

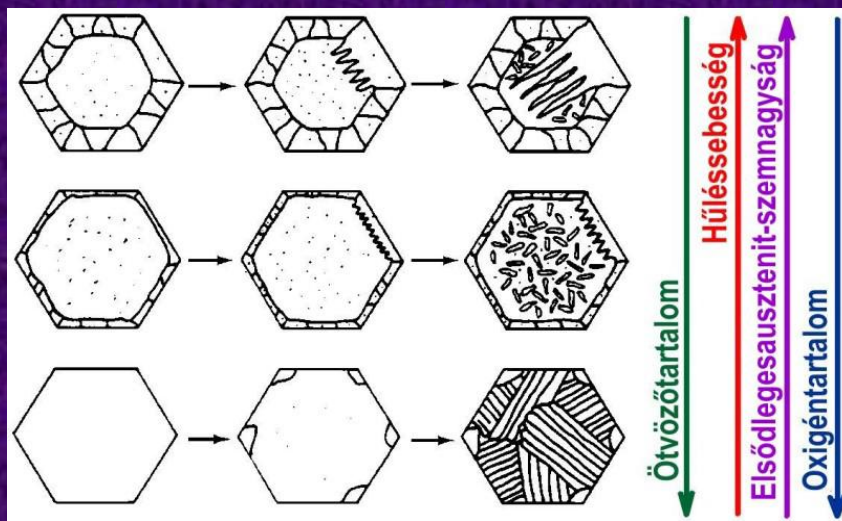
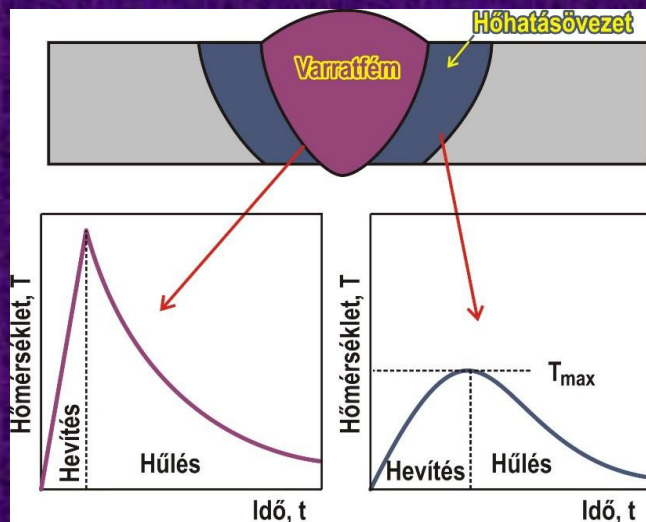
Dobránszky János
13. előadása
2025-ben

**A hegeszthetőség alapjai,
a műanyagok hegesztése és
az építkező gyártás**

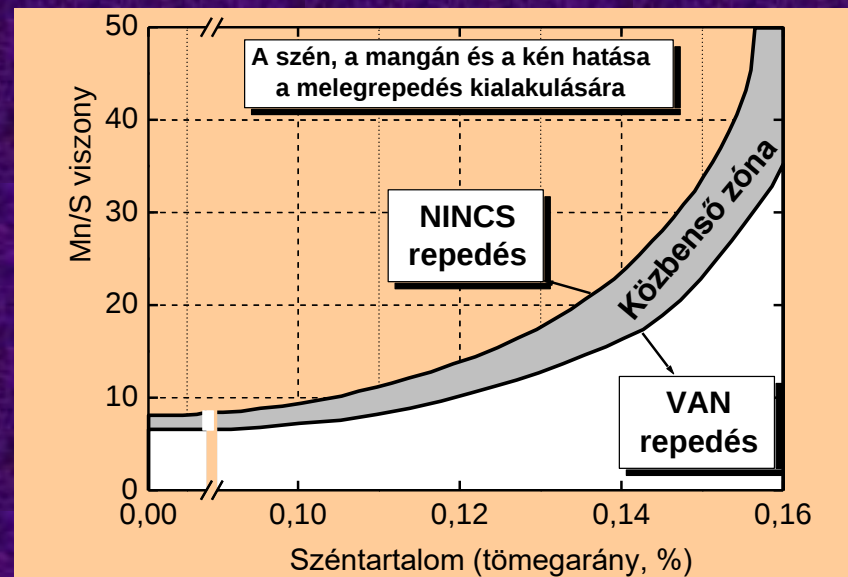
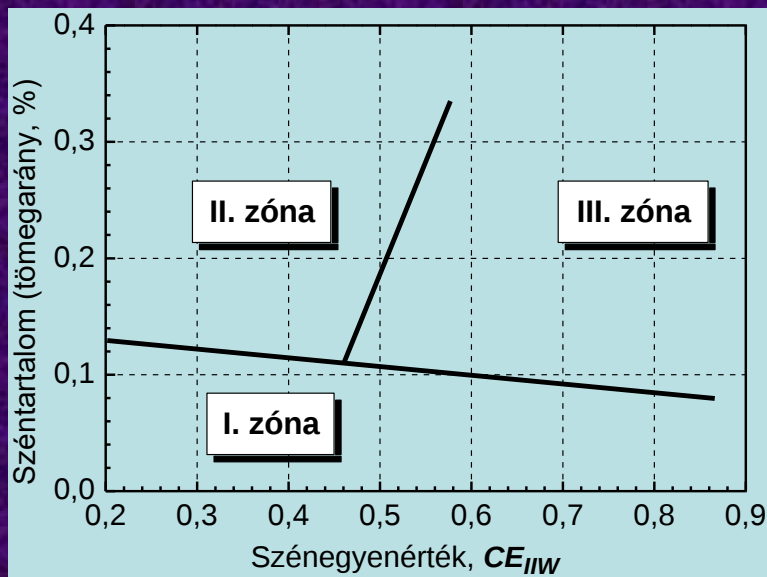
A Hegesztés tantárgy előadási témakörei

1. A hegesztés általános alapfogalmai, a hegesztési eljárások rendszerezése
2. A hegesztés munkabiztonsági és egészségvédelmi vonatkozásai
3. A 13-as eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
4. A 12-es, 72-es, 73-as eljárások alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
5. A 14-es eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
6. A 15-ös eljáráscsoport alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
7. A 111-es, a 112-es és a 114-es eljárás alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
8. A lánghegesztés (3) alkalmazásai, működése, felszerelése, anyagai
9. A lézeres hegesztés (52) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
10. Az elektronnyalábos (51) hegesztés alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
11. A termikus vágási eljárások (8) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
12. Az ellenállás-hegesztés (2) alkalmazásai, működése, berendezései
13. A termithegesztés (71) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
14. Az ultrahangos hegesztés (41) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
15. A dörzshegesztések (42, 43), az ütéshegesztés (44), a diffúziós hegesztés (45), a hideg- (48) és a melegsajtoló hegesztés (49) alkalmazásai, működése, berendezései
16. A csaphegesztés (78) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
17. A forrasztás (9) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
18. A termikus szórás alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
19. **A műanyagok hegesztésének alkalmazásai, eljárásai, berendezései, anyagai**
20. **Az építkező gyártás (additív gyártás) alapismeretei**
21. A hegesztett kötések roncsolásmentes anyagvizsgálata
22. A hegesztéstechnológiai tervezés alapismeretei
23. **Az anyagok néhány sajátos viselkedése a hegesztés során; a hegeszthetőség alapjai**

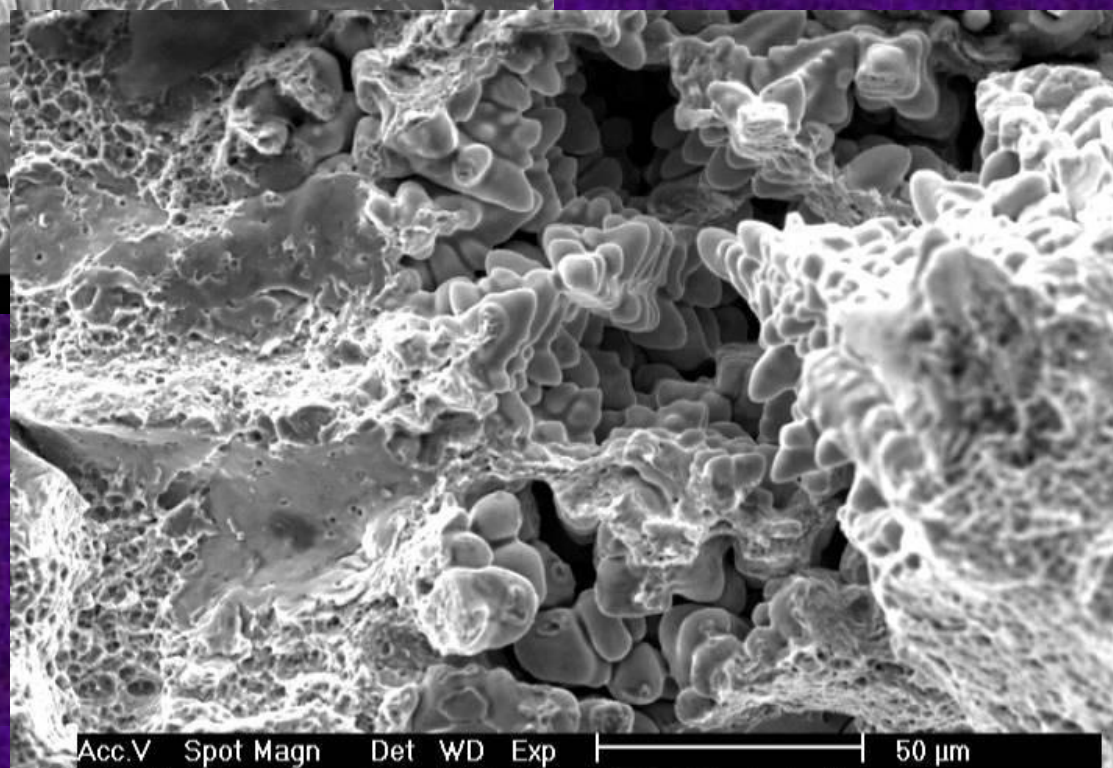
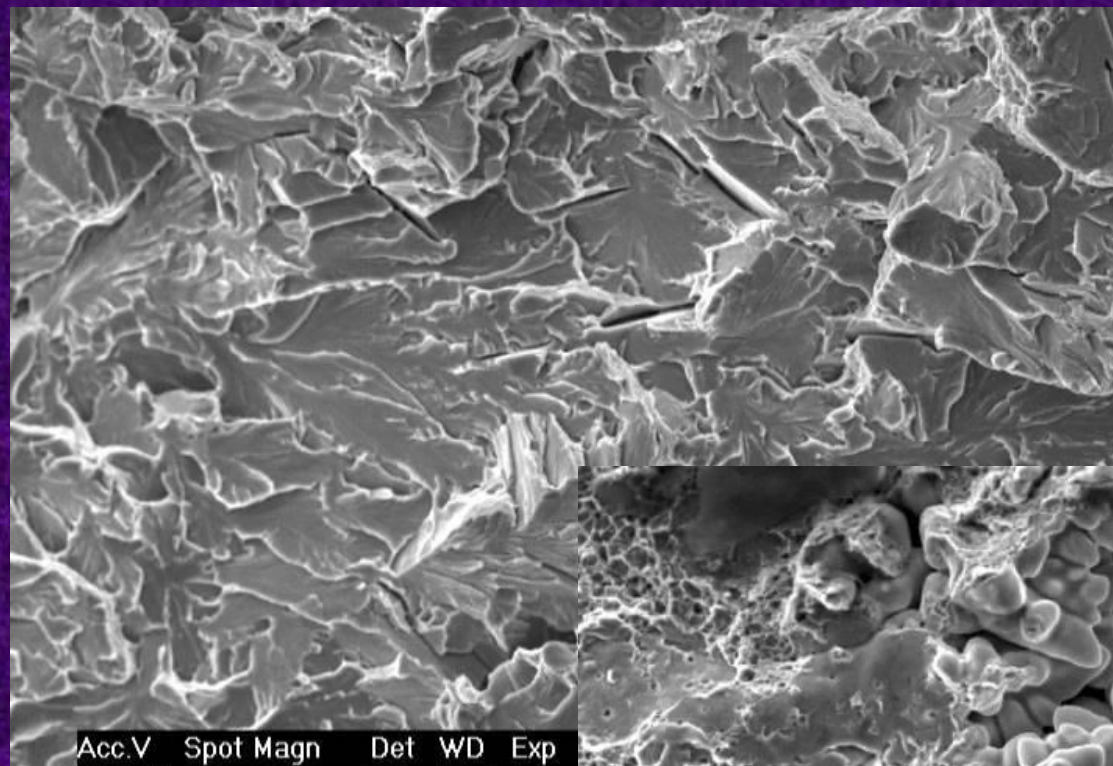
A hegeszthetőség alapjai



