodási helyén a hőbevitel olyan intenzív, hogy a hegesztendő anyagok megolvadnak és néhány mm-re, illetve néhány tíz mm-re kiterjedő hegfürdő jön létre. A hegfürdő a hőforrás haladási irányában folyamatosan eltolódik, a haladási iránnyal ellentétes oldalon dendritesen kristályosodik és így egy hosszvarrat alakul ki (kivétel a ponthegesztés, amikor a hőforrás áll és pontvarratot kapunk eredményül).

A hegesztés (abszolút és fajlagos) teljesítményadatai és a hegesztendő tárgy hőfizikai jellemzői együtt determinálják a hegfürdő alakját és méreteit, (vagyis a térfogatát), a hőmérsékletét és áramlási viszonyait. A hegfürdő

l_{hf} hosszának [mm] ismerete azért (is) fontos, mert a v_h hegesztési sebességgel [mm/s] (és egyéb, itt nem részletezendő körülményekkel) együtt a hegfürdő t_l létidejét [s] befolyásolja.

$$t_l = \frac{l_{hf}}{v_h} \quad (1)$$

Ezen adatok ismerete azért fontos a hegesztőmérnöknek, mert felhasználásával a hegfürdőben lejátszódó időigényes fizikai és kémiai folyamatok előrehaladására, kedvező esetben teljes végbemenetelésre lehet következtetni.

A megolvadt és olvadékból dendritesen kristályosodott varrat melletti terület, a hőhatásövezet szélességi mérete és belső arányai szintén a hegesztési hőfolyamatok függvénye. Mivel a hőhatásövezet sávjaiban fontos anyagszerkezeti változások mennek végbe, ennek szerkezete szintén fontos információkkal bír. Közismert, hogy pl. a hidegrepedési hajlamot jelző felkeményedés és a szemcsedurvulás a kötés egészére nézve milyen negatív következményekkel jár.

A hőmérsékletmező ugyancsak befolyásolja a hegesztési deformációkat és ezek gátlásából eredő belső feszültségek kialakulását és jellemző adatait.

2. A hegesztési hőfolyamatokat leíró modellek

A szilárd testekben a hő vezetéssel terjed, de adott esetekben a konvekció és a sugárzás is lényeges lehet. A hőmérsékletmezőre vonatkozó hőtani számításokhoz a hőforrás és a tárgy idealizálására van szükség [2].

A hőforrások idealizált alakjuk és méretük szerint az alábbi osztályokba sorolhatók (N_1):

- pontszerű (0D) hőforrás,
- vonalszerű (1D) hőforrás,
- foltyszerű (felületi vagy 2D) hőforrás,
- térfogati (3D) hőforrás.

A hőforrások sebességét illetően a következő esetek különböztethetők meg (N_2):

- álló hőforrás,
- lassan mozgó hőforrás,
- gyorsan mozgó hőforrás.

A hőforrások mozgási sebessége nem abszolút fogalom, mivel az osztályozás a hő szilárd testben való terjedési sebességétől függően végezhető. Ha a hőforrás gyorsabban halad, mint a haladási irányban megfigyelt hővezetés, akkor gyorsan mozgó hőforrásról beszélünk. Ilyenkor a hőforrás előtt nincs melegeedés, a tárgy hőmérséklete egyenlő a kiindulásival. Lassan mozgó hőforrásnál a tárgy a hőforrás előtt is melegszik.

A hegesztendő tárgyak alakjuk, méretük, hőfizikai anyagjellemzőik (fajhő, sűrűség), kezdeti hőmérsékletük és a hegesztésükkor alkalmazott fajlagos hőbevitel szerint sokfélék lehetnek. A hőterjedés szempontjából fon-

tos geometriai változatok a következők (N_3):

- nagyméretű tárgy (félvégtelen test, 3D),
- vastaglemez (3D),
- közepes vastagságú lemez (2,5D),
- vékonylemez (2D),
- rúd (1D).

A hőforrás és tárgy felsorolt változatainak kombinálásával a lehetséges modellek száma a következő képlettel becsülhető:

$$N_m = N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 = 4 \cdot 3 \cdot 5 = 60 \quad (2)$$

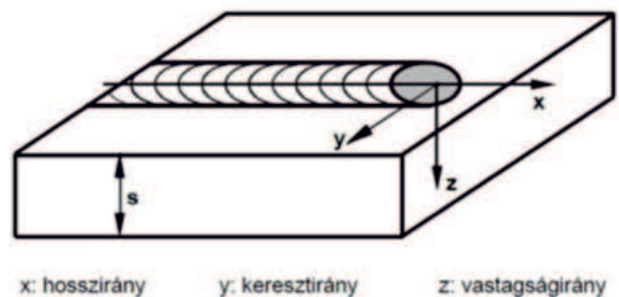
Az elméletileg lehetséges modellek közül az ömlesztő hegesztéssel foglalkozó hegesztő szakemberek a következőket tartották figyelemre érdemesnek.

1. nagyméretű tárgy, lassan mozgó pontszerű hőforrás (a rövidség kedvéért innentől 3D modell),
2. vékonylemez, lassan mozgó pontszerű hőforrás (innentől 2D modell).

A nagytest modellt és a vékonylemez modellt (ismereink szerint egymástól függetlenül) Rosenthal 1935-ben (pontosítva és kiegészítve 1941-ben [3]) és Rykalin (1947-ben [4]) dolgozta ki. Ezeket a modelleket azóta sokan elemezték, pontosították és kísérleti úton is ellenőrizték.

2.1. Koordináta-rendszer

A hőforráshoz kötött és azzal együtt mozgó, jobbsodrású Descartes-féle koordináta-rendszer az 1. ábrán látható. A hőforrás az origó fölött helyezkedik el, a hegesztés iránya a pozitív x tengely, a z koordináta a tárgy belseje felé mutat.



1. ábra: Egyezményes, a hőforrással együtt mozgó koordináta-rendszer a hőmérsékletek, a hűléssebességek és a hűlésidők számításához

2.2. Feltételek és elhanyagolások

A hőterjedési számításokhoz felírt differenciálegyenletek és ezek megoldásai csak bizonyos megszorításokkal érvényesek. A legfontosabb feltételek a magyar hegesztők szakmai bibliájában, a Baránszky-Jób Imre által szerkesztett Hegesztési Kézikönyv [5] 37. oldalán és a Szunyogh László által szerkesztett Hegesztés és rokon technológiák c. hegesztési kézikönyv [6] 38. oldalán megtalálhatók, ezért ezek felsorolásától itt eltekintek.

2.3. A 3D modell

A nagytestmodell állandósult hőmérsékletének leírására viszonylag egyszerű összefüggés szolgál:

$$T = T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot R} \cdot e^{-\frac{v_h}{2 \cdot a} \cdot (x+R)} \quad (3)$$

A hővezetés domináns szerepe mellett a csekély jelentőségű felületi hőátadás (konvekció) a nagytestmodellnél elhanyagolható. A számításra alkalmas összefüggés állandósult állapotot feltételez (a hőtranziens jelenségek csak a hegesztés első és utolsó egy-két másodpercére korlátozódnak, vagyis arra az időre, amikor a varratszélesség változik). A három főirányban megvalósuló és azonos mértékű hővezetés miatt a koordináta-rendszer origójától mért radiális irányú R távolság:

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (4)$$

2.4. A 2D modell

A vékonylemez modellnél a hővezetés meghatározó jellege elvész, a nagyobb felület/térfogat viszony miatt a konvekció szerepe felértékelődik. A kis vastagságirányú méret miatt a z irányú hőmérsékletváltozás elhanyagolható, ezért az origótól mért távolság is egyszerűsödik:

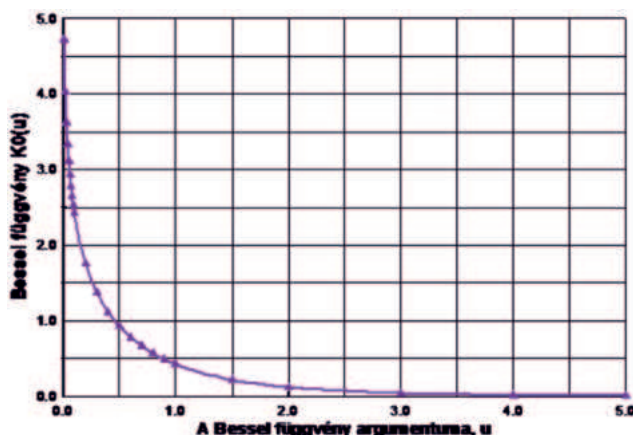
$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (5)$$

A vékonylemez-modell állandósult állapotát leíró hőmérsékletfüggvény a következő alakú:

$$T = T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot e^{-\frac{v_h \cdot x}{2 \cdot a}} \cdot K_0(u) \quad (6)$$

A $K_0(u)$ módosított, II. fajú, nullad-rendű Bessel-függvény u argumentuma:

$$u = r \cdot \sqrt{\frac{v_h^2}{4 \cdot a^2} + \frac{2 \cdot \alpha_f}{c_p \cdot \rho \cdot a \cdot s}} \quad (7)$$



2. ábra: A módosított, II. fajú, nullad-rendű Bessel-függvény. A függvény a pozitív u értékek növekedésével aszimptotikusan tart a nullához

A $b(s)$ hőmérsékletátadási tényező definiálásával az u argumentum egyszerűbb és áttekinthetőbb alakra hozható:

$$b = \frac{2 \cdot \alpha_f}{c_p \cdot \rho \cdot s}, \text{ mértékegysége: } \frac{1}{s} \quad (8)$$

$$u = r \cdot \sqrt{\frac{v_h^2}{4 \cdot a^2} + b}, \text{ mértékegység nélkül.} \quad (9)$$

A hőmérsékletmező leírására szolgáló összefüggés a T_0 kezdeti vagy előmelegítési hőmérsékletet követően három függvény szorzatából áll.

