



ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA TANSZÉK

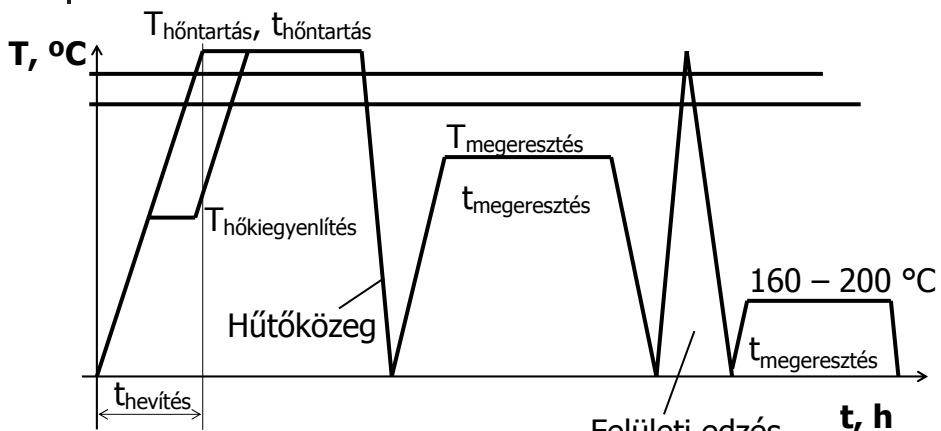
Anyagtechnológia (Hegesztés, hőkezelés)

Hőkezelési utasítások készítése

Dr. Palotás Béla
palotasb@eik.bme.hu



Hőkezelési ciklus



Hőkezelési utasítások
készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

2



Hőkezelés tervezése

- Céltól függően meg kell adni:
 - Hevítési időt
 - Hevítés módját
 - A védelem módját
 - A hőntartás hőmérsékletét
 - A hőntartás idejét
 - A hűtés végrehajtásának módját
- Minden részciklusra külön meg kell adni



A hevítés tervezése

- A hevítés ideje függ:
 - Az anyag összetételétől
 - A darabok kemencében való elhelyezkedésétől
 - A hevítő közegtől
 - A védelem módjától
 - A darabok bonyolultságától
 - A darabok méretétől



Az összetétel hatása

$$C_{ekv} = C + \frac{Mn}{5} + \frac{Cr}{4} + \frac{Mo}{3} + \frac{Ni}{10} + \frac{V}{5}$$

Elemeket % - ban kell helyettesíteni.

Lég- vagy gázterű kemencére.

Ha:

- $C_{ekv} \leq 0,4 \%$ \Rightarrow 1 min/mm a legkisebb méret figyelembe vételével
- $0,4 \% < C_{ekv} < 0,6 \%$ \Rightarrow 2 ... 4 min/mm
- $0,6 \% \leq C_{ekv}$ (ötözött acél) \Rightarrow 3 ... 6 min/mm

Hőkezelési utasítások
készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

5



Védelem esetén

- A hevítési idők kiegészítésre szorulnak
- Védelem célja:
 - A dekarbonizáció és/vagy oxidáció elkerülése
- Öv. forgács (egyik oldalról) $\Rightarrow T < 850 \text{ °C} + 1 \text{ h}/100 \text{ mm}$
- Koks, faszén \Rightarrow Koks $< 1100 \text{ °C}$, faszén $< 950 \text{ °C} \Rightarrow + 2 \text{ h}/100 \text{ mm}$
- Védőgáz és vákuum kemencében nem szükséges az idők növelése

Hőkezelési utasítások
készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

6

Megeresztés esetén

Hevítési idő:





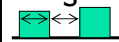
- Lég vagy gázterű kemencében:





- 0,25 ... 0,5 min/100 °C/mm
- Pl. 500 °C, Ø 20 mm $\Rightarrow 0,25 \times 5 \times 20 = 25$

Hőntartási idő:

- 0,5 ... 3 h a kényesebb daraboknál, 5 h

A darabok elhelyezkedésének hatása

| Darab | Hevítés szabadon | Hevítés oldalról |
|---|------------------|------------------|
|  | 1 | 1 |
|  | 1,2 | 1,4 |
|  | 1,6 | 3,0 |
|  | 1,2 | 1,5 |
|  | 1,6 | 2 |

| | | |
|---|-----|-----|
|  | 1,4 | 2,5 |
|  | 1,6 | 4 |
|  | 2 | 4 |
|  | 2 | 3 |

- Az előzők szerint meghatározott időket a táblázat szerinti tényezőkkel szorozni kell