$$CE_{(IIW)} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

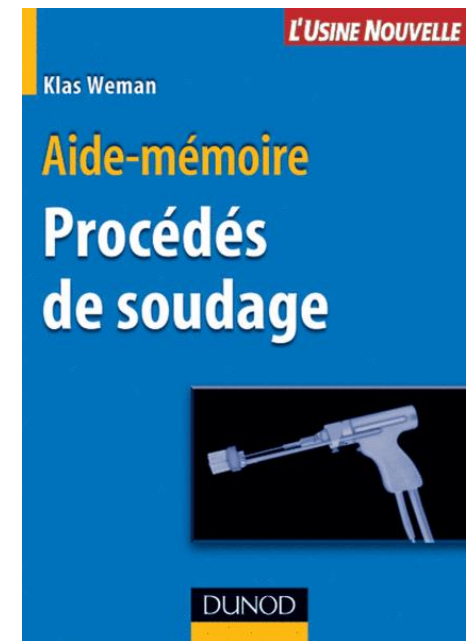
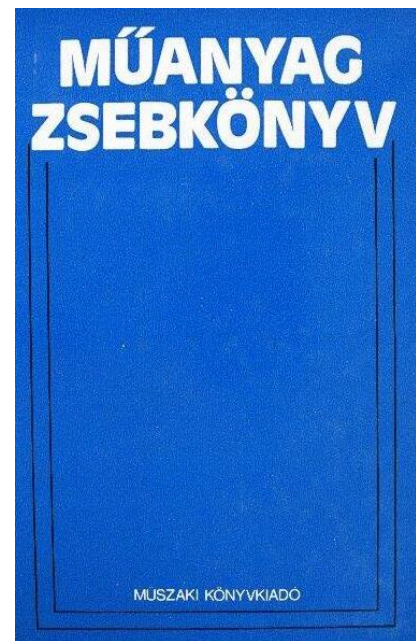
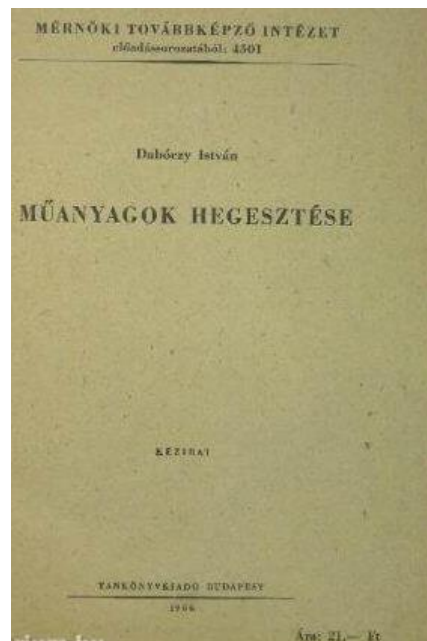
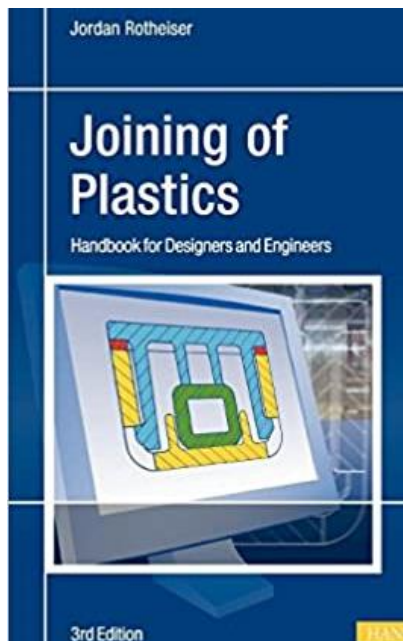
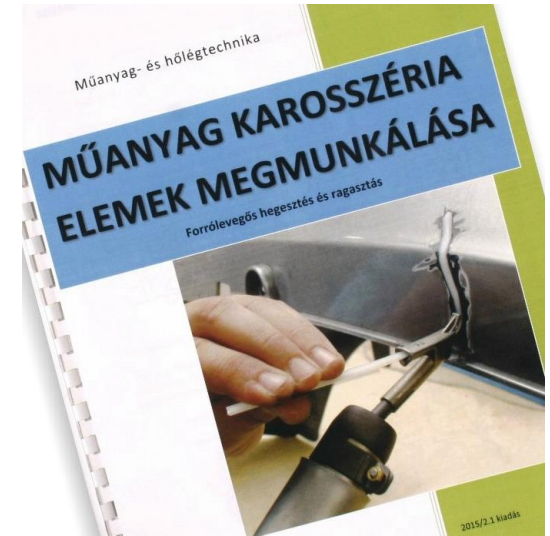
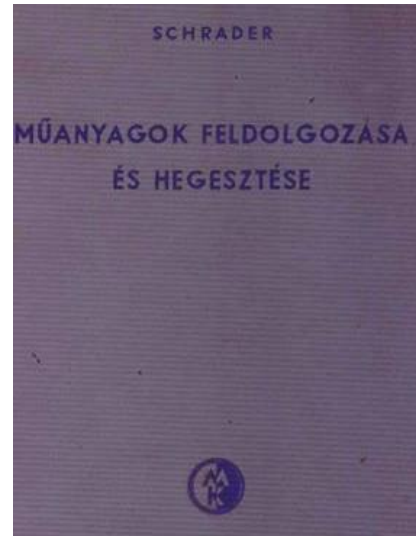
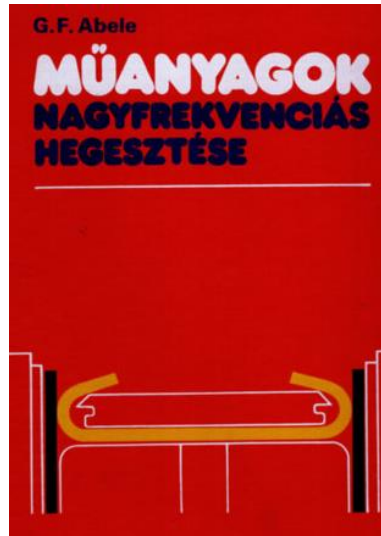
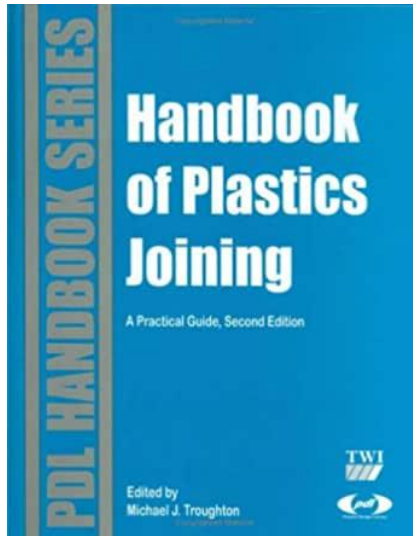


A hegeszthetőség alapjai



A műanyagok hegesztéséről

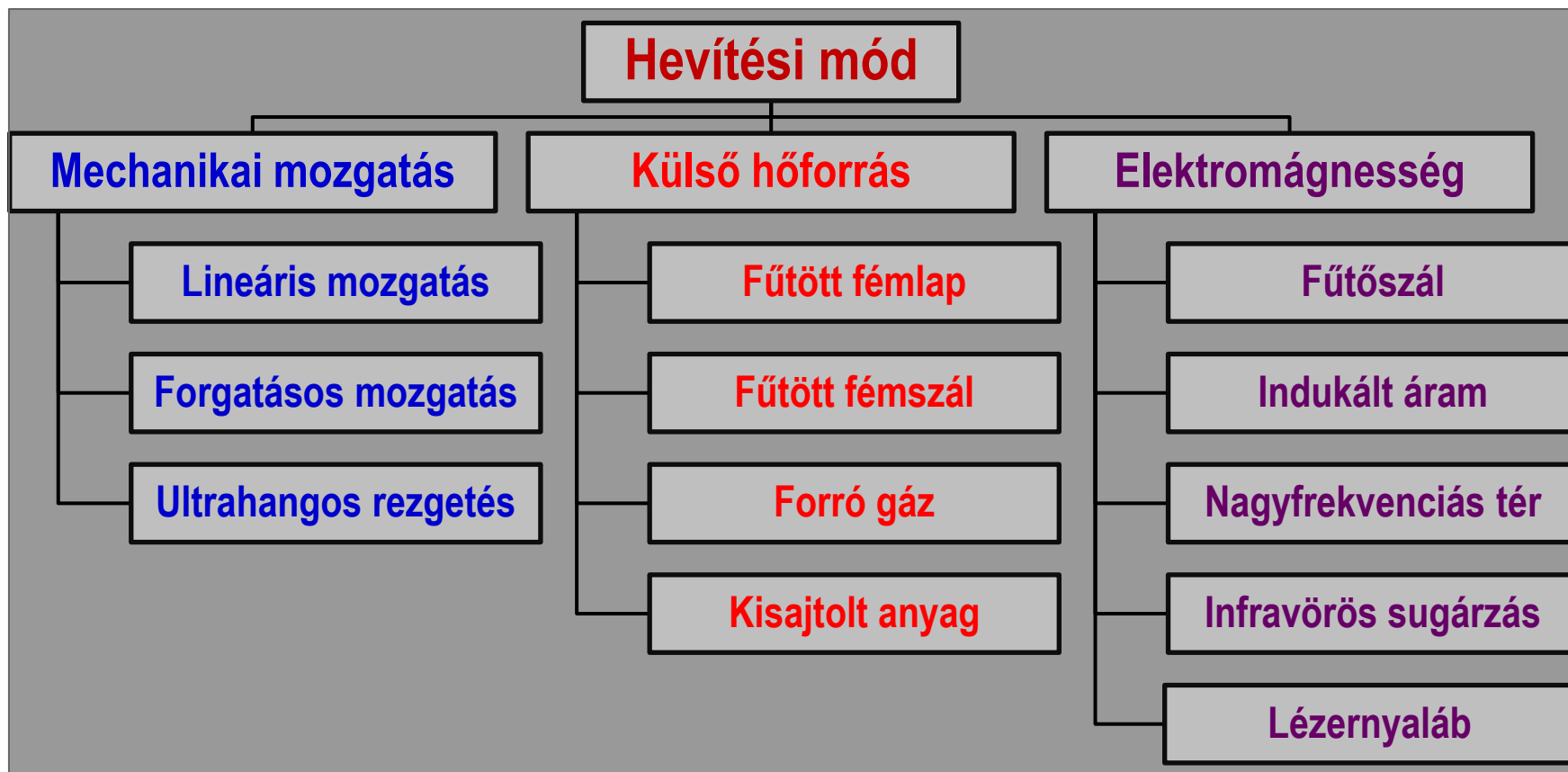
07223004 számú **Műanyag hegesztő** megnevezésű szakképesítés → **Szabványok !!!**



Az előadás célja: áttekinteni a hőre lágyuló műanyagoknak az iparban alkalmazott hegesztési eljárásainak alapjait.