Az első függvény a hőfizikai állandókon kívül a Φ hőáramot és az s lemezvastagságot tartalmazza: az előbbivel egyenes arányban, az utóbbival fordított arányban változik. Mértékegysége: $^{\circ}\text{C}$

A második exponenciális függvény pozitív x -re csökkenő, negatív x koordinátára növekvő értékeket ad, mivel a v_h hegesztési sebesség és az a hőmérsékletvezetési tényező mindig pozitív előjelű. Mértékegység nélkül.

Az igazi bonyodalmat a $K_0(u)$ Bessel-függvény jelenti. A függvény u argumentuma csak pozitív előjelű változókat (r , v_h , s) és konstansokat (a , α_f , c_p , ρ) tartalmaz. Mértékegység nélkül.

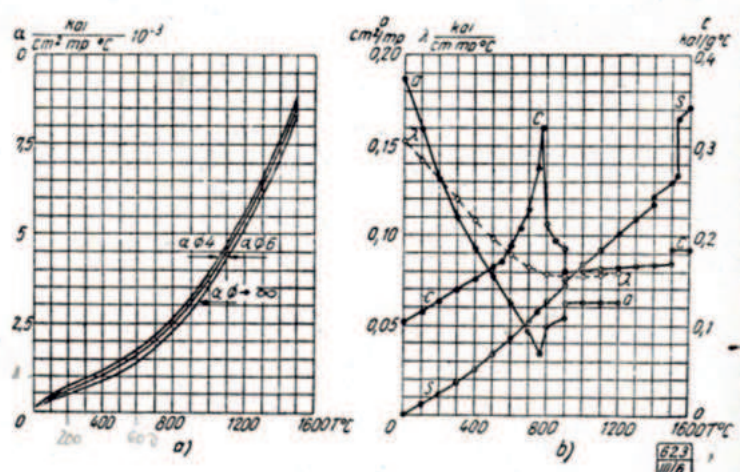
A hőfizikai jellemzők (a , α_f , c_p , ρ) között ott találjuk az α_f felületi hőátadási tényezőt is, amelyik a 2D modell egyik sajátossága. A változók közül az r távolság és a v_h hegesztési sebesség növelő, az s falvastagság csökkentő hatású.

2.5. A módosított, II. fajú, nullad-rendű Bessel-függvény

A $K_0(u)$ Bessel-függvény menete a 2. ábrán látható [7].

2.6. Hőfizikai jellemzők

A számításokhoz szükség van a hegesztendő tárgy anyagának (esetünkben a szerkezeti acélok) hőfizikai jellemzőire. A számításokat nehezíti, hogy a hőfizikai jellemzők



3. ábra: A szerkezeti acélok hőfizikai jellemzőinek hőmérsékletfüggése [8]

A mértékegység neve	A mértékegység jele	Számérték a régi egységben	Számérték az SI egységben
Hővezetési tényező	λ	$0,1 \frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,04186 \frac{\text{W}}{\text{mm} \cdot ^\circ\text{C}}$
Fajhő (állandó nyomáson)	c_p	$0,1274 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,530955 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$
Sűrűség	ρ	$7,85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$0,00785 \frac{\text{g}}{\text{mm}^3}$
Felületi hőátadási tényező	α_f	$0,0008 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,00003349 \frac{\text{W}}{\text{mm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$
Hőmérsékletvezetési tényező (hődiffúzitás)	a	$0,1 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$	$10 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}$

1. táblázat: A szerkezeti acélok átlagos hőfizikai jellemzői a régi CGS és az új SI rendszerben

Megnevezés	Jelölés	Mértékegység	Számérték
Hegesztő eljárás	VFI	–	135
Lemezvastagság tartomány	$s_{\min} - s_{\max}$	mm	1-10
Hegesztő áramerősség	I_h	A	125
Ívfeszültség	U_{iv}	V	20
Hegesztési sebesség	v_h	mm/s	2
Termikus hatásfok	η_t	–	0,8
y koordináta	y	mm	0
Hőáram	Φ	W	2000
Vonalenergia	E_v	J/mm	1000
Kezdeti hőmérséklet	T_0	$^\circ\text{C}$	20

2. táblázat: A számításokhoz alkalmazott hegesztési mintapélda adatai

nem csak a hőmérséklettel változnak, de értéküket jelentősen befolyásolják a fázisátalakulások is (3. ábra [8]).

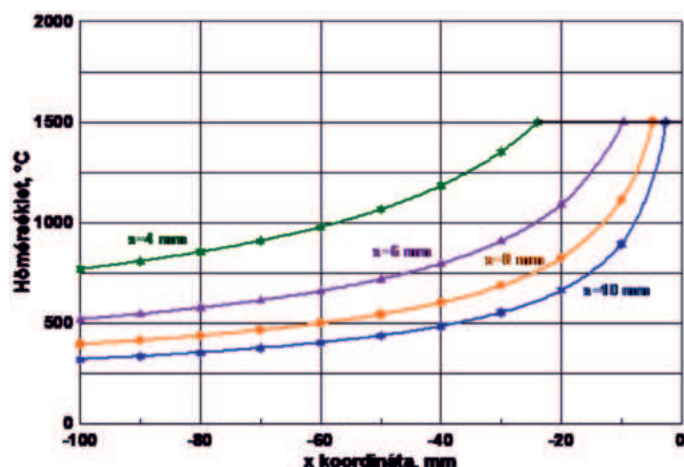
A hőfizikai konstansok tekintetében a szakirodalmi adatok meglehetősen sokfélék. A továbbiakban ezért a Hrenov-féle adatokkal számolunk [9]. Az SI rendszer (Système International d'Unités) bevezetése előtti mértékegységek SI megfelelői az 1. táblázatban találhatók.

A megjelölt forrás 0 és 1500 $^\circ\text{C}$ közötti intervallumra átlagolt hőfizikai adatai a 3. ábrához hasonlóan a régi mértékegység rendszerben vannak megadva, ezért ezeket át kell számítanunk a nemzetközileg 1960-ban elfogadott és Magyarországon 1976 után kötelezően alkalmazott SI rendszerre.

2.7. Hőmérséklet eloszlás a negatív x tengelyen

A hőmérséklet eloszlás grafikai szemléltetéséhez az anyag hőfizikai konstansain kívül a hőbeviteli adatokra is szükség van. Ennek kiszámítására vegyünk egy hegesztési példát, amely a 2D-re jellemző lemezvastagság tartományban alkalmazható (2. táblázat).

A 2. táblázat adataival kiszámított hőmérsékleteket a 4. ábra szemlélteti négyféle ($s = 4, 6, 8, \text{ és } 10 \text{ mm}$) lemez-



4. ábra: A 2D modell hőmérséklet eloszlása a negatív x tengelyen, különböző lemezvastagságoknál a mintapélda (2. táblázat) adataival számolva

vastagságra. A hőmérsékletek a tárgy felületén ($z = 0$), a hőforrás mögötti negatív x tengelyen ($y = 0$) található pontokat jellemzik.

A hőmérsékletek az x koordináta abszolút értékének növelésével csökkennek, a görbe hűléssebességgel arányos érintőjének meredeksége a hőforrástól távolodva abszolút értékben csökken. A lemezvastagság növelésével a hőmérsékletek mérsekklődnek, a hegfürdő hőforrás mögötti mérete csökken.