A hevítő közeg hatása

- Fürdőknél jobb a hűtadás feltételei
- Sófürdő:
 - $T < 600 \text{ °C} \Rightarrow 36 \text{ s/mm}$
 - $T = 600 \dots 850 \text{ °C} \Rightarrow 24 \text{ s/mm}$
 - $T = 850 \dots 1300 \text{ °C} \Rightarrow 12 \text{ s/mm}$A fürdő tömege, legalább 50 szerese legyen a darab tömegének
- Ólomfürdő:
 - $T = 500 \dots 800 \text{ °C} \Rightarrow 6 \dots 8 \text{ s/mm}$



A darabok bonyolultsága

- A hővezető képesség és bonyolultság alapján iktatunk be hevítési lépcsőket
- Kevésbé érzékeny anyagok (szerkezeti ötvözetlen acélok pl.):
 - Egyszerű darab \Rightarrow egy lépcsőben
 - Összetett darab \Rightarrow két lépcsőben
- Közepesen érzékeny darabok (ötvözött szerkezeti acélok pl.):
 - Egyszerű darab \Rightarrow két lépcsőben
 - Összetett darab \Rightarrow három lépcsőben, vagy két lépcsőben de hosszú idővel



Erősen ötvözött acélok hevítése

- Érzékenyek a hevítésre
 - Egyszerű alak \Rightarrow két lépcső
 - Összetett darab \Rightarrow három lépcső
 - Kényes darabokat célszerű a kemencével együtt felhevíteni.
 - Az előmelegítés is járható út
- A többlépcsős hevítést az indokolja, hogy a darabban levő hőmérséklet különbségek, a fajtérfogat különbségei miatt \Rightarrow Feszültségek ébrednek \Rightarrow Kontrakciós valódi feszültség elérése után törések (repedések) keletkeznek



A hőntartás hőmérséklete

- Az adott acélra érvényes szabvány adataiból kell kiindulni
- Szerkezeti acélok:
 - Általában: $A_3 + (20 \dots 50 \text{ } ^\circ\text{C})$
- Szerszám acélok:
 - Hipoeutektoidos: $A_3 + (20 \dots 50 \text{ } ^\circ\text{C})$
 - Hipereutektoidos: $A_1 + (20 \dots 50 \text{ } ^\circ\text{C})$
 - Karbidok oldása esetén: $A_{cm} + (20 \dots 50 \text{ } ^\circ\text{C})$
 - Nagy mennyiségű karbid esetén: $1200 \dots 1290 \text{ } ^\circ\text{C}$



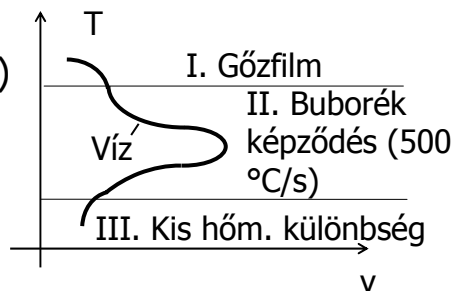
Hőntartási idők

- Szakszerűen végrehajtott hevítésnél a teljes ausztenitesítési idők lényegesen rövidebbek:
 - Ausztenitesítésnél, kb. 5 ... 20 min
 - Ausztenitesítési diagramok esetleg segítenek
- Megelesztésnél:
 - 0,5 ... 3 h (kényesebb darabnál, 5 h)



A hűtés módja

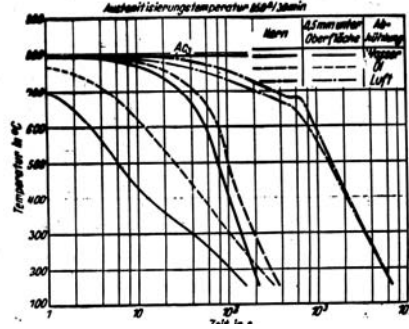
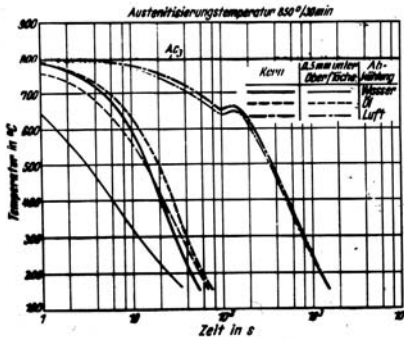
- Hűtőközeg, annak hőmérséklete, hűtés végrehajtása
 - Víz (adalékolt víz)
 - Olaj
 - Sófürdő
 - Fúvott levegő
 - Nyugvó levegő
 - Kemencével együtt való lehűtés