A műanyagok hegesztési eljárásai **három csoportba** sorolhatók a kötéskészítéshez szükséges **hevítésnek a módja** alapján:

- **mechanikai mozgatás,**
- **külső hőforrással való érintkezés,**
- **az elektromágnesség alkalmazása.**



Mechanikai mozgásos hevítésen alapuló eljárások

A hőforrás: lineáris mozgatás

Az összekötendő alkatrészeket nyomás alatt érintkezésbe hozzák, mielőtt lineáris (oda-vissza irányú) mozgatással összedörzsölnék őket. A súrlódási hő megolvasztja a határfelületeken az anyagot. Ekkor a mozgatás leáll. Az alkatrészeket ezután összeillesztik és összenyomva tartják, míg a varrat megszilárdul.

A hőre lágyuló műanyagok legtöbbje ezzel a technikával jól hegeszthető.

Autóipari példák: kétrészes lökhárítók, üzemanyagtartályok, elosztók, lámpatestek, belső ajtólapok összehegesztése.

A hőforrás: körkörös mozgatás

Körkörös mozgatással végzett hegesztésnél az illesztési felületek szinte mindig kör alakúak és a mozgás forgómozgás; ez lehet forgatás, fordítgatás, bolygómozgás.

Alkalmazás: PE-úszók, szórópalackok, hajtótengelyek, PVC-csövek gyártása.

A hőforrás: ultrahangos rezgetés

A nagy frekvenciájú rezgetés mechanikai energiája a hőre lágyuló műanyagok felületét lágyítja és megolvasztja. Az összekötendő alkatrészeket összenyomják, majd ultrahangos rezgésnek teszik ki őket. Az ultrahangos hegesztés gyors, jól automatizálható. Az alkatrészek összekötésére az autóipar mellett elterjedt az orvosi, az elektronikai és a csomagolási iparban is.

Külső hőforrással végzett hevítésen alapuló eljárások

A hőforrás: forró gáz

A forró gázos hegesztéshez a legfeljebb 30 mm vastagságú lapok tompakötését elő kell készíteni (pl. V varrat), mielőtt a forró gázt az illesztési terület felé irányítják. A forró gáz megolvasztja az illesztési területet és az összeillesztett részekkel azonos anyagú hozaganyagot is.

A varrat a megolvadt alapanyagok és a hozaganyag összeolvadásából jön létre.

A forró gázos hegesztés legfőbb előnye, hogy a berendezés könnyen hordozható. A folyamat azonban lassú, és a hegesztés minősége nagyban függ a hegesztő szaktudásától. Az elvart/előírt minőség elérése érdekében ajánlott a hegesztők képzése, képesítése, minősítése.

A hőforrás: fűtött fémszál

Ezt a technikát főleg 0,5 mm-nél kisebb vastagságú fóliák összehegesztésére használják. Az elv egyszerű: ha a két fóliát egy fűtött fémszálhoz nyomnak, akkor azok megolvadnak, és ez lehetővé teszi a kötés létrehozását. A hegesztés gyors, kb. 2 s egy 100 μm vastagságú fóliánál.

Az impulzusos fóliahegesztés elve ugyanaz. Itt a hő a villamos árammal impulzusosan fűtött nikkel-króm huzalon keresztül adódik át a fóliáknak. Ezt a módszert alkalmazzák a polietilén zsákok gyors lezárására szolgáló csomagolásban.

Külső hőforrással végzett hevítésen alapuló eljárások

A hőforrás: fűtött fémlap

A fűtött fémlapos hegesztés egészen egyszerű kötéskészítési mód, a kis folyadéktartályoktól kezdve az akár 1000 mm átmérőjű csövek hegesztéséig.

A hegesztési folyamat magába foglalja az összekötendő alkatrészek végeinek villamos fűtésű lappal való felhevítését, amíg azok kellően megolvadnak. Ezután a fémlapot eltávolítják, az alkatrészeket összenyomják, és a hűlési ciklusban megszilárdul a varrat.

A hőforrás: kisajtott anyag

Az extrúziós hegesztés hasonló a forró gázos hegesztéshez, annak néhány előnyével és hátrányával. Az olvadt hozaganyagot kézi extruder sajtolja ki a varratba. Az olvadt hozaganyag egy teflonból készült csúszótalpon lép ki, amelynek profilja megfelel a varrat profiljának. A csúszótalp elülső szélén forró gázáram előmelegíti a hegesztési éleket az olvadt anyag lerakása előtt, így biztosítva azt, hogy elegendő hő álljon rendelkezésre a varrat kialakításához.

Az eljárást általában nagyméretű gyártmányok, például vegyi anyagok tárolóedényeinek összehegesztésére használják; a hegeszthető falvastagság legfeljebb 50 mm.

Az elektromágnesség közvetlen alkalmazásán alapuló eljárások

A hőforrás: ellenállás-hevítéses fűtőszál

Az összehegesztendő két rész közé behelyeznek egy villamos vezető fűtőszálát, amelyre nagy áramot kapcsolva felmelegszik, az őt körülvevő műanyag meglágyul és megolvad. Külső nyomás alkalmazása biztosítja, hogy az olvadt felületek összeolvadjanak és varratot képezzenek.

A fűtőszálas hegesztést széles körben alkalmazzák a műanyagcsövek hegesztésére, speciálisan kialakított tokos csatlakozókkal, amelyekbe be van építve a fűtőszál.

A hőforrás: indukciós hevítésű fűtőbetét

Az indukciós hevítés hasonló az ellenállás-fűtésű hegesztéshez: a hevítést biztosító fémbetételre van szükség. Az indukciós hevítés esetén nagyfrekvenciás tápegységhez csatolt munkatekercset helyeznek el a kötési vonal közelében. A nagyfrekvenciás villamos árammal átjárt munkatekercs mágneses tere kölcsönhatásba lép a beépített fűtőbetéttel: örvényáramok indukálódnak benne, felhevítve őt magát és a varrat környezetét.

A hőforrás: nagyfrekvenciás tér és dielektromosság

A nagyfrekvenciás hegesztés (dielektromos vagy rádiófrekvenciás) a műanyagnak azon a képességén alapul, hogy gyorsan váltakozó villamos mezőben hő termelődik benne. Ezért ez a hevítési mód általában a PVC-re, az EVA-ra és a poliuretánokra korlátozódik. A folyamat során az alkatrészeket nagy frekvenciájú villamos térnek tesszük ki, amelyet két fémrúd között hozunk létre. A dinamikus villamos tér molekuláris rezgést okoz a műanyagban. A rezgés egy része hővé alakul, ami az anyag felmelegedését okozza. A nagyfrekvenciás hegesztéssel gyártott termékek közé tartoznak pl. az irodai tasakok, a felfújható termékek, a ponyvák és a vérzsákok.

Az elektromágnesség közvetlen alkalmazásán alapuló eljárások

A hőforrás: infravörös sugárzás

Az infravörös sugárzásos hegesztés során az összekötendő alkatrészeket nagyon közel helyezzük egymáshoz egy villamos fűtésű lappal. A technika hasonló a fűtött lapos hegesztéshez, de a hőforrással való tényleges fizikai érintkezés nem történik. Elegendő idő elteltével az alkatrészek megolvadnak, és varratot képezve össze lehet nyomni őket.

Az infravörös sugárzásos hegesztés általában gyorsabb, mint a fűtött lapos hegesztés, a tipikus hegesztési idő körülbelül 50 % -kal csökken. Az a tény, hogy a fűtést fizikai érintkezés nélkül érik el, kiküszöböli a hegesztési varratba a fűtött lap felületéről bejutó szennyeződés lehetőségét. Főleg csövek összehegesztésére használják.

A hőforrás: lézernyaláb

A lézeres hegesztés a nagy energiájú sugárzás fókuszált nyalábjával hevít, általában az elektromágneses spektrum infravörös tartományában. A cél az, hogy megolvadjon a műanyag a varrat helyén. A lézer típusa és a műanyag abszorpciós jellemzői meghatározzák a hegesztés lehetséges alkalmazási körét.

A TWI által szabadalmaztatott Clearweld® transzmissziós hegesztés szintelen, az infravörös sugárzást jól elnyelő közeget használ a két áteresztő műanyag csatlakozási felületén. Így optikailag tiszta műanyagok is összehegeszthetők lézeres hegesztéssel, szinte láthatatlan kötéssel. A lézeres hegesztés előnye: gyors, tiszta, érintésmentes folyamat, csak minimális varratkidudorodást és alaktorzulást okoz.

A műanyagok hegesztési eljárásai

ISO/DIS 4063:2021 Welding, brazing, soldering, cutting, mechanical joining and adhesive bonding — Nomenclature of processes and reference numbers

MSZ EN ISO 4063:2023 Hegesztés és rokon eljárások.

A hegesztési eljárások megnevezése és azonosító számuk (ISO 4063:2023) → magyar nyelven

6	Az MSZ EN ISO 4063:2023-ban a műanyagok hegesztési eljárásai
61	bent maradó fűtőszálas hegesztés
611	fűtőszálas hegesztés; elektrofúziós hegesztés
62	rádiófrekvenciás hegesztés, nagyfrekvenciás hegesztés
63	oldószeres hegesztés; ragasztás
631	oldószeres, cementes hegesztés
64	forró gázos hegesztés
641	forró gázos gyorshegesztés
642	forró gázos, körfúvókás hegesztés
643	forró gázos, hegesztőpálca nélküli, kézi hegesztés
644	forró gázos, hegesztőpálca nélküli, gépi hegesztés
645	forró gázos, hegesztőpálcás, gépi hegesztés
646	forró gázos konvekciós hegesztés
647	extrúziós hegesztés; kisajtoló hegesztés
65	hőkötéses tömítés
651	hőimpulzusos hegesztés
652	forró rudas hegesztés
66	fűtött szerszámos hegesztés; hevítőelemes hegesztés
661	tompá ömlesztőhegesztés; forró lapos hegesztés; hevítőlapos hegesztés; tükörhegesztés
662	fűtött ékes hegesztés
663	tokos ömlesztőhegesztés
664	nyeregídomos ömlesztőhegesztés
67	sorjamentes hegesztés
671	megömlesztő hegesztés
69	egyéb műanyaghegesztési eljárások
691	mikrohullámos hegesztés
692	hőszegecselés

**Műanyagok kötése esetén további eljárásváltozatok
azonosíthatók az alábbi táblázat szerint
és a példának megfelelően**

Szakkifejezés

Azonosító jel

Átbocsátó lézeres hegesztés – körvonalhegesztés	52-A
Átbocsátó lézeres hegesztés – kváziegyidejű heg.	52-B
Átbocsátó lézeres hegesztés – egyidejű hegesztés	52-C
Átbocsátó lézeres hegesztés – pásztázó hegesztés	52-D
Átbocsátó lézeres hegesztés – maszkos hegesztés	52-E
Közvetlen besugárzásos lézeres hegesztés	52-F
Vibrációs heg. infravör. sugárzásos előmelegítéssel	424-A
Forró gázzal fűtött ékes hegesztés	662-A
(Elektromosan) fűtött ékes hegesztés	662-B

Példa:

A forró gázzal fűtött ékes hegesztés megnevezése: ISO 4063 – 662-A

**Műanyagok hőszegecselése esetén további
eljárásváltozatok azonosíthatók az alábbi táblázat szerint
és a példának megfelelően**

Szakkifejezés

Villamos hőszegecselés

Forró levegős hőszegecselés

Infravörös sugárzásos hőszegecselés

Ultrahangos hőszegecselés

Jel

E

H

I

U

Példa:

