

Hőkezelő kemencék és a hőkezelés minőségbiztosításának alapjai



Hőkezelés
(BMEGEMTBGK1)
2024. Október 08.

Dr. Kovács Dorina
kovacs.dorina@gpk.bme.hu
MT épület 061.

Kemence típusok:

- Kamrás
- Kocsifenekű
- Aknás
- Retortás
- Vákuum
- Indukciós



Hőkezelés:

- Atmoszférikus
- Védőgázos
- Vákuum



Cél: egyenletes térhőmérséklet biztosítása

→ elektromos ellenállású fűtés

→ maximum hőmérséklet 750 – 1300 °C között

- falazata: kerámia
- egyszerű kezelhetőség
- program szerint szabályozható



- nagy magasságú, kör vagy négyzet keresztmetszetű
- függőleges irányú anyagmozgatás
- program szerint szabályozható
 - cementáláshoz, nitridáláshoz, edzéshez, megeresztéshez

Elektromos fűtés előnyei:

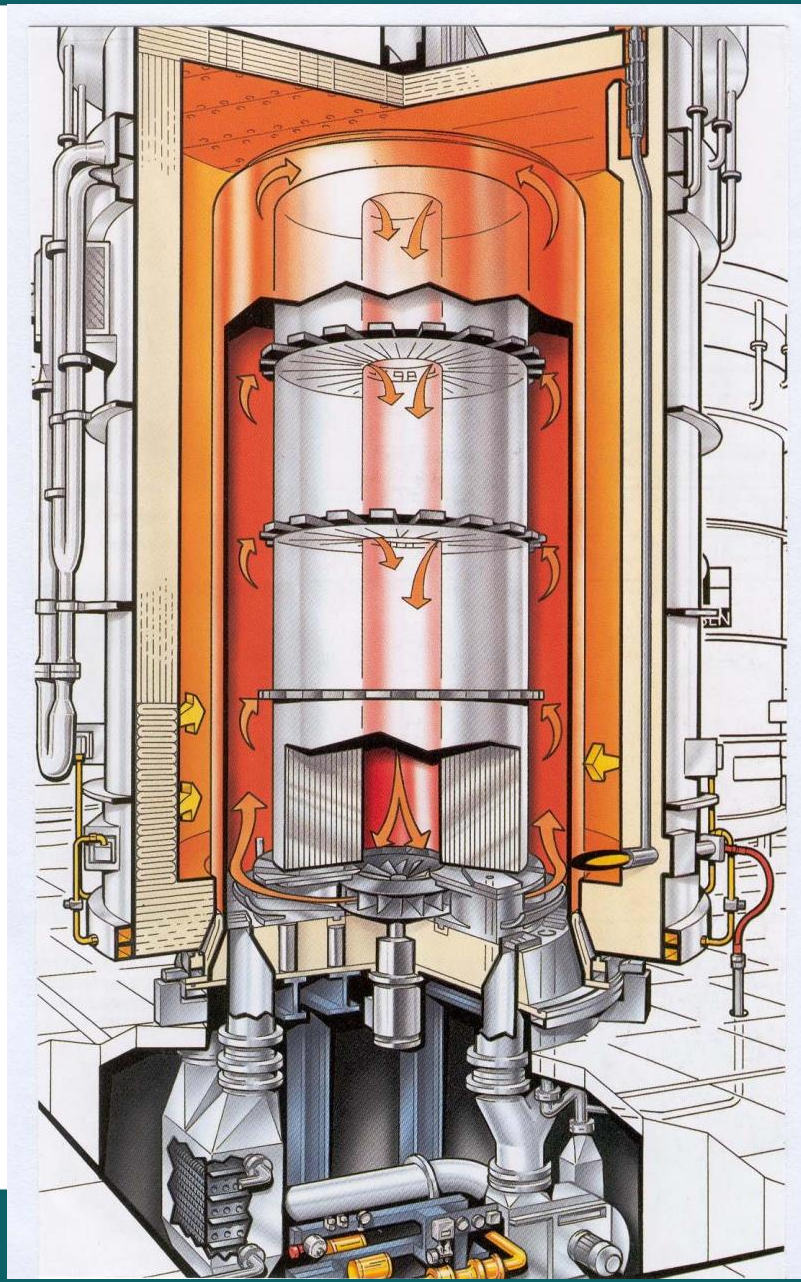
- nincs füstgázveszteség
- kisebb revésedés és fémoxidáció
- jól szabályozható hőmérséklet