A szerkezeti acélok olvadáspontját (helyesebben likvidusz hőmérsékletét) 1500 $^\circ\text{C}$ -szal közelítve az ábráról a hegfürdő hőforrás mögötti mérete is leolvasható. A 2D modell hőmérsékletei csak szilárd állapotú acélra érvényesek, ezért az 1500 $^\circ\text{C}$ fölötti görbeszakaszokat nem ábrázoltuk.

Az 1500 $^\circ\text{C}$ -hoz tartozó, a lemez felületén értelmezett x koordináták a hegfürdő végpontjait jelölik. A két koordi-

Lemezvastagság $s, \text{ mm}$	A hegfürdő vége $-x(T = 1500^\circ\text{C})$	A hegfürdő eleje $x(T = 1500^\circ\text{C})$	A hegfürdő hossza $l_h, \text{ mm}$
2	-60,28	6,21	66,49
4	-21,39	3,83	25,22
6	-9,24	2,57	11,81
8	-4,68	1,78	6,46
10	-2,61	1,25	3,86

3. táblázat: A hegfürdő végpontjainak x koordinátái és a hegfürdő hossza különböző lemezvastagságoknál a mintapélda (2. táblázat) adataival számolva ($\alpha_f \neq 0$)

Lemezvastagság $s, \text{ mm}$	A hegfürdő vége $-x(T = 1500^\circ\text{C})$	A hegfürdő eleje $x(T = 1500^\circ\text{C})$	A hegfürdő hossza $l_h, \text{ mm}$
2	-102,15	6,36	108,51
4	-23,92	3,88	27,80
6	-9,64	2,59	12,23
8	-4,79	1,80	6,59
10	-2,65	1,26	3,91

4. táblázat: A hegfürdő végpontjainak x koordinátái és a hegfürdő hossza különböző lemezvastagságoknál a mintapélda (2. táblázat) adataival számolva, a felületi hőátadás elhanyagolásával ($\alpha_f = 0$)

náta abszolút értékének összege a hegfürdő hosszát adja. A 3. táblázatból megfigyelhető, hogy a hegfürdő hosszak mennyire érzékenyek a falvastagság csökkenésére.

A 2D modell egyik alapvető sajátossága a felületi hőátadás. Ennek befolyásoló hatásának vizsgálatára az 1500 °C-hoz tartozó $-x$ és $+x$ koordinátákat a konvekció elhanyagolásával is kiszámítottam (4. táblázat).

A 3. és 4. táblázat összehasonlításával megállapítható, hogy a konvekció elhanyagolásával a hűlés lelassult és a hegfürdő hosszabb lett. A különbségek a várakozásnak megfelelően a vékony lemezeknél nagyobbak, mivel itt a felület/térfogat arány nagyobb, ezért a konvekció hatása jelentősebb.

Az előzők illusztrálására rajzoltam meg az 5. ábrát, amelyen a konvekció nélküli kék görbe a felületi hőátadást figyelembe vevő magenta színű vonal alatt halad.

3. Hűléssebesség, mint a hegesztőmérnök számára legfontosabb hőciklus információ

A hegesztendő tárgy hegesztésekor egy varratba eső, vagy ahhoz közeli P pontban a hőmérséklet először gyorsan emelkedik, elér egy maximumot, majd a hővezetésnek és a konvekciónak megfelelően lassabban hűl. A pont hőmérsékletének változása hőciklust alkot, mivel a hőmérséklet bizonyos idő elteltével a kiindulási hőmérsékletre hűl vissza (6. ábra).

A hőciklus ($T = T(t)$) függvény bármely pontjában az idő szerinti derivált (geometriailag a pontbeli érintő) a hőmérsékletváltozási (hevítési vagy hűlési) sebességet adja.

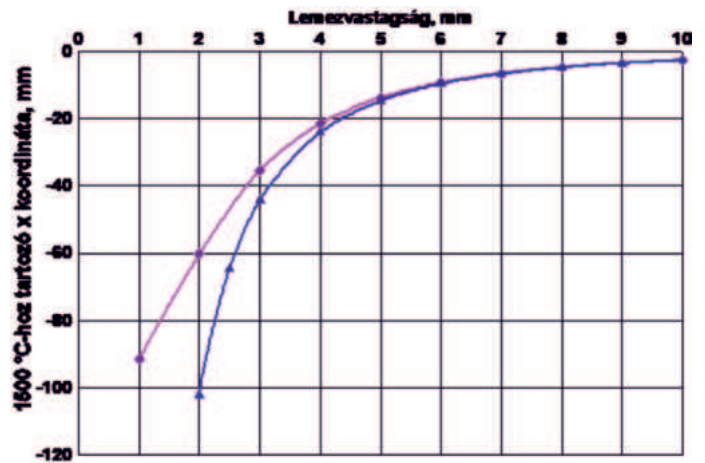
$$\text{hevítési sebesség: } w = \frac{dT}{dt} > 0,$$

$$\text{hűléssebesség: } w = \frac{dT}{dt} < 0.$$

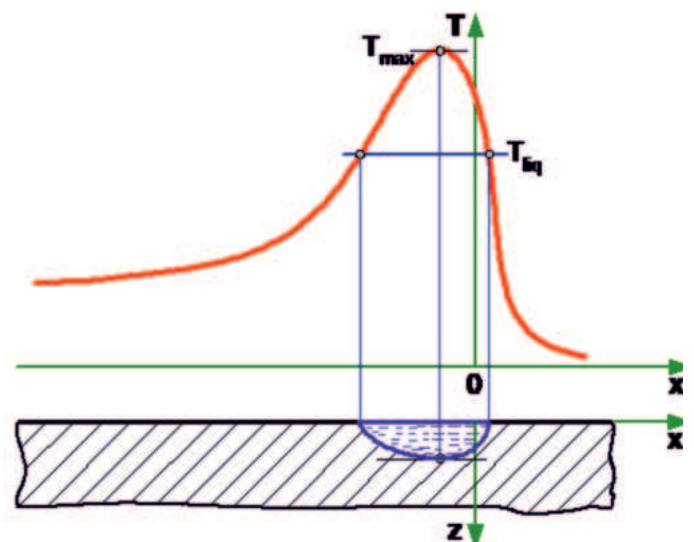
A két sebesség közül a hegesztőmérnök számára a hűléssebesség bír nagyobb jelentőséggel, mivel a CCT diagramoknak megfelelően szignifikáns hatással van többek között a varratban és a hőhatásövezet kritikus sávjaiban kialakuló szemcse- és szövetszerkezetre, az alakváltozásokra és belső feszültség létrejöttére.

A 6. ábra szerint a w hűléssebesség hőmérsékletfüggő. Gondos mérlegelést igényel, hogy a várható anyagszerkezeti változások szempontjából milyen hőmérsékleten érvényes hűléssebességet tekintsünk relevánsnak.

Az amerikai Welding Handbook minden indoklás nélkül az 1020 °F (~550 °C) mellett foglal állást [11]. A tekintélyes Metals Handbook kézikönyvsorozat hegesztéssel foglalkozó VI. kötete a CCT diagramok orrpontját megemlítve a 400-1000 °F (~204-538 °C) hőmérsékletintervallumot jelöli meg olyan hőmérsékletként, amelyik szétválasztja az ausztenit átalakulása során keletkező perlitet és felső bénitet a martenzittól és az alsó bénittól [12].



5. ábra: Az 1500 °C-hoz tartozó $-x$ koordináták a konvekció figyelembevételével (magenta) és a konvekció nélkül (kék)



6. ábra: A hegfürdőben elhelyezkedő pont hőciklusa [10]. Ötvözeteknél a T_{liq} likvidusz hőmérséklet a színtémek olvadáspontját helyettesíti

Tisza M. a hűléssebesség számításának javasolt hőmérsékletét a CCT diagramok orrpontjához tartozóan adja meg [13]. (Az orrpont az a legkisebb időkoordinátához tartozó pont, ahol a hűlésgörbe először érinti a CCT diagram valamelyik mezejét).

A metallográfiai tudomány magyar nagyjai közül is kiemelkedő Zorkóczy professzor a bal oldali érintési pont (az orrpont) változó hőmérséklete helyett egyezményesen az 500 °C-os hőmérsékletet javasolja: Az 500 °C választása azért célszerű, mert az acélok túlnyomó részénél a perlitté bomlás eddig a hőmérsékletig már befejeződik [14].

A Baránszky-Jób Imre szerkesztette Hegesztési Kézikönyv 1985-ös kiadásában a hűléssebesség számításának hőmérséklete ügyében nem foglal állást, de az átlagos hűlésidő meghatározásához ajánlott hőmérséklet intervallum alsó határát 500 °C-ban adja meg [5].

A Szunyogh László szerkesztette Hegesztés és rokon technológiák (továbbiakban MHK) szintén nem ad meg ilyen konkrét hőmérsékletet, de a hőmérséklet intervallumra vonatkoztatott átlagos hűléssebesség számítása-skor az 500 °C-os határt javasolja [6].

