



Lasertyöstön Oppimisympäristö <http://pe.tut.fi/lal/esr>



Laserpinnoitus

Laserit ja pintakäsittely

Yleistä:

- ▲ Laserkarkaisu ja -pinnoitus etuineen tunnettu jo pitkään.
- ▲ Laserpinnoituksella ei ollut laajempaa käyttöä teollisuudessa – verrattuna laserhitsaukseen ja -leikkaukseen.
- ▲ Taloudelliset syyt:
 - Korkeat investointi- ja käyttökustannukset
 - Alhainen hyötysuhde
 - Alhaiset työstönopeudet
 - Sovellukset huonosti tunnettu
 - Saatavuus huono

Menetelmän saatavuus, tunnettavuus ja laitetekniikassa tapahtuvat merkittävät kehitysaskleet (esim. diodilaserit) lisäävät merkittävästi laserpinnoituksen yleistymistä ja laajempaa hyödyntämistä.



Laserpintakäsittelymenetelmät

- ▲ **Faasimuutoskarkaisu laserilla**
- ▲ **Pinnan modifiointi/sulautus laserilla**
- ▲ **Esiasetetun tai esipinnoitetun kerroksen lasersulautus**
 - 2-vaiheinen menetelmä
 - "esiasetettu" kerros jauhetta (ilman tai sideaineen kanssa)
 - termisesti ruiskutettu pinnoite
 - sulautus/seostus
- ▲ **Laserpinnoitus jauheella tai langalla**
 - 1-vaiheinen menetelmä
 - laser-cladding (laserpinnoitus) koaksiaali/off-axis
- ▲ **Hybridimenetelmät**
 - pinnan puhdistus (Protal) + terminen ruiskutus
 - laseravusteinen terminen ruiskutus

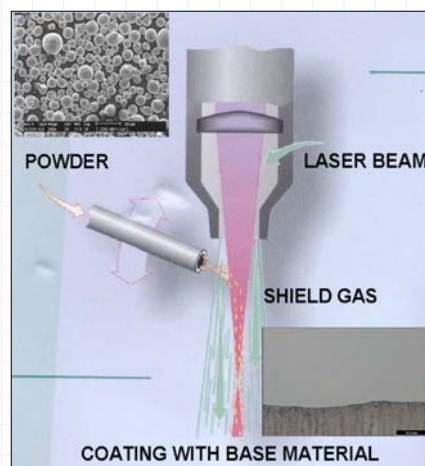
ESR Lasertyöstön oppimisympäristö



Laserpinnoituksen periaate

Metalli-, metalliseos-, kovametalli-, keraamijauhe tai niiden seos tai sekoitus syötetään erillisestä jauhesyöttölaitteesta off-axis- tai koaksiaalisesti lasersäteeseen. Jauhepartikkelit absorboivat lasersäteestä energiaa => jauhe kuumenee ja sulaa => sula materiaali kiinnittyy metallurgisesti lasersäteen avulla myös pinnasta sulatettuun perusaineeseen => pinnoitekerros. Pinnoitteelle tyypillistä:

- korkea tiiveys
- erinomainen tarttuvuus
- pinnoitelisäainetta vastaavan umpiaineen ominaisuudet kuten kovuus, kulumiskesto ja korroosionkesto
- alhainen seostuminen



kuva: IWS

ESR Lasertyöstön oppimisympäristö



Koaksiaalisen laserpinnoituksen periaate



video: IWS

ESR Lasertyöstön oppimisympäristö



Perusaineet laserpinnoituksessa

Laserpinnoitus sopii useille erilaisille perusaineille:

- Teräkset
- Valuraudat
- Alumiini, kupari ja niiden seokset
- Titaani ja titaaniseokset

Kunkin pinnoite/alustamateriaali - parin sopiminen todennettava käytännön laserpinnoituskokeiden avulla => pinnoitusparametrit.

Mahdolliset ongelmat: säröt, huokokset, seostuminen, suotautuminen, perusaineen karkeneminen, hauraat välikerrokset, jne.

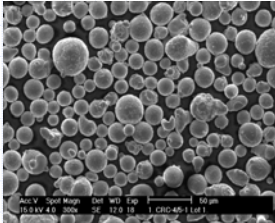
Ongelmat vältettävissä tuntemalla hitsausmetallurgiaa, käyttökohteet ja laserpinnoitusprosessi parametreineen.

