

GÉPELEMEK

Méretezés kifáradásra

2. előadás

Dr. Balogh Tibor, Bider Zsolt, Kovács Gáborné,

Dr. Rácz Péter, Szalai Péter, Törőcsik Dávid

Kifáradási határt befolyásoló tényezők:

A kifáradási határfeszültséget általában 7,5-12 mm átmérőjű hengeres, sima, polírozott felületű próbatesteken határozzák meg, ezért ezt az értéket a gyakorlati feltételek (alak, méret, profil, terhelés) eltérése miatt korrigálni kell.

Feszültségtorlódást okozó tényezők:

- geometriai jellegűek (bemetszések, peremek, hornyok, furatok),
- az alkatrészszel érintkező más elem hatása által (illesztés, sajtolás) kiváltott,
- erőhatás által (Hertz-feszültség, felületi érintkező erő) létrejövő.

Kifáradási határt befolyásoló tényezők:

A tökéletesen rugalmas anyagból készült alkatrészek keresztmetszet változásainak feszültséggyűjtő hatását a K_t alaktényezővel vesszük figyelembe.

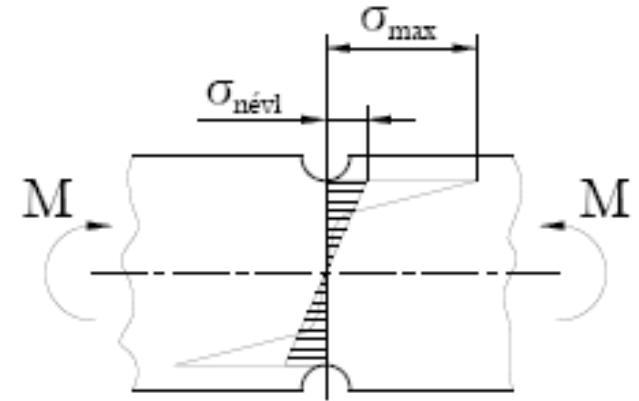
alaktényező: $K_{t\sigma} = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{névl}}$ $K_{t\tau} = \frac{\tau_{\max}}{\tau_{névl}}$

A sima próbatesten mért σ_D és a bemetszett próbatesten mért σ_D' kifáradási határ viszonya csak kivételes esetben egyenlő az alaktényezővel, ezért:

gátlástényező (kifáradási határt csökkentő tényező):

$$K_{f\sigma} = \frac{\sigma_D}{\sigma_D'}, \quad K_{f\tau} = \frac{\tau_D}{\tau_D'}$$

A simára polírozott próbatest és a bemetszett próbatest tiszta lengő kifáradási határainak hányadosa.



A bemetszés hatása a feszültségeloszlásra

A K_f tényező nemcsak a geometriától, hanem az anyag sajátosságaitól is függ, ezért csak kísérlettel határozható meg.

Kifáradási határt befolyásoló tényezők

érzékenységi tényező:

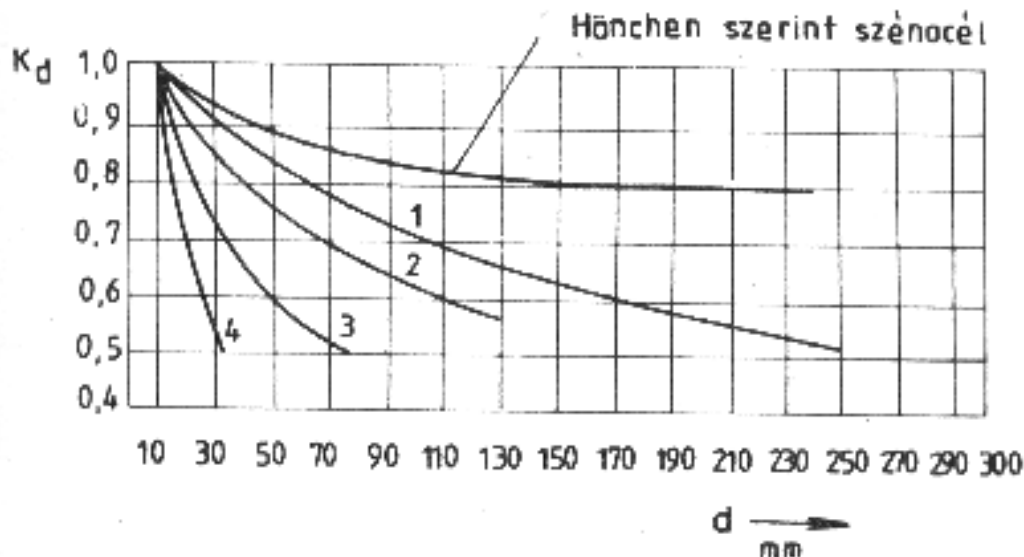
$$q = \frac{K_{f\sigma} - 1}{K_{t\sigma} - 1} \quad K_{f\sigma} = q(K_{t\sigma} - 1) + 1$$

$$q = \frac{K_{f\tau} - 1}{K_{t\tau} - 1} \quad K_{t\tau} = q(K_{t\tau} - 1) + 1$$

Az érzékenységi tényező jellemző értékei:

- ötvözetlen acél: $q = 0,5 - 0,8$
- ausztenites acél: $q = 0,1 - 0,3$
- rugóacél: $q = 0,95 - 1,0$

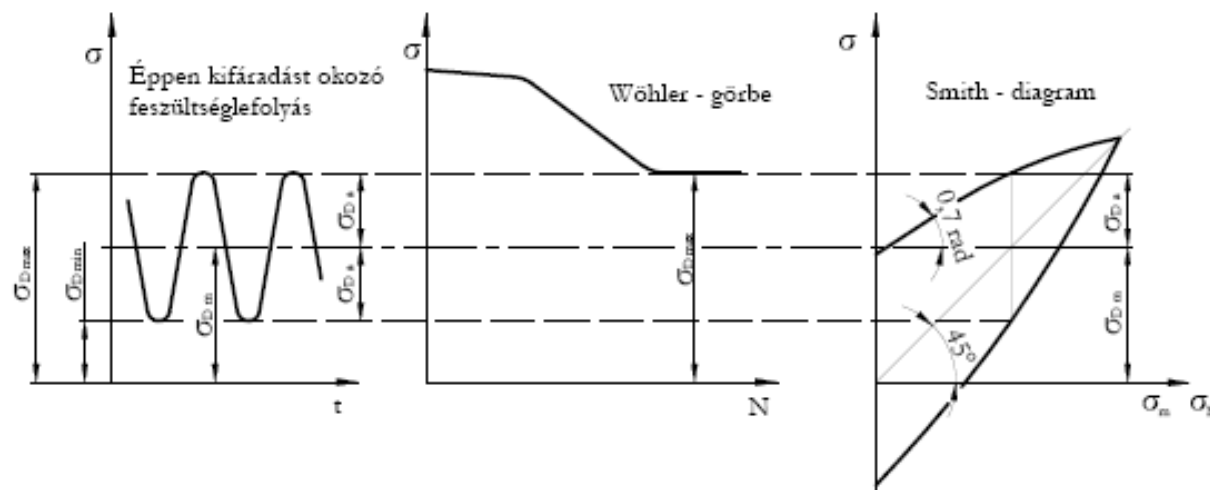
A Kd mérettényező változása a méret növekedésével:



A mérettényező megadja, hogy a méretnövekedés függvényében a próbapálcára vonatkozó érték hány százalékára csökken a kifáradási határ.

A durvább felületi minőség esetén a teherbírás csökken. Ezt a hatást a K_{Ra} felületi érdesség tényezővel vesszük figyelembe.

