

Dobránszky János előadásai 2025-ben

Hegesztés

10. előadás
A termikus szórás

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, felszerelései, 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
15. A dörzshegesztések (42, 43), az ütőhegesztés (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 (6) alkalmazásai, működése, berendezései, anyagai
20. Az építkező (additív) gyártás hegesztési vonatkozásainak alapismeretei
21. A hegesztett kötések roncsolásmentes anyagvizsgálata
22. A hegesztéstechnológiai tervezés alapismeretei
23. Az anyagok hegesztés során jellemző viselkedésének (hegeszthetőségüknek) az alapjai

Példa a termikus szórás alkalmazására

Dekorációs bevonatok → ez sem elhanyagolható!



Rolek Alfréd, 2013.

Példa a termikus szórás alkalmazására



Kopásállóság növelése Rolek Alfréd, 2013.



Példa a termikus szórás alkalmazására



Rolek Alfréd, 2013.

Korrózió elleni védelem

Magyar cégek

→ [MetalSpray Kft.](#) → [Curtiss-Wright Surface Technologies Kft.](#)

Példa a termikus szórás alkalmazására

Magyar cégek → [CASTOLIN Kft.](#)



IPARÁGAK SZOLGÁLTATÁSOK TECHNOLOGIÁK E-SHOP RÓLUNK KAPCSOLAT

KERESÉS



OLAJ ÉS GÁZ



CUKOR



KÉMIAI



HULLADÉK ÉS
ÚJRAHASZNOSÍTÁS



PÉP ÉS PAPIR



ENERGIATERMELÉS



AUTÓIPAR



CEMENT



ÜVEG



BÁNYÁSZAT



ACÉL



REPÜLŐGÉIPAR

A termikus szórás

(kb. 30 éve) Olyan eljárások gyűjtőneve, melyeknél a szóróanyagot a szórópisztolyon kívül vagy belül képlékeny vagy olvadt állapotra hevítik, majd az előkészített felületre szórják, s az ott bevonatot képez.

A hordozó alapfelület **nem olvad meg** (alapértelmezés szerint). A felszórt bevonat megfelelő tulajdonságainak eléréséhez hő-, mechanikai vagy tömörítő utókezelés lehet szükséges, és további bevonat is felvihető rá.

A termikus szórás célja a hordozó felületének bevonása, az alapanyagtól eltérő, előnyös tulajdonságú rétegek kialakítása. A bevonat lehet kopásálló, hőálló, korrózióálló, antisztatikus, vezető vagy szigetelő, biokompatibilis vagy bioaktív, tapadáscsökkentő, súrlódáscsökkentő, dekoratív, vagy e tulajdonságok kombinációja.

MSZ EN 657:1998 Termikus szórás. Fogalommeghatározások (magyar)

A fő szakkifejezések az eljárások nevén kívül (szerepkörbe rendezve):

- hajtógáz, hordozógáz, porlasztó gáz [porlasztógáz],
- meg nem ömlesztett szemcse, szóróanyag, szórószemcse, szórt bevonat,
- szórási kúp, szórási határfok, szórási szög, szórási távolság, szórási veszteség, takarás
- huzalvezető cső, huzaltovábbító, kiegészítő fúvóka, poradagoló, porinjektor, szórófúvóka, szórópisztoly.

MSZ EN 657:2005 Termikus szórás. Fogalommeghatározások (angol) → új szakkifejezések: coatability, sprayability, coating functionality, coating quality,

MSZ EN ISO 14917:2017 Termikus szórás. Terminológia, csoportosítás

3.1 thermal spraying, TS = process in which surfacing materials are heated to the plastic or molten state, inside or outside of the spraying gun/torch, and then propelled onto a prepared surface; Note 1: The substrate may undergo some localized surface melting in the particle impact area only. Note 2: To obtain specific properties of the deposit, a subsequent thermal, mechanical or sealing treatment may be used.

General terms

Coatability
Coating suitability
Spray suitability — Sprayability
Coating functionality
Coating feasibility
Accompanying specimens

Thermal spraying equipment, terms

Spray gun, torch
Spray nozzle
Supplementary nozzle
Contact tube
Wire feed mechanism
Powder feeder
Powder injector

Coating specific terms

Sprayed coating
Substrate
Bond coat
Top coat
Interface
Non-melted particles
Re-solidified particles

Properties of thermally sprayed deposits, terms

Tensile adhesive strength, RH
Cohesive strength
Hardness
Shear load resistance
Other properties

Általános kifejezések

Bevonhatóság
A bevonat alkalmassága
Szórási alkalmasság — Szórhatóság
Bevonatfunkció
A bevonat megvalósíthatósága
Kísérő próbatetek

A termikus szórási berendezések kifejezései

Szórópisztoly, égő
Szóró fúvóka
Kiegészítő fúvóka
Áramátadó
Huzalelőtoló mechanizmus
Poradagoló
Porbefecskendező

Bevonatjellemző kifejezések

Szórt bevonat
Hordozó
Kötőréteg
Fedőréteg
Határfelület
Nem megolvadt részecskék
Újra megszilárdult részecskék

Termikusan szórással lerakott rétegek tulajdonságait jellemző kifejezések

Húzó tapadási szilárdság, RH
Összetartó szilárdság
Keménység
Nyíróterhelési ellenállás
Egyéb tulajdonságok

Process specific terms of thermal spraying, terms

Spray material
Carrier gas
Atomizing gas
Propellant gas
Spray jet
Spray particles
Splat
Spray deposit
Spray distance
Spray angle
Spray velocity
Spray trace overlapping
Spray spot
Deposition rate
Spray losses
Deposition efficiency
Masking
Sealing
Thermal treatment
Fusing of sprayed deposits

A termikus szórás folyamatjellemző kifejezései

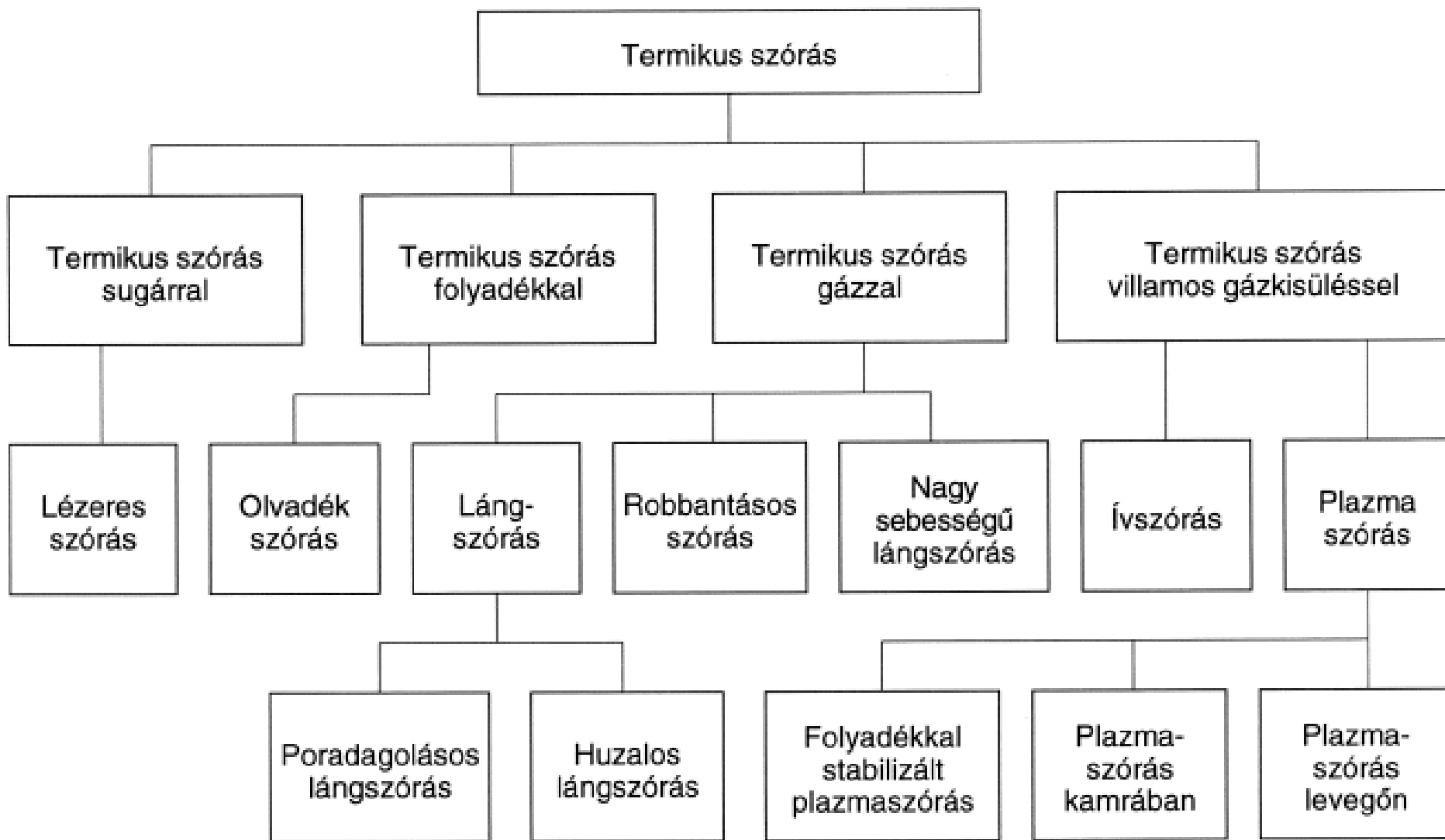
Szóróanyag
Hordozógáz
Porlasztógáz
Hajtógáz
Szórási nyaláb
Szórt részecskék
Tapadvány
Szórással lerakott anyag
Szórási távolság
Szórási szög
Szórási sebesség
A szórási nyomok átfedése
Szórási pont
Lerakási teljesítmény
Szórási veszteségek
Lerakási hatásfok
Maszkolás
Tömítés, tömörítés
Hőkezelés
A szórással lerakott anyagok megolvasztása

A termikus szórás szabványai; EN-szabványok → 34 db érvényes szabvány!

