

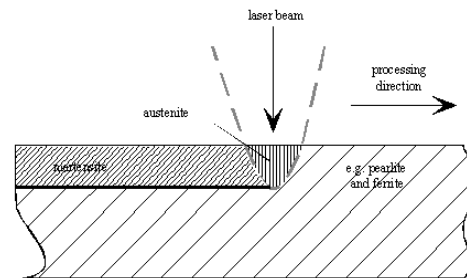
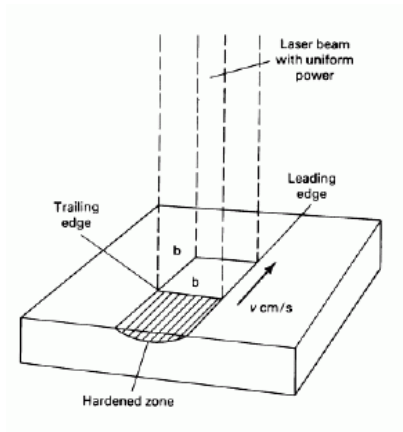
Lézeres anyagmegmunkálás

2010. november 17.

A lézeres anyagmegmunkálás fajtái

- Szerkezeti változás (*structural change*)
- Felületkeményítés (*hardening*)
- Deformáció és törés (*deformation and fracture*)
- Felszíni olvasztás (*surface melting*)
- Bevonatolás (*cladding*)
- Keveréses kötés (*conduction joining*)
- Vágás (*cutting*)
- Jelölés (*marking*)
- Hegesztés (*keyhole welding*)
- Termikus megmunkálás (*thermal machining*)
- Atermális megmunkálás (*athermal processing*)

Felületkeményítés (*hardening*)



Jellemzők (kb. 50J/mm³):

kb. 1200°C, fűtési/hűlési sebesség 10³ Ks⁻¹

10 W mm⁻² (1kW, 100mm²)

10 mm s⁻¹

mélység akár 1,5mm, keménység 610HV+ (akár 1000HV)

A hagyományos felületkeményedéshez képest kb. 1 nagyságrenddel nagyobb hűlési sebesség!! (-> kinetikai hatás jóval kisebb, limitált szemcseméretnövekedés)

Előnyök:

- kopásálló mintázatok lokális kialakítása
- a hordozó nyeli el a bepumpált energiát (self-quenching) ezért nagy hűlési sebességek jellemzik
- a felület keménysége, erőssége, kifáradási és kenési tulajdonságai javíthatóak, míg a tömbi rész szívóssága, állékonyága változatlan marad
- alacsony energiaigény
- lokális/lokalizált megmunkálás (nem igényel segédanyagot az edzéshez (quenching))
- csekély torzulás (akár 30% költségmegtakarítás)
- újszerű keményítésmintázatok (csak szortveres változtatást igényel, új design)
- könnyebb automatizáció
- a lézer kopásálló eszköz

Hátrány:

- kb. egy nagyságrenddel nagyobb befektetést igényel

A mélységi modell

Felszíni réteg => mélységi analízis (továbbra is kizárólag szilárd fázisú strukturális változásokat véve alapul)

Ehhez a korábban használt dimenziómentes mennyiségeket:

$$q^* = \frac{Aq}{r_B \lambda (T_m - T_0)}$$

dimenzió nélküli nyálábteljesítmény

$$v^* = \frac{vr_B}{a}$$

dimenzió nélküli sebesség

$$T_p^* = \frac{T_p - T_0}{T_m - T_0}$$

dimenzió nélküli hőmérsékletemelkedés

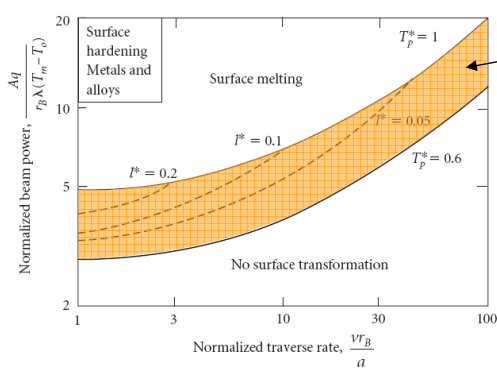
T_m : op.