ESR Lasertyöstön oppimisympäristö

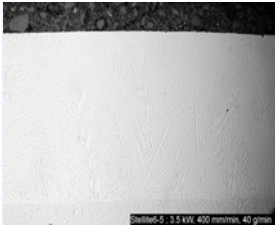


Pinnoitemateriaalit

- ▲ Lähtöaineet yleensä jauheita.
- ▲ Esim. kaasuatomisoitu metalliseosjauhe 50-150 μm .
- ▲ Metalliseokset Fe-, Ni- ja Co-pohjaisia; esim. Stelliitti 6, Stelliitti 21, NiCoBSi, NiCr, FeCrNi, myös Al- ja Cu-seoksia.
- ▲ Kovapartikkeleita sisältävät "cermetit"; esim. WC+NiCrBSi, Cr_3C_2 +Ni-seos, oksidi/metalliseokset, keraamit, räätälöidyt koostumukset.
- ▲ Perusaineet: Teräkset, valurauta, sekä muut metallit ja seokset.



Kaasuatomisoitu jauhe



Stelliitti 6 -pinnoite

ESR Laseryöstön oppimisympäristö

Laserpinnoitteilla tavoiteltavia ominaisuuksia

- Korjaus/täyttö
- Kulumiskestävyys – abraasio, eroosio, hankaus
- Korroosiokuluminen
- Märkäkorroosionkestävyys (kloridit, hapot, emäkset, jne.)
- Kuumakorroosionkestävyys (sulasuolat, hapettuminen)
- Liukuominaisuudet

ESR Laseryöstön oppimisympäristö

Laserpinnoituksen tärkeimmät edut

- ▲ Säteen suuri tehotiheys
- ▲ Luja metallurginen sidos
- ▲ Vähäiset muutokset perusaineen rakenteessa ja ominaisuuksissa
- ▲ Pieni halkeiluerkkyys ja huokoisuus
- ▲ Tarkka pinnoitepaksuus
- ▲ Pinnoitteen ominaisuudet ”räätälöitävissä”

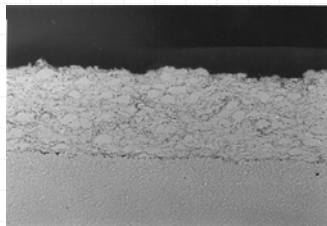
ESR Lasertyöstön oppimisympäristö



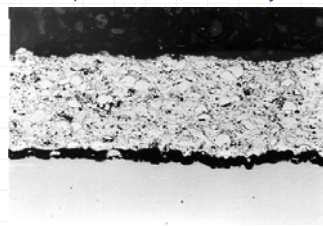
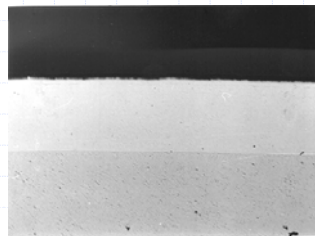
Pinnoitteen tiiveys

Suurnopeusliekkiruiskutettu Inconel 625

7 vrk:n 3,5 p.% NaCl altistuksen jälkeen



Lasersulatettu Inconel 625



ESR Lasertyöstön oppimisympäristö

TTY / Laser Application Laboratory



Teollista laserpinnoitusta



Teho 6 kW CO₂

Useita eri komponentteja voimalaitoksissa ja prosessiteollisuudessa

Kuvat Fortum Service Oy

ESR Laseryöstön oppimisympäristö

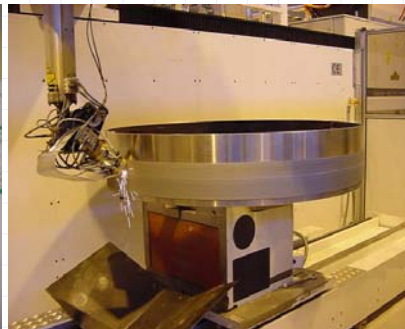
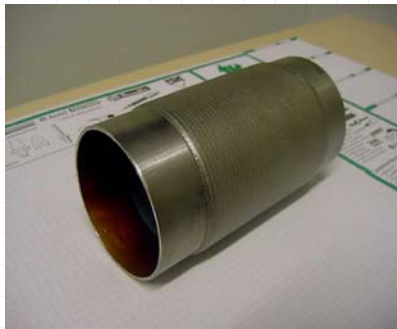


Pienten ja isompien komponenttien laserpinnoitus



RST-putken päällepinnoitus
(s=2mm) ø-kutistuma ~0,5mm

Akselirenkaan Ø 1,5 m
laserpinnoitus



Kuvat Fortum Service Oy

ESR Laseryöstön oppimisympäristö



Merivesipumpun akselin laserpinnoitus

- ▲ Ruiskutuspinnoitteen korvaaminen laserpinnoitteella
 - ▲ vanhan pinnoitteen poisto
 - ▲ koneistus alimitaan
 - ▲ laserpinnoitus täyttö- ja pintakerrosjauheella
 - ▲ koneistus lopullisiin mittoihin