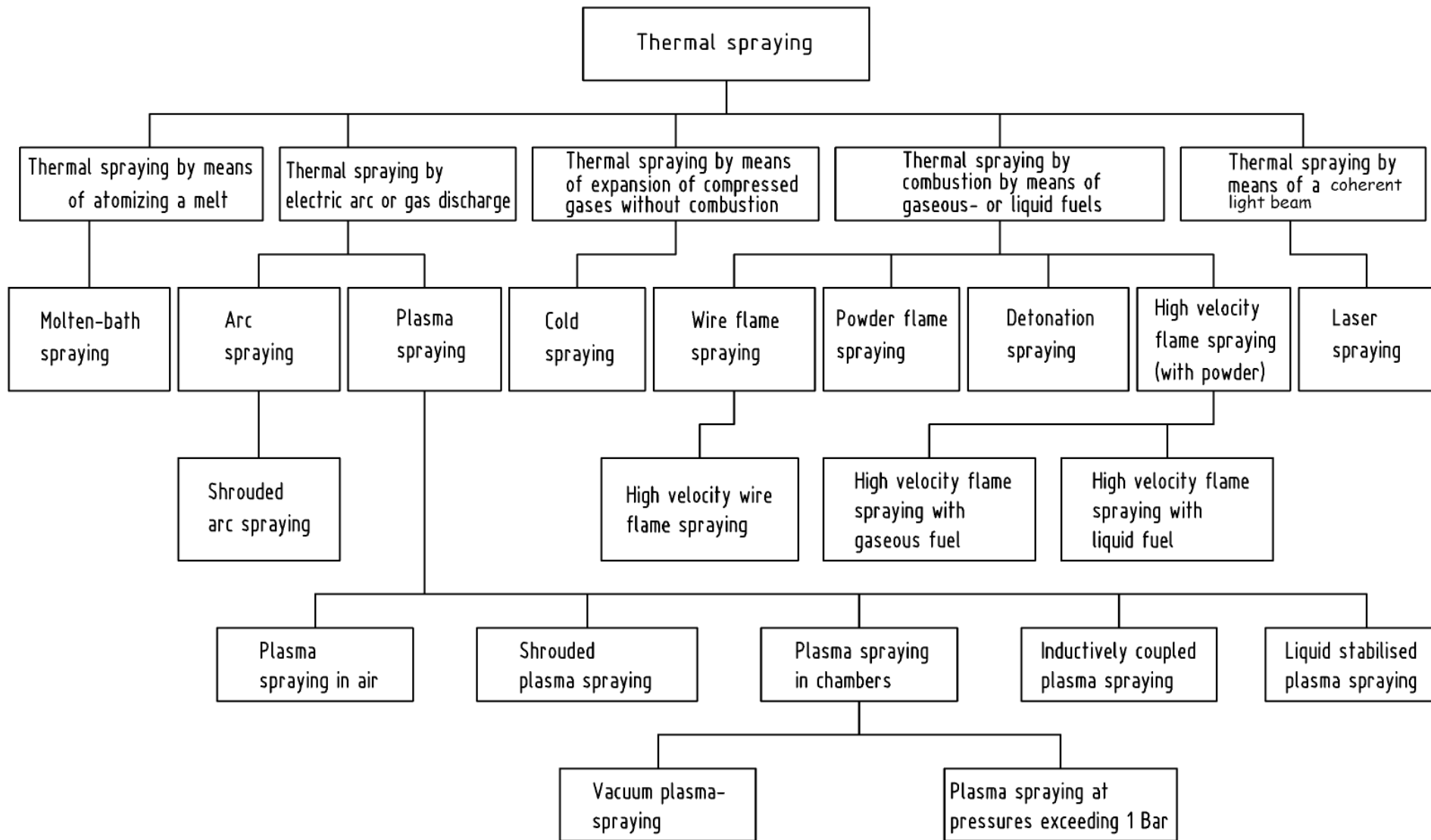
1. **MSZ EN ISO 14920:2024** Termikus szórás. Önfolyósító ötvözetek szórása és megömlesztése
2. **MSZ EN 17832:2023** Termikus szórás. Az adagolási sebesség meghatározása por alakú szóróanyaggal gyártási környezetben
3. **MSZ EN ISO 14922:2022** Termikus szórás. A termikus szórással készült bevonatok gyártóira vonatkozó minőségi követelmények
4. **MSZ EN 15339-2:2021** Termikus szórás. A szóróberendezések biztonsági követelményei. 2. rész: Gázszabályozó egységek
5. **MSZ EN ISO 12671:2021** Term. szórás. Termikusan szórt bevonatok. Jelképes ábrázolás rajzokon
6. **MSZ EN 17393:2020** Termikus szórás. Csőbevonatok szakítóvizsgálatai
7. **MSZ EN ISO 2063-1:2019** Termikus szórás. Cink, alumínium és ötvözeik. 1. rész: A korrózióvédelmi rendszerek tervezési szempontjai és minőségi követelményei
8. **MSZ EN 17002:2019** Termikus szórás. Termikusan szórt bevonatú alkatrészek. A termikus szórás eljárásának követelményei
9. **MSZ EN 17001:2019** T. sz. Termikusan szórt bevonatú alkatrészek. A bevonatok követelményei
10. **MSZ EN 1395-5:2019** Termikus szórás. A szóróberendezések átvételi ellenőrzése. 5. rész: Plazmaszórás kamrában
11. **MSZ EN 13507:2019** Termikus szórás. Fémes részek és elemeik felületeinek előkészítése a termikus szóráshoz
12. **MSZ EN ISO 14918:2018** Termikus szórás. A termikus szórást végző személy minősítése
13. **MSZ EN ISO 17836:2018** Term. szórás. A termikus szórás felviteli hatásfokának meghatározása
14. **MSZ EN ISO 2063-2:2018** Termikus szórás. Cink, alumínium és ötvözeik. 2. rész: A korrózióvédelmi rendszerek megvalósítása
15. **MSZ EN ISO 14232-1:2017** Term. szórás. Porok. 1. rész: Jellemzés és műszaki szállítási feltételek
16. **MSZ EN ISO 14917:2017** Termikus szórás. Terminológia, csoportosítás
17. **MSZ EN ISO 14916:2017** Termikus szórás. A szakító-tapadó szilárdság meghatározása

18. **MSZ EN 16813:2017** Termikus szórás. Termikus szórással készült, nemvasfém bevonatok elektromos vezetőképségének mérése örvényárammódszerrel
19. **MSZ EN ISO 12679:2016** Termikus szórás. Ajánlások termikus szóráshoz
20. **MSZ EN ISO 12670:2016** T. sz. Term. szórt bevonatú alkatrészek. Műszaki szállítási feltételek
21. **MSZ EN ISO 14919:2015** Termikus szórás. Huzalok, rudak, kábelek láng- és ívszóráshoz. Osztályozás. Műszaki szállítási feltételek
22. **MSZ EN ISO 14921:2011** Termikus szórás. A műszaki alkatrészek termikus szórással való bevonásának eljárásai
23. **MSZ EN 15648:2009** Termikus szórás. Alkatrésztől függő minősítési eljárás
24. **MSZ EN 15520:2008** Termikus szórás. Ajánlások a termikus szórással felvitt bevonatos alkatrészek szerkezeti kialakítására
25. **MSZ EN 15340:2007** Termikus szórás. A szórással felvitt bevonatok nyíróigénybevétel-állóságának meghatározása
26. **MSZ EN 1395-7:2007** Termikus szórás. A szóróberendezések átvételi ellenőrzése. 7. rész: Porellátó rendszerek
27. **MSZ EN 1395-6:2007** T. sz. A szóróberendezések átvételi ellenőrzése. 6. rész: Kezelőrendszerek
28. **MSZ EN 1395-4:2007** Term. sz. A szóróberendezések átvételi ellenőrzése. 4. rész: Plazmaszórás
29. **MSZ EN 1395-3:2007** Term. szórás. A szóróberendezések átvételi ellenőrzése. 3. rész: Ívszórás
30. **MSZ EN 1395-2:2007** Termikus szórás. A szóróberendezések átvételi ellenőrzése. 2. rész: Lángszórás a nagy sebességű szórással (HVOF) együtt
31. **MSZ EN 1395-1:2007** Termikus szórás. A szóróberendezések átvételi ellenőrzése. 1. rész: Általános követelmények
32. **MSZ EN ISO 14924:2006** Term. szórás. A termikusan szórt bevonatok utókezelése és kikészítése
33. **MSZ EN ISO 14923:2004** Termikus szórás. A termikusan szórt bevonatok jellemzése és
34. **MSZ ETS 300 585:1997** Digitális, cellás távközlőrendszer (2. fázis). Az "adatvégberendezés-adatáramkörü végződés (DTE-DCE)" interfész használata rövid üzenet (SMS) és cellás szórás (CBS) szolgáltatásokhoz (GSM 07.05)

A termikus szórási eljárások osztályozása a használt energiahordozók fajtája szerint (a régi MSZ EN 657:1998-ban)



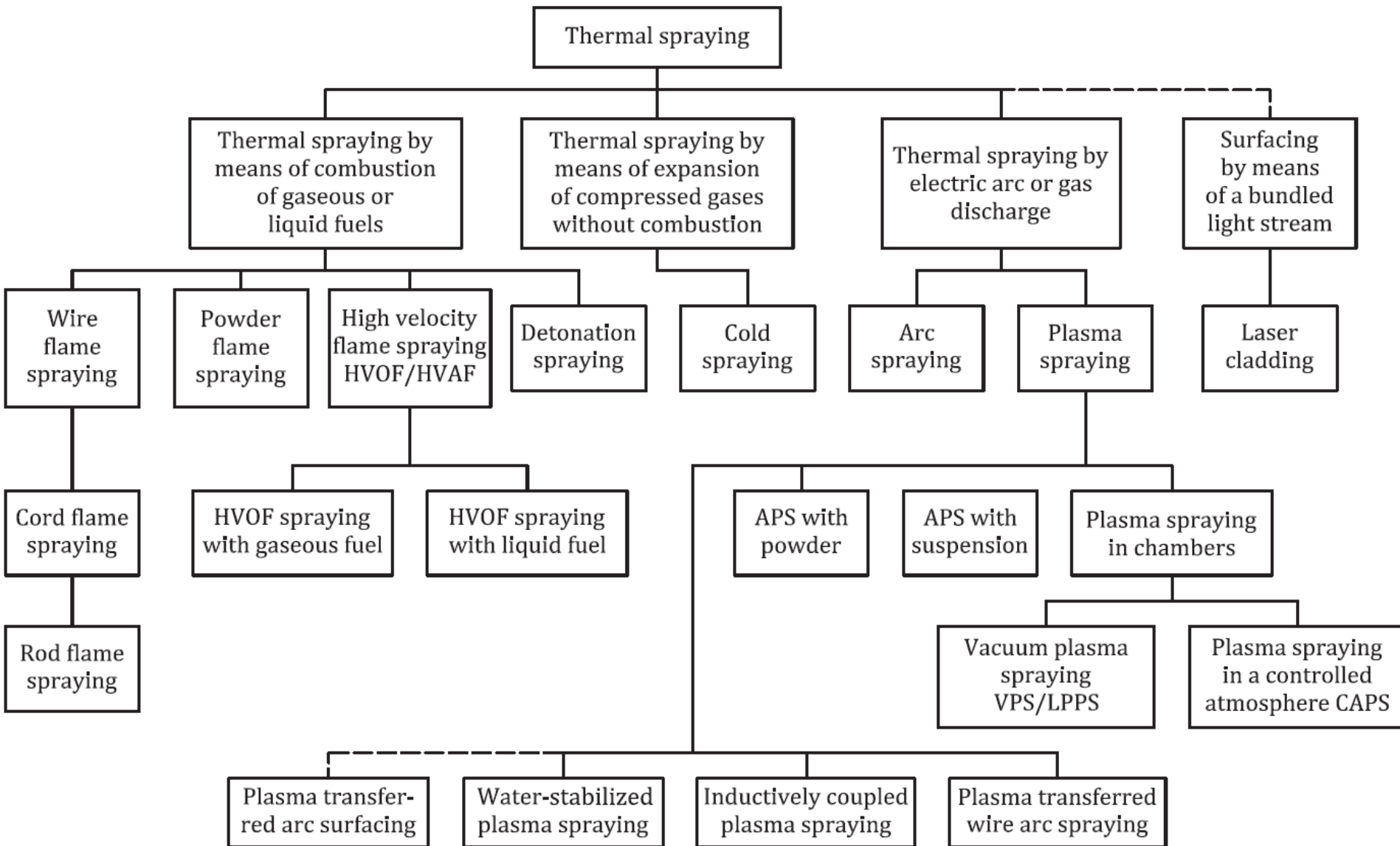
Termikus szórási eljárások osztályozása (EN 657:2005; 2017-ben visszavonták)