Retorta: belső kivehető rész, megóvja a kemence falát



https://www.prothermo.hu/magyar/egyedi_berendezesek





A vákuum értékek és annak előállítása



a.) Finom vákuum

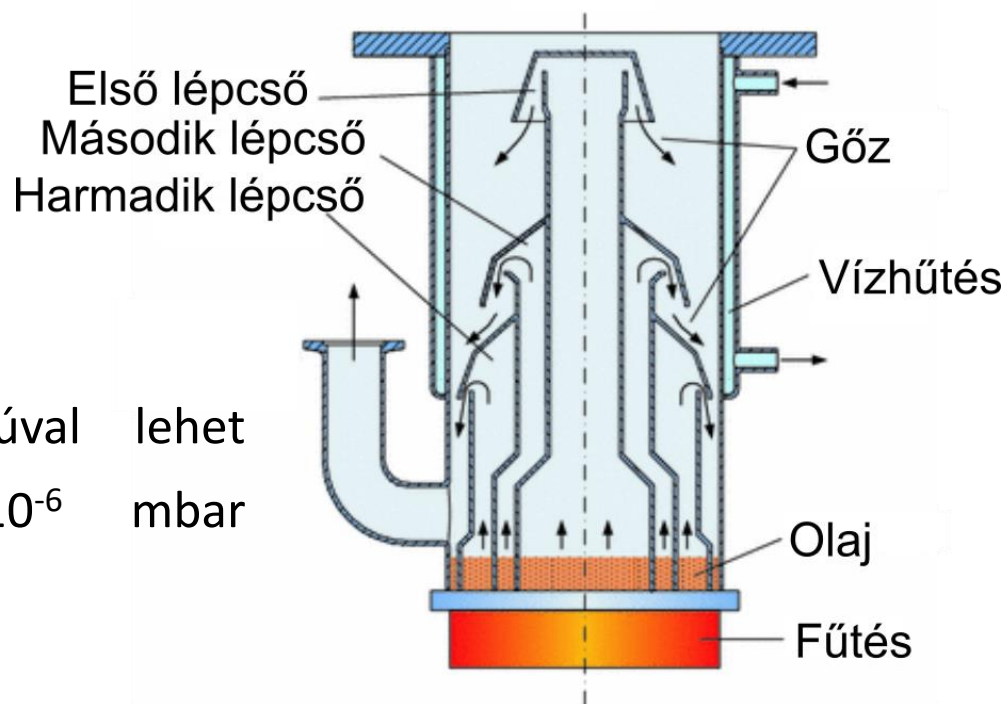
Nagysága $\sim 5 \times 10^{-2}$ mbar.

Előállítását mechanikus szivattyúkkal meg lehet oldani.

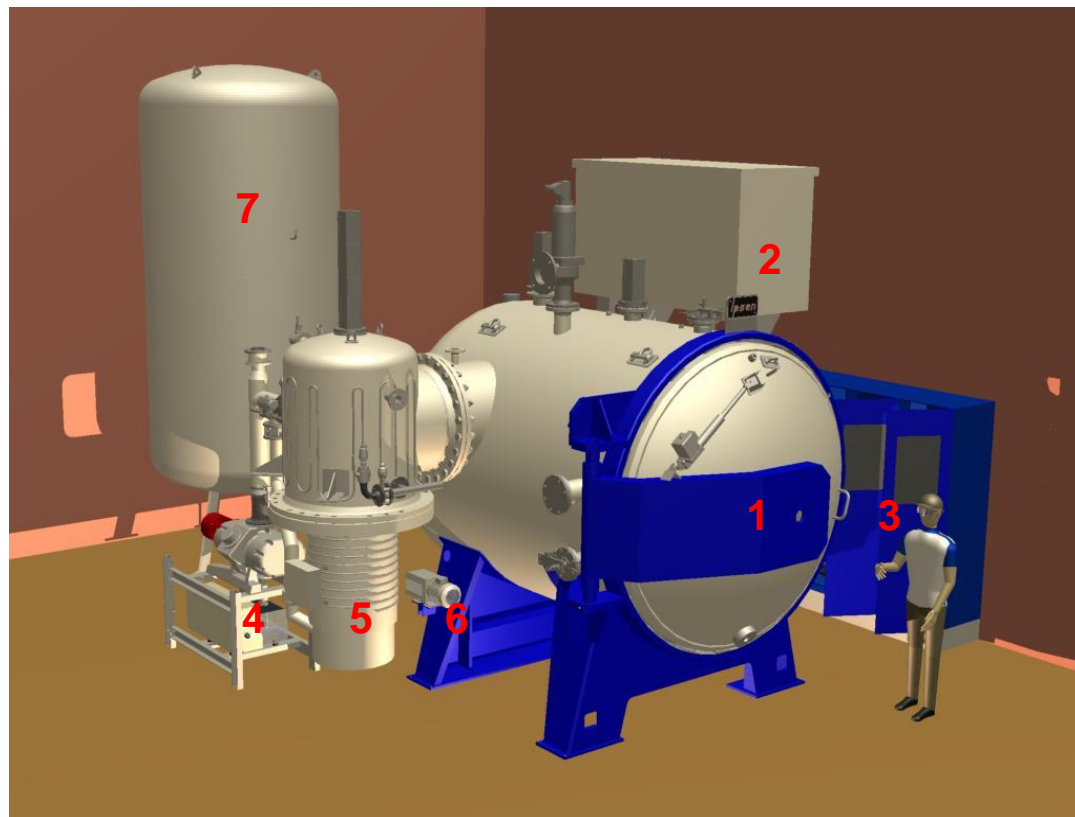
b.) Nagy vákuum

Vákuum értéke 5×10^{-2} mbar fölött.

Kialakítását már diffúziós szivattyúval lehet megoldani. Általánosan a 10^{-5} , 10^{-6} mbar nagyság a jellemző.



