

Megoldási példa az anyagválasztás feladathoz

Feladat:

Válasszon anyagot egy közepes méretű (50×50×50 mm befoglaló méretű) kúpfogaskerékhez. A fogaskerék egy ipari hajtóműben üzemel, közepes terhelésnek van kitéve és nagy darabszámban készül. Az előírt minimális szakítószilárdság 600 MPa.

Megoldási példa:

1. Igénybevételek, követelmények összegyűjtése

A fogaskerekek működésük során, fogfelületükön legördülnek egymáson. Geometriai és gyártástechnológiai okokból a legördülés nem tökéletes, a fogfelületek egymáson elcsúsznak, ezért *a fogak kopásnak vannak kitéve*. A fogkopás mértéke a megfelelő felületi keménység beállításával csökkenthető, ezért a felületi keménységet 60 HRC-re írom elő.



A fogaskerekek fogaira a legördülés közben erő hat, amely a fogtőben hajlítónyomatékot ébreszt. Ez a terhelés a fogaskerék másik fő terhelése, *ismétlődő hajlítás*.

Általános követelmény, hogy a fogaskeréknek *szívós belső magra* (a lökészerű igénybevételek elviselése miatt) van szüksége.

2. Anyagválasztás

A fogaskerék esetén, adott méretnél a leggyakoribb a betétedzési technológia (a mag a kis széntartalom miatt szívós, ezért jobb, mint a lágyított állapot, a felület 0,8-1% körüli C tartalma miatt pedig kemény, akár 65 HRC is elérhető). A közepes igénybevétel és a közepes befoglaló méretek miatt (átedzhető szelvényátmérő) ötvözött acél alkalmazására van szükség.

Ez alapján a választásom: **Szerkezeti acélok → ötvözött betétben edzhető acél**

Ezen az acélcsoporton belül több anyag is megfelelő lehet, választásom a viszonylag kevés ötvözőt tartalmazó *16MnCr5* jelű acélra esett. A Mn és Cr tartalom biztosítja a kellő átedzhető átmérőt és megfelel az előírt, közepes mértékű terhelésnek.

Az acél alapvető tulajdonságai az alábbiak:

Anyagminőség jele: 16MnCr5; 1.7131

Szabványcím, acélcsoport: MSZ EN ISO 683-3:2020 Hőkezelhető acélok, ötvözött acélok és automataacélok. 3. rész: Betétben edzhető acélok

Vegyi összetétel:

C (t%)	Si (t%)	Mn (t%)	P (t%)	S (t%)	Cr (t%)	Cu (t%)
0,14-0,19	0,15-0,40	1,00-1,30	max. 0,025	max. 0,035	0,80-1,10	max. 0,40

Általános technológiai adatok (MSZ EN ISO 683-3:2020 alapján):

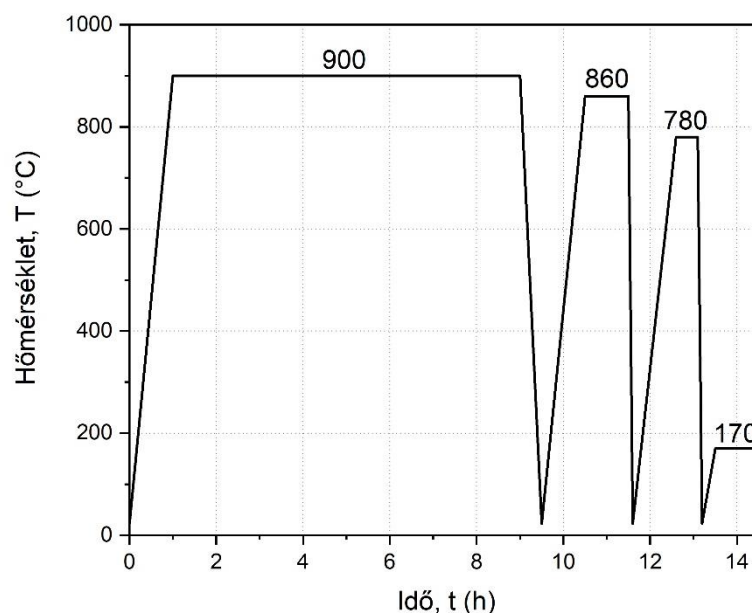
Cementálás:	880 – 980°C
Direkt betétedzés:	820 – 860°C
Magedzés:	860 – 900°C
Kéregedzés:	780 – 820°C
Megeresztés:	150 – 200°C

3. Gyártástechnológia

A kúpfogaskerék gyártása több fázist igénylő, viszonylag bonyolult folyamat, amely a következő, alapvető lépéseket foglalja magába.

- A választott acélminőség rúd formájában (köracél) kapható az acélkereskedésekben, ezeket szalagos vagy keretes fűrészen az előalaknak megfelelő méretűre kell darabolni.
- Süllyesztékben kovácsolják a fogaskeréktestet (kúpforma kialakítása), az alakítási hőmérséklet 1100°C.
- A kovácsolt darabot melegen sorjazzák és levegőn hűtik. Ez gyakorlatilag egy normalizálásnak felel meg, ami jó forgácsolhatóságot biztosít.
- Nagyoló forgácsolás ráhagyással, fogazás. A ráhagyásra a hőkezelés miatti várható revésedés és esetleges kismértékű vetemedés miatt van szükség.
- Hőkezelés (cementálás + kettős edzés + megeresztés)
 - Cementálás 900°C-on szilárd közegben, (faszén + báriumkarbonát) cementáló ládában 8 órán át, hűtés ládával együtt.
 - Edzés magra: felhevítés 860°C-ra, hőntartás (homogenizálás), majd hűtés olajban.
 - Edzés kéregre: felhevítés 780°C-ra, rövid hőntartás, majd hűtés olajban, az így elérhető keménység: legalább 60 HRC.
 - Kis hőmérsékletű megeresztés 170°C-on minimum 1 órán át.
- Méretpontos megmunkálás, készre köszörülés.

4. Hőkezelési diagram (T-t diagram)



Ajánlott szakirodalom

Az anyagválasztás feladat megoldását megkönnyítő, könyvtárban és antikváriumokban elérhető, ajánlott szakirodalom listája.

- MSZ EN ISO 683-1:2018 - Hőkezelhető acélok, ötvözött acélok és automataacélok: 1. rész: Ötvözetlen nemesíthető acélok
- MSZ EN ISO 683-1:2018 - Hőkezelhető acélok, ötvözött acélok és automataacélok: 2. rész: Ötvözött nemesíthető acélok
- MSZ EN ISO 683-1:2018 - Hőkezelhető acélok, ötvözött acélok és automataacélok: 3. rész: Betétben edzhető acélok
- MSZ EN ISO 4957:2018 - Szerszámacélok
- Artinger – Csikós – Krállics – Németh – Palotás: Fémek és kerámiák technológiája
- Szabadits Ödön: Acélok, öntöttvasak
- Artinger István: Szerszámacélok és hőkezelésük
- Béres – Csollák: Anyagválasztás
- Szombatfalvy Árpád: Hőkezelés technológiája