ki kell egészítenünk

$$l^* = \frac{l}{r_B}$$

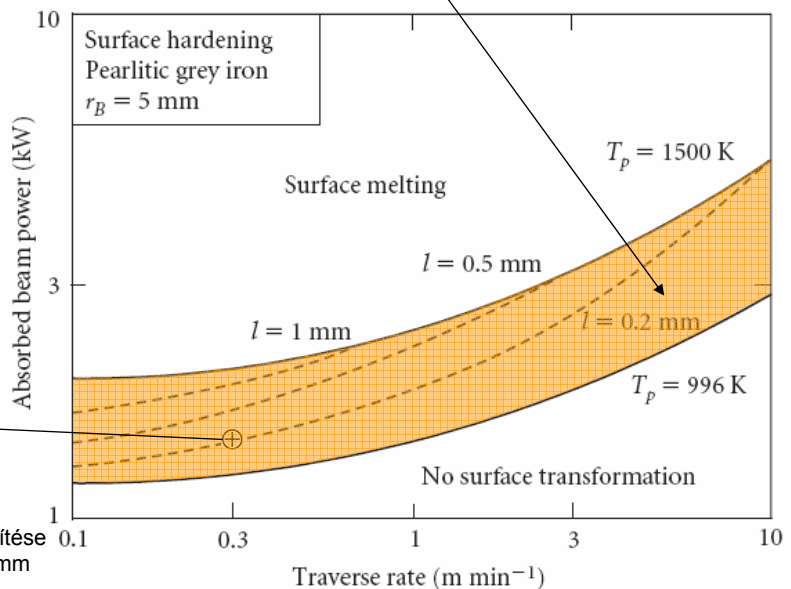
l : átalakítási mélység

Keményítési grafikon 1.



megmunkálási paraméterablak
process window

$\lambda = 75 W m^{-1} K^{-1}$
 $a = 2.1 \times 10^{-5} m^2 s^{-1}$
 $T_m = 1500 K$
 $T_0 = 298 K$
 CO₂ laser

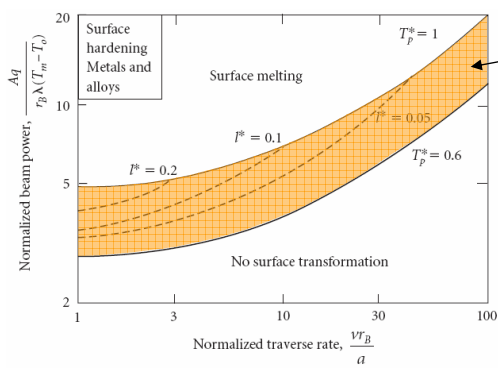


$$A = \frac{1.7 kW}{2.5 kW} = 0.68$$

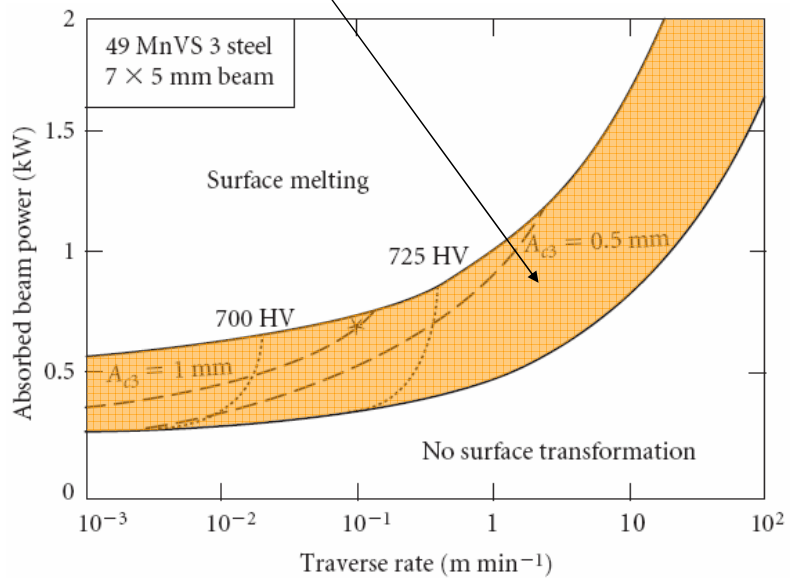
Kalibráció:

grafitréteggel bevont perlités öntöttvas keményítése
 CO₂ lézer, 2,5kW, 0,3m·min⁻¹, $l^{\oplus}=0,5mm$, $r_B=5mm$

Keményítési grafikon 2.



megmunkálási paraméterablak
process window

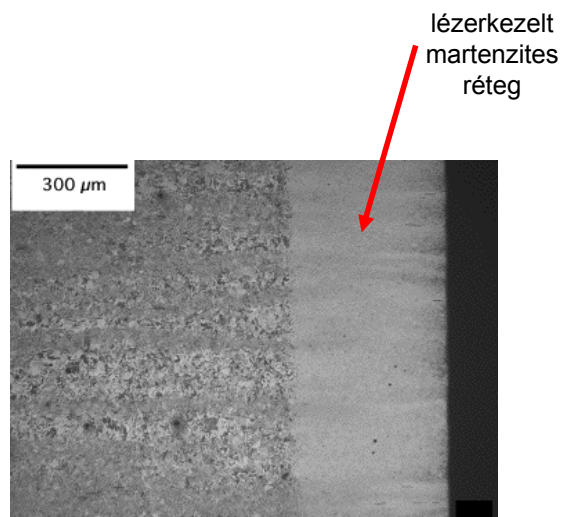


a fázisdiagram ismeretében
a kezelt felület Vickers-féle
keménység görbéi is beraj-
zolhatóak

Példák

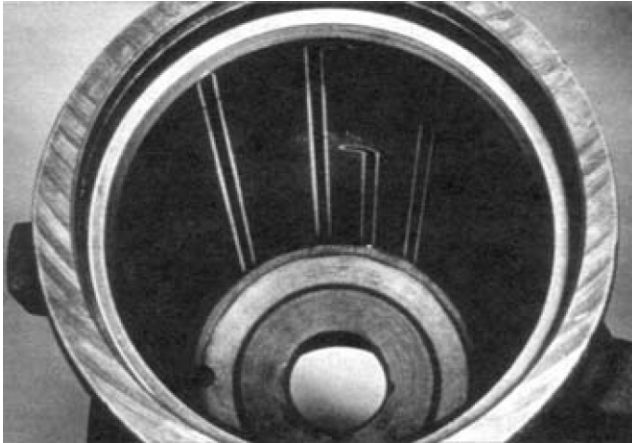


Egy törékeny öntöttvas
keresztmetszeti képe a lézeres
kezelést követően.



Ipari alkalmazások

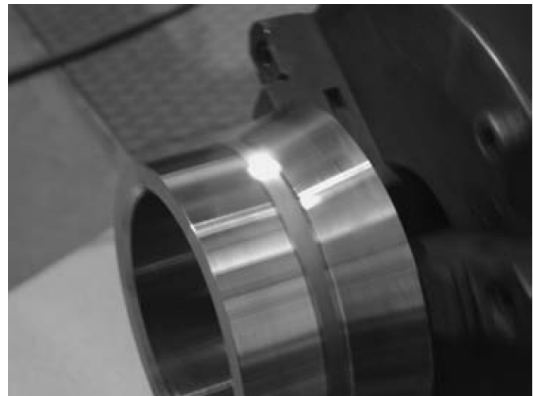
A szerszám- és autóiipar a legnagyobb alkalmazó



első ipari alkalmazás (1970-1974)
General Motors, váltóház
125->700 HV
 $Mn_3(PO_4)_2$ bevonat, 500W CO₂ lézer
a 6.5kg-os ház 28g-ját érte hőterhelés