Termikus szórási (t.sz.) eljárások osztályozása a használatos energiahordozók szerint (EN 657:2005)

Osztályozás az energiahordozók szerint		Angol megnevezés	Jelölés
T.sz. folyadékkal	Olvadákszórás	Molten-bath spraying	MBS
Termikus szórás gázzal	Huzalos lángszórás	Wire flame spraying	WFS
	Nagy sebességű huzalos lángszórás	High velocity wire flame spraying	HVWFS
	Poradagolásos lángszórás	Powder flame spraying	PFS
	Nagy sebességű, poradagolásos lángszórás	High velocity flame spraying	HVOF
	Robbantásos szórás	Detonation spraying	DGS
Gáz tágulásával, égés nélkül	Hidegszórás	Cold spraying	CGS
Termikus szórás villamos kisüléssel	Ívszórás	Arc spraying	AS
	Védőgázos ívszórás	Shrouded arc spraying	SAS
	Plazmaszórás (PSZ) levegőn	Plasma spraying (PS) in air	APS
	Védőgázos plazmaszórás	Shrouded plasma spraying	SPS
	PSZ kamrában vákuum alatt	PS in a chamber under vacuum	VPS
	PSZ kamrában 1 bar-t meghaladó nyomáson	Plasma spraying in a chamber at pressures exceeding 1 bar	HPPS
	Folyadékkal stabilizált PSZ	Liquid stabilised plasma spraying	LSPS
	Induktív csatolású PSZ	Inductively coupled PS	ICPS
T.sz. sugárzási nyalábbal	Lézeres szórás	Laser spraying	LS

A termikus szórási eljárások osztályozása az MSZ EN 14917:2017 szerint



Termikus szórás. Terminológia, csoportosítás (ISO 14917:2017)

A termikus szórási eljárások osztályozása (EN 14917:2017)

Energiahordozó + szóróanyag típusa		Angol megnevezése	Jelölés
Gáz vagy folyadék fázisú, éghető anyag	Lángszórási eljárások	Flame spray processes	
	Huzalos lángszórás	Wire flame spraying (combustion wire spray)	WFS
	Fonatos lángszórás	Cord flame spraying	CFS
	Pálcás lángszórás	Rod flame spraying	RFS
	Poradagolásos lángszórás	Powder flame spraying	PFS
	Nagy sebességű lángszórás	High velocity flame spraying	
	Nagy sebességű, oxigénes lángszórás	High velocity oxy-fuel spraying	HVOF
	Nagy sebességű, levegős lángszórás	High velocity air fuel spraying	HVAF
	Nagy sebességű, szuszpenziós lángszórás	High velocity flame suspension spraying	HVFSS
	Robbantásos (pisztolyos) szórás	Detonation (detonation gun) spraying	DGS
Nagynyomású gáz égés nélküli tágulása	Hidegszórás (hideg gázos szórás)	Cold spraying (cold gas spraying)	CGS
Villamos ív vagy gázkisülés	Ívszórás	Arc spraying (Arc wire spraying)	AS
	Atmoszférikus plazmaszórás	Atmospheric plasma spraying	APS
	Atmoszférikus, szuszpenziós plazmaszórás	Atmospheric plasma suspension spraying	APSS
	Vákuumos plazmaszórás	Vacuum plasma spraying	VPS (Eu)
	Kisnyomású plazmaszórás	Low pressure plasma spraying	LPPS (US)
	Védőgázos plazmaszórás	Controlled atmosphere plasma spraying	CAPS
Villamos ív vagy gázkisülés (de csak néhány felhasználónál)	Vízzel stabilizált plazmaszórás	Water-stabilized plasma spraying	WSPS
	Induktív csatolású plazmaszórás	Inductively coupled PS	ICPS
	Átvitt ívű huzalos plazmaszórás	Plasma transferred wire arc spraying	PTWA
Hegesztéssel megvalósuló felrakási eljárások			
Felrakás sugárzási nyalábbal	Lézeres felrakás, lézeres plattírozás	Laser cladding	LS

A termikus szórási eljárások osztályozása

Osztályozás a szóróanyag típusa szerint

- Huzalos szórás
- Pálcás szórás
- Fonatos szórás
- Poradagolásos szórás → <https://www.youtube.com/watch?v=WqYH5Panuvk>
- Szuszpenziós szórás (nem olvadék!) → <https://www.youtube.com/watch?v=wiwKFhoagMQ>

Osztályozás az eljárás módja szerint

- Kézi szórás
- Gépesített szórás

Minden, a szórási folyamatra jellemző művelet gépesített.

- Automatizált szórás

Minden, a szórási folyamatra jellemző művelet teljesen gépesített, beleértve az összes kezelést, pl. munkadarab be- és kirakodás, és egy programozott rendszerbe integrálva vannak. A teljes folyamat felügyelete és vezérlése is beépíthető a zárt ciklusú módszer szerint.

Olvadékszórás (MBS, Molten-bath spraying) → **ma már nem járja!**

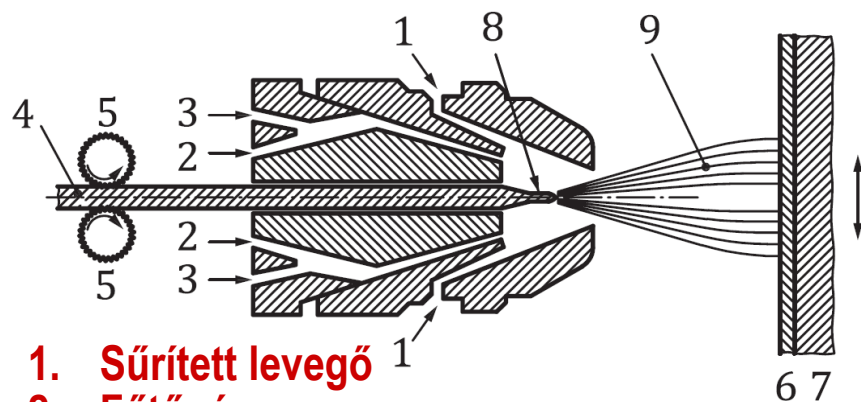
Lángszórás

A lángszórás olyan eljárás, amelyben a bevonóanyagot oxigén + éghetőgáz lángban felhevítik, majd porlasztott állapotban a felületre szórják. Az bevonóanyag lehet por, pálca, fonat vagy huzal. A forró anyagot vagy csak az oxigén+éghetőgáz árammal, vagy valamilyen porlasztógáz, pl. sűrített levegő, hozzáadásával szórják a felületre.



Huzalos lángszórás

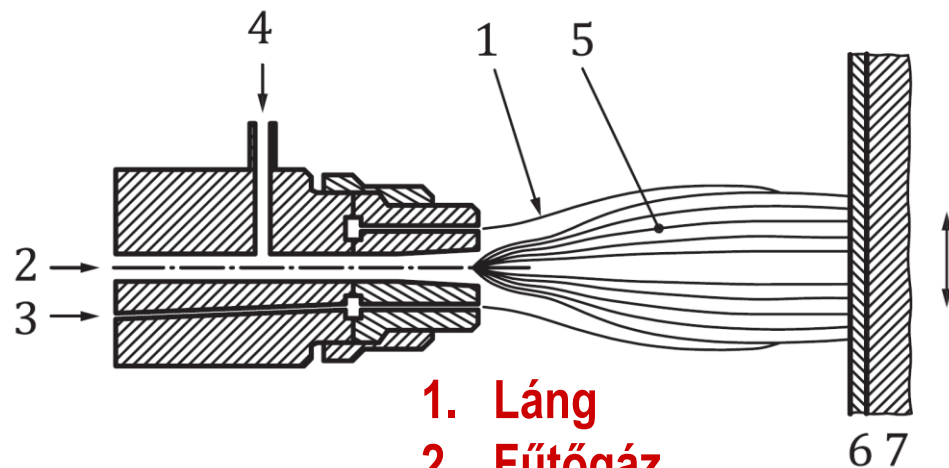
A huzalos lángszórás esetén a bevonatanyag fémhuzalt a szórópisztoly folyamatosan adagolja. Ezt az oxigén+éghetőgáz láng megömleszti, és külön beadott porlasztógáz, pl. sűrített levegő szórja az előkészített felületre. Az általánosan alkalmazott éghetőgázok: acetilén, propán és hidrogén.



1. Sűrített levegő
2. Fűtőgáz
3. Oxigén
4. Huzal, fonat vagy pálca
5. Állítható huzaladagoló szerkezet
6. Felszört réteg
7. Felület
8. Leolvadó huzalcsúcs
9. Szórási kúp

Poradagolásos lángszórás

Az eljárás alkalmazása során a bevonatanyag por formájában jut a szórópisztolyba, és a lángban képlékeny vagy megömlesztett állapotra hevül fel. Ezt az anyagot a kitáguló fűtőgázok lövik az előkészített felületre. Bizonyos esetekben kiegészítő gázsugár alkalmazható a porszemcsék felgyorsítására. Az általánosan alkalmazott fűtőgázok az acetilén, a propán és a hidrogén.