A hűtési sebesség a méretettől függ

D = 28 mm

D = 95 mm



Hőkezelési utasítások készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

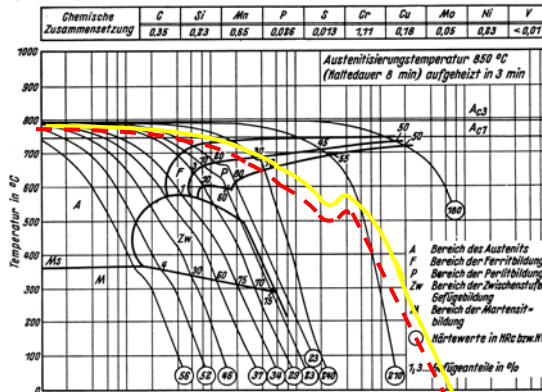
15

CCT diagramon ellenőrizni tudjuk a kialakuló szövetszerkezetet

Stahl 34 Cr 4
(Schmelze 8)

Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schabbild
(kontinuierlich)

II-104



Hőkezelési utasítások készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

16

Hőkezelési utasítás

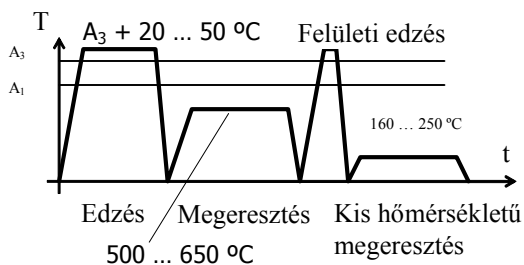
| 17. HŐVELETI UTASÍTÁS | | A művelet megnevezése | | Munkaidő | |
|--|---------------------------|-----------------------|-----------|--------------------|-----------------------|
| A munkadarab megnevezése | | Az anyag | Átmérő | Méret | Tömeg |
| Hétyv | | C22E | 100 | 110x60 | 1 kg |
| | | | | | |
| <p>Művelet: 1. Hőkezelés 2. Hőkezelés utáni hőkezelés</p> <p>Művelet előírás: Hőkezelési hőmérséklet: $R_m = 110-120$ MPa Hőkezelési idő: 10-15 min</p> | | | | | |
| A művelet lépéseiben, jellemző adataik | | | | | |
| lépés | művelet | hőmérséklet, °C | idő, perc | hőkezelési mód | hőkezelési megjegyzés |
| 1. | Hőkezelés | 800 | 10 | 100 x 100 x 200 mm | 10 |
| 2. | Hőkezelés | 800 | 10 | 100 x 100 x 200 mm | 10 |
| 3. | Hőkezelés | 800 | 10 | 100 x 100 x 200 mm | 10 |
| 4. | Hőkezelés utáni hőkezelés | 500 | 10 | 100 x 100 x 200 mm | 10 |
| 5. | Hőkezelés utáni hőkezelés | 500 | 10 | 100 x 100 x 200 mm | 10 |
| 6. | Hőkezelés utáni hőkezelés | 500 | 10 | 100 x 100 x 200 mm | 10 |
| 7. | Hőkezelés utáni hőkezelés | 500 | 10 | 100 x 100 x 200 mm | 10 |
| 8. | Hőkezelés utáni hőkezelés | 500 | 10 | 100 x 100 x 200 mm | 10 |

Hőkezelési utasítások készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

17

Nemesíthető acélok hőkezelése



C22E, C22R, C25_, C30_, C35_, C40_, C45_, C50_, C55_, C60_,

28Mn 6, 38Cr 2, 38CrS 2, 46Cr 2, 46CrS 2, 34Cr 4, 34CrS 4, 37Cr 4, 37CrS 4,

41Cr 4, 41CrS 4, 25CrMo 4, 25CrMoS 4, 34CrMo 4, 34CrMS 4, 42CrMo 4, 42CrMoS4,

50CrMo 4, 36CrNiMo 4, 34CrNiMo 6, 30CrNiMO 8, 36NiCrMo 16, 51CrV 4

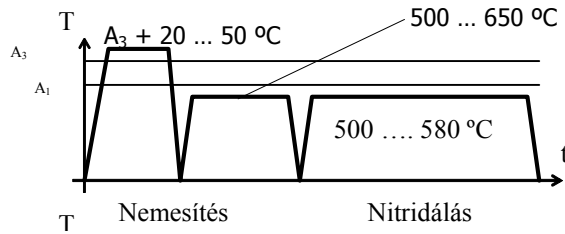
Hőkezelési utasítások készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

18



Nitridálható acélok hőkezelése



24CrMo 13-6, 31CrMo 12, 32CrAlMo 7-10, 31CrMoV 9, 32CrMoV 12-9,
34CrAlMo 7-10, 41CrAlMo 7-10, 40CrMoV 13-9, 34CrAlMo 5-10

