

Felületkezelések I.



Hőkezelés
(BMEGEMTBGK1)
2024. október 29.

Dr. Kovács Dorina
dorina@eik.bme.hu
MT épület 061.

Mechanikai

Homokszórás

Csiszolás

Görgőzés

Ultrahangos kopogtatás

Felületi edzés, ötvözés

Lágedzés

Lézeres edzés

Lézeres ötvözés

Indukciós edzés

Termokémiai

CVD

PVD

Nitridálás

Cementálás

Indukciós hevítés elmélete:

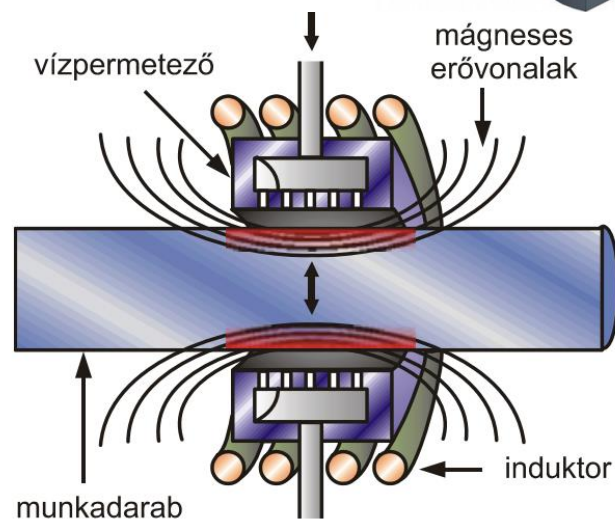
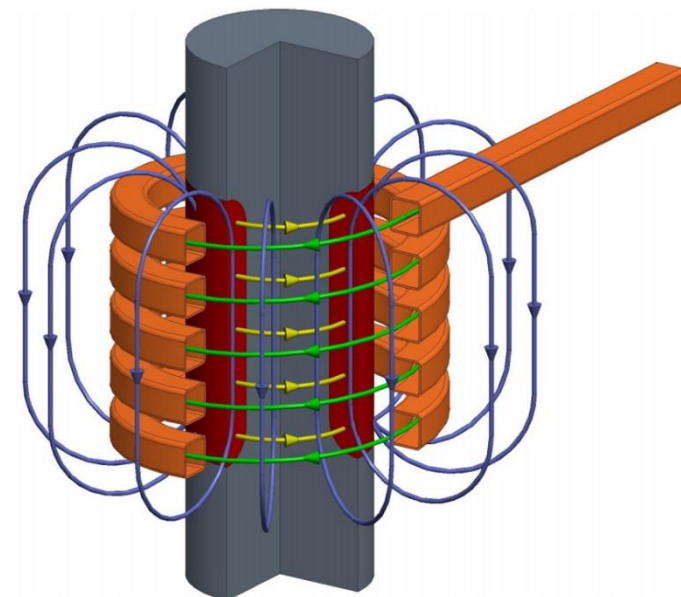
Elektromos vezetőben
váltakozó áram



Váltakozó mágneses teret
hoz létre



Másik vezető anyagban
elektromágneses tér indukálódik



Ferromágnes: Minden olyan anyag, amely állandó mágnes lesz külső mágneses tér hatására, és megtartja a mágnességét akkor is, ha a külső mágnesező teret eltávolítottuk a környezetéből

relatív permeabilitása változó, de egynél sokkal nagyobb ($\mu_r \gg 1$). A permeabilitásuk sok tényezőtől függ, például a hőmérséklettől, a külső mágneses tér erősségétől, és a mágneses telítettségüktől. Egy bizonyos hőmérséklet, a Curie-pont fölött elveszítik ferromágnesességüket.

Paramágnes: külső mágneses mező hatására egy irányba rendeződik bennük az atomok mágneses nyomatéka, s együttesen erősítik a külső mágneses mezőt.

relatív permeabilitása egynél egy kicsit nagyobb ($\mu_r > \sim 1$). Mágneses térben kis mértékben magukhoz vonzzák az erővonalakat, enyhén növelik az indukció erősségét.

$$\mathbf{B} = \mu \cdot \mathbf{H}$$

relatív permeabilitás: dimenzió nélküli szám, amely megmutatja, hogy a mágneses indukció hányszor lesz nagyobb, ha a teret vákuum helyett valamilyen anyag tölti ki. Vákuum esetén $\mu_r = 1$.

Edzés: nem sokkal a Curie-pont fölött

→ Csak az a rész alakul át, ami eléri ezt a hőmérsékletet

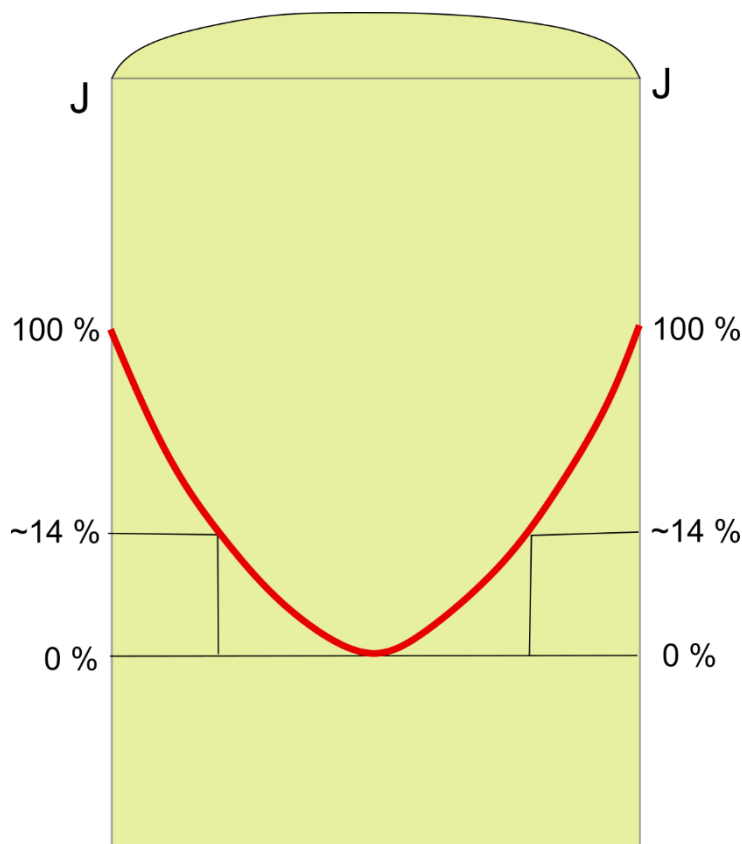
$$\delta = 503 \sqrt{\frac{\rho}{f \cdot \mu}}$$