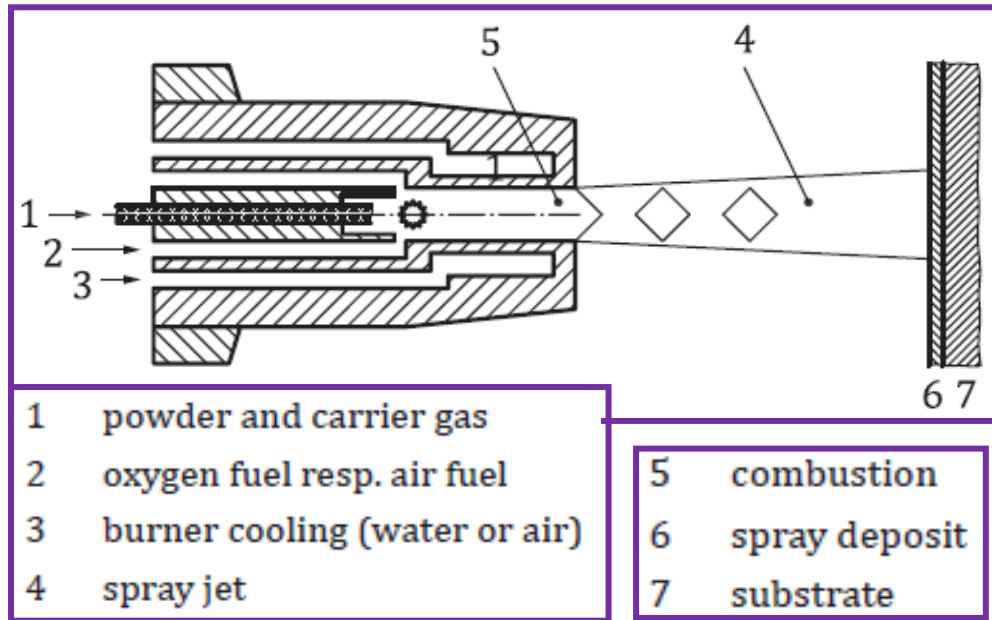


1. Láng
2. Fűtőgáz
3. Oxigén
4. Poradagolás és hordozógáz
5. Szórási kúp
6. Felszört réteg
7. Felület

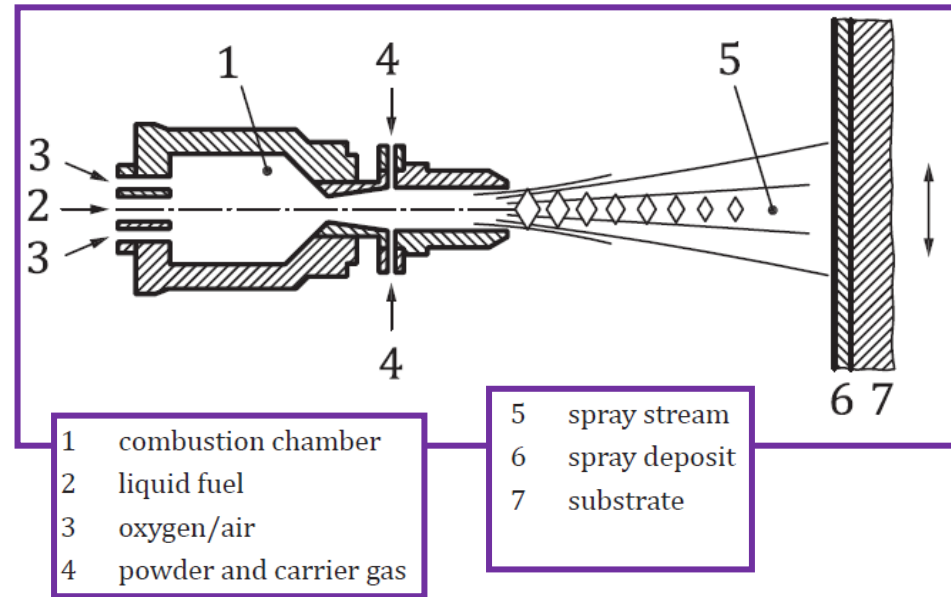
Nagy sebességű lángszórás

Az égetőkamrában alakul ki a folyamatos égés. A zárt térben keletkező nagy nyomás a kimenetnél elhelyezett tágulási fúvóka révén különösen nagy sebességű gázsugáráramlást hoz létre. A bevonóanyag a nagy nyomású gázáramba jut, amely felgyorsítja a szemcséket.

A fűtőgázok: acetilén, propán, metilacetilén-propadién és hidrogén, de folyékony is lehet a fűtőanyag; például dízelolaj vagy kerozin használható.



Suspensions represent an alternative feedstock material. Use of suspensions focuses mainly on APS and HVOF spraying. Their use is currently emerging. Suspensions are mostly based on water and alcohol and contain finely dispersed powders with grain sizes ranging from nanometres up to about 5–10 μm . Thus, materials can be used which would otherwise not be sprayable in this size. These are predominantly oxides, such as alumina, zirconia and titania. Injection of the suspension (radially or axially) into the spray gun depends on its construction principles; axial injection can be more easily realized for HVOF processes. **The general principle is that the liquid is fragmented through an atomization process into small droplets. The liquid is then evaporated and the resultant particles are melted or partially melted and accelerated onto the substrate where they will form the coating. These fine particles show a different behaviour concerning splat formation as compared to traditional thermal spray materials.**

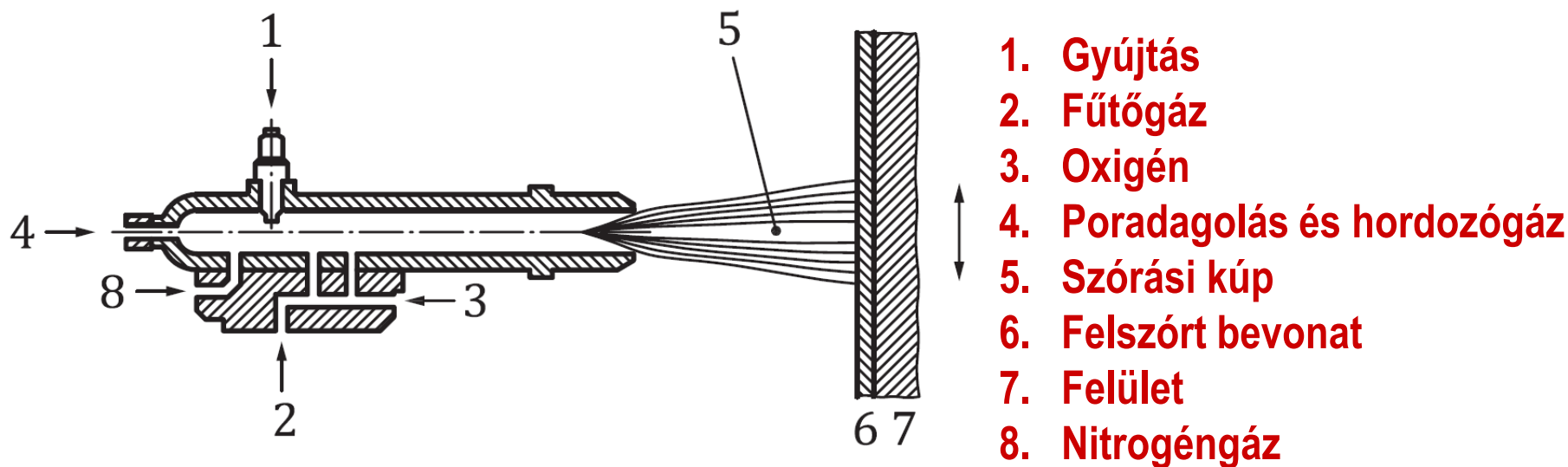


Nagy sebességű lángszórás folyékony üzemanyaggal

Robbantásos szórás (detonációs szórás)

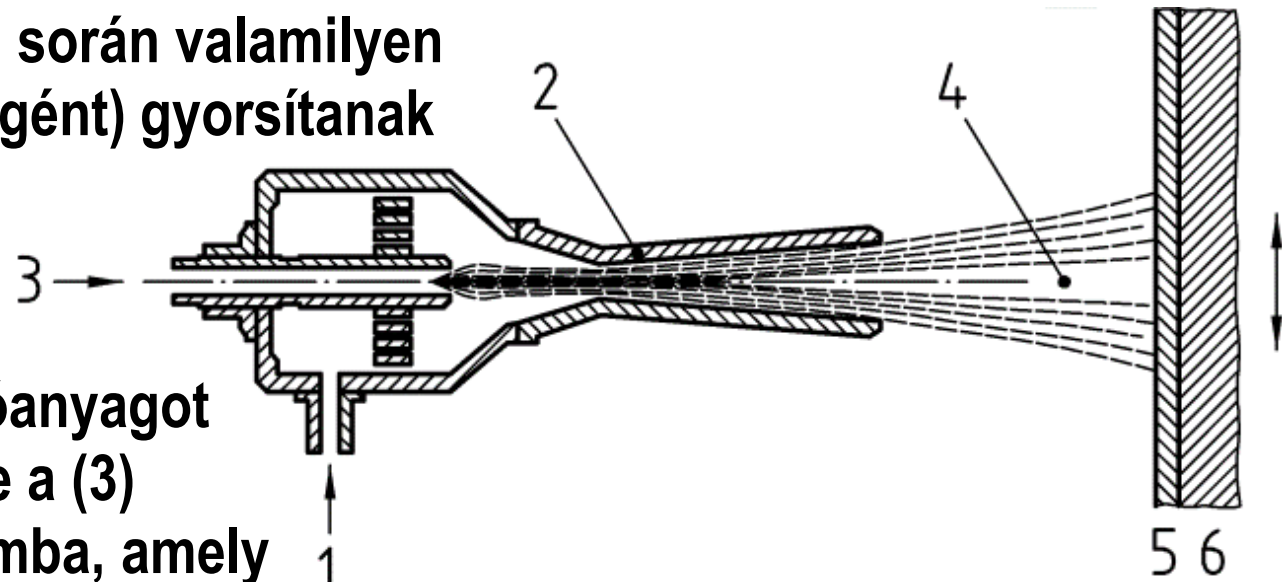
A szórópisztolyban egy kamra van, amelybe meghatározott mennyiségű port fecskendeznek be. A kamrában lévő gázkeverék szabályozott időközönként berobban. Ez forró, nagy sebességű gázáramot hoz létre, amely a port képlékeny vagy megömlesztett állapotba hozza, és felgyorsítja a szórópisztolyt elhagyó szemcséket. A „detonációs szórópisztoly” ebből a pisztolytestből és a kamrából áll.

A befecskendezett gáz-por keveréket villamos szikra felrobbantja. Az eredményül kapott lökéshullám a pisztolytestben felgyorsítja a szemcséket, amelyek a lángban tovább hevülnek, és az előkészített felületre lövődnek. Minden egyes robbantásos művelet után a kamrát és a pisztolytestet nitrogénnel való átöblítéssel megtisztítjuk.

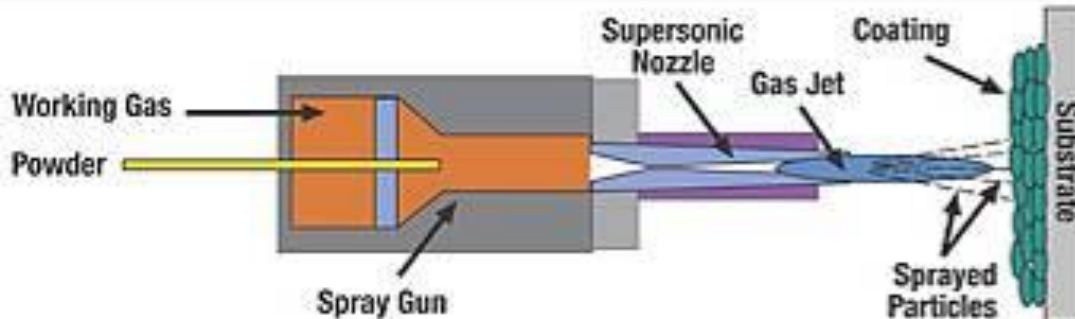


Hideg- (hideg gázos) szórás

A hidegszórási eljárás során valamilyen gázt (elsősorban nitrogént) gyorsítanak szuperszonikus sebességre egy deLaval-típusú fúvókában. A (2) szóróanyagot por formában adják be a (3) nagynyomású gázáramba, amely nagy sebességgel ütközik a felületnek.