A forró levegős hőszegecselés megnevezése: ISO 4063 – 692-H

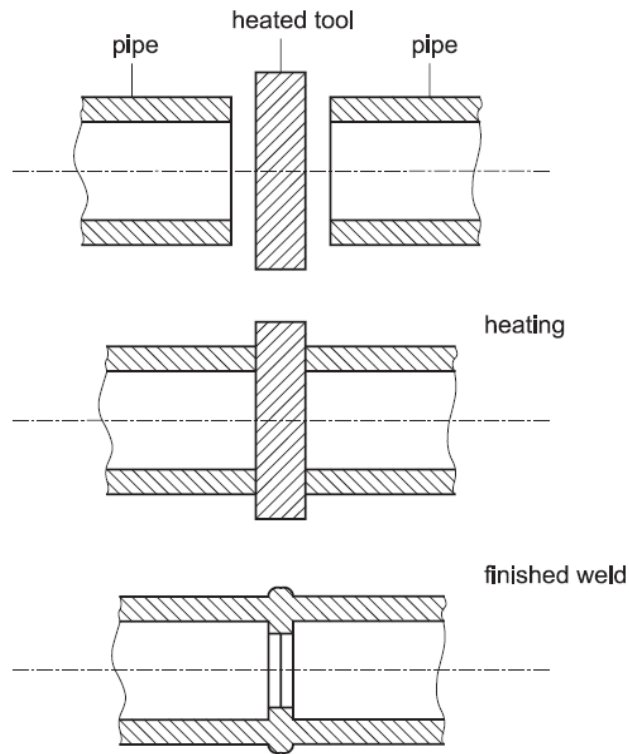
Forró gázos hegesztés



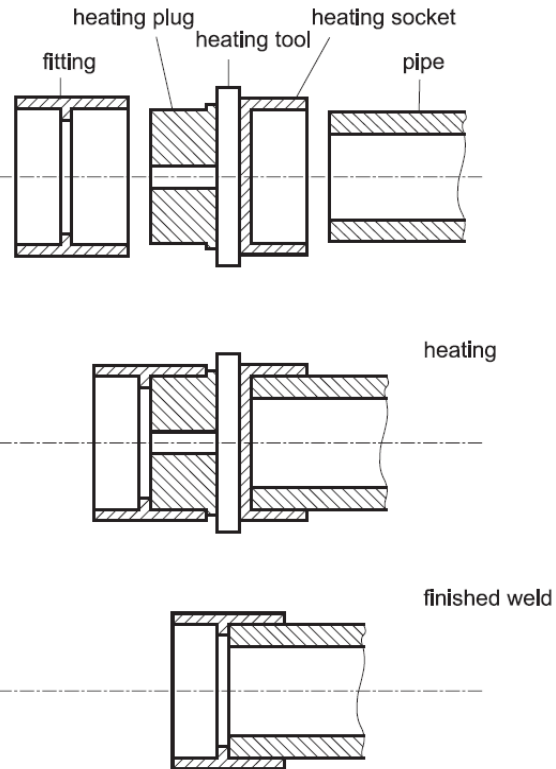
Extrúziós hegesztés, kisajtoló hegesztés



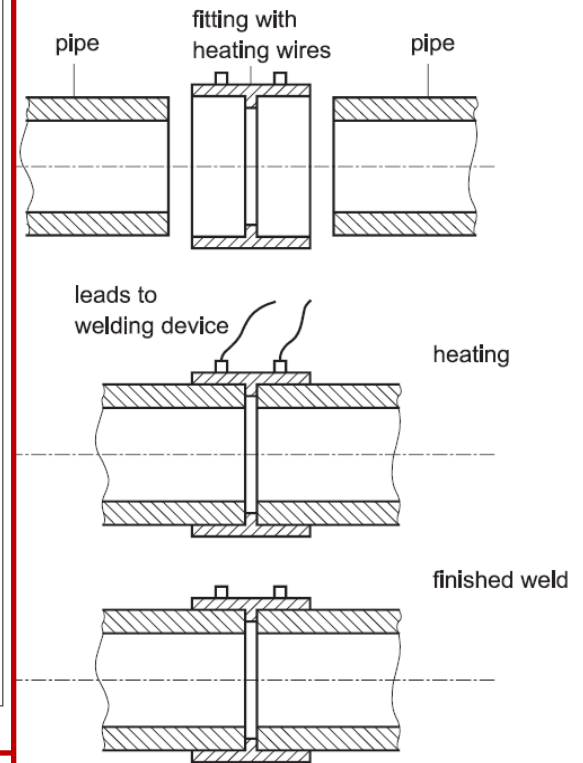
SIMONA – Engineering Manual for Piping Systems 08/2010



Heated tool butt welding



5: Socket welding



Electro fusion welding

A műanyagok lézeres hegeszthetőségének keresztábrázata

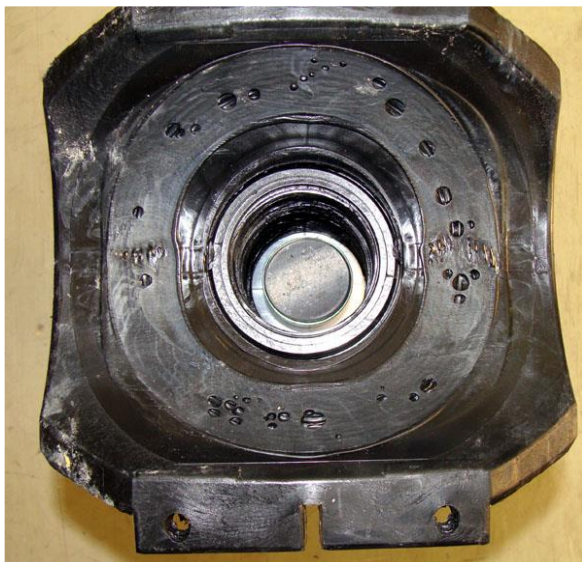
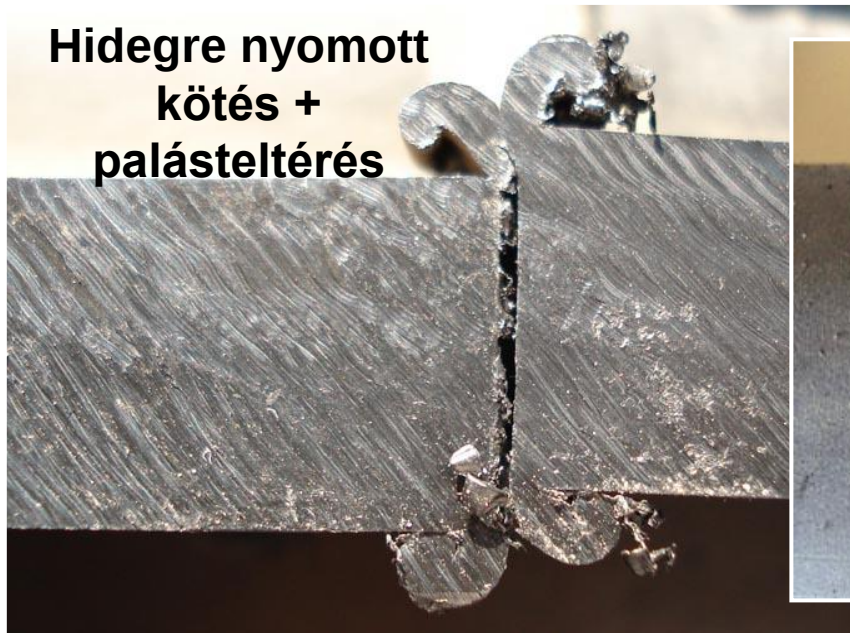
	ABS	ASA	PA 12	PA 6	PA 6.6	PBT	PC	PE	PEEK	PE-HD	PE-LD	PET	PMMA	POM	PP	PPA	PPS	PS	PTFE	PVC	SAN	TPE	TPU
ABS																							
ASA																							
PA 12																							
PA 6																							
PA 6.6																							
PBT																							
PC																							
PE																							
PEEK																							
PE-HD																							
PE-LD																							
PET																							
PMMA																							
POM																							
PP																							
PPA																							
PPS																							
PS																							
PTFE																							
PVC																							
SAN																							
TPE																							
TPU																							

A hőre lágyuló gumik hegesztése

- **Alkalmazásuk:** orvostechnikai eszközökben, járműipari alkatrészek és a háztartási eszközök anyagaként, vértranszfúziós készletek, folyadékadagolók, vízelvezető zsákok, csövek, megerősített tömlők.
- **Előnyük:** hagyományos gumiként viselkednek, de könnyen feldolgozhatók olyan általános műanyag-feldolgozási eljárásokkal, mint a fröccsöntés, míg a gumikat ki kell keményíteni vagy vulkanizálni.
- **Jól hegeszthetők, de:** *az anyag rugalmassága és lágyága miatt sok hegesztési eljárás nem megfelelő. A legjobb a fűtött szerszámos hegesztés, a lézeres hegesztés és az érintés nélküli, infravörös sugárzásos hegesztés.*
- **A hegesztés előnyei más kötési módszerekkel szemben:** *rövid ciklusidő, kiváló kötésszilárdság, nem szükséges segédanyagot, pl. ragasztót használni. Fontos, hogy a hegesztés lehetővé teszi az elasztomer rugalmasságának fenntartását.*

Kasik Zoltán: Polietilén gázvezetékek hegesztett kötéseinek jellemző meghibásodásai. 2010. szeptember 16. Műanyagvizsgáló Laboratórium

Hidegre nyomott
kötés +
palásteltérés



- 1972-ben megépül az első polietilén (PE) vezeték Szegeden
 - Kezdetben Hostalen GM5010 T1 alapanyag
 - Később sokféle, igazolatlan eredetű csőanyag
 - Kezdetleges, kidolgozatlan építési technológia
 - Tompahegesztett kötések

Jellemző meghibásodások 2005 és 2010 között I.

- Meghibásodások aránya a kiváltó okok szerint
 - Technológia be nem tartása $\approx 70 \%$
 - Anyagminőségi problémák $\approx 25 \%$
 - Technológia és anyagminőség együttesen $\approx 3 \%$
 - Rongálás $\approx 2 \%$
- Az adatok a laboratóriumban vizsgált meghibásodásokra vonatkoznak
- Meghibásodások aránya a hegesztési eljárások szerint
 - Tompa hegesztés (10320) $\approx 70 \%$
 - a legmagasabb szintű szaktudást igényli
 - Polifúziós tokos hegesztés (10110 ; 10120) $\approx 0 \%$
 - nehezen lehet elrontani
 - a rosszul hegesztett kötés is gáztömör (egy bizonyos ideig)
 - Polifúziós nyereg hegesztés (10210 ; 10220) $\approx 10 \%$
 - Elektrofúziós hegesztés (20122 ; 20222) $\approx 10 \%$
 - Egyéb meghibásodások $\approx 10 \%$
 - külső hatások (pl.: feszültség)

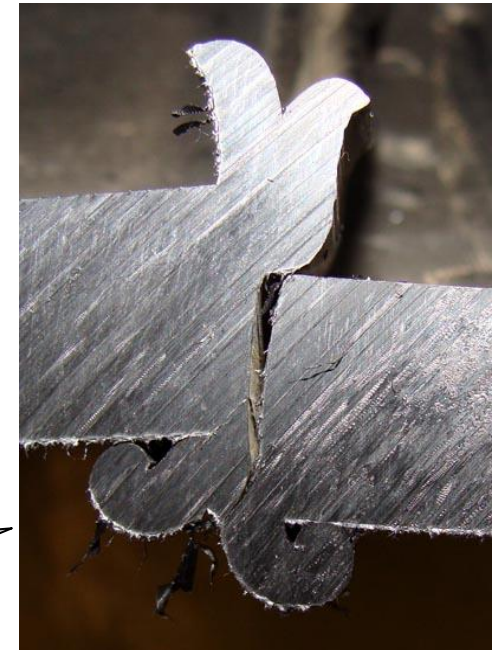
Meghibásodások



Hidegre nyomott kötés



Hidegre nyomott kötés
+ palásteltérés



Rövid idejű kimelegítés
és/vagy kicsi összenyomó erő





**Anyaghiba:
habosodott
varratdudor (PANLEX)**

**- nagy az MFR érték
- kicsi az Oxidációs
Indukciós Idő**

Meghibásodások VI/2.