*költség megtakarítás
minőség javulás*

több kilowattos diódalézer
abszorpció növelő bevonat nem
szükséges, 800HV, 0,5mm mélyen



A lézeres anyagmegmunkálás fajtái

- Szerkezeti változás (*structural change*)
- Felületkeményítés (*hardening*)
- Deformáció és törés (*deformation and fracture*)
- Felszíni olvasztás (*surface melting*)
- Bevonatolás (*cladding*)
- Keveréses kötés (*conduction joining*)
- Vágás (*cutting*)
- Jelölés (*marking*)
- Hegesztés (*keyhole welding*)
- Termikus megmunkálás (*thermal machining*)
- Atermális megmunkálás (*athermal processing*)

Deformáció és törés

Deformáció

- TGM, BM, UM, SMM mechanizmusok

Törés

- lokális feszültségkeltés

alapjuk a differenciális hőtágulás

különösen nagy hőtágulási együtthatójú anyagok megmunkálására alkalmas, vagy olyan kompozitok kezelésére, melynek komponensei jelentősen eltérő hőtágulási együtthatóval bírnak

lézerindukált törést „törékeny” rendszerekben lehet kiváltani
homogén törékeny anyagokban
eltérő hőtágulású anyagok érintkezési felületén

általában CO₂, Nd:YAG vagy diódalézerrel végzik

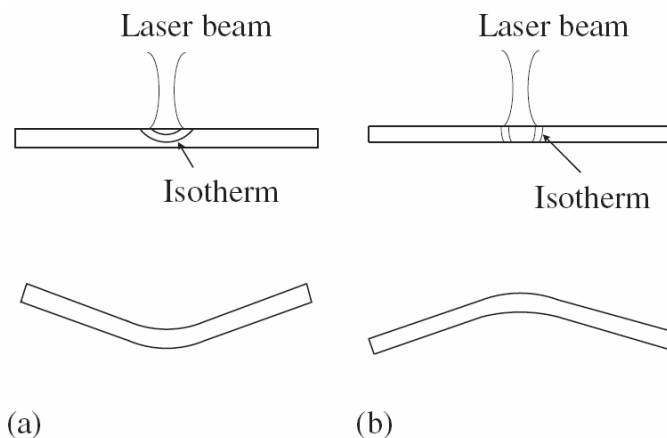
Lézeres formázás

Hőmérséklet-gradiens mechanizmus (TGM, a)

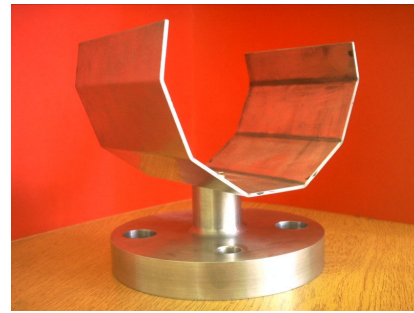
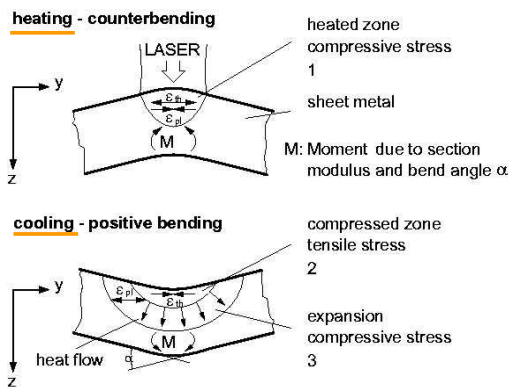
Buckling mechanizmus (BM, b)