Cold Spray Process



Characteristics

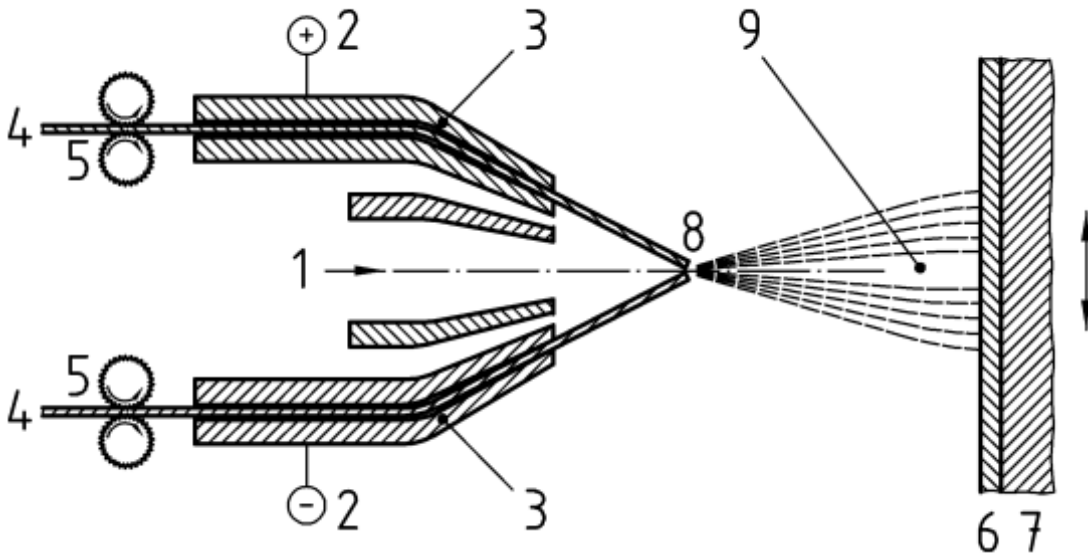
Jet Temperature: 500 - 1250°F

Gases Used:
He, N₂

Particle Velocity:
2000 - 3,300 ft/s (600-1000 m/s)

Ívszórás

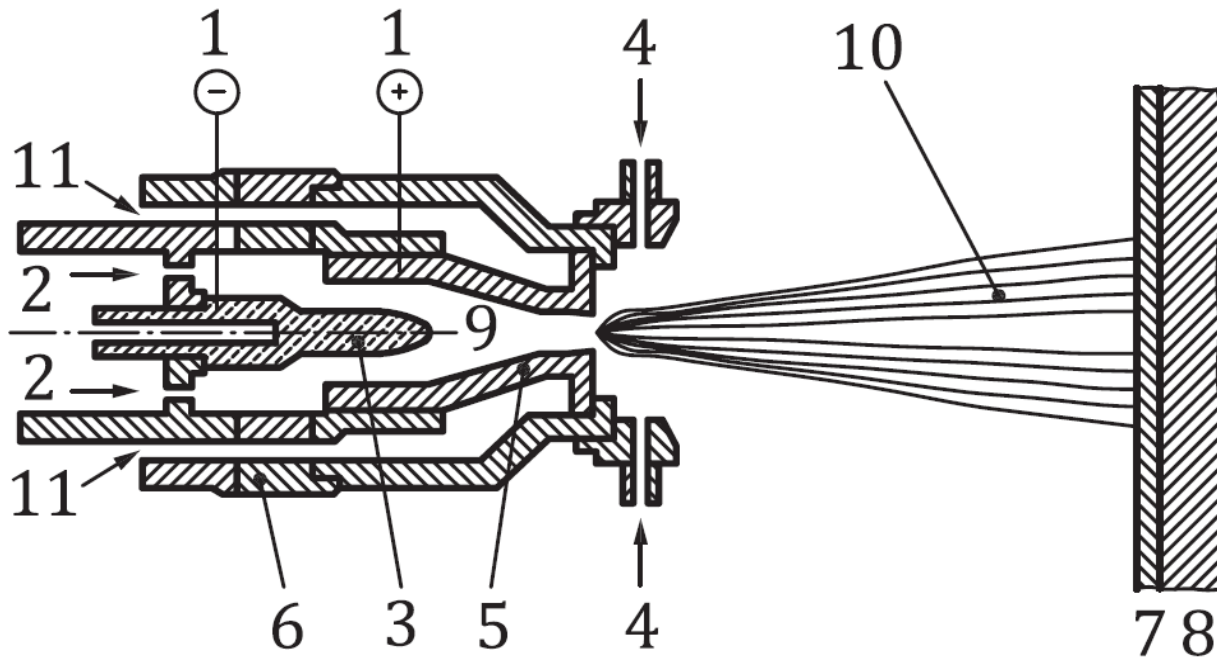
Az ívszórás két huzal közötti villamos ívet használ azok csúcsainak megolvasztására; a huzalok lehetnek azonos vagy eltérő összetételűek. A megömlesztett fémet gázsugár vagy –sugarak, általában sűrített levegő porlasztja, és lövi a szemcséket az előkészített felületre.



1. Porlasztógáz
2. Feszültségforrás
3. Huzal bevezető
4. Szóróhuzal
5. Huzaladagoló szerkezet
6. Felszórt bevonat
7. Felület
8. Az ívben megolvadó huzalcsúcsok
9. Szórási kúp

Plazmaszórás levegőn – atmoszférikus plazmaszórás

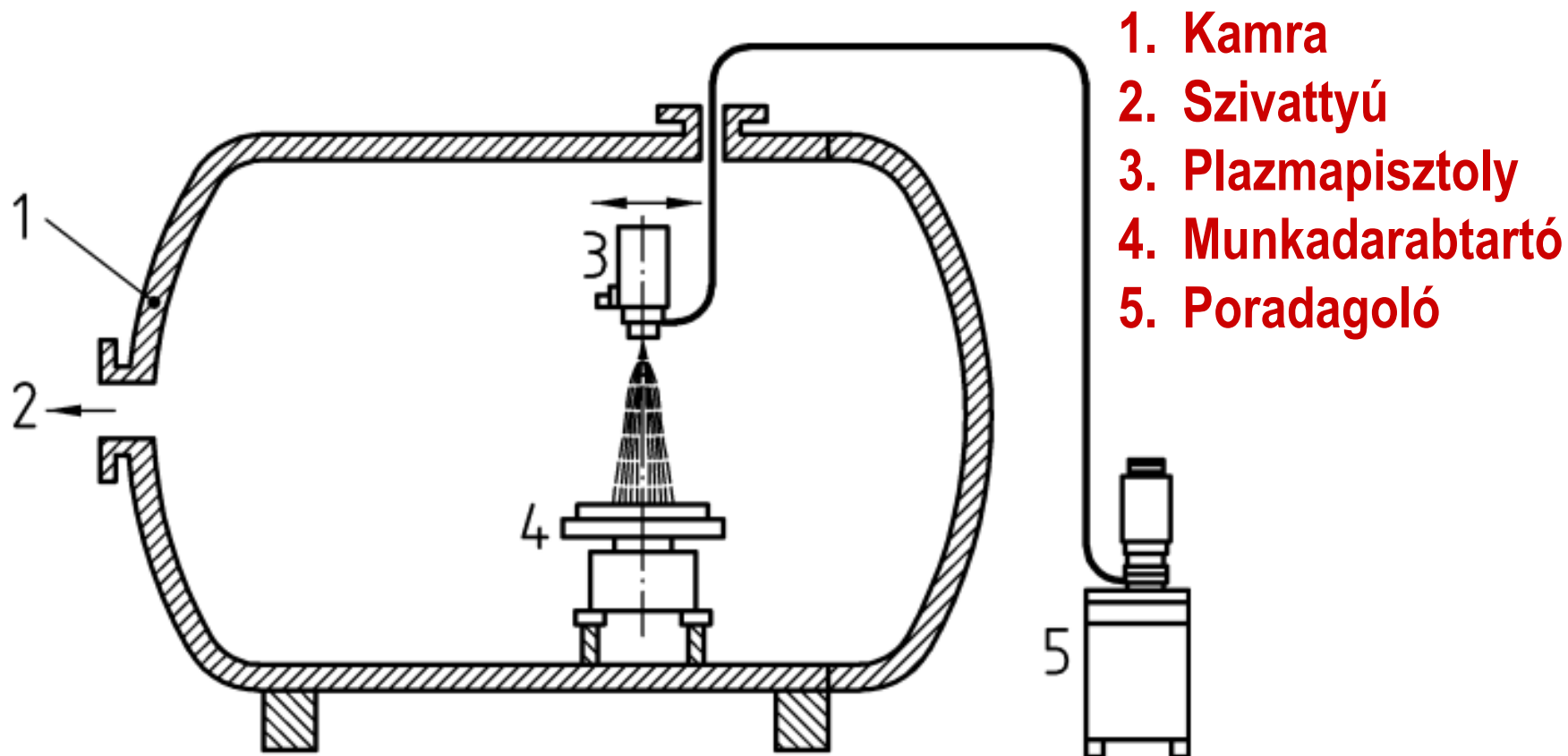
Az atmoszférikus plazmaszórás esetén a bevonatanyagot képlékeny vagy megömlesztett állapotra plazmasugár hevíti fel, majd a felületre lövi. A por hordozógázzal injektálható a plazmasugár belsejébe a fúvókán belül (belső adagolás) vagy kívül (külső adagolás). A plazmát az elektróda (katód) és a fúvóka (anód) közötti villamosív hozza létre, így a fúvókától nagy sebességű plazmasugár áramlik ki a felhevülő gázok tágulása következtében. Az általában alkalmazott plazmagázok: argon, hidrogén, hélium, nitrogén vagy e gázok keverékei.