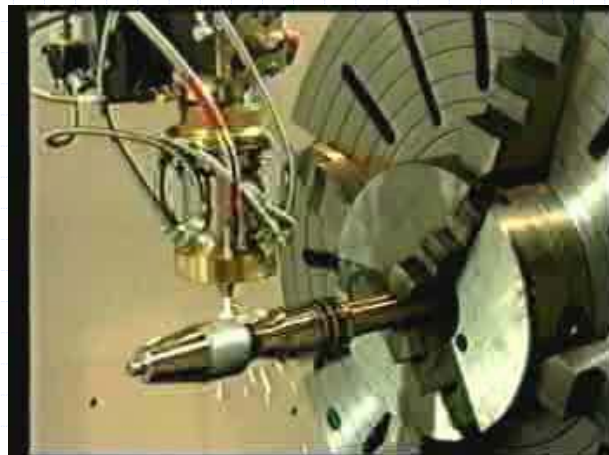


Kuvat Fortum Service Oy

ESR Lasertyöstön oppimisympäristö



CO₂-laserpinnoitus (6 kW) koaksiaalisella jauhepäällä

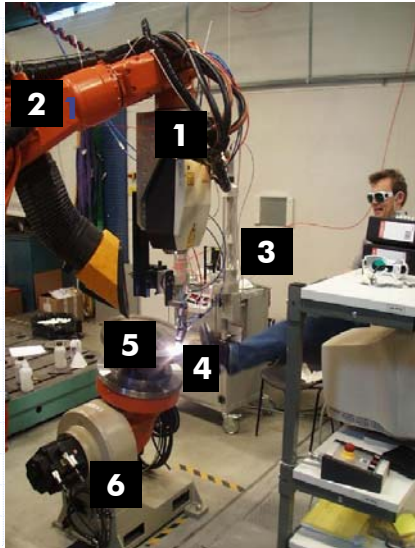


Video Fortum Service Oy

ESR Lasertyöstön oppimisympäristö



Diodilaserpinnoituslaitteisto



Laitteiston osat:

1. Laserlähde (laserpää, teholähde, jäähdysyksikkö)
2. Teollisuusrobotti
3. Jauhesyöttölaite
4. Jauheinjektori
5. Pinnoitettava komponentti
6. Pyörityspöytä

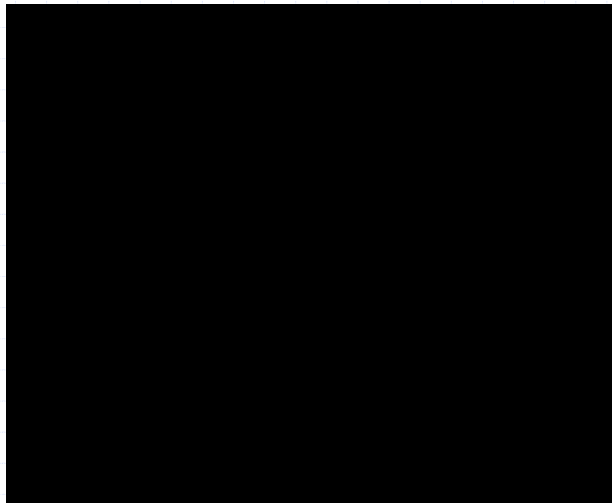


ESR Lasertyöstön oppimisympäristö

TTY / Laser Application Laboratory



Akselin pinnoitus diodilaserilla ja monipistesuuttimella



video: TTY / Laser Application Laboratory

ESR Lasertyöstön oppimisympäristö



Pinnoitus- ja karkaisuesimerkki

Pinnoitus

- Pinnoitetaan jatkuvana raitana, nousu 10mm
- Pinnoitusnopeus 5 mm/s
- Pinnoitteen paksuus n. 2mm
- Stelliitti 6, 105 - 177 um
- Lasertehto 4,8 kW

Karkaisu

- 4 erillistä raitaa
- Nopeus 8,3 mm/s
- Pintalämpötila 1100°
- Tehon säätö pyrometrillä



ESR Laseryöstön oppimisympäristö



Laserkarkaisu ja -pinnoitus



video: TTY / Laser Application Laboratory

ESR Laseryöstön oppimisympäristö