Upsetting mechanizmus (UM, a)

Felszíni olvasztás mechanizmus (SMM)



Temperature Gradient Mechanism TGM



Hőmérséklet-gradiens mechanizmus

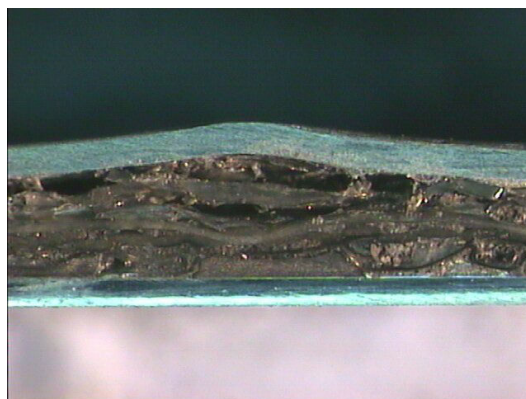
Temperature Gradient Mechanism=TGM

nyalábátmérő \sim lemez vastagság
szög \sim páasztázás száma (küszöb felett)
több mm vastag lemezek deformálhatóak

www.liv.ac.uk/~me0u5040/forming1.html

Buckling mechanism (BM)

Akkor jellemző, ha a nyalábátmérő kb. egy nagyságrenddel nagyobb, mint a lemezvastagság. Nincs számottevő T-gradiens.



Laminált poliamid minta.
(300W, 3mm nyaláb átmérő, 90mm/s sebesség)

Upsetting mechanism (UM)

A BM mechanizmus egy fajtája, ami akkor jellemző, ha a nyalábátmérő viszonylag kicsi a lemezvastagsághoz képest. Ilyenkor a nem hőkezelt anyag korlátozza a hőtágulást -> a lemez lokálisan megvastagszik és visszahűlés során a nyaláb felé görbül.

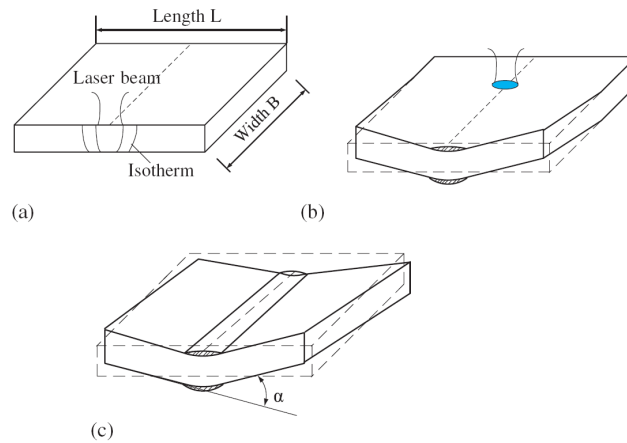


Fig. 5. Upsetting mechanism: (a) initial stage of heating; (b) middle stage of heating and (c) final shape after cooling.

Surface melting mechanism (SMM)

A TGM mechanizmus egy fajtája, ami a lemezt nem csak átmelegítjük, hanem meg is olvasztjuk annak felszíni rétegét.

Jellemzői hasonlóak a TGM folyamatéhoz.

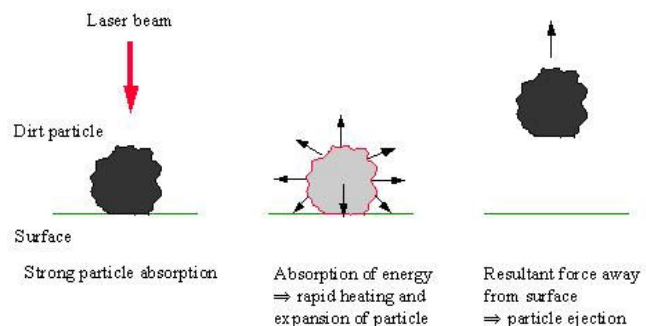
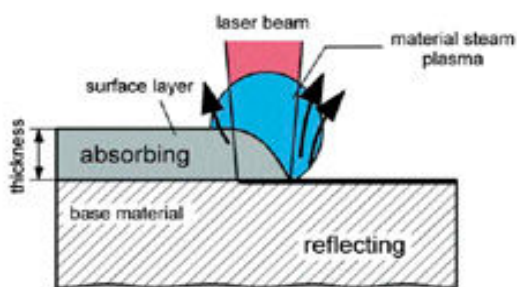
Törés