1. Áramforrás
2. Plazmagáz
3. Katód
4. Poradagolás
5. Anód
6. Szigetelés
7. Felszórt bevonat
8. Felület
9. Plazma
10. Szórási kúp
11. Hűtővíz

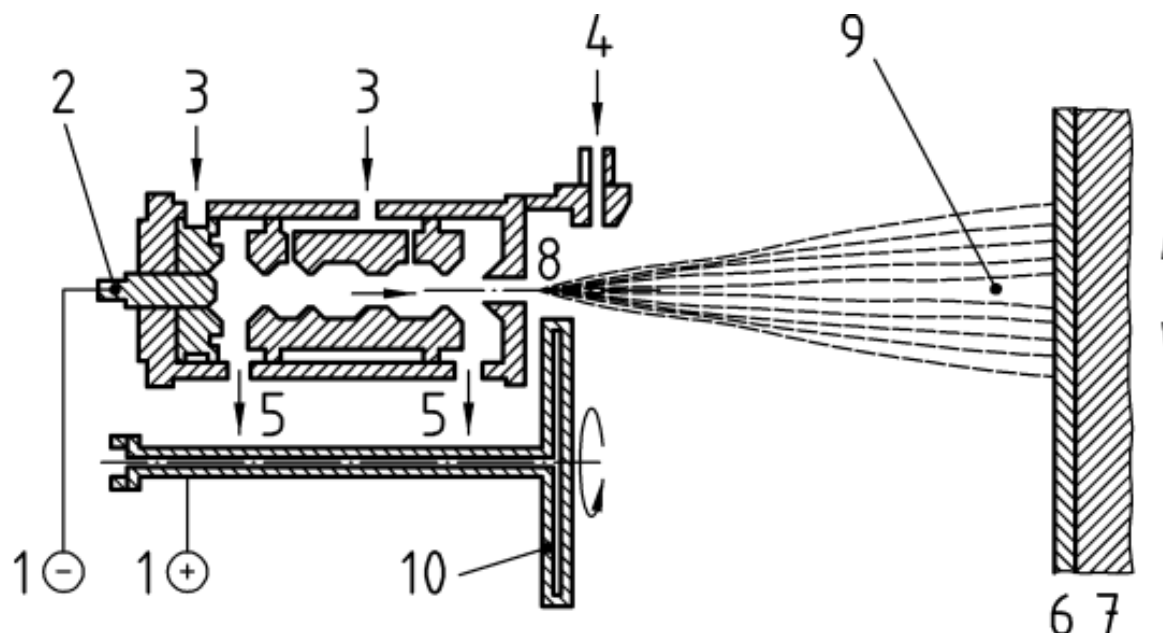
Plazmaszórás kamrában vákuum alatt (VPS)

Plazmaszórás kamrában 1 bar-t meghaladó nyomás alatt



Folyadékkal stabilizált plazmaszórás (LSPS)

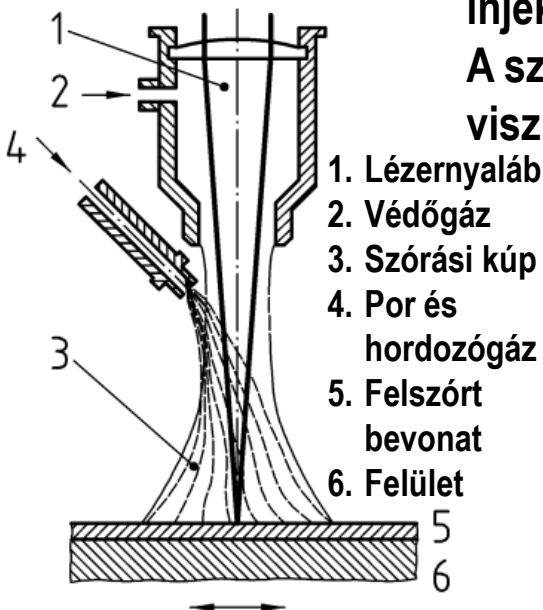
A plazmagáz folyadékból, pl. víz, etilalkohol, metilalkohol, keletkezik. A plazma a grafitkatód és egy forgó, vízzel hűtött anód között ív jön létre. A folyadék a kamrába örvénylő mozgással ömlik be, hogy az ív stabilizálódjék, és a plazmasugár létrejöjjön. A folyamatosan újjáalakuló folyadékköpeny termikus és villamos szigetelést jelent a kamra falával szemben, és hűtőközegként szolgál. A stabilizáló folyadék bizonyos része elpárolog, és a kamrában kialakult nagy hőmérséklet hozzájárul e gőz disszociációjához és ionizációjához. A szóróanyag a fúvókán kívül jut a nagy sebességű plazmasugárba, képlékeny vagy megömlött állapotba hevül, és az előkészített felületre szóródik.



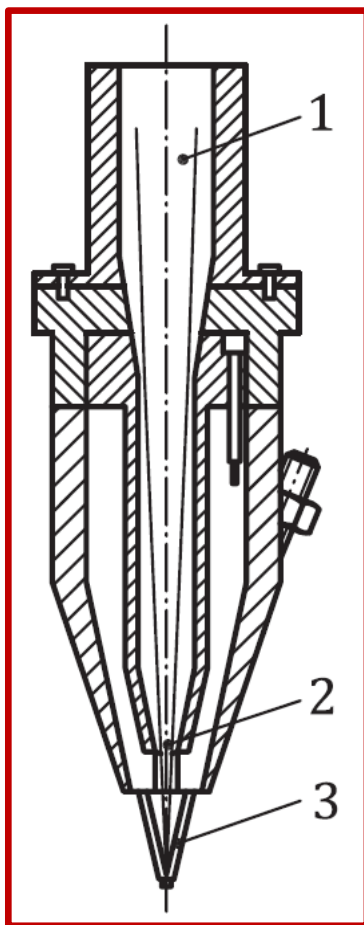
1. Áramforrás
2. Katód
3. Folyadék bevezetés
4. Poradagolás
5. Folyadék kivezetés
6. Felszórt bevonat
7. Felület
8. Plazma
9. Szórási kúp
10. Anód

Lézeres szórás → Lézeres felrakás / lézeres plattírozás

Réges-régen ...



A lézeres szórást az jellemzi, hogy a megfelelő fúvókán keresztül port injektálnak a lézersugárba. A lézersugár a port megolvasztja. A szóróanyag szemcséket az alapfelületre a hordozógáz és a gravitáció viszi fel. A bevonat védőgázzal védhető.



A lézeres felrakás történhet egy vagy kétlépéses módszerrel. A fő különbséget a por eltérő olvadási helye adja. A kétlépéses módszer esetén a por a lézernyalábban olvad meg. Az egy lépéses módszer esetén a por megolvadása az ömledékben történik. A kétlépéses módszer érzékenyebb, és a bevonat vastagsága jellemzően 0,3-0,8 mm.

Az egy lépéses módszernél a por olvadni kezd a foltban és csökkenti a rendelkezésre álló hőt. Ez a hatás csökkenti az aljzat hőbevitelét és a hígítást.

A folyamatot az jellemzi, hogy megfelelő porfúvókával port fecskendeznek a nyalábbbba. A porszemcséket a hordozógáz és/vagy a gravitáció a hordozón lévő olvadékmedencébe löki, ahol részben vagy teljesen megolvadnak. Az eredmény egy sűrű, általában 0,5-3 mm vastag bevonat. A viszonylag kis hőbevitel és a lézerfolt szabályozott mozgása miatt a hordozó csak a felületén olvad meg. A hígítás 5%-nál kisebb.

Általában védőgáz szolgál az olvadékmedence védelmére. Speciális esetekben az ömledékbe lehet betáplálni karbidos, fémmátrixú kompozitokat. A cél az, hogy a karbidok sértetlenek maradjanak minimális oldódás mellett, és csak a mátrixanyag olvadjék meg.

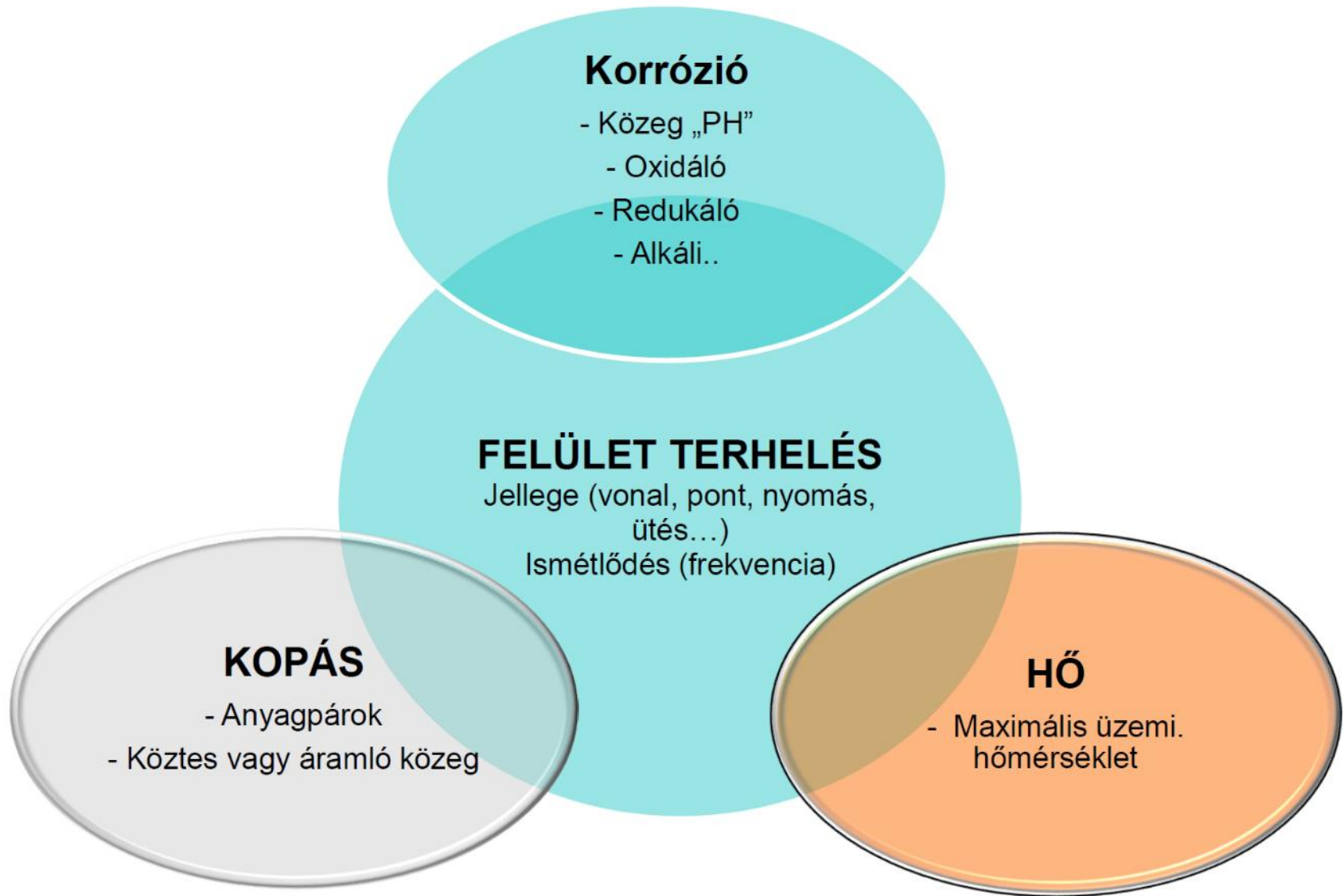
A lézeres felrakás egy (kemény) felületképzési eljárás, ezért jellemzően a hegesztési eljárások körébe tartozik. Mindazonáltal alkalmazásából adódóan a jelen szabványban a lézeres felrakást a termikus szórás körébe kell sorolni.

Felrakóhegesztés vagy termikus szórás?