Összegzés jelleggel tehát megállapíthatjuk, hogy a hűléssebesség meghatározásának célszerű hőmérséklete 500 °C, és ez a hőmérséklet nem önkényesen választott, hanem a CCT diagramok orrpontjával kapcsolatos.

3.1. A 3D modell hűléssebessége

A 3D modellhez tartozó P pont állandósult hőmérsékletének egyenlete:

$$T = T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot R} \cdot e^{-\frac{v_h}{2 \cdot a} \cdot (x+R)} \quad (10)$$

Vizsgáljuk a hűlési sebességet a szokásos egyszerűsítő feltevessel a hegfürdő felületi szimmetriatengelyében, vagyis a negatív x tengelyen ($y = 0; z = 0$). Ez egy célszerű választás, mivel a hőmérsékletgradiens itt a legnagyobb, ebből következően a hűléssebesség (abszolút értéke) is itt a legnagyobb [15].

Ekkor az R távolság:

$$R = \sqrt{(-x)^2 + 0^2 + 0^2} = x \quad (11)$$

Helyettesítsük be a hőmérséklet képletébe:

$$T = T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot x} \cdot e^{-\frac{v_h}{2 \cdot a} \cdot (-x+x)} = T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot x} \cdot 1 \quad (12)$$

A hűléssebességet a közvetett függvényekre érvényes differenciálási szabály szerint határozzuk meg.

$$w_{3D} = \frac{dT}{dt} = \frac{dT}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v_h \cdot \frac{dT}{dx} \quad (13)$$

$$\frac{dT}{dx} = \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda} \cdot \left(-1 \cdot \frac{1}{x^2} \right) \quad (14)$$

$$w_{3D} = -v_h \cdot \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda} \cdot \frac{1}{x^2} \quad (15)$$

Fejezzük ki a hőmérséklet képletéből az $1/x$ -et:

$$\frac{1}{x} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda}{\Phi} \cdot (T - T_0) \quad (16)$$

Helyettesítsük be az $1/x$ -re kapott kifejezést a hűléssebesség képletébe:

$$w_{3D} = -v_h \cdot \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda} \cdot \frac{(2 \cdot \pi \cdot \lambda)^2}{\Phi^2} \cdot (T - T_0)^2 \quad (17)$$

Egyszerűsítések után, a vonalenergia (a varrat hosszegységeire bevitt hőenergia, alternatív elnevezéssel fajlagos hőbevitel) definícióját ($E_v = \Phi / v_h$) is felhasználva:

$$w_{3D} = -\frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda}{E_v} \cdot (T - T_0)^2 \quad (18)$$

A 3D modell hűléssebességére kapott (18) egyenletből látható, hogy adott fémötvözetnél a hűléssebesség a vonalenergiától, a kiindulási (környezeti vagy előmelegítési) hőmérséklettől és a pillanatnyi hőmérséklettől függ.

A hegesztési mintapéldánk adataival ($E_v = 1000 \text{ J/mm}$ és $T_0 = 20 \text{ °C}$) $T = 500 \text{ °C}$ -on:

$$\begin{aligned} w_{3D} &= -\frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda}{E_v} \cdot (T - T_0)^2 = \\ &= -\frac{2 \cdot \pi \cdot 0,04186}{1000} \cdot (500 - 20)^2 \cong -60,338 \text{ °C/s} \end{aligned} \quad (19)$$

3.2. A 2D modell hűléssebessége

A nagyméretű tárgy hűléssebességét tetszőleges P pontban, vagy, ahogy bemutattuk, a hegfürdő felületi középvezetében egyszerűen számíthatjuk. Nem ilyen könnyű a helyzet a 2D modellnél, mivel a hőmérsékletmezőt leíró képlet három függvény szorzatából áll, közöttük a nem differenciálható $K_0(u)$ Bessel-függvényből.

$$T = T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot e^{-\frac{v_h \cdot x}{2 \cdot a}} \cdot K_0(u) \quad (20)$$

Ahhoz, hogy a függvény differenciálásával a hűléssebességet előállítsuk, egyszerűsítésekre és elhanyagolásokra van szükség.

3.2.1. A Bessel-függvény helyettesítése a Hankel-sorral

A $K_0(u)$ Bessel-függvény Hankel szerint a következő sorral közelíthető [8]:

$$K_0(u) = \sqrt{\frac{\pi}{2 \cdot u}} \cdot e^{-u} \cdot \left[1 - \frac{1^2}{1! \cdot (8 \cdot u)^1} + \frac{1^2 \cdot 3^2}{2! \cdot (8 \cdot u)^2} - \frac{1^2 \cdot 3^2 \cdot 5^2}{3! \cdot (8 \cdot u)^3} + \frac{1^2 \cdot 3^2 \cdot 5^2 \cdot 7^2}{4! \cdot (8 \cdot u)^4} - \dots \right] \quad (21)$$

Amennyiben a legegyszerűbb megoldást választjuk, és a (21) Hankel-sor zárójeles részének csak az első tagját vesszük figyelembe, akkor a következő alakot kapjuk:

$$K_0(u) = \sqrt{\frac{\pi}{2 \cdot u}} \cdot e^{-u} \cdot [1] = \sqrt{\frac{\pi}{2 \cdot u}} \cdot e^{-u} \quad (22)$$

Ez az egyszerűsített alak jól kezelhető, pozitív u -ra folytonos, differenciálható és az u változóra nézve egy hiperbola és egy csökkenő exponenciális függvény szorzatából áll. Ez a közelítés $u < 1$ -re rossz, de $u = 1$ -nél 9,5 %-os, $u > 1$ -nél a pontos értékhez képest csak jóval 10%-on belüli eltérést okoz.

3.2.2. A Bessel-függvény argumentumának egyszerűsítése

Ahogy azt korábban bemutattuk, a Bessel-függvény u argumentuma meglehetősen összetett.

$$u = r \cdot \sqrt{\frac{v_h^2}{4 \cdot a^2} + \frac{2 \cdot \alpha_f}{c_p \cdot \rho \cdot a \cdot s}} \quad (23)$$

Ha eltekintünk a konvekciótól ($\alpha_f = 0$), ami a nagyobb lemeztavastagságoknál egyre mérsékeltebb hatású, akkor az u függvény egy jól kezelhető, egytagú alakot vesz fel.

$$u = r \cdot \sqrt{\frac{v_h^2}{4 \cdot a^2}} + 0 \quad (24)$$

A gyökvonás elvégzése után az

$$u = r \cdot \frac{v_h}{2a} \quad (25)$$

alakot kapjuk, amelyet behelyettesítünk az egytagú Hankel-sorral helyettesített Bessel-függvény egyenletébe.

$$K_0(u) = \sqrt{\frac{\pi}{2 \cdot u}} \cdot e^{-u} = \sqrt{\frac{\pi}{2 \cdot \frac{r \cdot v_h}{2a}}} \cdot e^{-\frac{r \cdot v_h}{2a}} = \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{r \cdot v_h}} \cdot e^{-\frac{r \cdot v_h}{2a}} \quad (26)$$

Az egyszerűsítések fájdalmas veszteségeként jelenik meg, hogy a Bessel-függvényben a konvekció elhanyagolása mellett az u argumentum lemeztavastagság függését elvesztettük.

3.2.3. A 2D modell egyszerűsített hőmérséklet egyenlete

Helyettesítsünk vissza a kétdimenziós hőmérsékletmező (20) képletébe:

$$\begin{aligned} T &= T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot e^{-\frac{v_h \cdot x}{2a}} \cdot K_0(u) = \\ &= T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot e^{-\frac{v_h \cdot x}{2a}} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h \cdot r}} \cdot e^{-\frac{v_h \cdot r}{2a}} = \\ &= T_0 + \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h \cdot r}} \cdot e^{-\frac{v_h \cdot (x+r)}{2a}} \end{aligned} \quad (27)$$

Az egyszerűsített hőmérsékletszámító összefüggés most is három függvény szorzatából áll, de már nem tartalmazza a differenciálás szempontjából kezelhetetlen Bessel-függvényt.