The points are tiny (0.1mm) fractures created by a focused laser beam. The conical beam, with a focal length of about 3", shines into the glass without damaging it except at the focal point. At that one point, concentrated energy heats the glass to the cracking point, causing a microfracture.

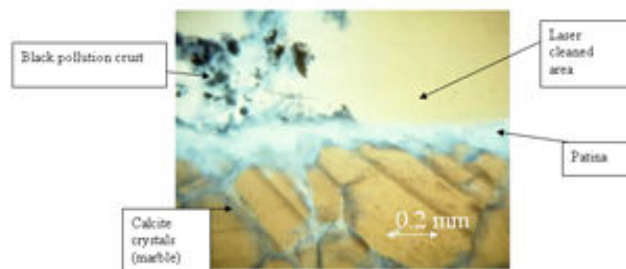
www.bathsheba.com/crystal/process/

Lézeres tisztítás 1.



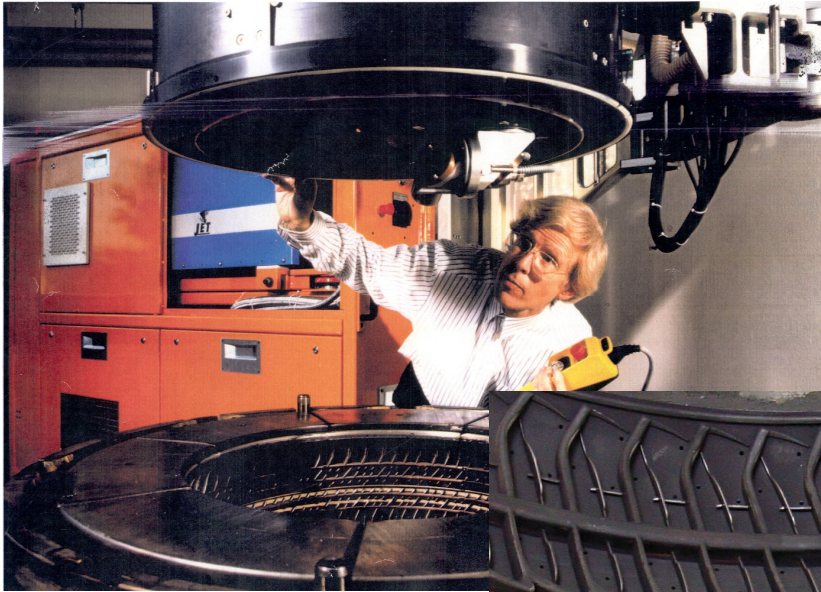
Most of the laser energy is being absorbed by the surface layer and is directly transformed into thermal energy. This energy vaporizes existing contaminations and removes them effectively from the substrate. The higher the absorption factor, the faster the process. The substrate material, unlike the contaminations, does not normally absorb but rather reflects the laser beam. Once a reflective substrate material has been reached the laser cleaning process automatically stops.

www.adapt-laser.com/.../Lasertechnology.html



Partial cleaning of this sculpture by laser cleaning was carried out with an average fluence of 0.4J/cm² with locally applied water and has revealed a smooth and undamaged patinated surface from which the dirt layers have been completely removed.

Lézeres tisztítás 2.



www.jetlaser.de



Lézeres tisztítás 3.