Néhány lényeges szempont az eljárások összehasonlításában

Felrakó hegesztéseknél		Termikus szórásoknál
megömlik	az alapanyag	nem ömlik meg
keveredik	az alapanyag és a hozaganyag	nem keveredik
jelentősek	a feszültségek az alapanyagban	nem jelentősek
jelentősek	a feszültségek a rétegekben	nem jelentősek
jellemzőek	a szövetszerkezeti változások	nem jellemzőek
alkalmas	a réteg a keresztmetszetre ható igénybevételek felvételére	nem alkalmas
magas	a kötési szilárdság	alacsony
széles	az anyagválaszték	kiemelkedően széles
mm - cm	a rétegvastagság tartomány	μm - mm
	automatizálható a folyamat	

Eljárás- és anyagkiválasztás az igénybevétel elemzése alapján

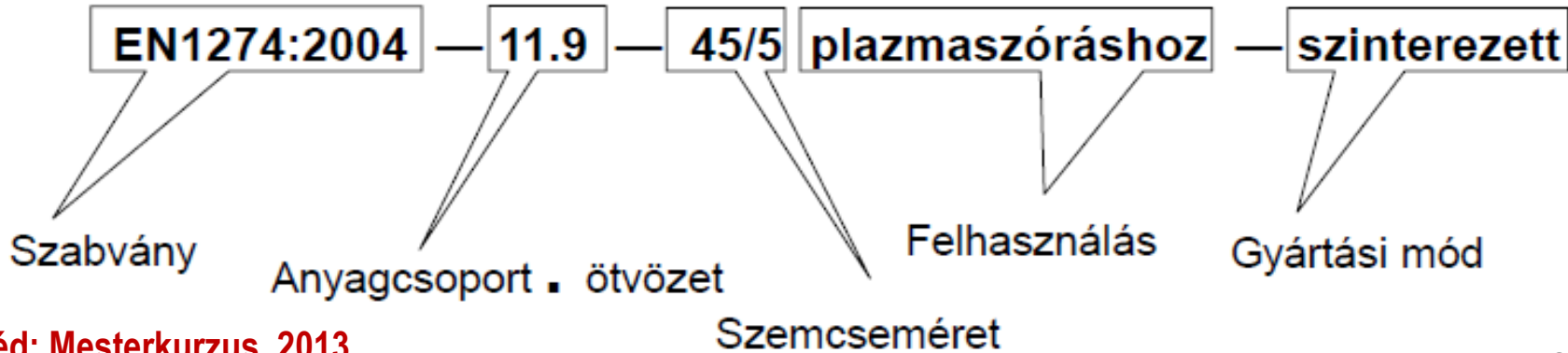


Anyagcsoportok	Ötvözet jelölés	Rövid jelölés	Anyagcsoport
Fémek	1.1 - 1.12	Mo 99	1.5
Önfolyós Ni és Co ötvözetek	2.1 - 2.21	NiCrBSi 74 14	2.10
NiCrFe ötvözetek	3.1 - 3.11	NiCr 80 20	3.1
MCrAl ötvözetek	4.1 - 4.6	NiCrAlY 66 20 10 1	4.1
NiAlFe ötvözetek	5.1 - 5.4	NiAl 95 5	5.1
Cr CrNi ötvözetek	6.1 - 6.5	X2CrNiMo 17 13 2	6.4
CoCr ötvözetek	7.1 - 7.7	CoCrW 60 28 4	7.2
CuAl; CuSn; CuNi ötvözetek	8.1 - 8.3	CuAl 10	8.1
Al ötvözetek	9.1	AlSi 12	9.1
Ni-grafit	10.1 - 10.4	Ni Grafit 80 20	10.3
Karbidok	11.1 - 11.27	WC/Co 83 17	10.9
Oxidok	12.1 - 12.17	Al ₂ O ₃ -TiO ₂ 60 40	12.4

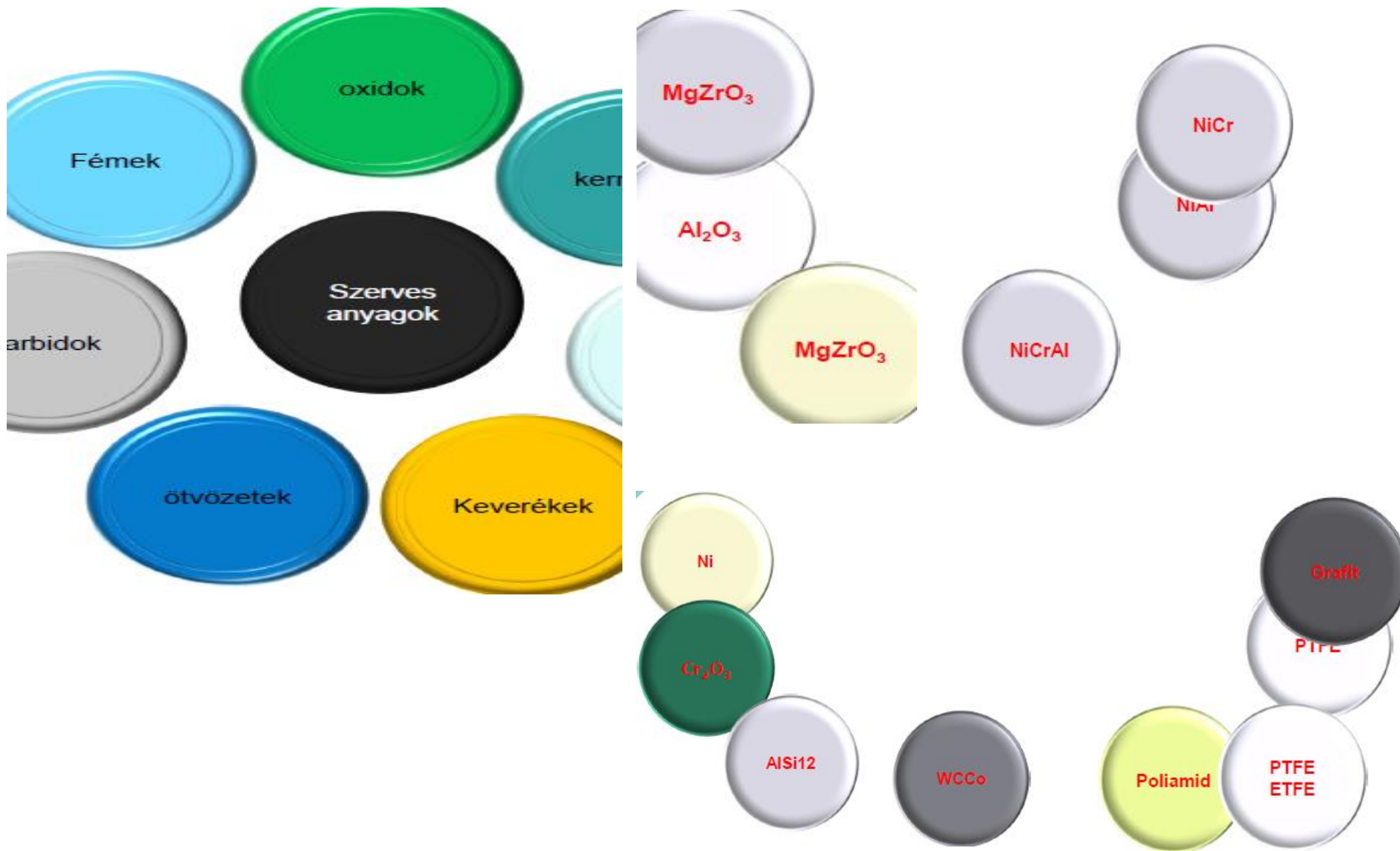
Termikus szórás **porok** osztályozása és jelölési rendszere

A jelenleg hatályos szabvány:
MSZ EN ISO 14232-1:2017

Szinterezett wolframkarbid - kobalt ötvözet
17% kobalt mintegy 5% karbon tartalom
szemcseméret 5-45 mikron közötti



Termikus szórási porok



Oxidok

Termikus szórási porok

Kód.	EN 1274:2004 oxidok	Keménység HV _{0,3}	Max. T [°C]	PH		
12.1	Al ₂ O ₃ 99%	600-1200	1600	1-7	Erózió	Elektromos szigetelő
12.2	Al ₂ O ₃ -TiO ₂ 97 3	600-1100	1100	1-7		Élelmiszer
12.3	Al ₂ O ₃ -TiO ₂ 87 13	500-1000	550	1-7		Alkáli környezet
12.4	Al ₂ O ₃ -TiO ₂ 60 40	400-1000	550	5-7	Enyhe savas	polírozható
12.5	Al ₂ O ₃ -MgO 70 30					
12.6	Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 70 30					
12.7	Al ₂ O ₃ -Cr ₂ O ₃ 50 50					
12.8	Cr ₂ O ₃ > 99	1500	500	0-14		Lézer gravírozható
12.9	Cr ₂ O ₃ > 95	1500	500	0-14		
12.10	Cr ₂ O ₃ -TiO ₂ 97 3	1400	500			
12.11	Cr ₂ O ₃ -TiO ₂ 60 40	600	500			
12.12	Cr ₂ O ₃ -SiO-TiO ₂ 92 5 3	900	500	0-14		
12.13	TiO ₂	650	540			Antisztatikus
12.14	ZrO ₂ -CaO 95 5	300-600	900		Hősokkálló, abradable	Alacsony hőv.
12.15	ZrO ₂ -MgO 80 20	300-800	900		Hősokkálló, abradable	Alacsony hőv. Ol. fém
12.16	ZrO ₂ -Y ₂ O ₃ 93 7	500	1250		MCrAl, abradable	Alacsony hőtágulás
12.17	ZrO ₂ -Y ₂ O ₃ 80 20	500	1250		MCrAl abradable	Alacsony hőtágulás

Termikus szórási porok

Karbidok

Kód.	EN 1274:2004 karbidok	Keménység HV _{0,3}	Max. T [°C]	PH	Kód.	EN 1274:2004 karbidok	Keménység HV _{0,3}	Max. T [°C]
11.1	TiC				11.20	Cr ₃ C ₂ /Ni 83 17	1300	980
11.2	WC				11.21	Cr ₃ C ₂ /NiCr 75 25	1200	980
11.3	W ₂ C/WC				11.22	Cr ₃ C ₂ /NiCr 80 20	1200	980
11.4	W ₂ C				11.23	Cr ₃ C ₂ /NiCr 50 50	800	980
11.5	Cr ₃ C ₂				11.24	Cr ₃ C ₂ /NiCr 93 7	1300	980
11.6	WC/Co 94 6		540		11.25	CrC/NiCr 70 30	1100	980
11.7	WC/Co 88 12	800-1400	540		11.26	CrC/NiCr 35 65	800	980
11.9	WC/Co 83 17	800-1400	540		11.27	CrC/NiCr 60 40	1000	980
11.10	WC/Co 80 20		540					
11.11	W ₂ C/Co		540					
11.12	WC/Ni 92 8		540					
11.13	WC/Ni 98 12	100-1200	540					
11.14	WC/Ni 85 12		540					
11.15	WC/Ni 93 17		540					
11.16	WC/Co/Cr 86 10 4		540					
11.18	WC/Co/Cr 86 6 8		540					
11.19	WCCrC/Ni 93 7		540					