ρ = anyagra jellemző fajlagos ellenállás

f = frekvencia

μ = permeabilitás

Összes energia 86%-a a felületet hevíti,
többi a mélyebb rétegeket



középfrekvencia

nagyfrekvencia

nagyfrekvenciás impulzus

3–10 kHz

400–2500 kHz

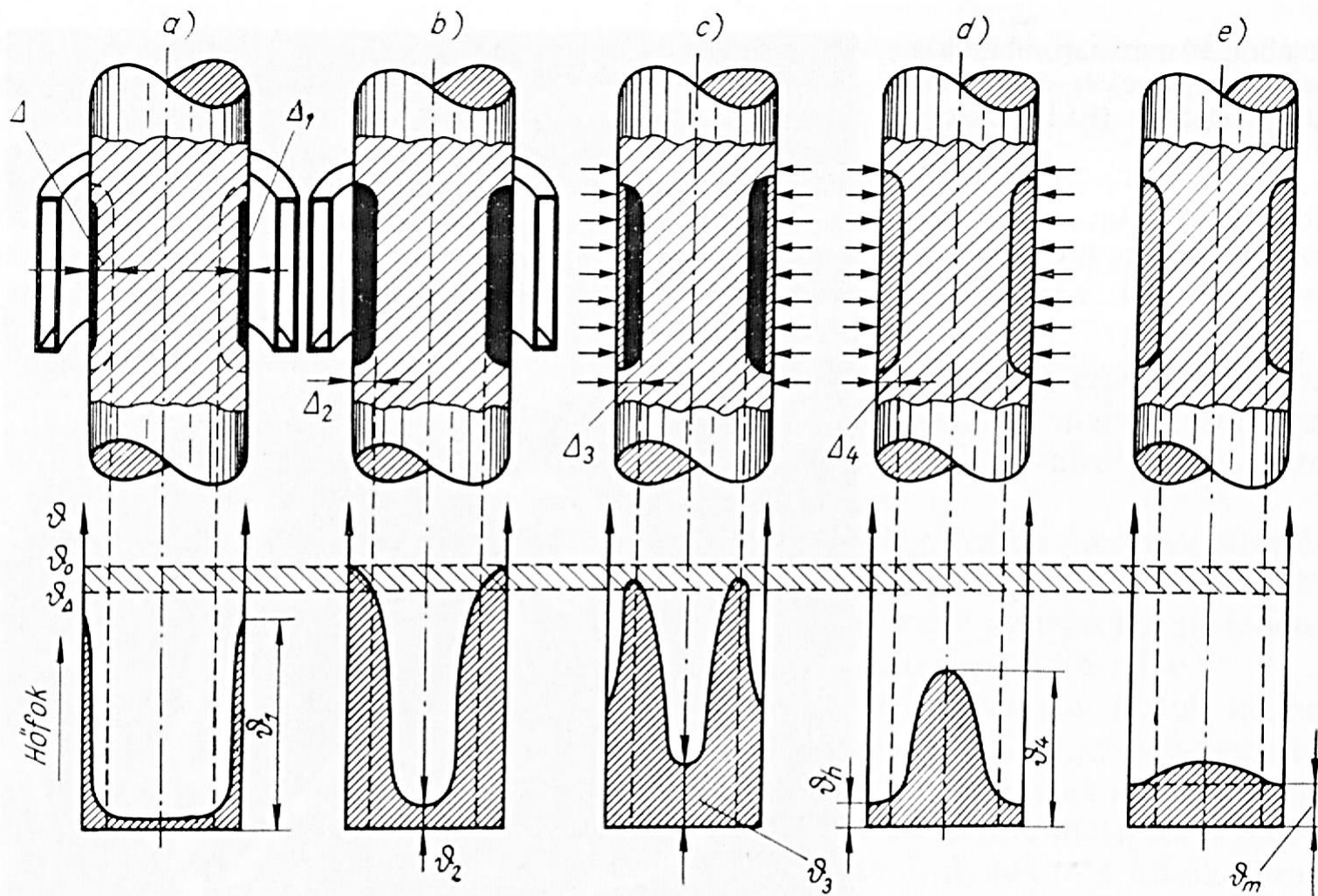
27 MHz

$\delta = 8–5$ mm,

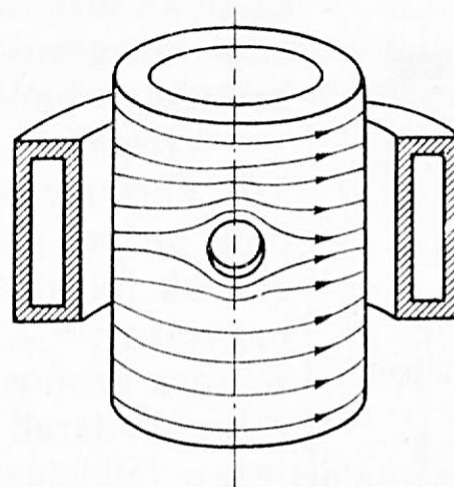
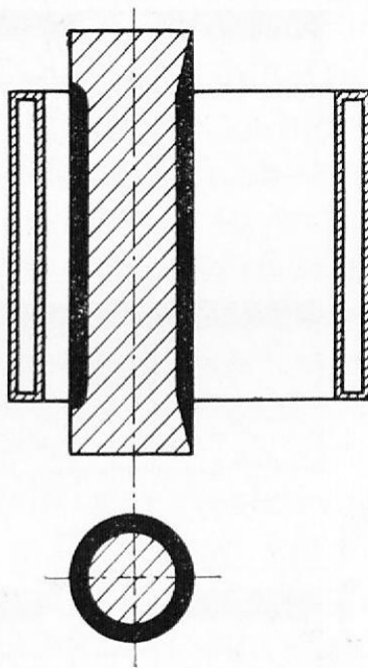
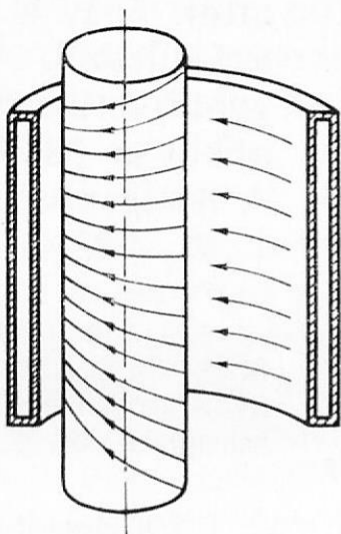
$\delta = 1–0,4$ mm,

$\delta \approx 0,1$ mm.