3.2.4. Az egyszerűsített 2D modell hűléssebessége

Ha a 3D modellnél megismert egyszerűsítéssel élve a negatív x tengely pontjainak hűléssebességére vagyunk kíváncsiak, akkor a hőmérsékletfüggvényünk tovább egyszerűsödik.

$$r = \sqrt{(-(x)^2 + 0)} = x \quad (28)$$

Helyettesítsük be a hőmérséklet képletébe:

$$\begin{aligned} T_{2D \text{ simp}} - T_0 &= \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h \cdot x}} \cdot e^{-\frac{v_h}{2a} \cdot (-x+x)} = \\ &= \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h \cdot x}} \cdot e^0 = \\ &= \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h \cdot x}} \cdot 1 \end{aligned} \quad (29)$$

A végeredmény:

$$T_{2D \text{ simp}} - T_0 = \frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h \cdot x}} \quad (30)$$

A közvetett függvények deriválási szabályát, a láncszabályt alkalmazva:

$$\omega_{2D \text{ simp}} = \frac{\partial T}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial t} = v_h \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \quad (31)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (T_{2D \text{ simp}} - T_0) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h \cdot x}} \right) \quad (32)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h}} \cdot \frac{1}{\sqrt{x}} \right) \quad (33)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \left(\frac{\Phi}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h}} \right) \cdot \left(-\frac{1}{2} \right) \frac{1}{\sqrt{x^3}} \quad (34)$$

Fejezzük ki a hőmérséklet (30) képletéből az $1/\sqrt{x}$ -et:

$$\frac{1}{\sqrt{x}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s}{\Phi} \sqrt{\frac{v_h}{\pi \cdot a}} \cdot (T_{2D \text{ simp}} - T_0) \quad (35)$$

Ezzel a hűléssebesség:

$$\omega_{2D \text{ simp}} = v_h \cdot \frac{\partial T}{\partial x} = - \left(\frac{\Phi \cdot v_h}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h}} \right) \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{x}} \right)^3 \quad (36)$$

s, mm	$w_{2D \text{ simp}}$ °C/s	s, mm	$w_{2D \text{ simp}}$ °C/s
1,0	-0,12	12,5	-18,86
2,0	-0,48	15,0	-27,16
3,0	-1,09	17,5	-36,97
4,0	-1,93	20,0	-48,29
5,0	-3,02	22,357	-60,337
6,0	-4,35	22,5	-61,11
7,0	-5,91	25,0	-75,45
8,0	-7,73	27,5	-91,29
9,0	-9,78	30,0	-108,64
10,0	-12,07	32,5	-127,50

5. táblázat: A 2D modell hűléssebességei a mintapélda adataival, 500°C-on, a közelítő képlet szerint

Helyettesítsük be az $1/\sqrt{x}$ -re kapott kifejezést a (36) egyenletbe:

$$\begin{aligned} \omega_{2D \text{ simp}} &= - \left(\frac{\Phi \cdot v_h}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h}} \right) \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{x}} \right)^3 = \\ &= - \left(\frac{\Phi \cdot v_h}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h}} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s}{\Phi} \sqrt{\frac{v_h}{\pi \cdot a}} \cdot (T - T_0) \right)^3 = \\ &= - \left(\frac{\Phi \cdot v_h}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h}} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s}{\Phi} \right)^3 \cdot \sqrt{\frac{v_h}{\pi \cdot a}} \cdot \frac{v_h}{\pi \cdot a} \cdot (T - T_0)^3 \end{aligned} \quad (37)$$

A lehetséges egyszerűsítések után:

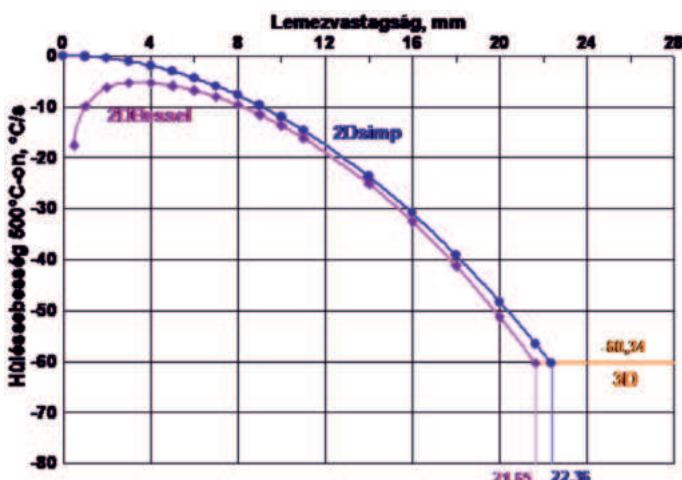
$$\begin{aligned} \omega_{2D \text{ simp}} &= - \left(\frac{\Phi \cdot v_h}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot s} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot a}{v_h}} \right) \cdot \frac{8 \cdot \pi^3 \cdot \lambda^3 \cdot s^3}{\Phi^3} \cdot \sqrt{\frac{v_h}{\pi \cdot a}} \cdot \frac{v_h}{\pi \cdot a} \cdot (T - T_0)^3 = \\ &= - \left(\frac{2 \cdot v_h^2 \cdot \pi \cdot \lambda^2 \cdot s^2}{a \cdot \Phi^2} \right) \cdot (T - T_0)^3 = \\ &= - \left(\frac{2 \cdot v_h^2 \cdot \pi \cdot \lambda^2 \cdot s^2}{\frac{\lambda}{c_p \cdot \rho} \cdot \Phi^2} \right) \cdot (T - T_0)^3 = \\ &= - \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c_p \cdot \rho \cdot s^2}{E_v^2} \right) \cdot (T - T_0)^3 \end{aligned} \quad (38)$$

A végeredmény:

$$\omega_{2D \text{ simp}} = - \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c_p \cdot \rho \cdot s^2}{E_v^2} \cdot (T - T_0)^3 \quad (39)$$

Ez az alak, amelyik a legtöbb kézikönyvben, így a magyar hegesztési kézikönyvekben is szerepel, anélkül, hogy az egyszerűsítéseket és azok eredményre gyakorolt hatását a szerzők bemutatnák.

Ha összehasonlítjuk a negatív x tengely pontjainak a 3D modellel és az egyszerűsített 2D modellel számított hűléssebességeit, akkor a következőket állapíthatjuk meg:



7. ábra: A Bessel-függvényes és az egyszerűsített képlettel számított hűléssebességek 500°C-on, a mintapélda adataival számolva

1. A 2D modellnél a hűléssebességet a hővezetési tényezőtől kívül a fajhő és a sűrűség is befolyásolja;
2. A 2D modell hűléssebessége függ a lemezvastagságtól, a nagytestmodellé nem;
3. A hűléssebesség a 3D modellnél a pillanatnyi és a kiindulási hőmérséklet különbségének négyzetétől, a 2D modellben a köbétől függ.

A vékonylemez modellre levezetett egyszerűsített képlettel, a hegesztési mintapélda adataival, különböző lemezvastagságoknál, $T = 500^\circ\text{C}$ -on kiszámítottam a hűléssebesség értékeit (5. táblázat).

3.2.5. Az eredeti (Bessel-függvényes) 2D modell hűléssebessége

Mivel a 2D modell eredeti Bessel-függvényes alakja nem differenciálható, az 500°C -on érvényes hűléssebességét numerikusan, a differencia módszerrel lehet meghatározni.

$$\omega_{2D 500} = \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{\Delta T}{\frac{\Delta x}{v_h}} = \frac{v_h \cdot \Delta T}{\Delta x} \quad (40)$$

Legyen a ΔT hőmérséklet $T_1 = 500 - 10 = 490^\circ\text{C}$ és $T_2 = 500 + 10 = 510^\circ\text{C}$ különbségeként 20°C . Ekkor a mintapélda $v_h = 2 \text{ mm/s}$ hegesztési sebességgel számolva:

$$\omega_{2D 500} = - \frac{v_h \cdot (510 - 490)}{x_{490} - x_{510}} \quad (41)$$

Az iterációs pontosságot $0,01 \text{ mm}$ -re választva a w hűléssebességek elegendő pontosságú közelítését kapjuk. Az iterációval meghatározott w_{2D} és a közelítő képlettel számított $w_{2D \text{ simp}}$ hűléssebességeket és a közöttük lévő százalékos eltéréseket a 6. táblázatban foglaltam össze.

A 6. táblázat adatait a 3D modellre jellemző falvastagság-független hűlési sebesség megadásával a 7. ábrán szemléltetem.

A 7. ábra menetéből jól látszik, hogy amíg az egyszerűsített képlettel számított $w_{2D \text{ simp}}$ hűléssebességek abszolút értékei a lemezvastagsággal négyzetesen növekednek (mivel a hővezetéssel távozó hőmennyiség a lemezvastagsággal növekvő lemeztérfogattal arányos), addig a Bessel-függvénnyel számított w_{2D} hűléssebességek a mínusz végtelenből induló maximumos görbével simulnak bele a közelítő függvény parabolájába. A két függvény közötti különbség kb. 8 mm -nél csökken 2°C/s alá. A két görbe a 3D modell lemezvastagságtól független $-60,34^\circ\text{C/s}$ -os hűléssebességét $21,65$, illetve $22,35 \text{ mm}$ -nél metszi, vagyis a két metszésponti koordináta között az eltérés kisebb, mint 4% .