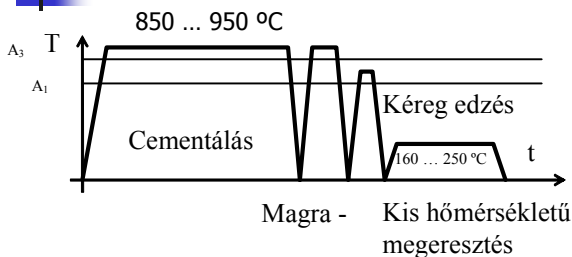
Hőkezelési utasítások
készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

19



Betétben edzhető acélok hőkezelése



C10, C10E, C10R, C15_, C16_, 17Cr 3, 17CrS 3, 28Cr 4, 28CrS 4, 16MnCr 5,
16MnCrS 5, 16MnCrB 5, 20MnCr 5, 20MnCrS 5, 18CrMo 4, 18CrMoS 4, 22CrMoS 3-
5, 20MoCr 4, 20MoCrS 4, 16NiCr 4, 16NiCrS 4, 10NiCr 5-4, 18NiCr 5-4, 17CrNi 6-6,
15NiCr 13, 20NiCrMo 2-2, 20NiCrMoS 2-2, 17NiCrMo 6-4, 17NiCrMoS 6-4,
20NiCrMoS 6-4, 18CrNiMo 7-6, 14NiCrMo 13-14

Hőkezelési utasítások
készítése

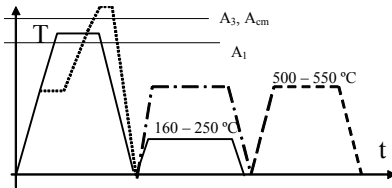
Szerző: dr. Palotás Béla

20

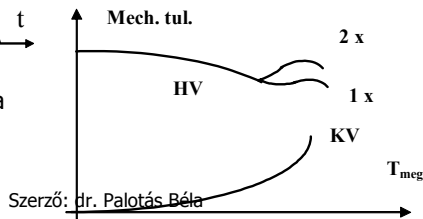
Szerszámacélok hőkezelése

C45, C45U, C70_, C80, C90, C105, C120
(Kis forgácsolási sebességű szerszámok pl. kéziszerszámok, készülnek ezekből az acélokból)

Hidegalakító szerszámacélok:
105V, 50WCrV8, 60WCrV8
102Cr6
21MnCr5, 70MnMoCr8, 90MnCrV8, 95MnWCr5
X100CrMoV5, X153 CrMoV12, X210Cr 12, X210CrW12
35CrMo7, 40CrMnNiMo 8 – 6 – 4, 45NiCrMo16
X40Cr14, X38CrMo16



A hőkezelés hőmérséklete és a megeresztés hőmérséklete az ötvöztéstől függ.
Hőkezelési utasítások készítése

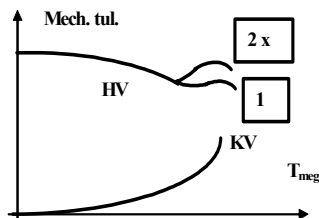
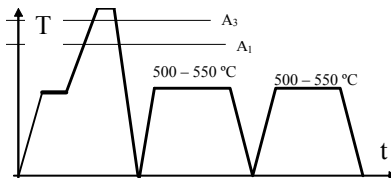


Szerző: dr. Palotás Béla

21

Melegalakító szerszámacélok

55NiCrMoV 7, 32CrMoV 12-28
X37CrMoV 5 – 1,
X38 CrMoV 5 – 3,
X40 CrMoV 5-1
50CrMoV 13 -15
X30 WCrV 9 – 3,
X35 CrWMoV 5
38CrCoWV 18 - 17 -17



Hőkezelési utasítások készítése

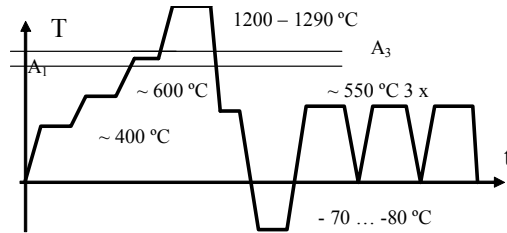
Szerző: dr. Palotás Béla

22



Gyorsacélok hőkezelése

- HS 0-4-1 (W-Mo-V-Co)
- HS 1-4-2
- HS 18-0-1, HS 2-9-2, HS 1-8-1, HS 3-3-2
- HS 6-5-2, HS 6-5-2C, HS 6-5-3, HS 6-6-2, HS 6-5-2-5, HS 6-5-3-8
- HS 6-5-4, HS 10-4-3-10
- HS 2-9-1-8



Hőkezelési utasítások
készítése

Szerző: dr. Palotás Béla

23