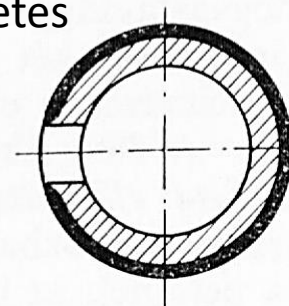
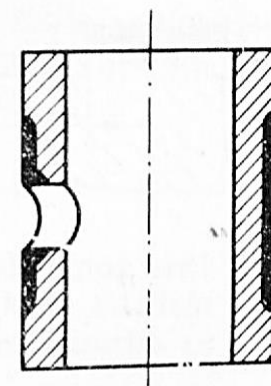
Önmegeresztés



Külső induktor



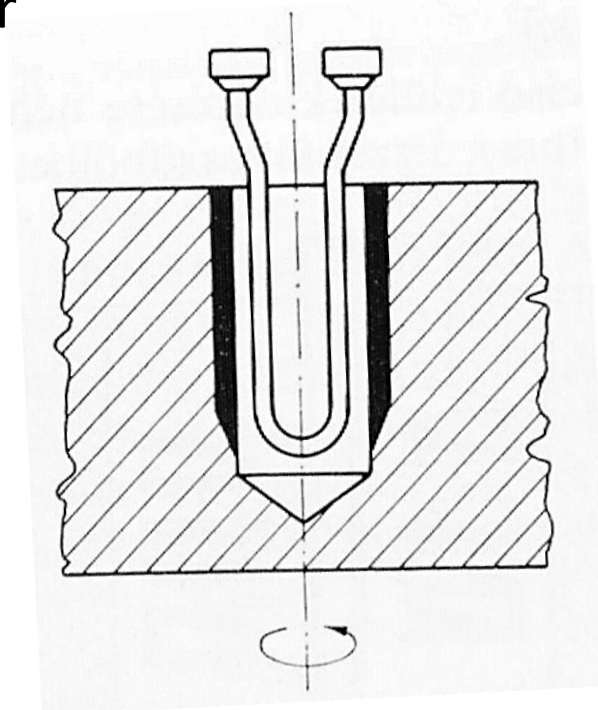
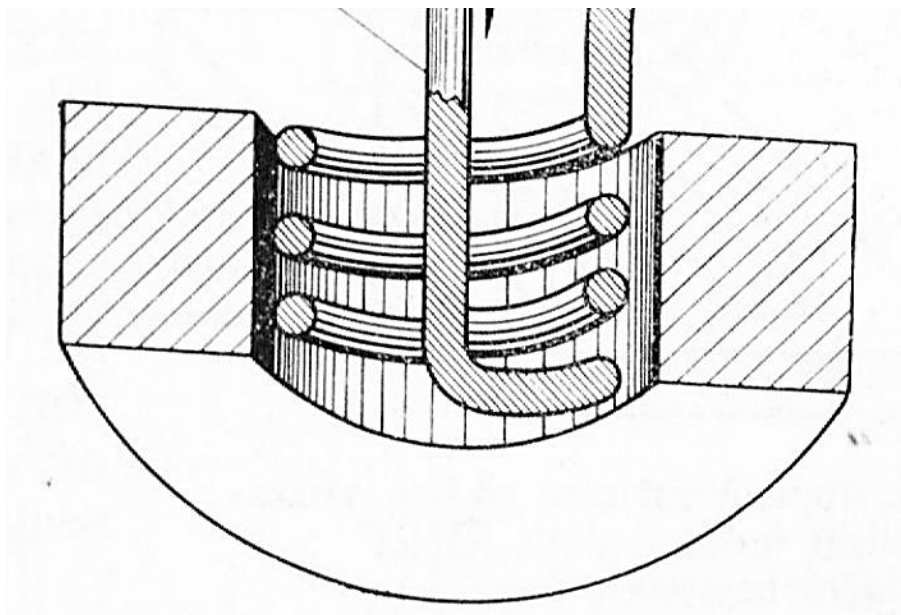
Furatok zavarják az egyenletes árameloszlást



- induktor magasságában hevül a darab
- edzési réteget az induktor és a betét közötti légrés adja

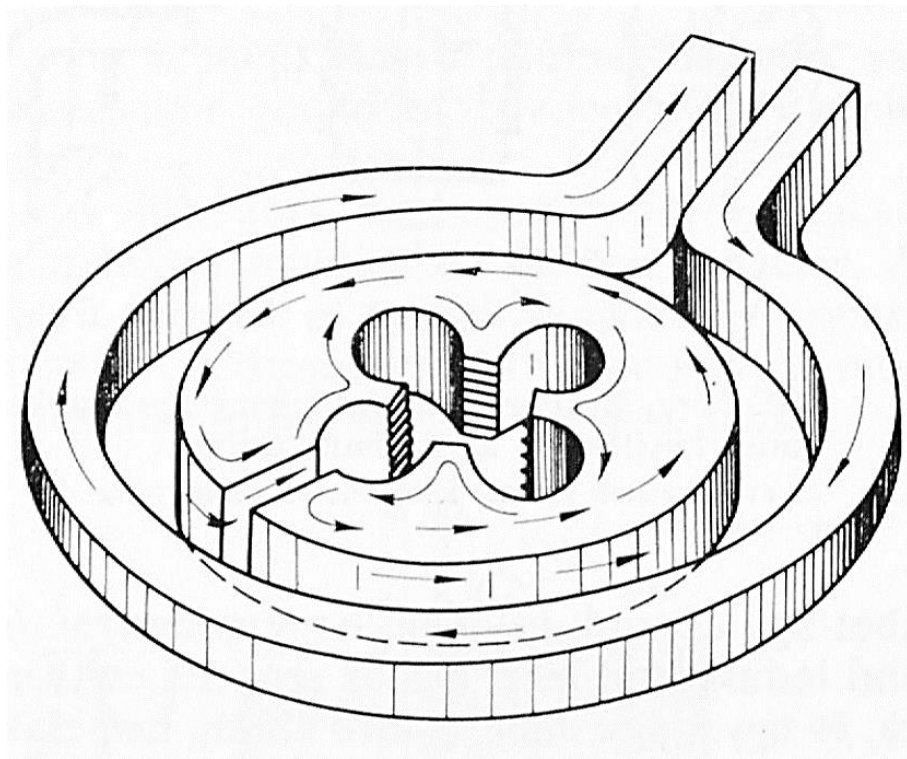
→ örvényáramok a legkisebb légrésnél sűrűsödnek

Belső induktor



- Munkadarabot forgatják az induktor körül
- Nehézség: az áramsűrűség az induktorra koncentrálódik

Összetett geometria



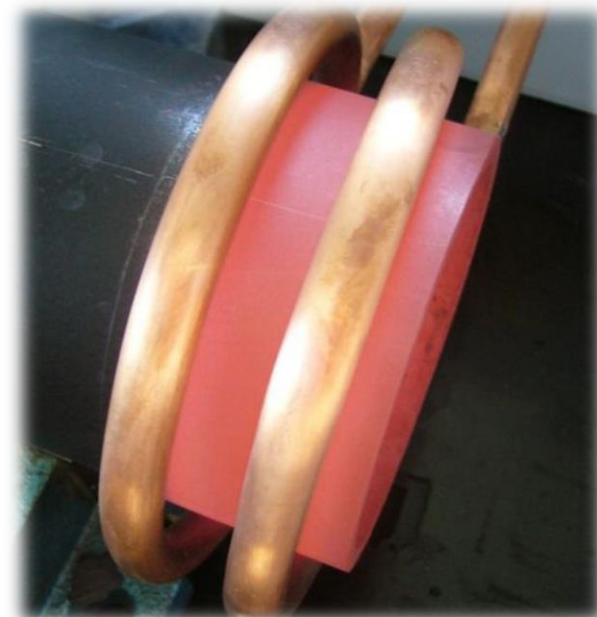
Indukciós edzés alapvető edzési módszerei:

Egyidejű:

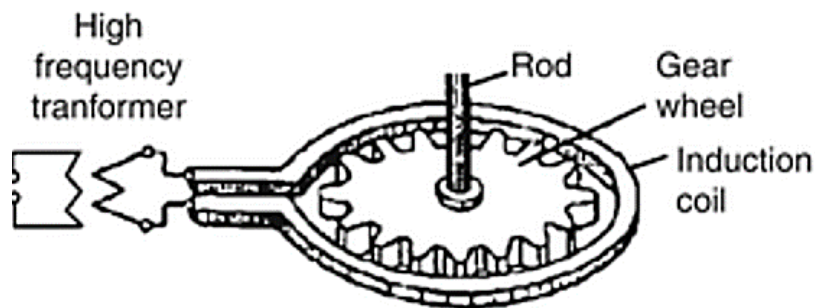
- mdb mozdulatlan
- mdb forog az induktorban
- haladó mozgást végez

Folyamatos:

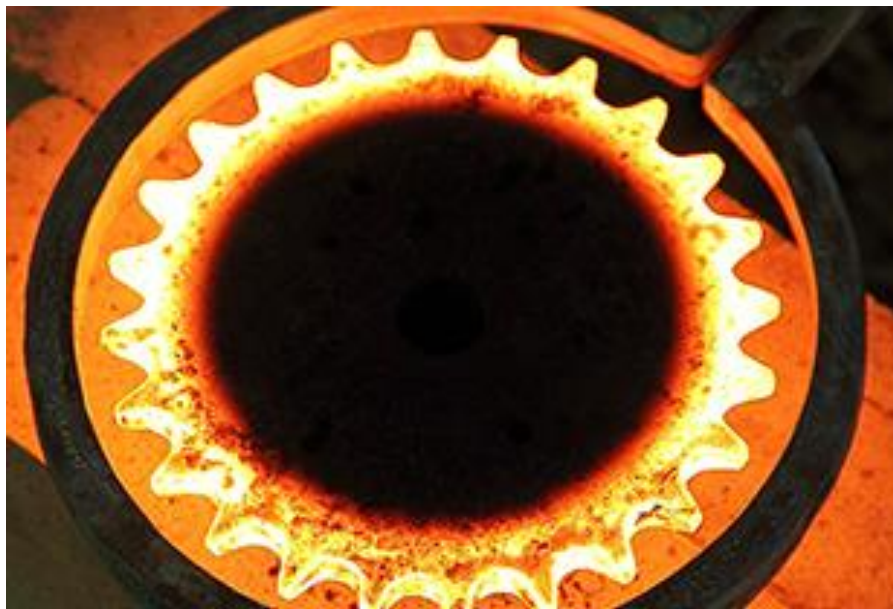
- induktor linerális mozgást végez
- forog a mdb körül



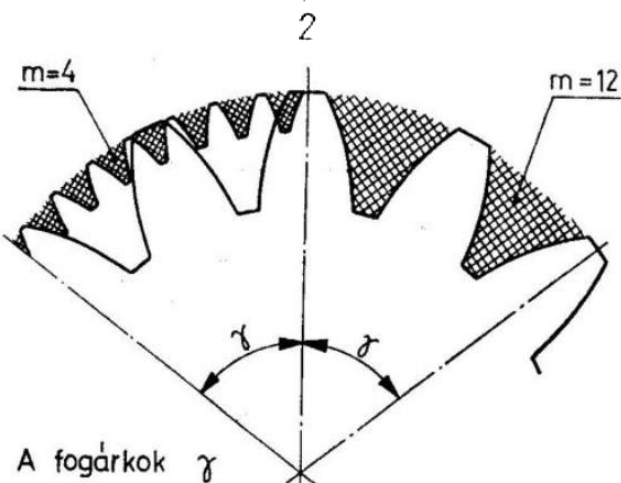
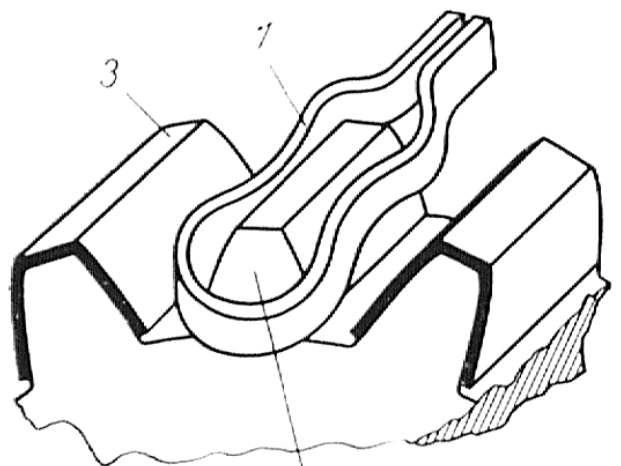
Fogkoszorú edzés



- Összes fogat egyszerre edzik
- Követi az induktor a fogak alakját
- Fogaskerék előmelegítése



Fogankénti edzés

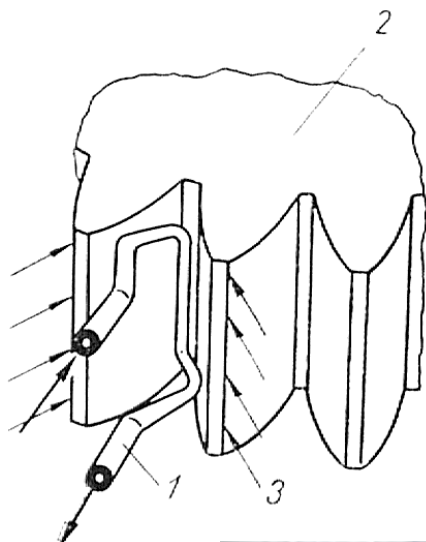


A fogárok γ szöghöz tartozó területösszege

- Fogak egymás utáni edzése
- Nagy méretű fogaskerekek ($m > 6$)
- Szomszédos fogakat leárnyékolják



Fogárok edzés



- Fogárkot és a két fogoldalt hevíti
- ($m > 2,5$)