Folyásindex (MFR) vizsgáló berendezés

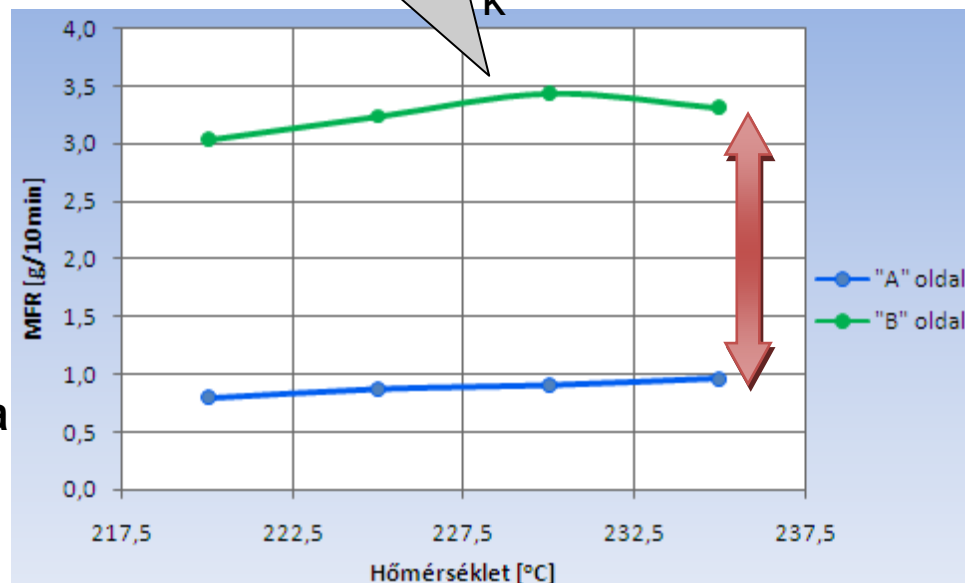
A csőanyagok reológiai kompatibilitása már szemrevételezéssel megkérdőjelezhető

Folyásgörbe

k



- Az egyik csőanyag MFR értéke kb. háromszorosa a másikénak
- Nagy viszkozitás különbség
- Előkészítés, előmelegítés, hőntartás majd a csövek összeérintése nyomásfelépítéssel
- A kis viszkozitású (nagy MFR index) polimer kiáramlik a hegesztési zónából a csőpalástra (varratdudor)
- A nagyobb viszkozitású anyag makromolekulái nem tudnak keveredni, „összegubancolódni” a másik cső makromolekula láncával, mivel a hegesztési zónában annak már csak egy alacsonyabb hőmérsékletű, meg sem ömlött részével találkozik.



Meghibásodások VII. elektrofúziós nyereghegesztés

Kasik Zoltán



- lunkerek

-

zarvanyok

Elégtelen felületi tisztítás,
szennyező anyagok jelenléte
(víz, sár, homok)



Felület-előkészítés hiánya,
nem megfelelően
eltávolított, oxidálódott
felületi réteg



Meghibásodások IX. polifúziós nyereg hegesztése

Kasik Zoltán



Rövid kimelegítés és /
vagy kicsi összenyomó erő



Nyeregídom leágazásra
ható folyamatos erő =>
feszültséggyűjtő hely

Repedés képződik a
csőfalban, ami áthalad a
hegesztési varraton is



Alapismeretek az építkező gyártásról



Az építkező (additív) gyártás fogalma és tartalma

[MSZ EN ISO/ASTM 52927:2024](#) Additív gyártás. Általános alapelvek. Fő jellemzők és megfelelő vizsgálati módszerek (ISO/ASTM 52927:2024)

[MSZ EN ISO/ASTM 52933:2024](#) Additív gyártás. Környezet-, egészségvédelem és biztonság. Az extrúziós 3D-nyomtatókkal készített anyagokból nem üzemi helyszínen kibocsátott veszélyes anyagok vizsgálati módszere (ISO/ASTM 52933:2024)

[MSZ EN ISO/ASTM 52909:2024](#) Additív gyártás **fémek**ből. A kész alkatrész tulajdonságai. A fém alkatrészek mechanikai tulajdonságainak irány- és helyfüggése (ISO/ASTM 52909:2024)

[MSZ EN ISO/ASTM 52945:2024](#) Autóipari additív gyártás. Minősítési elvek. A PBF-LB/M folyamatok általános gépértékelése és kulcsfontosságú teljesítménymutatói (ISO/ASTM 52945:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52939:2024](#) Építőipari additív gyártás. Minősítési elvek. Szerkezeti és infrastrukturális elemek (ISO/ASTM 52939:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52926-5:2024](#) Additív gyártás **fémek**ből. Minősítési elvek. 5. rész: A DED-ív-gépkezelők minősítése (ISO/ASTM 52926-5:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52926-4:2024](#) Additív gyártás **fémek**ből. Minősítési elvek. 4. rész: A DED-LB-gépkezelők minősítése (ISO/ASTM 52926-4:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52926-3:2024](#) Additív gyártás **fémek**ből. Minősítési elvek. 3. rész: A PBF-EB-gépkezelők minősítése (ISO/ASTM 52926-3:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52926-2:2024](#) Additív gyártás **fémek**ből. Minősítési elvek. 2. rész: A PBF-LB-gépkezelők minősítése (ISO/ASTM 52926-2:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52926-1:2024](#) Additív gyártás **fémek**ből. Minősítési elvek. 1. rész: A gépkezelők minősítése általában (ISO/ASTM 52926-1:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52908:2024](#) Additív gyártás **fémek**ből. A kész alkatrész tulajdonságai. A fém porágy összeolvasztásával készített alkatrészek utómunkálása, vizsgálata és ellenőrzése (ISO/ASTM 52908:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52935:2024](#) Additív gyártás **fémek**ből. Minősítési elvek. A koordináló személyzet minősítése (ISO/ASTM 52935:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52924:2024](#) Additív gyártás **polimere**kből. Minősítési elvek. Az alkatrész tulajdonságainak osztályba sorolása (ISO/ASTM 52924:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52902:2024](#) Additív gyártás. Próbatermékek. Az additív gyártási rendszerek geometrikus képességének értékelése (ISO/ASTM 52902:2023)

Az építkező (additív) gyártás fogalma és tartalma

[MSZ EN ISO/ASTM 52920:2024](#) Additív gyártás. Minősítési elvek. Ipari additív gyártási folyamatok és termelőhelyek követelményei [MSZ EN ISO/ASTM 52931:2023](#) Additív gyártás **fémek**ből. Környezet-, egészségvédelem és biztonság. **Fémek** alkalmazásának általános alapelvei (ISO/ASTM 52931:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52911-3:2023](#) Additív gyártás. Tervezés. 3. rész: **Fémek** elektronnyalábos porágyolvasztása (PBF-EB) [MSZ EN ISO/ASTM 52936-1:2023](#) Additív gyártás **polimer**ekből. Minősítési elvek. 1. rész: Általános alapelvek és PBF-LB próbatestek készítése [MSZ EN ISO 17295:2023](#) Additív gyártás. Általános alapelvek. Alkatrész-pozicionálás, koordináták és tájolás (ISO 17295:2023)

[MSZ EN ISO/ASTM 52925:2022](#) **Polimer**ek additív gyártása. Alapanyagok. Az alkatrészek lézeralapú porágy-összeolvasztásához való anyagok minősítése

[MSZ EN ISO/ASTM 52900:2022](#) Additív gyártás. Általános alapelvek. Alapok és szakszótár (ISO/ASTM 52900:2021)

[MSZ EN ISO/ASTM 52903-1:2021](#) Additív gyártás. **Műanyagok** extrudáláson alapuló additív gyártása. 1. rész: Alapanyagok

[MSZ EN ISO/ASTM 52950:2021](#) Additív gyártás. Általános alapelvek. 4. rész: Az adatfeldolgozás áttekintése (ISO/ASTM 52950:2021)

[MSZ EN ISO/ASTM 52941:2021](#) Additív gyártás. Rendszerteljesítmény és megbízhatóság. A légijármű-ipari alkalmazásokra szánt **fém** alkatrészeket előállító porágyolvasztós lézerberendezések átvételi vizsgálatai

[MSZ EN ISO/ASTM 52942:2021](#) Additív gyártás. Minősítési elvek. A légijármű-iparban használt lézeres **fém** porágyas összeolvasztó berendezések és gépek gépkezelőinek minősítése (ISO/ASTM 52942:2020)

[MSZ EN ISO/ASTM 52903-2:2021](#) Additív gyártás. **Műanyagok** extrudáláson alapuló additív gyártása. 2. rész: Feldolgozóberendezés [MSZ EN ISO/ASTM 52915:2020](#) Az additív gyártás 1.2 verziójú fájlformátumának (AMF) előírása (ISO/ASTM 52915:2020)

[MSZ EN ISO/ASTM 52907:2020](#) Additív gyártás (AM). Alapanyagok. A **fémporok** jellemzésének módszerei

[MSZ EN ISO/ASTM 52911-2:2020](#) Additív gyártás (AM). Tervezés. 2. rész: **Polimer** porágy lézeralapú összeolvasztása

[MSZ EN ISO/ASTM 52910:2020](#) Additív gyártás (AM). Tervezés. Követelmények, irányelvek és ajánlások

[MSZ EN ISO/ASTM 52911-1:2020](#) Additív gyártás (AM). Tervezés. 1. rész: **Fém** porágy lézeralapú összeolvasztása

[MSZ EN ISO/ASTM 52901:2019](#) Additív gyártás (AM). Általános alapelvek. A beszerzett AM-alkatrészekre vonatkozó

[MSZ EN ISO 17296-2:2017](#) Additív gyártás. Általános alapelvek. 2. rész: A folyamatkategóriák és alapanyagok áttekintése

Az építkező (additív) gyártás fogalma és tartalma

Az angol *additive manufacturing* kifejezést 1955-ben írták le először ...

Szabványos meghatározása: **kis anyagmennyiségek egymáshoz kötésén alapuló gyártási eljárás, amely egy háromdimenziós modell adataiból kiindulva, rétegről-rétegre építi fel a terméket** (angolul: process of joining materials to make parts from 3D model data, usually layer upon layer).

Az additív gyártási eljárások osztályába az elnevezésében is szabványosított, **hétféle eljárás** tartozik, amelyekben belül természetesen számos változat lehetséges (az elnevezéseket angol és francia nyelven is megadom a következő dián). A terminológiai szabvány a következő:

MSZ EN ISO/ASTM 52900:2017 Additív gyártás. Általános alapelvek. Terminológia (ISO/ASTM 52900:2015)

Vélhetően, a megkérdezettek nagy többsége kizárólag a „**háromdés nyomtatást**” nevezné meg additív gyártási eljárásként. Ennek az oka az, hogy a műszaki közbeszédben – **helytelenül!** – szinonimaként használják e két kifejezést. Pedig a 3D-s nyomtatás – amely definíciószerűen: **a tárgyaknak az anyag lerakásával végzett gyártása, nyomtatófejet és fúvókát vagy más nyomtatási eljárást használva** – csak az egyik, bár kétségtelenül nagyon elterjedt változata a pontosan definiált hét eljárás egyikének.

A **fémtermékek additív gyártása** során lézeres vagy elektronsugaras, illetve villamos íves olvasztással – vagyis ömlesztőhegesztéssel – kötik össze a **por vagy huzal** formában, **előre vagy szakaszosan / folyamatosan adagolt** anyag kis darabkáit.

Az egyes eljárásváltozatok az anyagadagolás és a hegesztés technológiai megoldásaiban térnek el. A sokféle változat egyike, pl. a **szelektív, lézeres megolvasztás** (másként: szelektív, lézersugaras olvasztás, amelynek angol elnevezése *selective laser melting*, mozaikszava **SLM**).