- 1 – Kemence test
Benne a különálló fűtőkamrával
- 2 – Fűtő trafó
- 3 – Vezérlő szekrény
- 4 – Mechanikus szivattyúk
- 5 – Diffúziós szivattyú
- 6 – Elővákuum szivattyú
- 7 – Nitrogén tartály
- 8 – Hűtő ventilátor motor (nem látszik, kemence hátoldalán)
- 9 – Hűtőszivattyúk (nem látszik, nem közvetlen kemence tartozék)
- 10 – Mérő, felügyelő elemek, szerelvények (nincs a képen feltüntetve)



Kemence test:

- vízűtés
- bajonettzáras ajtó a vákuum megtartásához



Fűtő transzformátor:

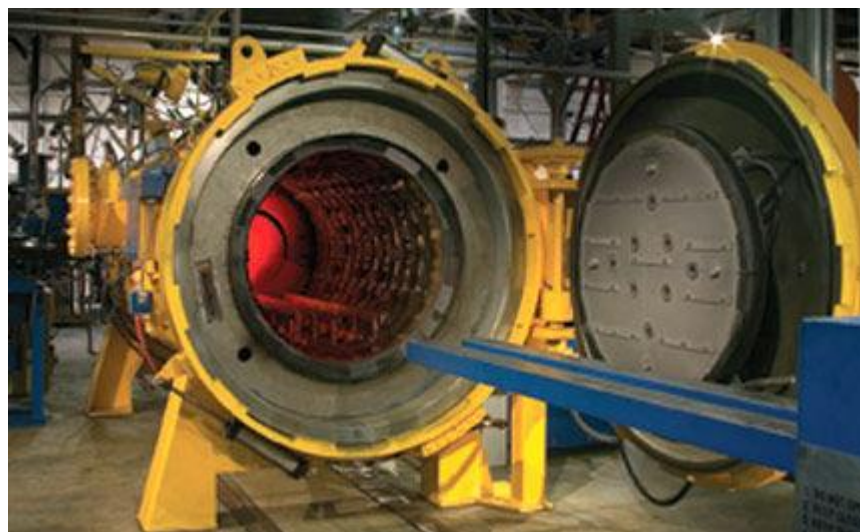
- fűtés szabályozása
- kemencenagysághoz beállított áramfelvétel

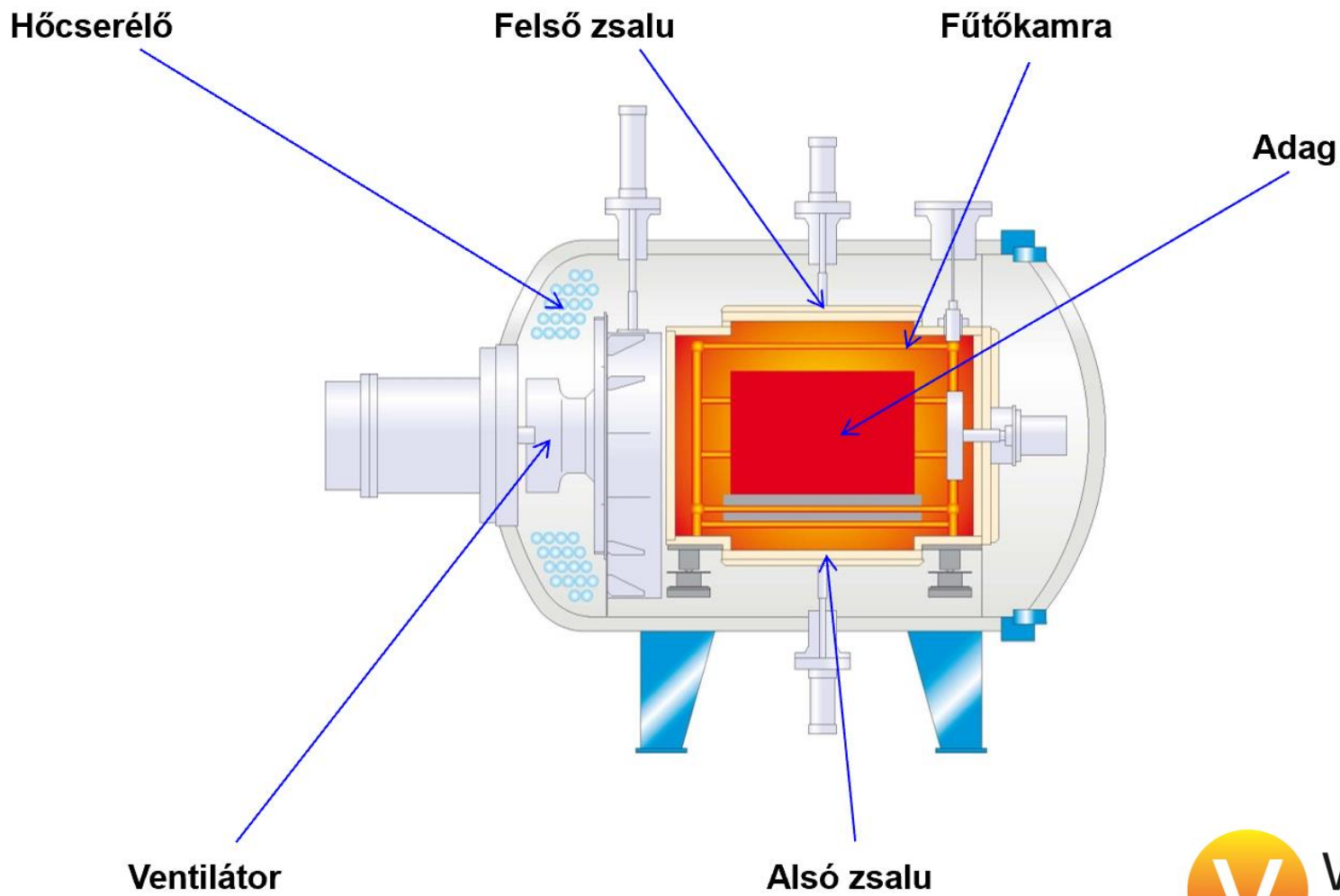
Vezérlés:

- PLC

Nitrogén tartály:

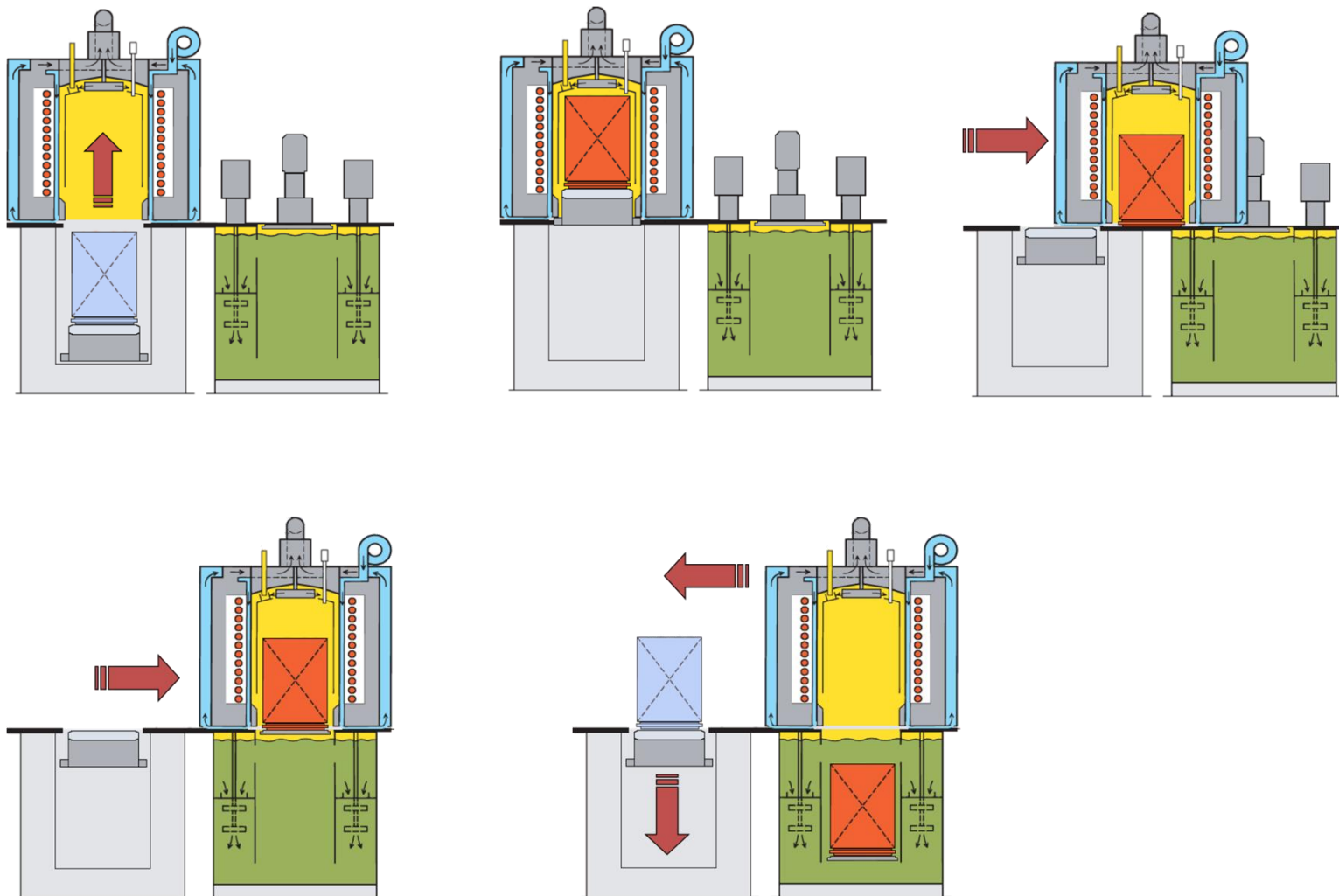
- hűtéshez





Miért használunk vákuum kemencét?

- A vákuum alatt történő hevítés tekinthető a legjobb felületi védelemnek
- Tiszta munkakörülmények
- Kiváló környezetvédelmi technológia
- A lehető legalacsonyabb torzítás a munkadarabon (fűtés, hűtés)
- Kiváló hőmérséklet eloszlás (pl. Ipsen VUTK-524 +/-3°C)
- Rövid (Optimális) ciklusidő
- Megbízható és reprodukálható hőkezelő ciklus
- Szabályozható hűtés irány és intenzitás
- Gazdaságos





Előnyök:

- Moduláris felépítésű, harang típusú kemence.
- Kemencén belül nincs mozgó mechanizmus, adagtartó rögzítése reteszeléssel
- Karbantartási igénye kicsi.
- Karbantartás esetén nem kell az egész berendezést leállítani, csak a javítandó modult.
- Az adag a kemencével együtt mozog a hűtőközeg fölé, így a munkadarabok közvetlenül a bemártásig edzési hőfokon vannak.
- Az adag bemelegítési ideje kevesebb mint 15 mp.
- Különösen alkalmas vékony, deformációra hajlamos alkatrészek hőkezelésére.
- Minden típusú hűtőközeg integrálható a hőkezelő sorba.
- Moduláris felépítésének köszönhetően egyszerű a bővítési lehetőség.
- Nagy mennyiségű hőkezelés esetén jól automatizálható.