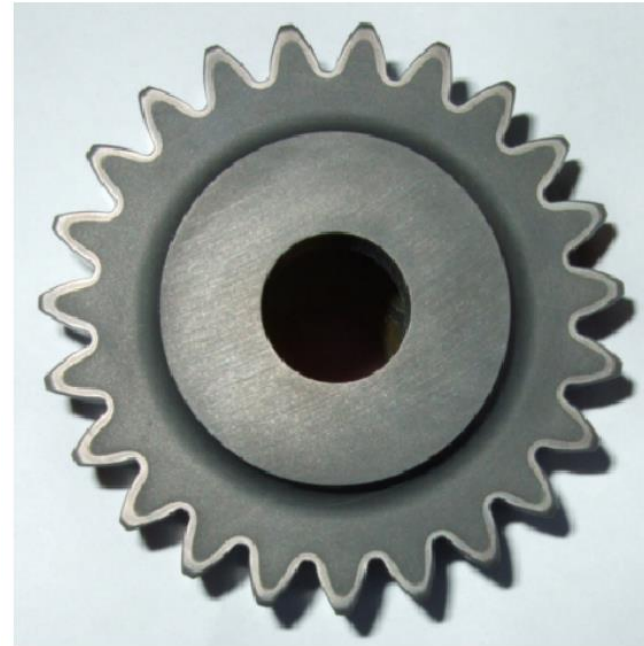


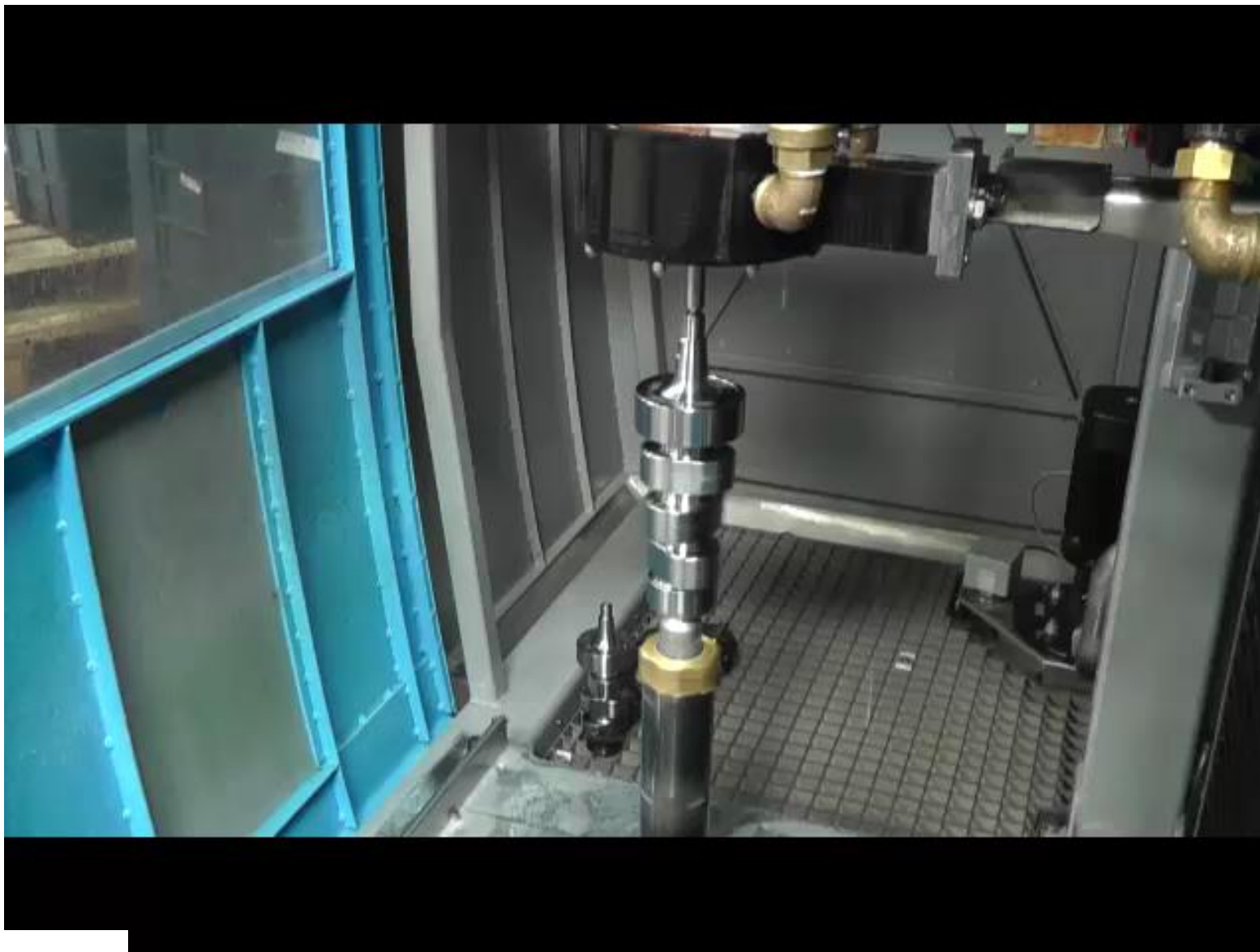
40 kHz

15 kHz

7 kHz

20 kHz







INDUCTOHEAT
EUROPE
An Inductotherm Group Company

Leading the world in induction heating technologies

The advertisement features a top banner with a red-to-yellow gradient background. Below the banner is a photograph of industrial induction heating equipment, including several vertical cylindrical units and a circular unit, all emitting bright orange and yellow light from their central openings. At the bottom of the advertisement is a world map with several red location markers indicating global presence.

Lángedzéskor az anyagot az előírt mélységben termokémiai reakcióhővel A3 fölé hevítik, majd pl. vízpermettel a kritikushoz nagyobb sebességgel lehűtik. Így a munkadarab felületén kemény kéreg keletkezik, a magja szívós marad.

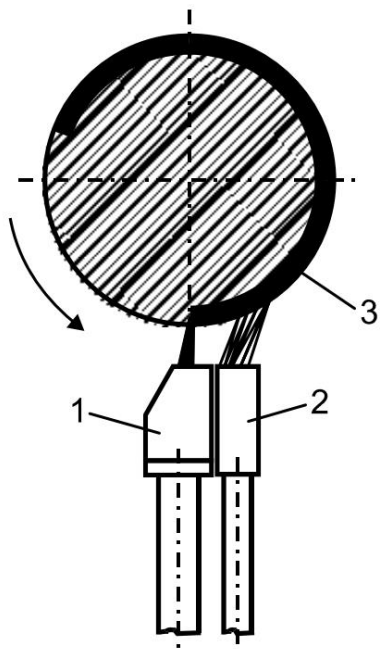
- egyszerű
- olcsó
- kicsi darabszám
- → tengelyek, orsók, vezető szának