Egyebek

Szóróanyag	Korrózió [PH]	Kopásállóság [1-10]	Hő [°C]	Alkalmazás
Zn	7-12,5	2	60	Víz – oltott mész
Al	5-8,3	2	500	Sör, savas eső, tengervíz
Cr ₂ O ₃	1-14	8	540	Kénsav - nátronlúg
Al ₂ O ₃	1-7	7	1.600	Sav és alkáli
WC/Co 88 12	6-10	9	540	Víz - szappan
Cr ₂ O ₃ 20 (NiCr20)	4-14	8	870	NaCl - NaOH
Zr ₂ O ₃ 8YO ₃		3	1.200	Forró gáz
Co 25Cr 10Ni 8W 0.5C		5	850	S12 erózió
Co 28.Mo 9Cr 3Si		4		T400 (HCl, H ₂ SO ₄ , HCO ₂ H, NaCl)
Mo Mo ₂ C		6	350	Cu, Fe olvadt fém erózió

Termikus szórási huzalok osztályozása és jelölési rendszere

EN ISO

Termikus szórási huzalok, pálcák, fonatok gyártási módjai

14919:2001 /2015 /2023

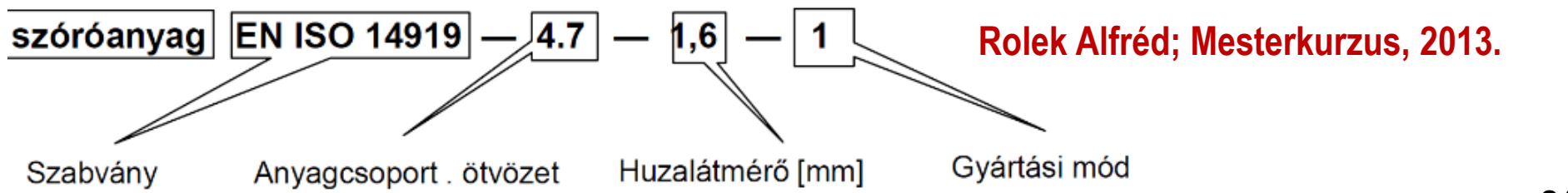
Kód	Megnevezés	Gyártási eljárás	Struktúra
1	Tömör huzal és pálcá	Ömledékből gyártott húzott huzal	Homogén összetevő
2	Tömör huzal és pálcá	Porkohászati úton gyártott formázott	Homogén összetevő
3	Portöltetű zárt huzal	Portöltetű fémcső amelyet húzással tömörítenek és alakítanak	Varrat nélküli fémköpeny portöltettel
4	Portöltetű falcolt huzal	Fémszalag amelyet csőprofilnak alakítanak és porral töltenek majd húzással tömörítik, alakítják és zárják le	Fémköpeny portöltettel
5	Zsinór	Extrudált por kötőanyag szerves bevonat összessége	Műanyag köpeny portöltettel
6	Kerámia pálcá	Extrudált és szinterezett kerámiaanyag	Kerámia kötészű porózus anyag

Huzalok: 1,6; 1,62; 2,0; 2,3; 2,5; 3,0; 3,17; 3,48; 4,0; 4,76 mm

Zsinór: 3,17; 4,76 mm

Pálcá:4,8; 6,3; 7,9 mm

Kód	Anyagcsoport	Ötvözet jelölész	Rövid jelölész	Ötvözet jelölész	Gyártási eljárás
1	Ón és Ón ötvözetek	1.1 - 1.2	SnSbCu 84	1.2	1
2	Cink és cink ötvözetek	2.1 - 2.3	ZnAl 15	2.3	1
3	Alumínium és Alumínium ötvözetek	3.1 - 3.5	Al 99,5	3.2	1
4	Réz és rézötvözetek	4.1 - 4.7	CuAl 10	4.7	1
5	Vas és Vasalapú ötvözetek	5.1 - 5.15	X6CrAl 22 5	5.9	1; 3; 4
6	Nikkel és Nikkelötvözetek	6.1 - 6-10	NiAl 95 5	6.5	1; 3; 4; 5
7	Molibdén	7.1	Mo ≥ 99,95	7.1	2
8	Oxidkerámiák	8.1 - 8.9	Al ₂ O ₃ ≥ 98	8.4	5; 6



Termikus szórás huzalok osztályozása és jelölési rendszere

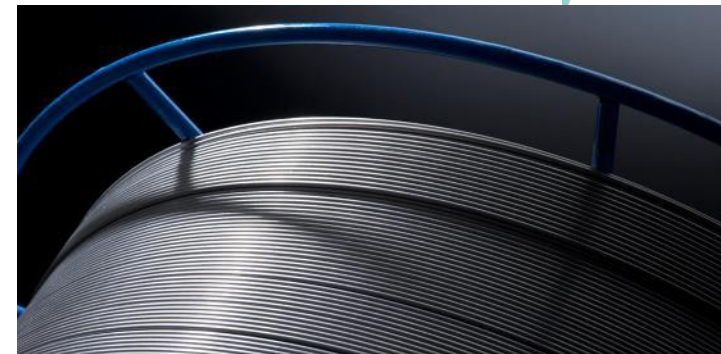
EN ISO

Termikus szórás huzalok, pálcák, fonatok gyártási módjai

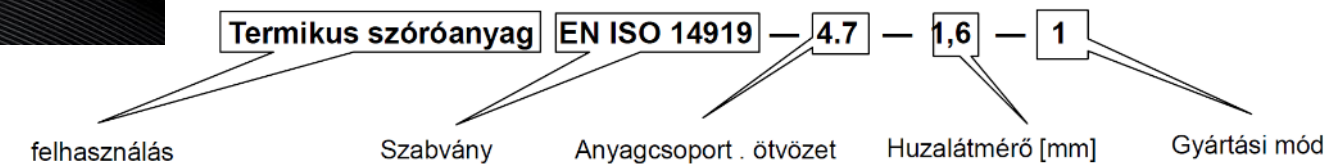
14919:2001 /2015 /2023

Kód	Megnevezés	Gyártási eljárás	Struktúra
1	Tömör huzal és pálc	Ömledékből gyártott húzott huzal	Homogén összetevő
2	Tömör huzal és pálc	Porkohászati úton gyártott formázott	Homogén összetevő
3	Portöltetű zárt huzal	Portöltetű fémcső amelyet húzással tömörítenek és alakítanak	Varrat nélküli fémköpeny portöltettel
4	Portöltetű falcolt huzal	Fémszalag amelyet csőprofilnak alakítanak és porral töltnek majd húzással tömörítik, alakítják és zárják le	Fémköpeny portöltettel
5	Zsinór	Extrudált por kötőanyag szerves bevonat összessége	Műanyag köpeny portöltettel
6	Kerámia pálc	Extrudált és szinterezett kerámiaanyag	Kerámia kötésű porózus anyag

Huzalok: 1,6; 1,62; 2,0; 2,3; 2,5; 3,0; 3,17; 3,48; 4,0; 4,76 mm
Zsinór: 3,17; 4,76 mm
Pálc:4,8; 6,3; 7,9 mm



Kód	Anyagcsoport	Ötvözet jelölés	Rövid jelölés	Ötvözet jelölés	Gyártási eljárás
1	Ón és Ón ötvözetek	1.1 - 1.2	SnSbCu 84	1.2	1
2	Cink és cink ötvözetek	2.1 - 2.3	ZnAl 15	2.3	1
3	Alumínium és Alumínium ötvözetek	3.1 - 3.5	Al 99,5	3.2	1
4	Réz és rézötvözetek	4.1 - 4.7	CuAl 10	4.7	1
5	Vas és Vasalapú ötvözetek	5.1 - 5.15	X6CrAl 22 5	5.9	1; 3; 4
6	Nikkel és Nikkelötvözetek	6.1 - 6-10	NiAl 95 5	6.5	1; 3; 4; 5
7	Molibdén	7.1	Mo ≥ 99,95	7.1	2
8	Oxidkerámiák	8.1 - 8.9	Al ₂ O ₃ ≥ 98	8.4	5; 6



Termikus szórási huzalok és pálcák gyártási módjai

MSZ EN 14919:2001

Rolek Alfréd; Mesterkurzus, 2013.

Kód	Megnevezés	Gyártási eljárás	Struktúra
1	Tömör huzal és pálca	Ömledékből gyártott húzott huzal	Homogén összetevő
2	Tömör huzal és pálca	Porkohászati úton gyártott formázott	Homogén összetevő
3	Portöltetű zárt huzal	Portöltetű fémcső amelyet húzással tömörítenek és alakítanak	Varrat nélküli fémköpeny portöltettel
4	Portöltetű falcolt huzal	Fémszalag amelyet csőprofilnak alakítanak és porral töltönek majd húzással tömörítik, alakítják és zárják le	Fémköpeny portöltettel
5	Zsinór	Extrudált por kötőanyag szerves bevonat összessége	Műanyag köpeny portöltettel
6	Kerámia pálca	Extrudált és szinterezett kerámiaanyag	Kerámia kötésű porózus anyag

Huzalok: 1,6; 1,62; 2,0; 2,3; 2,5; 3,0; 3,17; 3,48; 4,0; 4,76 mm

Zsinór: 3,17; 4,76 mm

Pálca: 4,8; 6,3; 7,9 mm

→ Az érvényes szabvány: MSZ EN 14919:2024

Termikus szórás. Huzalok, rudak és kábelek láng- és ívszóráshoz.

Osztályozás és műszaki átadási feltételek (ISO 14919:2023)

Thermal spraying. Wires, rods and cords for flame and arc spraying. Classification and technical supply conditions

Termikus szórási huzalok ötvözetcsoportjai

EN 14919:2001

Rolek Alfréd: Mesterkurzus. 2013.

Kód	Anyagcsoport	Ötvözet jelölés	Rövid jelölés	Ötvözet jelölés	Gyártási eljárás
1	Ón és Ón ötvözetek	1.1 - 1.2	SnSbCu 84	1.2	1
2	Cink és cink ötvözetek	2.1 - 2.3	ZnAl 15	2.3	1
3	Alumínium és Alumínium ötvözetek	3.1 - 3.5	Al 99,5	3.2	1
4	Réz és rézötvözetek	4.1 - 4.7	CuAl 10	4.7	1
5	Vas és Vasalapú ötvözetek	5.1 - 5.15	X6CrAl 22 5	5.9	1; 3; 4
6	Nikkel és Nikkelötvözetek	6.1 - 6-10	NiAl 95 5	6.5	1; 3; 4; 5
7	Molibdén	7.1	Mo $\geq$ 99,95	7.1	2
8	Oxidkerámiák	8.1 - 8.9	Al ₂ O ₃ $\geq$ 98	8.4	5; 6

Termikus szóróanyag

EN ISO 14919

4.7

1,6

1

felhasználás

Szabvány

Anyagcsoport . ötvözet

Huzalátmérő [mm]

Gyártási mód

Gyártó és vagy forgalmazó neve

Termék jelölés

Adagszám

Termikus szórási anyagok és csoportosítása

Az anyag- és technológiaválasztás döntési mechanizmusa

Rolek Alfréd; Mesterkurzus, 2013.