Indukciós hevítés elmélete:

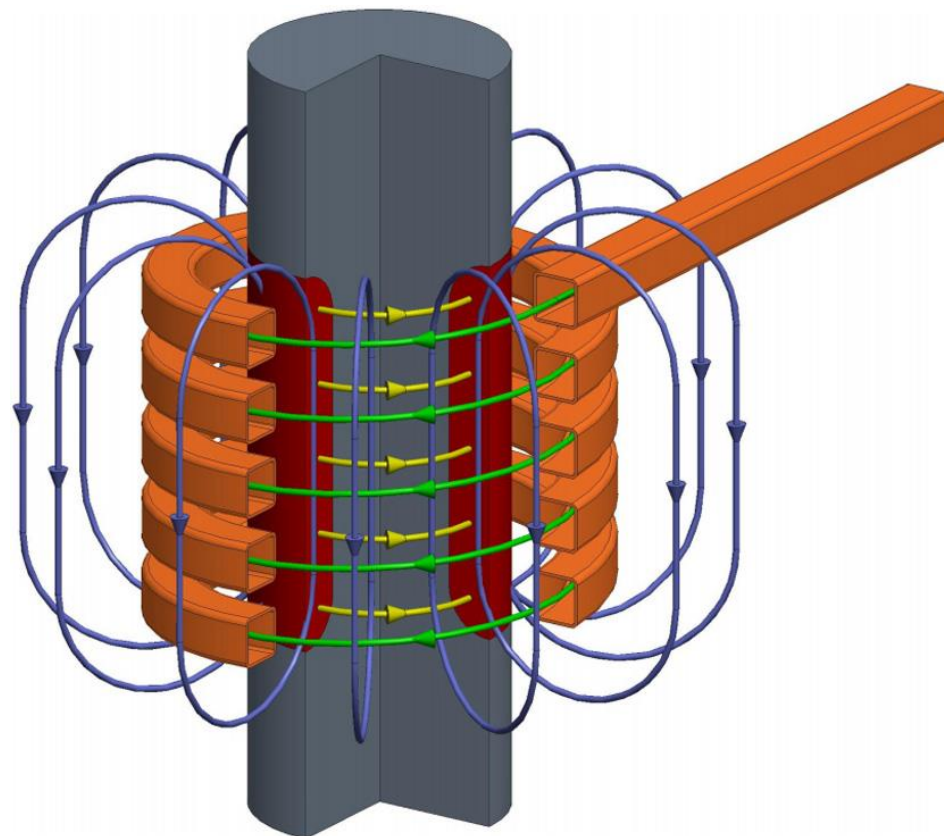
Elektromos vezetőkben
váltakozó áram



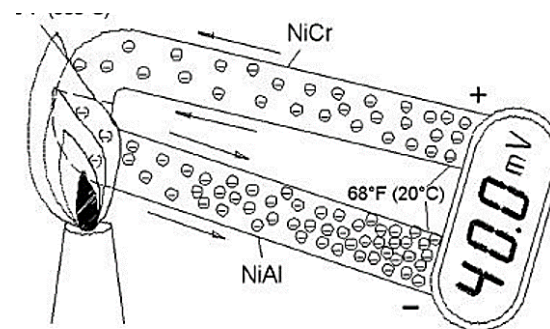
Váltakozó mágneses teret
hoz létre



Másik vezető anyagban
elektromágneses tér indukálódik



Ha két, különböző fémből vagy ötvözetből álló elektromos vezetőt egyik végükön összeforrasztanak, és a csatlakozás, valamint a vezetők másik vége eltérő hőmérsékleten van, akkor elektromos potenciálkülönbség keletkezik.



Típus	Anyag	Felhasználhatóság
K	krómnikkel/nikkelalumel, másképpen chromel-alumel	oxidáló környezetben -20 – 1300 °C
T	réz/konstatán	nedves környezetben -270 – 1300 °C
J	vas/konstatán	olcsó -210 – 760 °C

Minősegbiztosítás

MSZ EN 10052 – A vasötvözetek hőkezelésének fogalommeghatározásai

04885:2017 – Vas és acél. Hőkezelések. Szakszótár

Szakkifejezések

- | | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 1. Karbonaktivitás | 44. Egyenértékű átmérő |
| 2. Lágýtás | 45. Diffúziós kezelés |
| 3. Szemcsefinomító izzítás | 46. Impulzusedzés |
| 4. Alitálás | 47. Indukciós edzés |
| 5. Endotermikus atmoszféra | 48. Kiválásos keményedés |
| 6. Exotermikus atmoszféra | 49. Kiválásos keményítés |
| 7. Auszforming | 50. Egyszeri edzés |
| 8. Ausztenitesítés | 51. Edzés |
| 9. Önmegeresztődés | 52. Átedzés |
| 10. Önedzés | 53. Felületi edzés |
| 11. Kékítés | 54. Edzési kezelés |
| 12. Boridálás | 55. Közvetlen edzés |
| 13. Elégetés | 56. Kettős hűtéssel végzett edzés |
| 14. Feketítés | 57. Másodlagos keményedés |