Kifáradási biztonsági területek

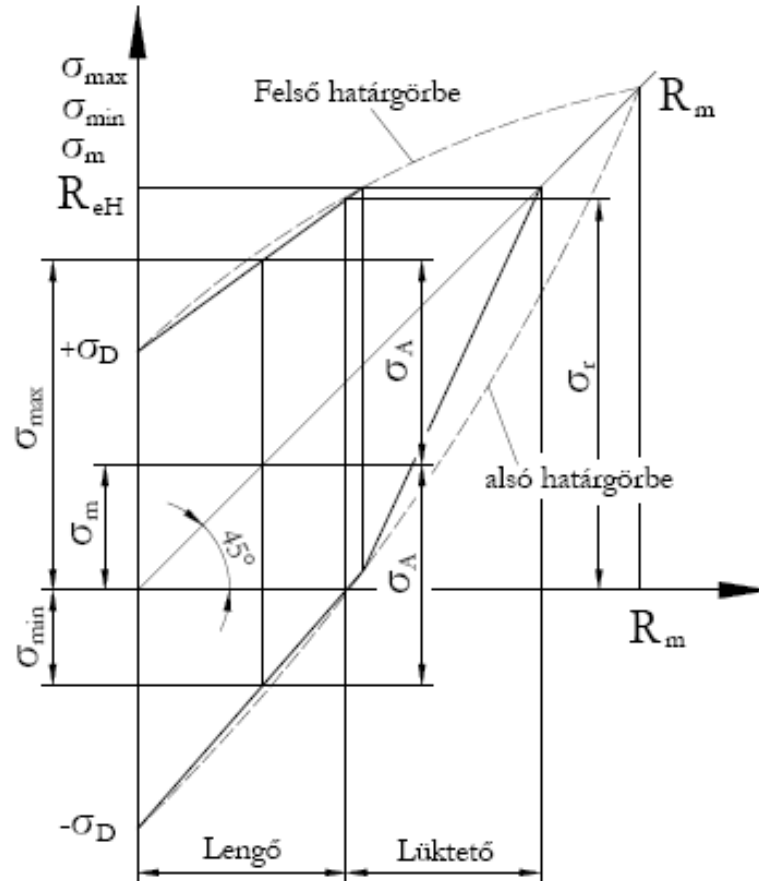


A Wöhler – görbét σ - N , σ - $\lg N$ vagy $\lg \sigma$ - $\lg N$ formában ábrázolják, ahol σ az igénybevételből származó maximális feszültséget, N a terhelésismétlődések számát (ciklusszám) jelöli.

Acél anyagoknál:

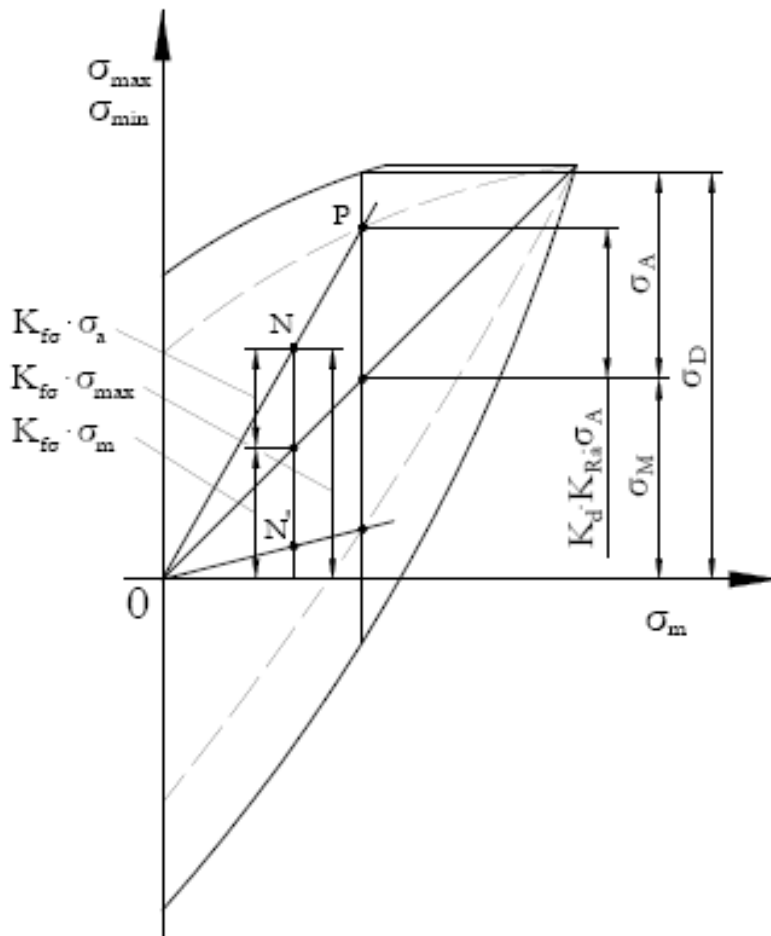
$N_0 = 2 \times 10^6$ ciklusszám fölött-kifáradásra méretezünk (kifáradási határvonal-amelynek nagyságát σ_D -vel jelöljük)
 $N = 10^4$ és $N_0 = 2 \times 10^6$ ciklusszám között élettartamra méretezünk
 $N = 10^4$ ciklusszám alatt a statikus méretezést alkalmazzuk.
 N_B bázisciklusszám - Wöhler görbe felvételét abbahagyjuk (acélra $5 \times 10^6 \dots 10^7$, könnyűfémre $3 \times 10^7 \dots 5 \times 10^7$)

Smith – diagram



A Smith – diagramot acélokra igen jó közelítéssel megszerkeszthetjük két adat: a folyáshatár és a szimmetrikus lengő igénybevételhez tartozó kifáradási határfeszültség birtokában, ui. a tapasztalat szerint a felső határgörbe kezdeti szakasza és az abszcisszatengely hajlásszöge kb. 0,7 rad.

Méretezés egyszerű ismétlődő igénybevételre



$$n = \frac{\overline{OP}}{\overline{ON}} = \frac{K_d \cdot K_{Ra} \cdot \sigma_{Da}}{K_{f\sigma} \cdot \sigma_a}$$

σ_{Da} = a kifáradási határfeszültség amplitúdója

σ_a = az igénybevételi feszültség amplitúdója

Méretezés egyszerű ismétlődő igénybevételre példa

1.14. feladat. Ellenőrizze a tengelycsontot kifáradásra, ha:

- a tengely átmérője: 55 mm
- a terhelő legkisebb nyomaték: 668 Nm
- a terhelő legnagyobb nyomaték: 1474 Nm
- a kifáradási határt csökkentő tényező: 1,5
- a mérettényező: 0,8
- a felületi érdességi tényező: 0,92
- a kifáradásnál szükséges biztonsági tényező: 5

$$\tau_{Da} = 135 \frac{N}{mm^2}$$

Méretezés egyszerű ismétlődő igénybevételre példa

Megoldás:
$$n = \frac{K_d \cdot K_{Ra} \cdot \tau_{Da}}{K_{f\tau} \cdot \tau_a} = \frac{0,8 \cdot 0,92 \cdot 135}{1,5 \cdot 12,336} = 5,369$$

ahol:
$$\tau_{max} = \frac{T_{max}}{K_p} = \frac{16 \cdot T_{max}}{d^3 \cdot \pi} = \frac{16 \cdot 1474 \cdot 10^3}{55^3 \cdot \pi} = 45,121 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_{min} = \frac{T_{min}}{K_p} = \frac{16 \cdot T_{min}}{d^3 \cdot \pi} = \frac{16 \cdot 668 \cdot 10^3}{55^3 \cdot \pi} = 20,448 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} = \frac{45,121 - 20,448}{2} = 12,336 \frac{N}{mm^2}$$