Mivel a két görbe első szakaszának menete erősen különbözik, a diagram kezdeti szakaszát felnagyítottam (8. ábra).

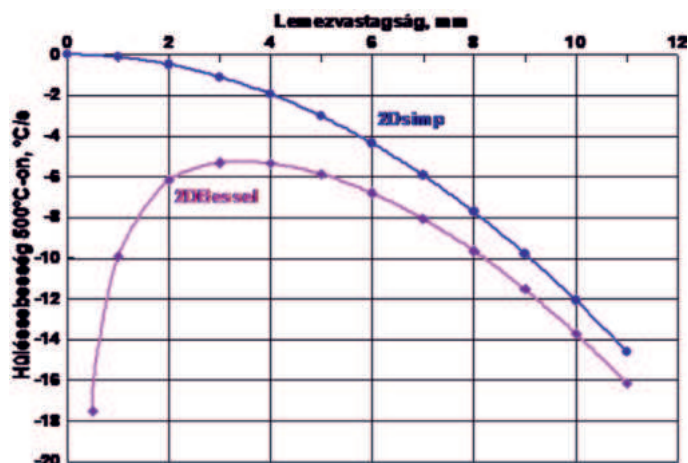
A Bessel-függvényes hűléssebesség görbe maximumos (a negatív előjelű hűléssebesség abszolút értékeit tekintve minimumos) jellegű, a jelen hőfizikai és technológiai adatok

s	x(490°C)	x(510°C)	delta x	w _{2D}	w _{2D simp}	Eltérés, %
1	-192,77	-188,73	-4,04	-9,90	-0,12	98,8
2	-201,50	-195,00	-6,50	-6,15	-0,48	92,2
4	-142,00	-134,53	-7,47	-5,35	-1,93	63,9
6	-87,67	-81,78	-5,89	-6,79	-4,35	35,9
8	-55,13	-50,98	-4,15	-9,64	-7,73	19,8
10	-36,53	-33,61	-2,92	-13,70	-12,07	11,9
12	-25,44	-23,32	-2,12	-18,87	-17,38	7,9
14	-18,45	-16,860	-1,59	-25,16	-23,66	6,0
16	-13,82	-12,590	-1,23	-32,52	-30,90	5,0
18	-10,62	-9,650	-0,97	-41,24	-39,11	5,2
20	-8,33	-7,55	-0,78	-51,28	-48,29	5,8
21	-7,42	-6,72	-0,70	-57,14	-53,23	6,8
21,50	-7,018	-6,345	-0,673	-59,435	-55,800	6,1
21,60	-6,941	-6,274	-0,667	-59,970	-56,320	6,1
21,65	-6,902	-6,239	-0,663	-60,332	-56,58	6,2
21,70	-6,864	-6,204	-0,660	-60,606	-56,840	6,2
22	-6,64	-6,00	-0,64	-62,50	-58,43	6,5
22,36	-6,39	-5,77	-0,62	-64,52	60,337	6,5

6. táblázat: A Bessel-függvényes és az egyszerűsített képlettel számított hűléssebességek 500 °C-on, a mintapélda adataival számolva

mellett a maximumpont 3 és 4 mm között helyezkedik el. A maximumos görbemenet azzal magyarázható, hogy a két hűléssebesség alakulásában két ellentétes hatás összegződik. A kisebb lemeztavastagságoknál a felület/térfogat viszony-szám relatív nagysága a felületi hőátadás dominanciájára utal, ezért van a vékonyabb lemezeknél nagyobb abszolút értékű hűléssebesség. A nagyobb lemeztavastagsággal együtt járó nagyobb térfogatoknál a hővezetés dominanciája érvényesül, ezért a hűléssebesség abszolút értéke újra növekszik.

Ez a maximumos görbemenet a közelítő képletnél nem érvényesül, ezért a vékony lemeztavastagságoknál a közelítő képlettel számított értékek félrevezetőek. A két görbe közeledése olyan relatív lemeztavastagság tartományban



8. ábra: A 7. ábra bal felső részének kis lemeztavastagságokra vonatkozó nagyított változata

($\tau = 0,4 - 0,8$) valósul meg, ahol már a szakirodalmi adatok szerint a vékonylemez modell nem alkalmazható. A vékonylemez modell alkalmazhatósági határát a mértékadó [10] irodalom $\tau < 0,4$ -ben határolja be. (A τ relatív falvastagság definíció szerint a tényleges falvastagság és a 2D és 3D modellek közötti határfalvastagság hányadosa [10]).

4. Határfalvastagság a 2D és 3D modell között

A 6. táblázatban feltüntettük azt az $s_{h2D/3D}$ lemeztavastagságot, ahol a 2D és 3D modell hűléssebességei azonosak. A két modell közötti határfalvastagság definíció szerint az a vastagság, ahol az 500 °C-on érvényes két hűléssebesség megegyezik [11]:

$$w_{2D} = w_{3D} \quad (42)$$

A vékonylemez modellnél az egyszerűsített képlettel számolva:

$$-\frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot c_p \cdot \rho \cdot s_{h2D/3D}^2}{E_v^2} \cdot (T - T_0)^3 = -\frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda}{E_v} \cdot (T - T_0)^2 \quad (43)$$

Innen:

$$s_{h2D/3D} = \sqrt{\frac{E_v}{c_p \cdot \rho \cdot (T - T_0)}} \quad (44)$$

Mivel a T hőmérsékleten érvényes határ az adott fémöt-vözetre (pl. acélra) jellemző fajhőn és sűrűségeen kívül még a technológiai paraméterektől (Φ , T_0) is függ, kijelenthető, hogy nincs abszolút határ a vékonylemez és nagytest modell között, vagyis nincs vékonylemez és vastaglemez, csak vékonylemezként vagy vastaglemezként viselkedő tárgy.

Behelyettesítve a határfalvastagság képletébe a mintapéldánk adatait:

$$s_{h2D/3D} = \sqrt{\frac{E_v}{c_p \cdot \rho \cdot (T - T_0)}} = \sqrt{\frac{1000}{0,004186 \cdot 0,00785 \cdot (500 - 20)}} \cong 22,36 \text{ mm} \quad (45)$$

A 6. táblázat és 7. ábra szerint ez a vastagsághatár a valóságban 21,65 mm, vagyis az eltérés nem jelentős.

A vékonylemez modell használhatósági tartományát (max. 8-10 mm) ez az érték nagymértékben meghaladja, ami arra utal, hogy a vékonylemez modell és a nagytest modell között léteznie kell egy harmadik, köztes modellnek, amelyet szerző korábbi munkáiban 2,5D-s modellnek nevezett el [16, 17, 18].

Összefoglalás

A vékonylemezek hegesztési hőfolyamatainak leírására szolgáló, Rosenthal és Rykalin nevéhez köthető 2D-s modell állandósult hőmérsékletmezőjének összefüggése három

függvény szorzatát tartalmazza, ráadásul a számítóképlet kezelési nehézségeit egy speciális Bessel-függvény tovább fokozza. A magyar hegesztési kézikönyv két utolsó kiadására koncentrálna a figyelmet, a 2D-s modell alkalmazhatóságára vonatkozóan a következők állapíthatók meg.

1. A hegesztési folyamat hőciklusának legfontosabb jellemzője a hőmérsékletfüggő hűléssebesség, amelynek ismeretében a CCT diagramokból fontos információk nyerhetők. A kiemelt hőmérséklet 500 °C, amely a jól hegeszthető (ezért alacsony karbontartalmú) szerkezeti acélok CCT diagramjai átlagos orrpont-hőmérsékletének tekinthető.
2. A hűléssebesség a hőmérsékletmodellek állandósult hőmérsékletmezőjét leíró egyenlet idő szerinti deriválásával számítható. Ez a művelet a 3D-s nagytest modell esetében könnyedén végrehajtható és pontos eredményt ad.
3. A 2D-s vékonylemez modell állandósult hőmérsékletmezőjének összefüggése három függvény szorzatát tartalmazza, közöttük a nem differenciálható másodfajú, nullad-rendű, módosított Bessel-függvényt, ezért a modell hűléssebességét analitikusan nem lehetséges meghatározni.

A 2D-s modell számítóképletének egyszerűsítő átalakításával olyan közelítő alak nyerhető, amelyből a hűléssebesség a negatív x tengelyen meghatározható. Az így meghatározott hűléssebességek csak közelítésnek tekinthetők. Erről a tényről a magyar hegesztési kézikönyv két kiadása nem tesz említést, így az olvasók tájékoztatása pontatlannak tekinthető.