A hét (7 db) építkező (additív) gyártási eljárás

1. **Kötőanyag-kilövellés** (**binder jetting**, projection de liant): folyékony kötőanyag adagolása a porszerű anyagok szemcséinek összekapcsolására.
2. **Anyaglerakás koncentrált energiával** (**directed energy deposition**, dépôt de matière sous énergie concentrée): fókuszált hőenergiával végzett olvasztás az anyag lerakása során; a fókuszált hőenergia forrása lehet lézer, elektronnyaláb vagy plazmaív.
3. **Anyagkisajtolás** (**material extrusion**, extrusion de matière): az anyag szelektív adagolása fúvókán vagy nyíláson keresztül.
(Az angolul FDM- vagy FFF-eljárás helyes elnevezése: száلكisajtolás,)
4. **Anyagkilövellés** (**material jetting**, projection de matière): az anyag cseppjeinek szelektív lerakása; pl. fotopolimerből és viaszból készült termékek additív gyártása.
5. **Porágyolvasztás** (**powder bed fusion**, fusion sur lit de poudre): az anyagból képzett porágy egyes zónáinak hőenergiával végzett szelektív olvasztása. Ide tartoznak a különféle szinterezések.
6. **Anyagrétegelés** (**sheet lamination**, stratification de couches): a gyártmány felépítése az anyag vékony rétegeinek egymásra helyezésével és azok egybekötésével.
7. **Fotopolimerizáció tartályban** (**vat photopolymerization**, photopolymérisation en cuve): egy tartályba töltött, folyékony fotopolimer anyagnak a szelektív kikeményítése fényaktivált fotopolimerizációval.

Az építkező (additív) gyártási eljárások megismerése

https://www.manufacturingguide.com/en/search/process?field_process_parents_is=1022



MANUFACTURINGGUIDE

Search and/or filter

4

All

Processes

Materials

Suppliers

Search words



General filters



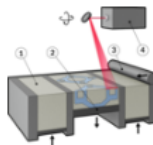
Process groups ▼

☒ Additive manufacturing

☒ Powder bed Fusion

Reset search

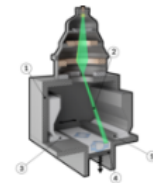
EBM, LOM, UC, EBF3, PP, SLA, SGC, FDM, SLS, FGF, DLP, 3SP, CJP, LENS, DLP-ML, 2PP, SLMM, DMLS, SHS, SDL, MJF, 3DSP, CFF, BPE ... stb.



Selective Laser Sintering, SLS

1

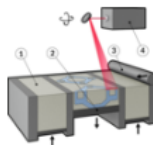
PROCESS Additive manufacturing method that uses laser sintering for the creation of porous 3D objects.



Electron Beam Melting, EBM

2

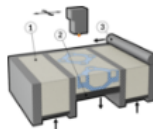
PROCESS Additive manufacturing method that melts powdered metal in a vacuum chamber using an electron beam.



Direct Laser Metal Sintering, DMLS

3

PROCESS Additive manufacturing method that uses laser sintering for the creation of porous 3D objects in metal.



Selective Heat Sintering, SHS

4

PROCESS Additive manufacturing method that uses sintering with a thermal print head solidify a powder, layer by layer, to create a 3D object.

Az építkező (additív) gyártási eljárások megismerése

https://www.manufacturingguide.com/en/search/process?field_process_parents_is=1022