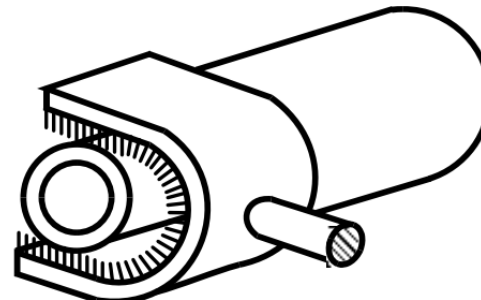
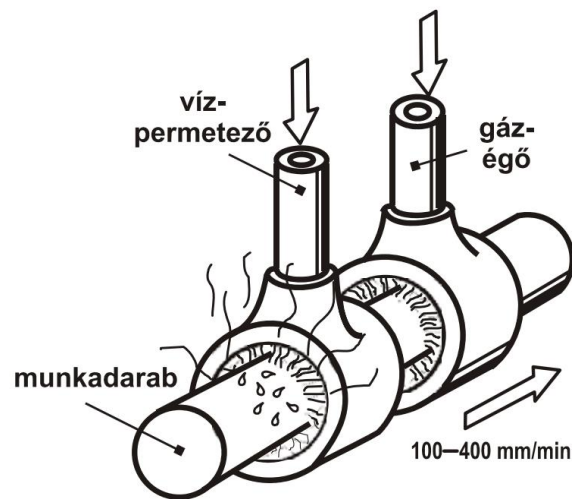
Lángedzéshez általában **acetilént**, ritkábban metánt, propánt vagy világítógázt használnak.

- színtelen
- nem mérgező
- jellegzetes szagú gáz
- nagy égési sebesség és láng hőmérséklet

Folyamatos

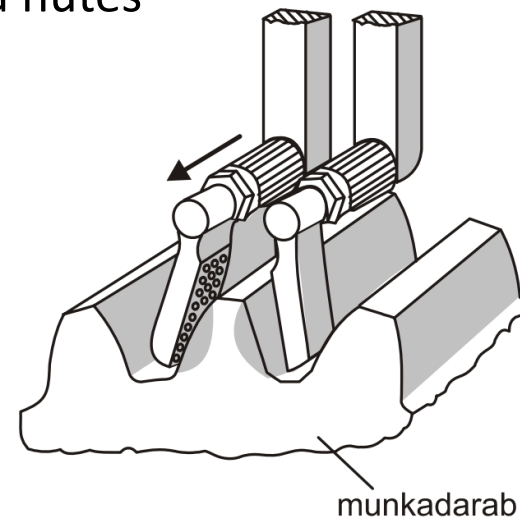


- Felhevített sávot rögtön a vízhűtés követi
- Hevítés és hűtés egy műveletben
- Veszély: lágycsíkosság



Szakaszos

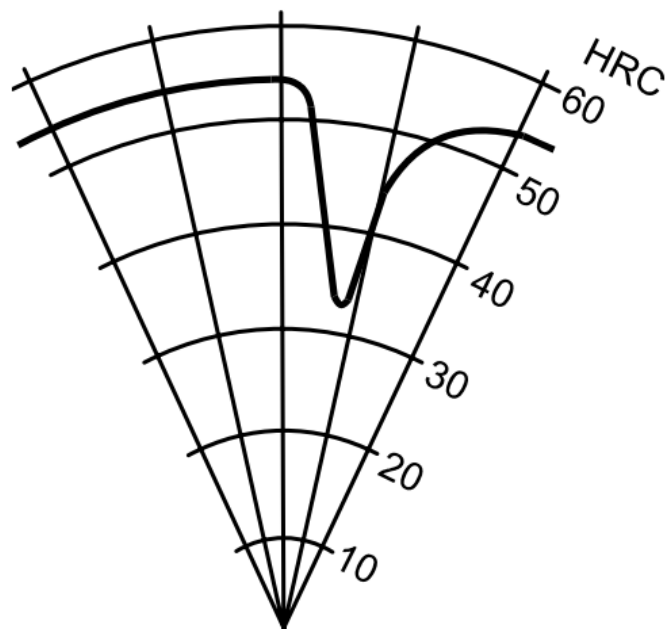
- Hevítés és hűtés egymást szakaszosan követi
- Egész felületet hevítik, ez után indul a hűtés



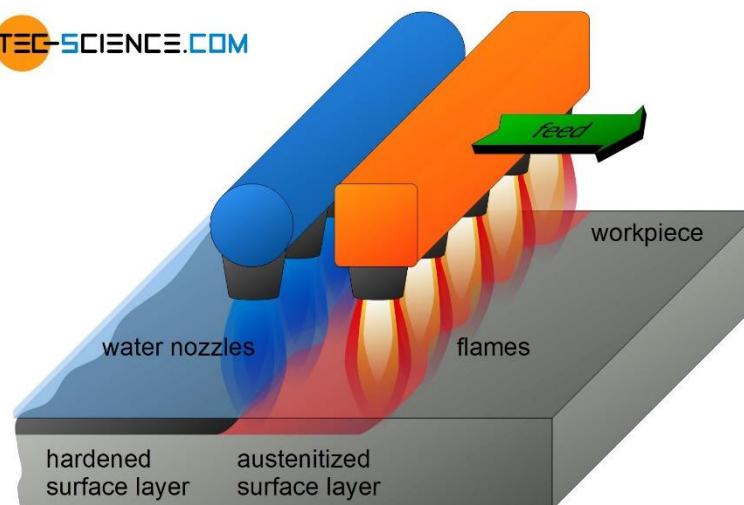
Lágycsíkosság

A lágycsík ott képződik, ahol befejezik az edzést, mert a láng előrehatoló melege a már létrehozott edzett kérget bizonyos mértékig kilágyítja.