A 2D modell 500 °C-os hűléssebessége az eredeti hőmérsékletfüggvényből numerikus módszerrel meghatározható. A pontos és az egyszerűsített hűléssebességek diagramja a lemeztvastagság függvényében eltérő lefutású: a pontos hűléssebesség maximumos görbével, a közelítő parabolikusan növekvővel jellemzett.

A pontos és a közelítő hűléssebességek közötti különbségek a kis lemeztvastagságoknál jelentősek, nagyobb lemeztvastagságoknál csökkenő tendenciát mutatnak és abszolút értékük akár tíz százalék alá is csökkenhet.

A 2D-s és 3D-s modell közötti határ az eredeti függvényvel számított 500 °C-os hűléssebességek alapján határozható meg. A valós hegesztési esetekben ez a határ messze meghaladja a 2D-s modell alkalmazhatóságát, amelynek felső határa a határvastagság mindössze negyven százalékára (vagyis maximum 8-10 mm-re) tehető.

A 2D-s és a 3D-s modell között így létrejövő (mintegy) hatvan százalékos rés egy új elmélet, az ún. 2,5D-s modell megalkotásának szükségességét jelzi.

A hegesztőmérnökök és más, a hegesztéssel foglalkozó szakemberek hiteles tájékoztatása érdekében a magyar hegesztési kézikönyvek legközelebbi kiadásában a vé-

konylemezek hőfolyamataira vonatkozó információkat korrigálni szükséges. Addig az időpontig ez a Hegesztéstechnika cikk a témában hiánypótlásnak tekinthető.

Irodalom

- [1] Killing, R.: Welding Processes and Thermal Cutting. English Edition. Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren. DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 2001
- [2] Balogh A.; Kirk, C.S.; Mileham, A. R.: A New Heat Flow Model for Medium Size Plates. GÉP, Vol. IL (1998), No. 6., p.: 20 to 25 (in English)
- [3] Rosenthal, D. Mathematical theory of heat distribution during welding and cutting, Welding Research Supplement 20 (1941), No 5, p.: 220-s to 234-s (1935: in French; 1941: expanded in English)
- [4] Rykalin, N. N.: Teplovie osnovy szvarki. Izdanie Akademii Nauk, USSR, 1947 (in Russian)
- [5] Baránszky-Jób I. (szerk): Hegesztési kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985
- [6] Szunyogh L. (szerk): Hegesztés és rokon technológiák Kézikönyv. Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007
- [7] Abramowitz, M.; Stegun I. A.: Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables, Dover, 1965
- [8] Nikolaev, G. A.: Hegesztés. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, Budapest, 1952, p: 230
- [9] Bagrjanszkij, K. V.; Dobrotina, Z. A.; Hrenov, K. K.: Teorija szvarocsnih processzov, Izdatelszkoe Obedinenie "Visa Skola", 1976
- [10] Balogh A.; Sárvári J.; Schäffer J.; Tisza M. (szerk): Mechanikai Technológiák. Miskolci Egyetemi Kiadó, 2003
- [11] American Welding Society, Welding Handbook, Ninth Edition, Volume I, Cynthia L. Jenney, Anette O'Brien (Editors), Miami, Florida, 2001
- [12] ASM International, Handbook Committee, American Society for Metals, Metals Handbook, Volume 6: Welding, Brazing, and Soldering, Edition 9, 2011
- [13] Tisza M.: Introduction to Materials Sciences. University Publisher, Miskolc, 2000
- [14] Zorkóczy B.: Metallográfia és anyagvizsgálat. Tankönyvkiadó, Budapest, 1968
- [15] Palotás B.; Gyura L.: A hegesztési hőbevitel meghatározása ötvöztelen és gyengén ötvözött acélok esetében a hidegrepedés elkerülésére. Hegesztéstechnika, III (1992), 4. p.: 13-17
- [16] Kirk, C. S., Improvements in quality through weld thermal cycle modelling. PhD Thesis, University of Bath, 1997
- [17] Balogh, A.: A hűléssebesség számítása középvastag lemezek hegesztésekor. Hegesztéstechnika, IX (1998), No. 4. p.: 11 to 15
- [18] Balogh A., Kirk, C. S., Görbe Z: Role of cooling time when steels to be welded require controlled heat input. Gép, Vol. L. (1999), No. 5., p.: 44-50 (in English)



2049 Diósd, Balatoni út 21/e
Tel.: +36-23-782-011



A VILÁG ELSŐ ÍVELT LÁTÓMEZŐS AUTOMATA HEGESZTŐPAJZSA.

CORWELDPLUS.HU

ARISTO 500ix

ROBUST FEED U6-TAL ÉS ROBUST FEED U8₂-VEL

AZ ARISTO® 500ix ÁRAMFORRÁS ROBUSTFEED U6 VAGY ROBUSTFEED U8₂

Az Aristo 500ix egy kiváló súly/teljesítmény arányú ipari felhasználásra szánt impulzus áramforrás, megbízható és robusztus kialakítással. A Robust Feed U6-tal vagy a Robust Feed U8₂-vel kombinálva kiváló megoldást nyújt a legnagyobb kihívást jelentő munkák elvégzéséhez.