MANUFACTURINGGUIDE

Search and/or filter

4

All

Processes

Materials

Suppliers

Search words



General filters

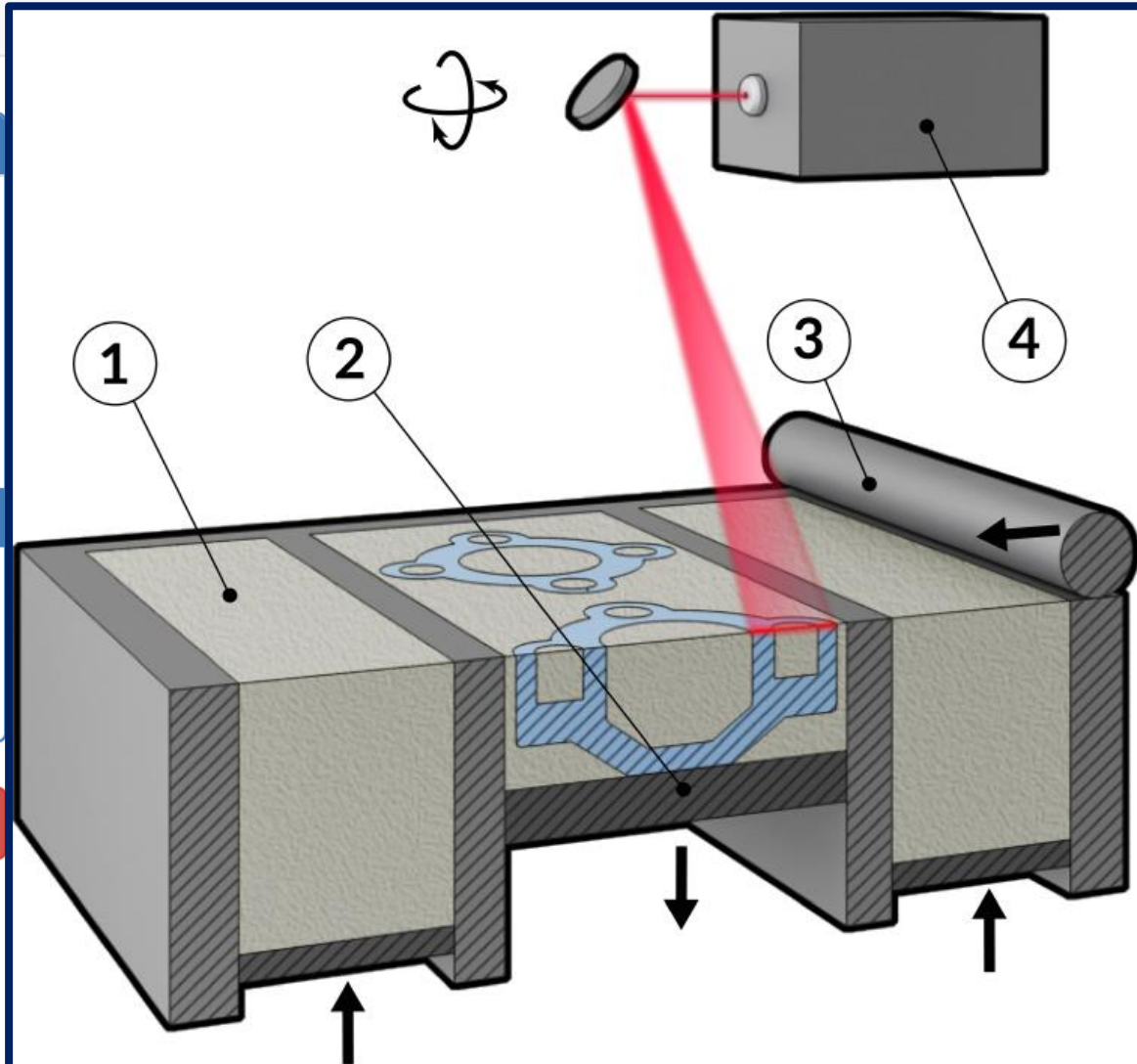


Process groups ▼

☒ Additive manufacturing

☒ Powder bed Fusion

Reset search

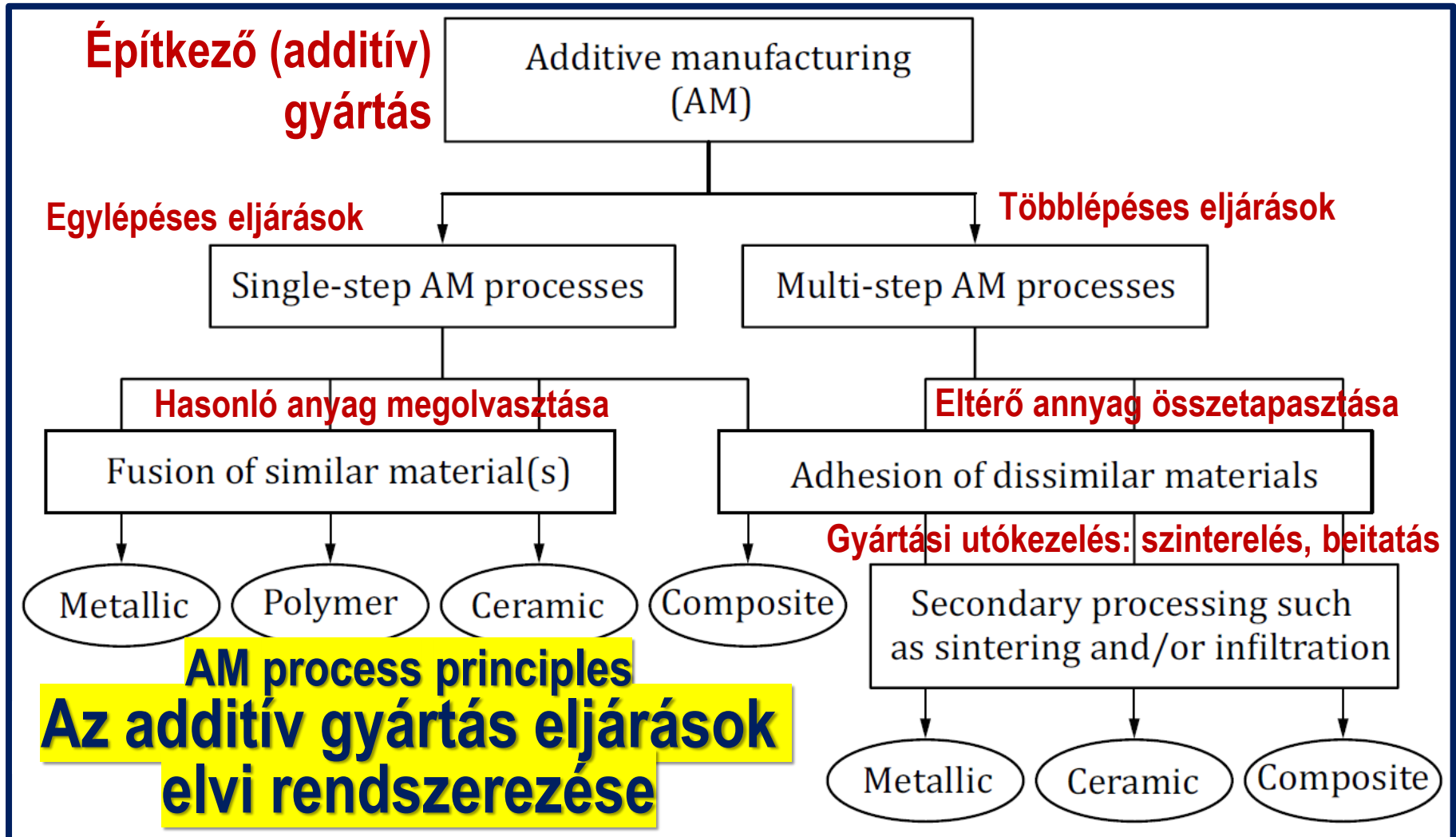


MANUFACTURINGGUIDE

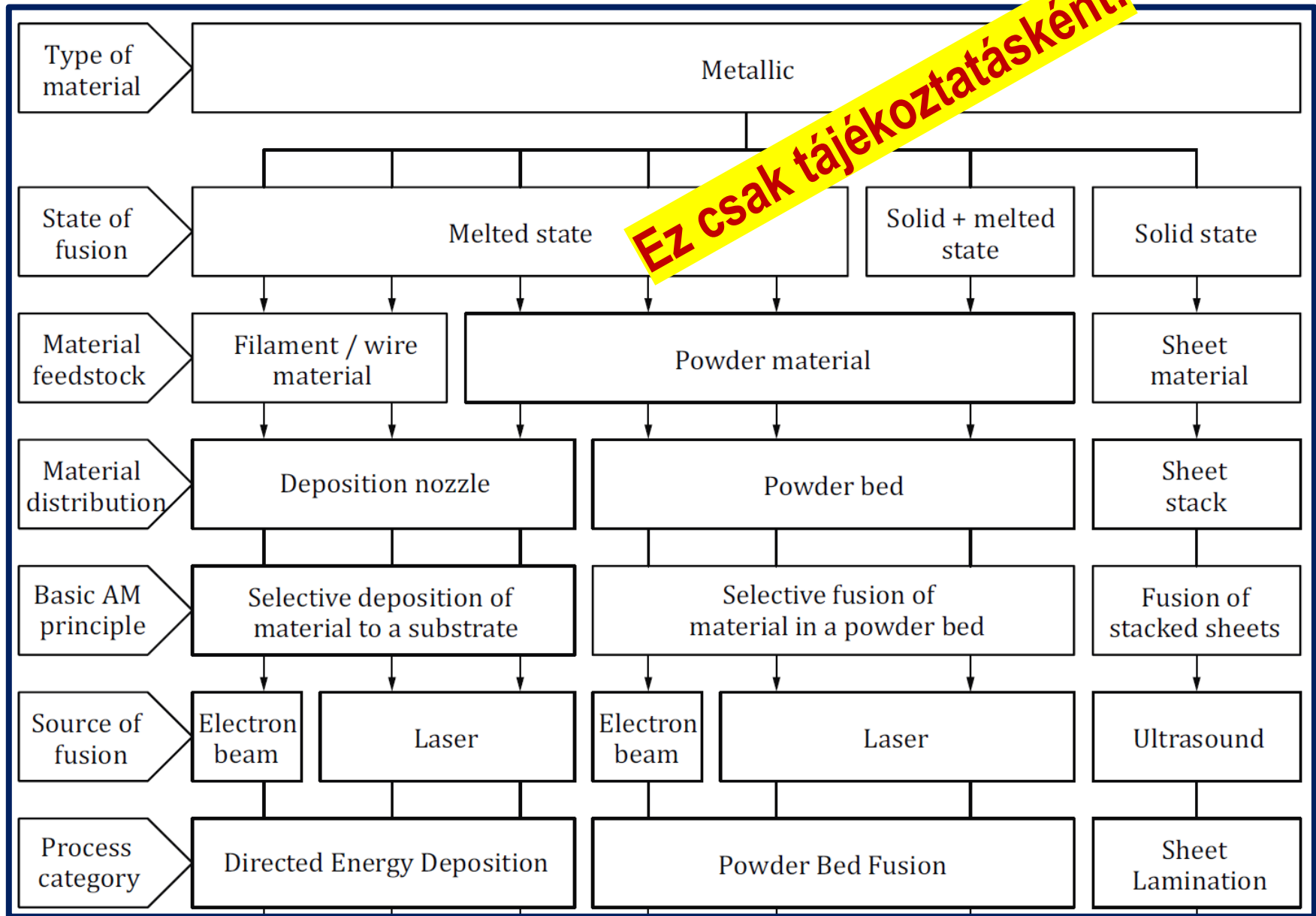
MSZ EN ISO 17296-2:2017 Additív gyártás. Általános alapelvek

2. rész: A folyamatkategóriák és alapanyagok áttekintése (ISO 17296-2:2015)

Additive manufacturing. General principles. Part 2: Overview of process categories and feedstock (ISO 17296-2:2015)



Overview of single-step AM processing principles for metallic materials



A porágyból való építkezés

Az elv egyszerű: port terítünk ki egy síkra, amelyet a hőforrás úgy olvaszt meg, hogy munkadarab egy adott síkmetszetének rajzolatát folyamatosan v. szakaszosan követi.

Amikor az adott réteg elkészül, újbóli porterítés következik: ez új síkja lesz a felépítendő testnek, és az ebben megolvasztott anyag összeolvad az alatta lévő réteggel is. Így jön létre rétegről rétegre a térbeli test.

Az ilyen építkezés **előnye** a huzalnak rétegenkénti lerakásával szemben az, hogy méretpontosabb termékek készíthetők, s a portömeg megtámasztja az ömledéket a hegesztési folyamat közben.

Komoly **hátrány**, hogy különleges berendezést igényel, ez nagyon drága, és a porok választéka is szűkebb, mint a hegesztőhuzaloké.

A gyártási sebesség pedig egészen kicsi, néhány g/min.

A pálcából vagy huzalból építkezés hegesztési eljárásai

Ide sorolhatók az egyszerű felrakóhegesztésre alkalmas eljárások: kézi ívhegesztés, a volfrámelektrodás védőgázos ívhegesztés, a plazmaívhegesztés és a huzalelektrodás védőgázos ívhegesztés, de még a lánghegesztés is.

A javítóhegesztéstől ugyanis „csak” egy lépés annak megoldása, hogy az egész gyártmányt ilyen módon építsék fel.

Erre azonban nem egyformán alkalmasak az előbb említett hegesztési eljárások, közülük a volfrámelektrodás és a huzalelektrodás ívhegesztés a legalkalmasabb. Ezeket az angol szakirodalom gyakran a WAAM mozaikszóval jelöli (wire and arc additive manufacturing), magyarul: **huzalelektrodás, ívhegesztéses additív gyártás**.

Ennek **gyártás sebessége akár 50–100 g/min** is lehet, amely érték egy nagyságrenddel nagyobb a porból építkezés, pl. a lézeres szinterezés, sebességénél. Az sem mellékes, hogy az ívhegesztéses additív gyártás energiafelhasználási hatásfokára is érvényes ez a nagyságrendi előny, és a megolvasztott huzal tömegének is ~95 %-a hasznosul.

A pálcából vagy huzalból építkezés hegesztési eljárásai

Az ívhegesztés közbeni **hőforrásmozgatás** és a huzaladagolás azonban számos kihívást támaszt a rétegenkénti építkezés különleges pályakövetési formái miatt.

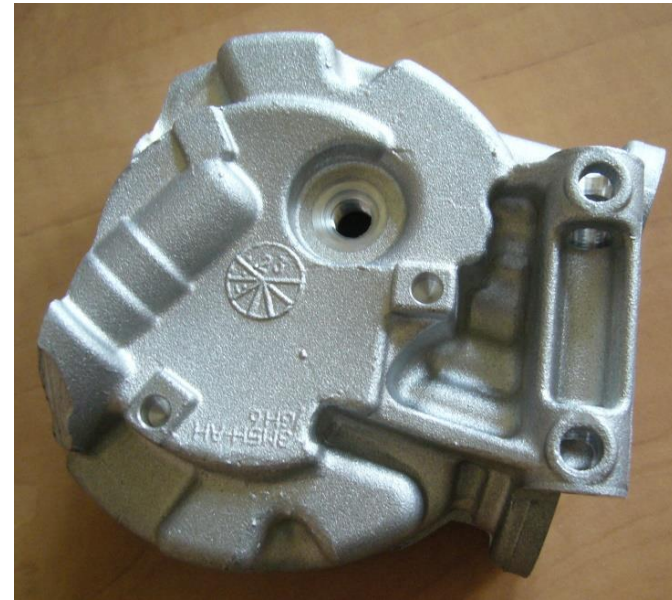
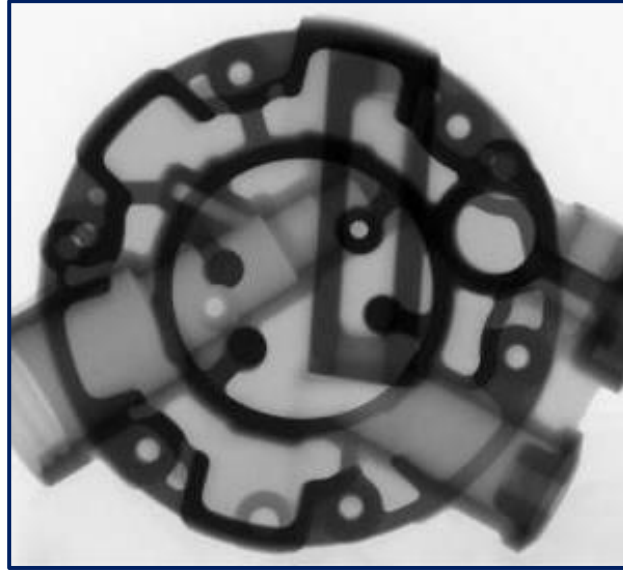
A TIG-hegesztés során a huzalnak a hegesztés irányából kell érkeznie; ezt csak olyan **automatizáltság** képes biztosítani, amelyben a hegesztőégő billentése és forgatása is biztosított.

A MAG-hegesztés során a megfelelő ömledékképzés és -terelés miatt meg kell dönteni a pisztolyt a hegesztési irányban és arra merőlegesen is. Minél bonyolultabb a pálya, annál gyorsabban kell változni a dőlésszögeknek és a haladási sebességeknek is, **sőt, a hőbevitelnek is.**

Az ívhegesztéssel végzett anyagleolvasztás (anyaglerakás) innen kezdve erős hasonlóságot mutat a lézeres vágással, amelynél a lézernyaláb teljesítménye mellett a haladási sebességet és a nyalábmozgatás gyorsulást is szabályozni kell.

Belátható, hogy ez a bonyolult feladat a **hattengelyes hegesztőrobotok** területe, ahol a felépítendő test alakjának bonyolultsága növelhető a munkadarab-forgató tengelyek hozzáadásával.

Fémtermékek előállítása építkező (additív) gyártással



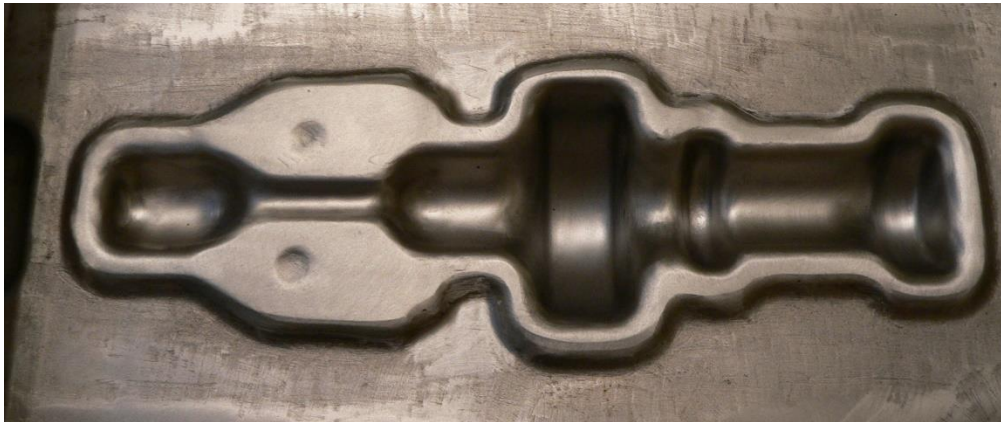
Alumíniumötvözet kompresszorfedél és röntgenképe
(Falk György, Balatoni Ankét, 2017.).

Ez a gyártmány nyomásos öntéssel nem készíthető el a
belső csatornák egyedi térbeli elhelyezkedése miatt



Fémtermékek előállítása építkező (additív) gyártással

A közönséges felrakóhegesztés is tekinthető additív gyártásnak. Ilyenkor egy meglévő fémtest, pl. öntő- vagy kovácsszerszámokon a közvetlenül dolgozó rész kialakítása a cél; erre mutat példákat a lenti két ábra.