- Munkadarab átmérőjével csökkenthető a hatás

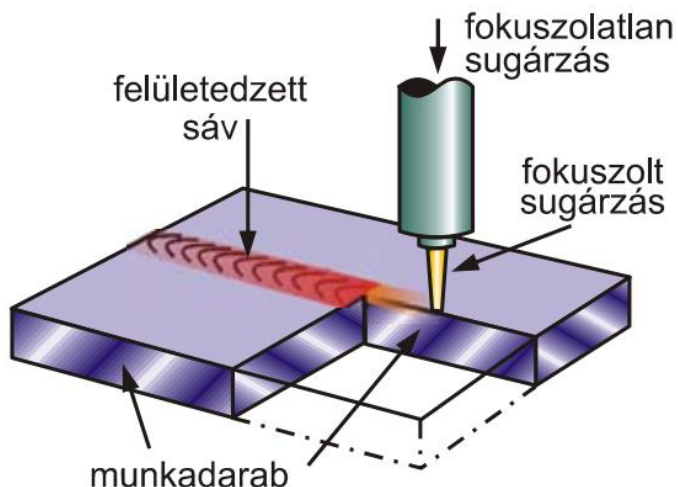


TEC-SCIENCE.COM

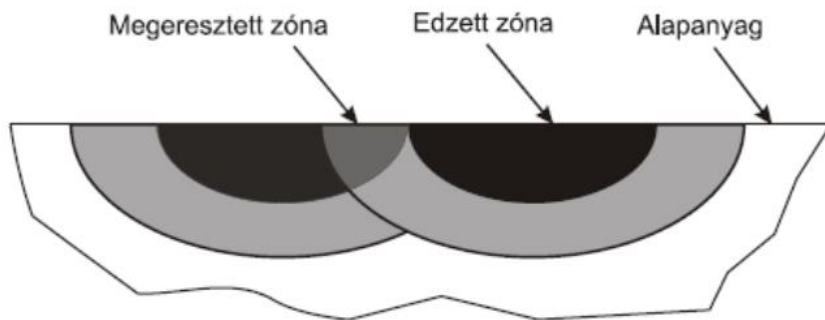




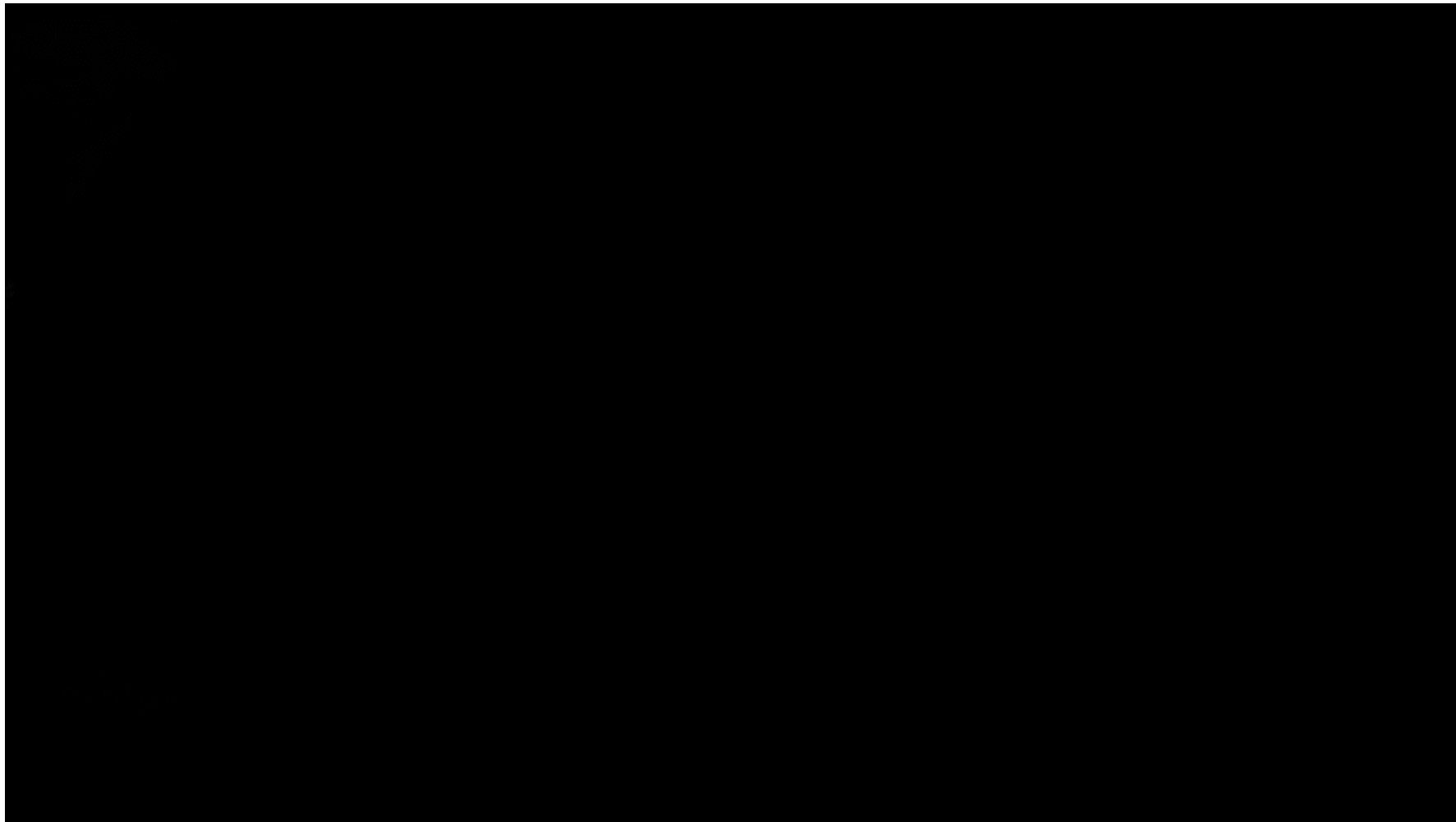
1. ha a csúcshőmérséklet A1 alatti, akkor csak megeresztődéssel járó folyamatok mennek végbe;
2. ha a csúcshőmérséklet A1 feletti, de szolidusz alatti, akkor részleges vagy teljes ausztenitesedéssel, illetve azzal összefüggő átalakulásokkal – vagyis edzéssel – járó folyamatok is végbemennek;
3. ha a csúcshőmérséklet szolidusz feletti, akkor részleges vagy teljes olvadással, illetve azt követő dermedéssel járó folyamatok is végbemennek.



- néhány kritikus pont felületi edzése
- kis méretű alkatrészek
- viszonylag torzulásmentes



- Egymás mellett futó sávoknál megeresztődés léphet fel
- Nincs szükség vízűtésre
- Nagy méretű alkatrészek alapanyagának hővezetése biztosítja a hűtést illetve a környezeti hőmérséklet → ÖNEDZŐDÉS
- 0,05–1 mm mélységű edzett kéreg állítható elő



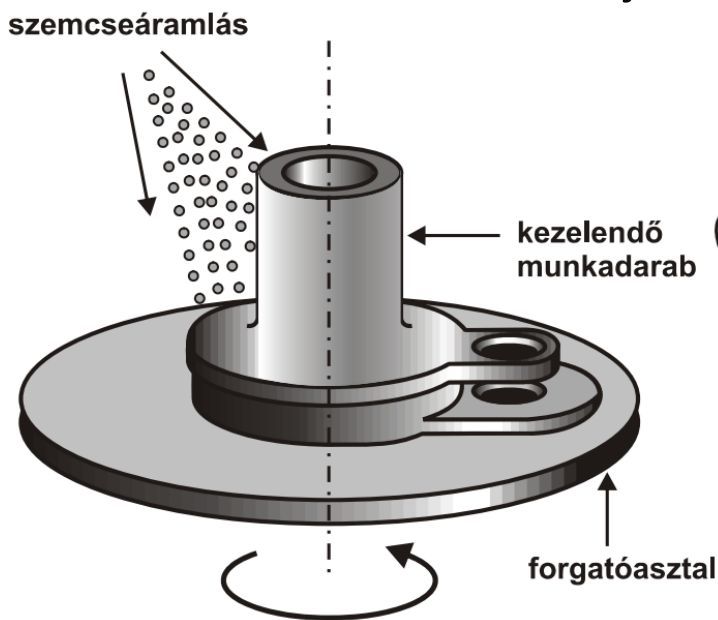
- nagy C tartalmú acélhuzaldarab vagy nagy Si tartalmú öntöttvas golyó