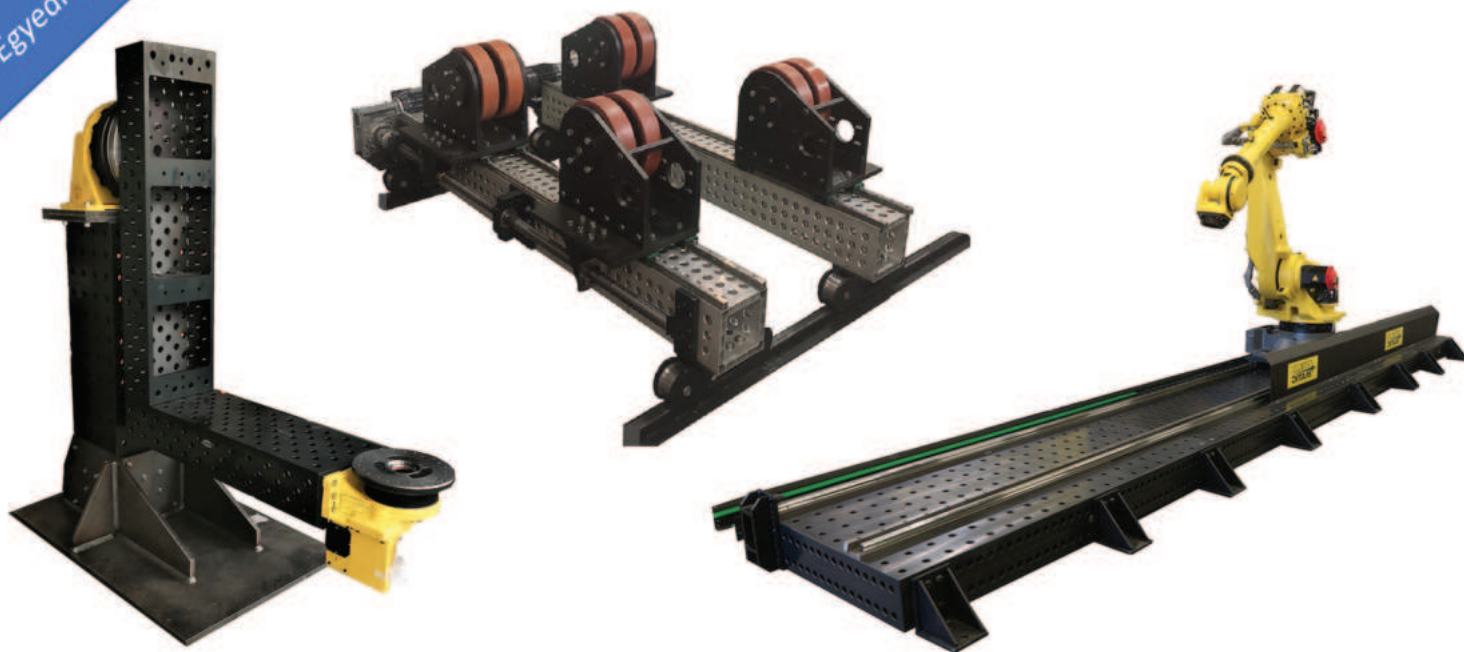


ESAB / esab.com

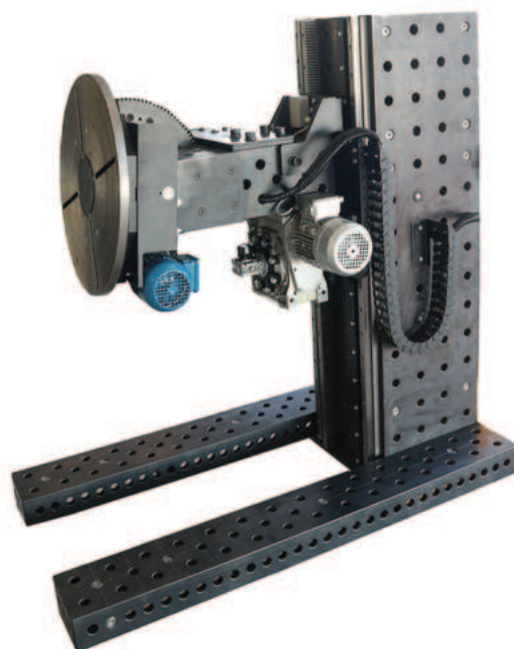
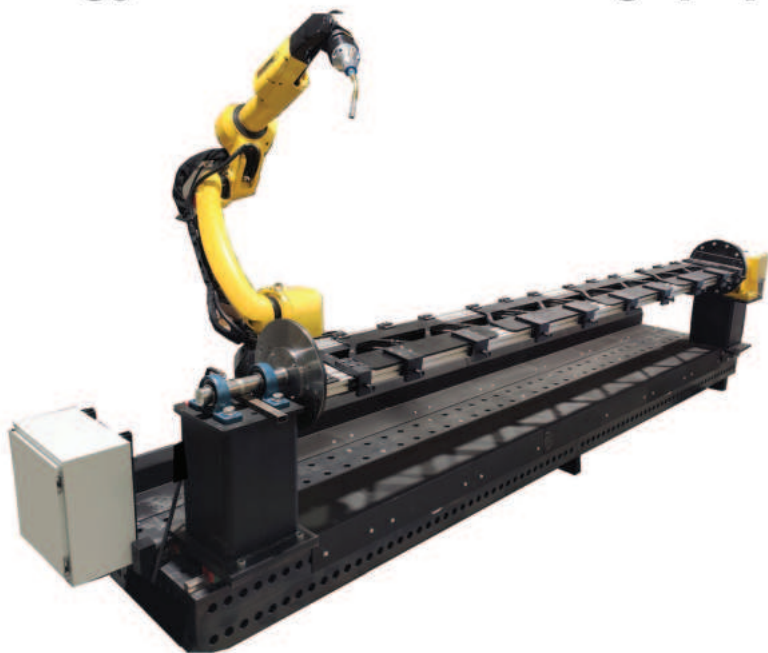


Egyedi igények! Egyedi megoldások!

WELD MATIC



Hegesztő robotrendszerek, komplett robotcellák bármilyen technológiához. Gépek, berendezések, forgatók, manipulátorok, robotpályák tervezése és gyártása moduláris gépépítő elemekből.



www.weldmatic.hu

Weldmatic Kft.
Tel: 06 24 444 444

info@weldmatic.hu

Tisztelt Ügyfelünk!
Kedves Olvasónk!

Szakfolyóiratunk az alábbi hirdetési lehetőségeket kínálja partnerei részére.

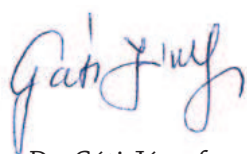
Az újság vágott mérete: 210x297 mm.

A hirdetések mérete		
A4	álló	210 x 297 mm (+ 3 mm kifutó körben, összesen 216 x 303 mm)
A5	fekvő	185 x 137 mm
A6	álló	89,5 x 137 mm
A7	fekvő	89,5 x 68,5 mm

A 2022-re vonatkozó ÁFA nélküli hirdetési árak eFt-ban	Méret		
	A4	A5	A6
Borító első oldalon, álló 210 x 217 mm (+ 3 mm kifutó körben, összesen 216 x 223 mm)	137	-	-
Hátsó külső borítón	127	-	-
Első belső borítón	122	-	-
Hátsó belső borítón	117	-	-
Belíven	112	100	90
PR-hírek és információ	32	25	-
Honlap hirdetés 20e Ft / negyedév			

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.

Hegesztéstechnika 2022. évi kiadói terve				
	1. szám	2. szám	3. szám	4. szám
Lapzárta	02.28.	06.10.	08.12.	11.02.
Szerk. ülés	03.08.	06.16.	08.18.	11.08.
NYOMDÁBA ADÁS	03.18.	06.24.	08.26.	11.18.
Megjelenés	04.04.	07.08.	09.09.	12.02.



Dr. Gáti József
főszerkesztő

Hegesztéstechnika

A Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés folyóirata

ISSN 1215-8372

Szerkesztőbizottság

Felelős kiadó: Gayer Béla, az MHTe igazgatója

Főszerkesztő: Dr. Gáti József

tel: +36 30/989-6108, gati@uni-obuda.hu

Tudományos rovat szerkesztők:

Dr. Gáspár Marcel, Dr. Májlinger Kornél

Szerkesztőség

Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülés
1149 Budapest, Mogyoródi út 32.

tel: +36 1/769-0056, titkarsag@mhte.hu

Fedélterv, szedés, tördelés és nyomtatás:

a Katerlon Kft.-nél készült,
3528 Miskolc, Szrogh Sámuel u. 10.

Felelős vezető: Sonkoly Tamás, tel: +36 70/427-0552

Hirdetés szervező: Tóth Boglárka

tel.: +36 70/660-4942, hegesztestechnika.mhte@gmail.com

A folyóirat évente négy alkalommal jelenik meg, egy példány ára 800 Ft + 5% ÁFA, éves előfizetési díj 3200 Ft + 5% ÁFA.

Előfizethető a Magyar Hegesztéstechnikai és Anyagvizsgáló Egyesülésnél, számla ellenében az előfizetési díj kiegyenlíthető készpénzben az Egyesülés pénztárában, postautalványon vagy banki átutalással.

Fizetett hirdetések

Böhler Kereskedelmi Kft.	B II	PLTS Ipari Kft.	22
Cooptim Ipari Kft.	11	Qualiweld Kft.	27
Corweld Plus Kft.	6, 61	Rehm Kft.	B IV
Crown Int. Kft.	5	thyssenkruupp Zrt.	19
ESAB Kft.	62	TÜV Rheinland InterCert	41
Flexman Robotics Kft.	50	TÜV Thüringen Hungary	49
Géper Kft.	21	Umundum Kft.	42
Lincoln Electric	2	Welding Hungary Kft.	B III
Linde Gáz Mo. Zrt.	28	Weldmatic Kft.	63
MHTe Alapítvány	18	Weldotherm Kft.	34
Messer Hungarogáz Kft.	B I		

Szerzőink és hirdetőink figyelmébe

Az „Útmutató a Hegesztéstechnika folyóirat szerzői részére” tájékoztató elérhető az MHTe honlapján a www.mhte.hu felületen, a hirdetések megjelentetésére vonatkozó információkkal együtt. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a nagy felbontású képeket ne a word dokumentumba illesztve, hanem külön JPG, TIF, PNG, vagy PDF állományként juttassák el e-mailben csatolmányként, a szöveggel együtt. Az egyes közlemények hasábszerkezete a nyomdai kivitelezéstől függően változhat.

Kérjük azon hirdetőinket, aki kész hirdetést adnak le, TIF-ben, vagy PDF-ben készítsék el, CMYK színbontással. A képek legyenek legalább 300 dpi felbontásúak, ellenőrzés érdekében kérjük a JPG formátumú (RGB) képek megküldését is.



1084 Budapest, Auróra utca 11.

Telefon: 303-4738; Fax: 303-4744

observer.hu

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITE SHARK WELDING WIRE

WHITESHARK.HU



Welding Hungary



WHITE SHARK WELDING GROUP

WHITE SHARK WELDING GROUP

WHITE SHARK



W E L D I N G W I R E

REHM mobil hegesztő-kobot

Könnyen mozgatható, mobilis hegesztőállomás

A berendezés részei:

- Universal Robots UR10e kollaboratív robot,
- REHM Focus.Arc P kompakt hegesztőgép,
- DINSE vízhűtésű robotpisztoly,
- REHM-MPT (Magic Programming Tool),
- Tároló szekrény a szerszámok és védőeszközök tárolására,
- Pisztolytartó biztonsági jelzőlámpával.

A mobil hegesztő-kobot segítségével egyszerűvé válik a nagy méretű munkadarabokon történő hegesztés, mivel könnyedén átmozgathatjuk egyik munkahelyről a másikra.

A hegesztés programozása a REHM MPT-nek köszönhetően egyszerű és gyors.

Kérje bemutatónkat az elérhetőségeinken!



REHM Hegesztéstechnika Kft.

2766 Tápiószéle, Jászberényi út 4.

Tel.: +36 (30) 380 078

E-mail: rehm@rehm.hu

Web: www.rehm.hu