Ausztemperálás: Olyan hőkezelés, amelynek során az acél ausztenites állapotból való lépcsős hűtése M_s -nél nagyobb hőmérsékletre olyan sebességgel történik, hogy a ferrites vagy perlites átalakulás elkerülhető legyen és ezen hőmérsékleten olyan hőntartás, hogy bénites átalakulás részben vagy teljesen végbemenjen.

Ausztenitesítési hőmérséklet: Az a legnagyobb hőmérséklet, amelyen az ausztenitesítéskor a vasötvözetet hőntartják.

Átalakulási mélység: Az edződés létrejötté valamely vasötvözet felületi rétegében. Ezt általában edzett kéregvastagsággal jellemzik.

Edzhetőség: Valamely acélnak az a tulajdonsága, hogy martenzites és/vagy bénites átalakulásra alkalmas.

Feszültségcsökkentő izzítás: A munkadarab izzítása megfelelően nagy hőmérsékleten, majd lassú hűtése a maradó feszültségek csökkentése céljából anélkül, hogy a szövetszerkezet és az anyag tulajdonságai jelentősen változnának.

Feszültségcsökkentő megeresztés: Teljesen vagy részlegesen martenzites szerkezetű termék megeresztése általában 200°C-nál kisebb hőmérsékleten maradó feszültségek csökkentésére a karbidkiválás kezdetével az anyag keménységének jelentős csökkenése nélkül.

Hőkezelési repedés: A hevítés vagy hűtés hatására közvetlenül vagy később bizonyos acélokban jelentkező repedés.

Idő-hőmérséklet átalakulási diagram: Féllogaritmikus idő-hőmérséklet koordináta-rendszerben megrajzolt olyan görbesorozat, amelyből minden egyes hőmérsékletre megállapítható, az ausztenit átalakulása kezdetének és végének ideje izotermikus körülmények között.

Lépcsős edzés: Olyan edzési eljárás, amelynek során a hűtést rövid időre megszakítják adott közegben megfelelő hőmérsékleten végzett hőntartással.

Martemperálás: Olyan hőkezelés, amelynek során az ausztenitesítést követően az acélt olyan sebességgel lépcsősen edzik Ms-nél kissé nagyobb hőmérsékletre, hogy elkerüljék a ferrites, perlites vagy bénites átalakulást és ezen addig tartják, amíg a hőkiegyenlítés végbemegy, majd tovább hűtik szobahőmérsékletre.

Patentozás: Vasötvözetek hőkezelése ausztenitesítéssel és megfelelő hűtéssel úgy, hogy az utána következő hidegalakításhoz kedvező szövetszerkezet keletkezzék.

Vakedzés: Olyan modellező hőkezelés, amely a cementálás termikus folyamatát reprodukálja cementáló közeg nélkül.

Kiegészítések:

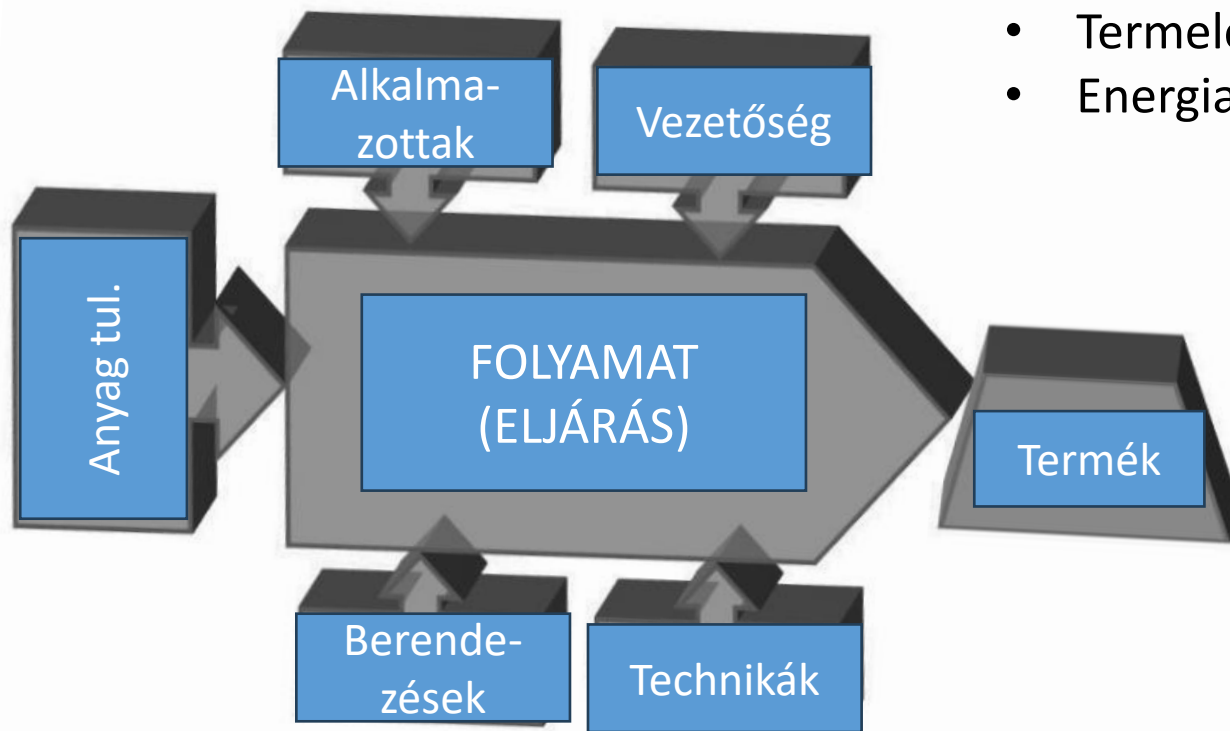
- Ac1** az ausztenit kialakulása megkezdődésének hőmérséklete melegítéskor
- Ac3** a ferrit ausztenitté alakulásának befejeződési hőmérséklete melegítéskor
- Acm** a cementit ausztenitben való oldódásának befejeződési hőmérséklete hipereutektoidos acélokban