Felületi érdesség befolyásolása:

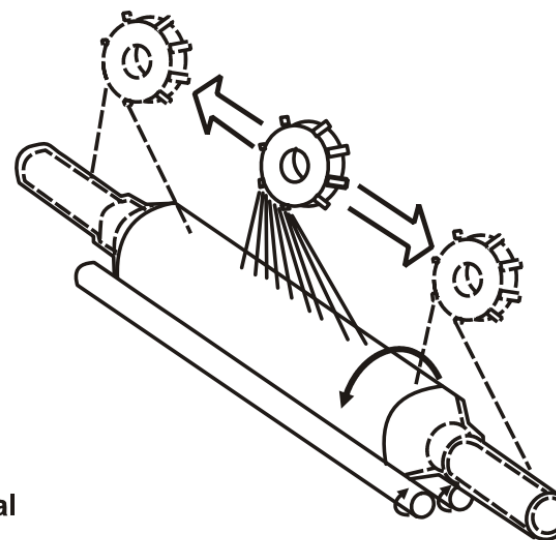
- sörét mérete
- sörét sebessége
- sörétezés ideje

Típusai:

- gravitációs
- pneumatikus
- mechanikus



levegősugaras felületszórás
a)



lapátkerekes
felületszórás
b)

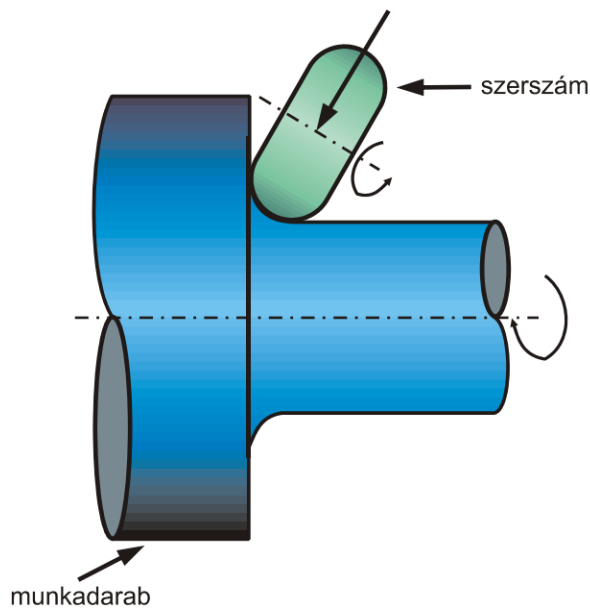
Jellemzők	A munkadarab			
	érdességét	keményített rétegének vastagságát	réteg-kemény-ségét	maradó nyomó-feszültségét
A munkadarab keménysége	csökkenti	csökkenti	csökkenti	növeli
A sörét átmérője	növeli	növeli	növeli	növeli
A sörét sebessége	növeli	növeli	növeli	növeli
A sörétezés ideje (a telítettségig)	csökkenti	növeli	növeli	növeli
A sörétfelhasználás	növeli	növeli	növeli	növeli

A felület az alakváltozás következtében keményedik, érdessége csökken.

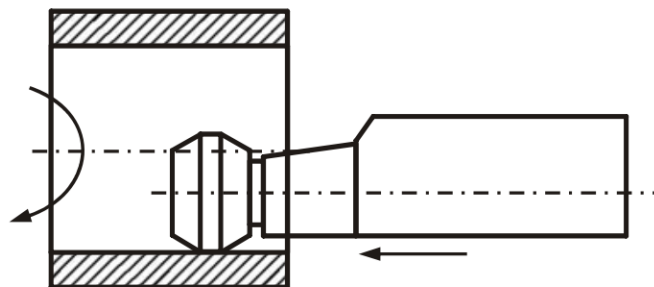
Görgőzhetők külső, belső hengeres és síkfelületek. Külső hengeres felületek esztergán vagy célgépeken kezelhetők.

A görgőzéssel elérhető felületi érdesség függ:

- a hengerlőerőtől;
- a henger alakjától és lekerekítési sugarától;
- az előtolás nagyságától;
- a fogások számától.

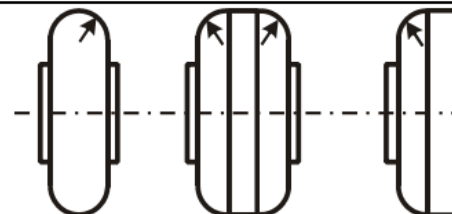


felületgörgőzés külső felületen



felületgörgőzés
belső felületen

A szerszám jellegzetes alakja



A szerszám anyaga

szerszám- vagy golyóscsapágyacél

A szerszám átmérője: d [mm]

20–200

A szerszám lekerekítési sugara: R [mm]

0,5–200

Hengerlőerő: F [N]

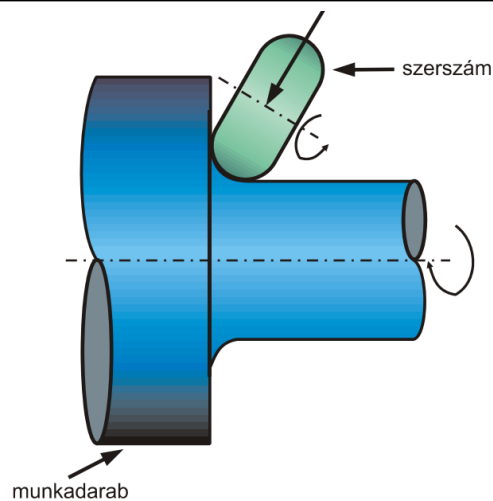
200–200 000

Előtolás: f [mm/fordulat]

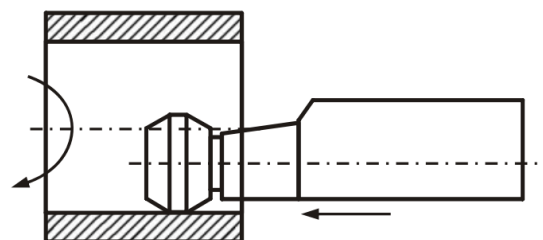
0,2–2

Elérhető felületi érdesség: R_a [μm]

0,01–1



felületgörgőzés külső felületen



felületgörgőzés
belső felületen



Felületi edzés

Surface hardening

Indukciós edzés

Induction hardening

Fogaskerék

Gear

Láingedzés

Flame hardening

Lézeres felületedzés

Laser surface hardening

Sörétezés

Sand blasting / shot blasting

Görgőzés

Rolling