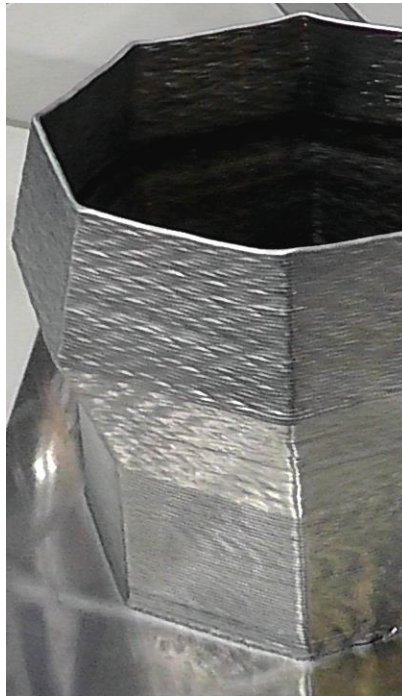
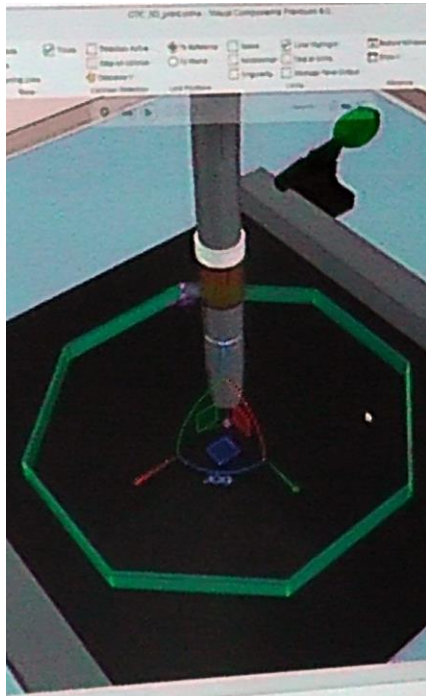
Fémtermékek előállítása építkező (additív) gyártással



A Böhler standjának egyik üzenőfala a 2017-es hegesztési világkiállításon

The Future of Productivity:

Wire Arc Additive
Manufacturing



description	SynchroFeed - 3D	Advice
Zusatzwerkstoff filler material	AlMg4.6Mn (3.3547)	
Zusatzwerkstoff (Ø) filler material (Ø)	(Ø) 1.2mm	
Gewicht / Zusatzwerkstoff weight of filler material	1.0 kg	Für die aktuelle 3D Schweissung (current 3D arc job)
Grundwerkstoff base material	AlMg3 (3.3535)	
Materialstärke Grundwerkstoff thickness / base material	6.0 mm	
Nahtform weld shape	Auftragschweißen surfacing	
Schweißposition welding position	Wannenposition (PA) flat position (PA)	
Spaltmaß gap	0.0 mm	
Schweißgeschwindigkeit weld speed	80 cm / min	
Vorschubgeschwindigkeit wire feed speed	330 cm / min	
Schweißstrom welding current	50 A	
Schweißlagenanzahl number of layers	130	Für die aktuelle 3D Schweissung (current 3D arc job)

Az OTC Synchrofeed eljárásának alkalmazásával készített alumínium alkatrész, és gyártási adatlapja a technológiai részletekkel

Az építkező (additív) gyártás legfőbb iparágai → fémgyártmányok

- Gázturbinagyártás
- Motorgyártás
- Turbótöltőgyártás
- Implantátum, protézis
- Topológiai optimalizálás

Huzalok anyaga

- +460 MPa acél
- Duplex acél
- Ausztenites acél
- Ni-ötvözet
- Ti-ötvözet
- Al-ötvözet

Fémporok

MARCH/APRIL 2020 WWW.INDUSTRIAL-LASERS.COM

INDUSTRIAL LASER SOLUTIONS

FOR MANUFACTURING.

Laser additive manufacturing for bioimplants



Lasers in additive
manufacturing

- Higher deposition rates
- Decreasing powder use
- Improving productivity
- Higher part quality

GAS ATOMIZED POWDER FOR ADDITIVE MANUFACTURING

The newly developed, patent pending, BÖHLER E185 AMPO is an AM powder, fulfilling the highest demands from various industries, ranging from motorsport to engineering components and any kind of prototype applications. This low alloyed steel with easy printability and the possibility for surface treatments (e.g. case hardening) was developed especially for the demands of the 3D printing industry.

BÖHLER E185 AMPO

Patent
pending

Chemical composition [wt. %]

Element	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V
Mass - %	0.19	0.22	0.3	0.95	1.25	0.2	0.15

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION 15 - 45 µm

Flowability*	Apparent density*	Sphericity*
3s / 50g (Carney flow)	3.77 g/cm ³	0.92

* Measurement of flowability and apparent density are based on ASTM B964 resp. DIN EN ISO 3923-1 and relates to our typical measured values

ACHIEVABLE MECHANICAL PROPERTIES AS PRINTED

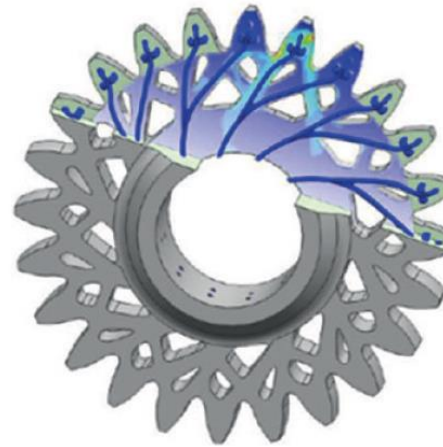
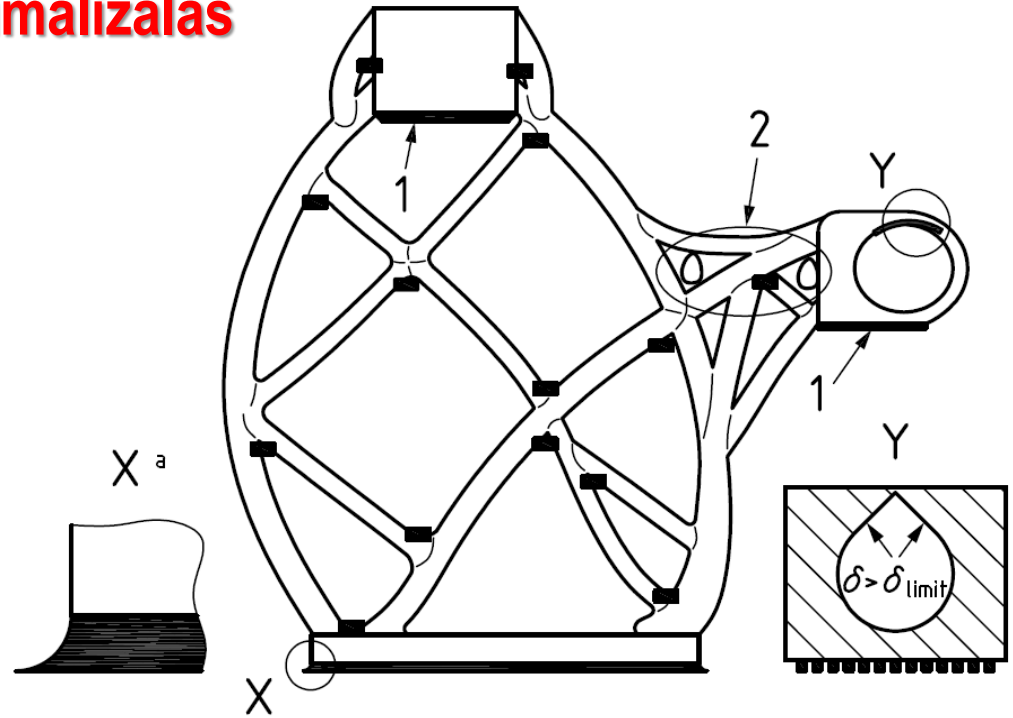
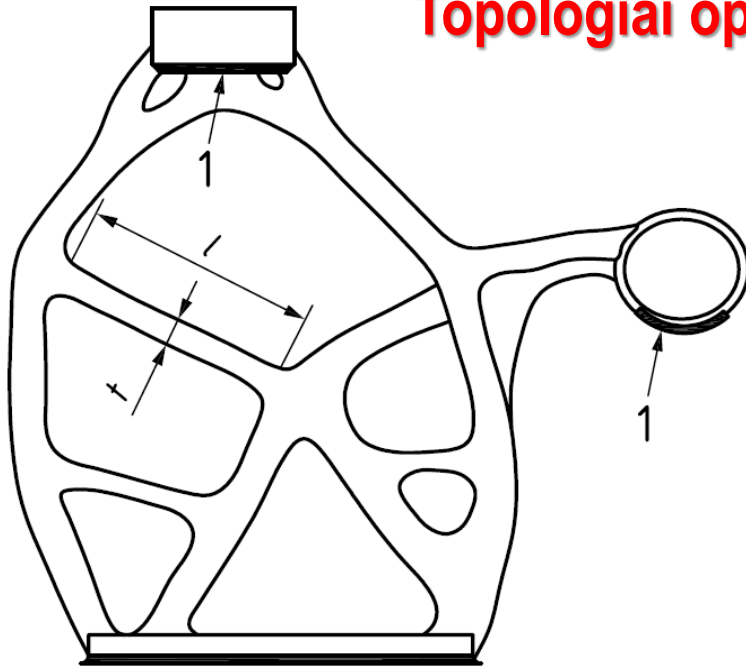
Tensile strength	Yield strength	Elongation	Hardness	Impact toughness (Charpy V)
1150 ± 50 MPa	1050 ± 50 MPa	15 ± 1 %	37 - 39 HRc	140 ± 10 J

HEAT TREATED

Tensile strength	Yield strength	Elongation	Hardness	Impact toughness (Charpy V)
1370 ± 50 MPa	1150 ± 50 MPa	13 ± 1 %	43 - 45 HRc	85 ± 10 J

Az építkező (additív) gyártás követelményei

Topológiai optimalizálás



Az építkező (additív) gyártás követelményei

EUROPEAN STANDARD EN ISO/ASTM 52921

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

September 2016

ICS 25.040.20

English Version

Standard terminology for additive manufacturing -
Coordinate systems and test methodologies (ISO/ASTM
52921:2013)

2017. április

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN ISO 17296-3

Additív gyártás. Általános alapelvek

3. rész: Fő jellemzők és megfelelő vizsgálati módszerek
(ISO 17296-3:2014)

2017. április

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN ISO 17296-4

Additív gyártás. Általános alapelvek

4. rész: Az adatfeldolgozás áttekintése
(ISO 17296-4:2014)

Új! 2021-ben

2019. szeptember

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN ISO/ASTM 52901

Additív gyártás (AM). Általános alapelvek.
A beszerzett AM-alkatrészekre vonatkozó követelmények
(ISO/ASTM 52901:2017)

2020. február

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN ISO/ASTM 52911-1

Additív gyártás (AM). Tervezés **-2 → polimer**

1. rész: Fém porágy lézeralapú összeolvasztása
(ISO/ASTM 52911-1:2019)

2020. február

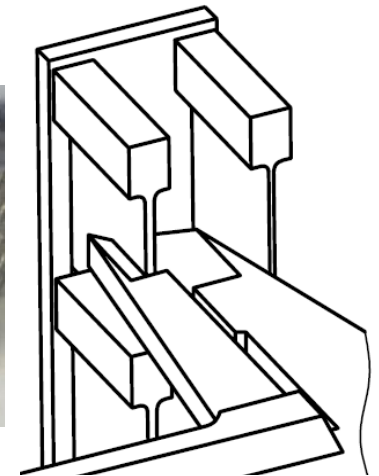
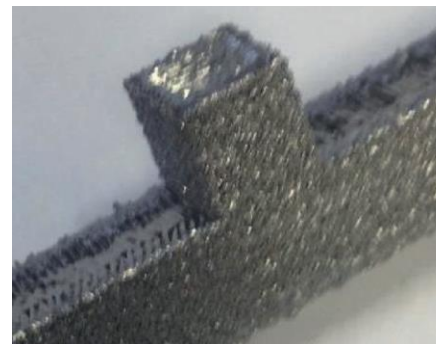
MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN ISO/ASTM 52902

Additív gyártás (AM). Próbatermékek. Az additív gyártási
rendszerek geometrikus képességének értékelése
(ISO/ASTM 52902:2019)

2020. március

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN ISO/ASTM 52910

Additív gyártás (AM). Tervezés.
Követelmények, irányelvek és ajánlások
(ISO/ASTM 52910:2018)



Az építkező (additív) gyártás, az oktatás és a kutatás

+36 20 915 7528 iroda@matesz.org



A SZÖVETSÉGRŐL ▾

HÍREK – ESEMÉNYEK

KAPCSOLAT



Magyar Additív Technológiai Szövetség

A MATESZ küldetése a magyar additív gyártási és 3D nyomtatási szektor fejlődésének elősegítése, szereplőinek képviselése.

TAGFELVÉTEL



MATESZ

A Magyar Additív Technológiai Szövetség – MATESZ – azon magyar szereplőket tömörítő szervezet, akiknek közös célja az additív gyártás és 3D nyomtatás minél szélesebb körű alkalmazása, alkalmazásának elősegítése, népszerűsítése.



Események

Workshop – Hévíz



Kapcsolat

iroda@matesz.org