Proeutektoidos szövetelem: Az ausztenit bomlása során az eutektoidos átalakulás előtt képződött szövetelem.

Szekunder martenzit: Az ismételt edzés során keletkezett martenzit.

Befolyásoló tényezők:

- Anyagminőség
- Alkalmazottak képességei
- Gyártó berendezés
- Gyártási technika
- Termelési feltételek
- Energia



CQI-9: Hőkezelési rendszer értékelése

A HTSA (Heat Treatment System Assessment) célja egy hőkezelési rendszer fejlesztése, amely biztosítja a folyamatos javulást, hangsúlyozva a hibák megelőzését és az ellátási lánc variációinak és hulladékainak csökkentését

Ez a dokumentum meghatározza az alkalmazandó hőkezelést végző szervezet vagy szállítói folyamatkövetelményeit, akiknek erre szükségük van:

- bizonyítja, hogy képes folyamatosan olyan terméket biztosítani, amely megfelel a vevő és az alkalmazandó szabályozási követelményeknek, és –
- fokozza az ügyfelek elégedettségét a rendszer hatékony alkalmazásával, beleértve a rendszer folyamatos fejlesztését szolgáló folyamatokat.

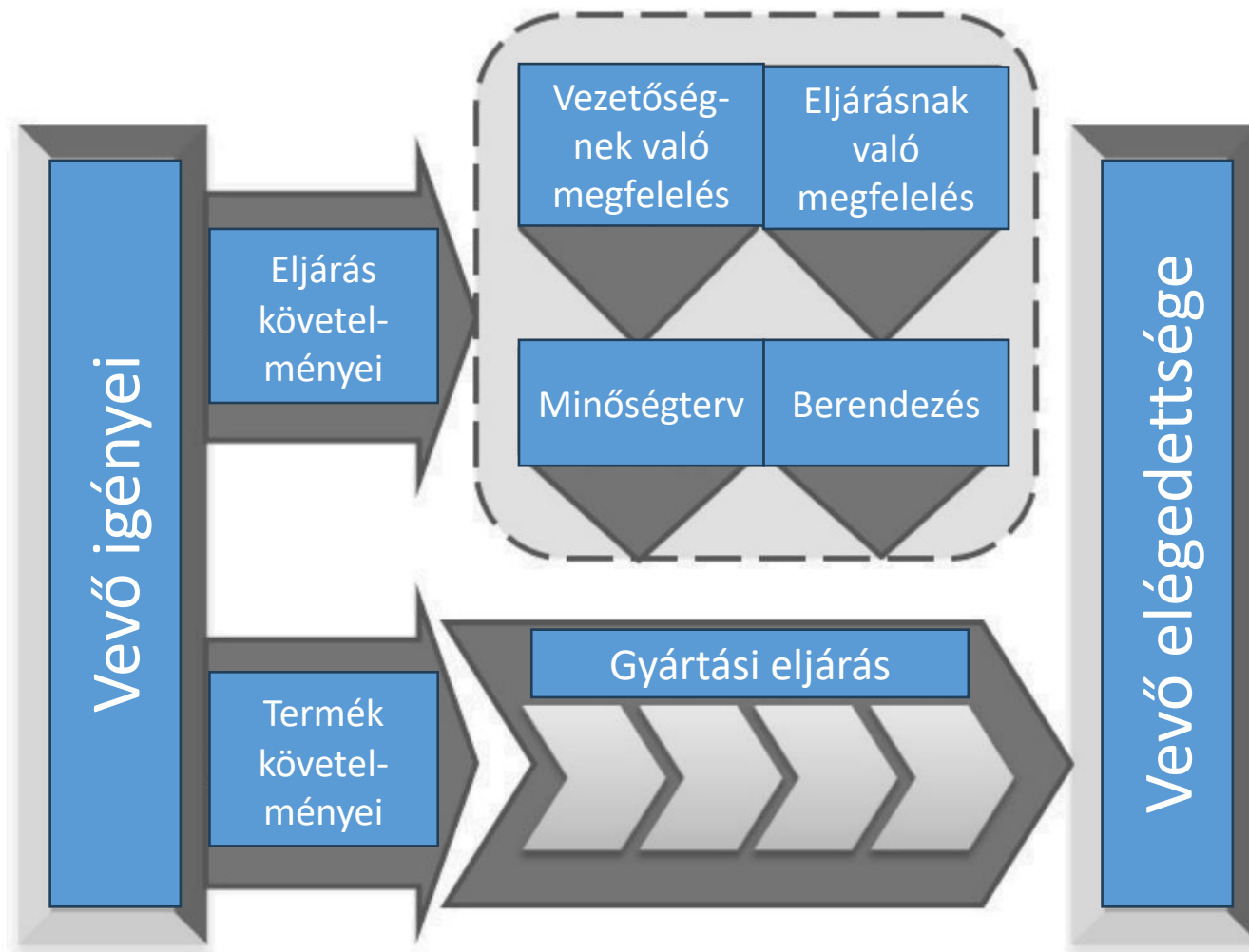
CQI-9: Hőkezelési rendszer értékelése

Terméktől és termelési mennyiségtől független

5 alap területre bontható:

- Vasötvözetek hőkezelése, különös tekintettel a cementálásra
- Vasötvözetek hőkezelése, különös tekintettel a nitridálásra
- Alumínium hőkezelése
- Vasötvözetek indukciós hőkezelése
- Hőkezelési eljárások, beleértve a teljes lágyítást, normalizálást, öregítést

CQI-9: Hőkezelési rendszer értékelése



CQI-9: Hőkezelési rendszer értékelése

Special Process: Heat Treat Process Assessment			
Facility Name:			
Address			
Phone Number		Type(s) of Thermal Processing at this Facility:	
Fax Number		Process Table A – Ferrous	
Number of Heat Treat Employees at this Facility		Carburizing	
Capitive Heat Treater (Y/N)		Carbonitriding	
Commercial Heat Treater (Y/N)		Carbon Correction	
Date of Evaluation:		Neutral Hardening	
Date of Previous Evaluation:		Quench & Temper	
		Austempering / Martempering	
		Tempering	
		Precipitation Hardening /Aging	
		Process Table B - Ferrous	
		Nitriding (Gas)	
		FerriticNitrocarburizing (Gas or Salt)	
		Process Table C - Aluminum	
		Aluminum Heat Treatment	
		Process Table D- Ferrous	
		Induction Heat Treating	

CQI-9: Hőkezelési rendszer értékelése

Current Quality Certification(s)	
Date of Re-assessment: (if necessary):	

Personnel Contacted:			
Name:	Title:	Phone:	Email:

Auditors/Assessors:			
Name:	Company:	Phone:	Email:

Number of "Not Satisfactory" Findings:	
--	--

Number of "Needs Immediate Action" Findings:	
--	--

Number of "Fail" Findings in the Job Audits:	
--	--

CQI-9: Hőkezelési rendszer értékelése

Special Process: Heat Treat System Assessment							
				Assessment			
Question Number	Question	Requirements and Guidance	Objective Evidence	N/A	Satisfactory	Not Satisfactory	Needs Immediate Action
Section 1 - Management Responsibility & Quality Planning							

Version 3, Issue 10/11

K Van-e kijelölt és minősített hőkezelő személy a helyszínen?

R A könnyen rendelkezésre álló szakértelem biztosítása érdekében külön és külön szakképzett hőkezelő személy a helyszínen. Ennek a személynek teljes munkaidőben kell lennie az alkalmazottat és a beosztást tükrözni kell a szervezeti ábrán. Létezik munkaköri leírás, amely meghatározza a munkakör képesítését, beleértve a kohászati és hőkezelési ismereteket. A képesítésnek tartalmaznia kell legalább öt éves hőkezelési műveletek tapasztalatát, vagy legalább 5 éves hivatalos kohászati oktatás és hőkezelési tapasztalat kombinációját.

E A minőségmenedzser / kohász és üzemvezető több mint 10 éves tapasztalattal rendelkezik a hőkezelési műveletek terén

CQI-9: Hőkezelési rendszer értékelése

Version 3, Issue 10/11

Special Process: Heat Treat System Assessment							
Question Number	Question	Requirements and Guidance	Objective Evidence	Assessment			
				N/A	Satisfactory	Not Satisfactory	Needs Immediate Action
Section 1 - Management Responsibility & Quality Planning							

K A vezetőség biztosítja a munkavállalók képzését hőkezelésre?

R A szervezetnek biztosítania kell az alkalmazottak képzését minden hőkezelési tevékenységhez. Minden alkalmazottat, ideértve a másodlagos és az ideiglenes alkalmazottakat is, képezni kell. Dokumentált bizonyítékot kell vezetni, amely bemutatja a kiképzett alkalmazottakat, és a bizonyítéknak tartalmaznia kell a képzés hatékonyságának értékelését. A menedzsment meghatározza az egyes funkciók képesítési követelményeit, és foglalkozni kell a folyamatos vagy a továbbképzéssel is

Question #	Job Audit Question	Related HTSA Question #	Customer or Internal Requirement	Job (Shop) Order or Reference Documentation Requirement	Actual Condition (Objective Evidence)	Pass / Fail / N/A
Operator or Inspector Responsibilities						