



Sten Teräs Oy

VAKUUMI- LÄMPÖ- KÄSITTELYT

STEN

VAKUUMILÄMPÖKÄSITTELYT

Vakuumilämpökäsittelypalveluihimme kuuluvat vakuumikarkaisu, vakuumihiiletys, vakuumityyppihiiletys, hydrovac-käsittely, liuoshehkutus ja SolNit®.



1. Vakuumikarkaisu

Vakuumikarkaisussa karkaistava kappale kuumennetaan vakuumiatmosfäärissä ja sammutetaan paineistetussa typpikaasussa. Karkaisuun on käytössä neljä Ipsenin valmistamaa vakuumikarkaisu-uunia, joissa suurin saavutettava lämpötila on 1300 °C. Suurin tyypin sammutuspaine on jopa 12 bar. Muovimuottien, painevalumuottien sekä leikkuu- ja muovaustyökalujen karkaisuun voidaan käyttää kaikkia uuneja.

Vakuumikarkaistavat työkaluteräket

Oheiseen taulukkoon on merkitty tyypilliset työkaluteräket, joille voidaan tehdä vakuumikarkaisu. Lisäksi voimme vakuumikarkaista kaikki pikateräket kovuuteen 65 HRC, kaikki pulveriteräket (Böhler Microclean) sekä martensiittiset ruostumattomat teräket välillä BÖHLER N320 (X20Cr13) – BÖHLER N685 (X90CrMoV18). Suositellavat työkovuudet löytyvät terästuoteluettelostamme.

Lämpökäsittelytilauksessa on tärkeää maininta kappaleelle tehtävistä jälkikäsittelyistä kuten lankasaauksesta, kipinätyöstöstä tai pinnoituksista.

Kylmätyöteräket	Kuumatyöteräket	Muovimuottiteräket	Pikateräket
K110	W300	M310 ISOPLAST	S390 MICROCLEAN
K305	W302	M333 ISOPLAST	S600
K306	W303	M340 ISOPLAST	S690 MICROCLEAN
K329	W321	M390 MICROCLEAN	
K340 ISODUR	W360		
K390 MICROCLEAN	W400 VMR		
K353	W403 VMR		
K490 MICROCLEAN	W500		
K600	W720 VMR		
K890 MICROCLEAN			

Böhlerin tyypilliset työkaluteräket, joille voidaan tehdä vakuumikarkaisu

2. Vakuumihiiiletys AvaC®

Vakuumihiiiletysessä yhdistyvät vakuumikarkaisun ja hiiletyskarkaisun edut. Menetelmä on parhaimmillaan vaativien koneenosien ja komponenttien valmistuksessa, koska myös ohuet ja syvät reiät voidaan hiilettää onnistuneesti toisin kuin perinteisessä hiiletyskarkaisussa. Muita käyttökohteita ovat hammaspyörät sekä vaihteistojen ja aseiden osat.



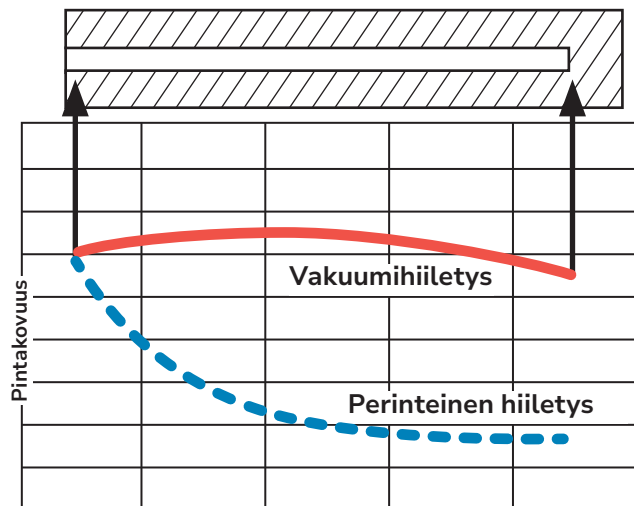
Vakuumihiiletettyjen komponenttien pinnanlaatu on kaasusammutuksen ansiosta erinomainen. Vasemmalla hammaspyörä ennen vakuumihiiletyskäsittelyä, oikealla käsittelyn jälkeen. Vakuumihiiletysuuneilla voidaan lisäksi tehdä vakuumityypihiiletystä, jolloin voidaan käyttää myös heikommin karkenevia teräksiä.

Vakuumihiiletyksen etuja:

- Kaasusammutuksen jälkeen kappaleiden pinta on virheetön ja kirkas
- Mittamuutokset jäävät vähäisiksi
- Ei kappaleen sisäistä hapettumista → Erinomaiset mekaaniset ominaisuudet
- Hyvä pinnanlaatu säästää hiontatyötä
- Ei tarvetta karkaisuöljylle → puhtaat komponentit
- Ei tarvetta karkaisun jälkeiselle pesulle → ympäristöystävällisempi menetelmä

Vakuumihiiletykseen soveltuvia teräksiä

Teräslaatu	Soveltuvuus
EN C15	heikko soveltuvuus
EN 16MnCr5	heikko soveltuvuus
EN 20NiCrMo2-2	heikko soveltuvuus
EN 17NiCrMo6-4	heikko soveltuvuus
EN 20MnCr5	pienet kappaleet
EN 15CrNi6	pienet kappaleet
DIN 14NiCr14	pienet kappaleet
EN 18CrNiMo7-6	hyvä soveltuvuus kaikille kappaleille
DIN 20MnCrMo5	hyvä soveltuvuus kaikille kappaleille
DIN 18CrNi8	hyvä soveltuvuus kaikille kappaleille



Pintakovuuden muutos ohuen sokean reiän hiiletyskarkaisussa eri menetelmin. Tehokkaan hiilentuonnin ja kaasusammutuksen ansiosta vakuumihiiletys tuottaa suuren kovuuden myös reiän pohjalle.

3. Vakuumityypihiiletys

Menetelmä on normaalin vakuumihiiletyksen modifioitu versio, jossa teräkseen lisätään hiilen lisäksi myös typpeä. Prosessilämpötila on yli 800 °C. Tällöin kappaleen pintaan muodostuu typpeä sisältävä hiiletyskarkaisukerros. Tyypillisesti käytetään kerospaksuuksia (CHD) välillä 0,2 - 0,8 mm. Teräkseenä voidaan käyttää normaaleja hiiletyskarkaisuteräksiä, joita suositellaan vakuumihiiletykseen. Erityisen hyviä kokemuksia on laadusta 18CrNiMo7-6. Tällöin myös kappaleen ydin karkenee nuorrutusta vastaavaan lujuuteen. Menetelmää ei siis pidä sekoittaa nitraukseen, joka tapahtuu huomattavasti alhaisemmassa lämpötilassa.

Mitä etuja menetelmä tarjoaa?

Parantunut lämpötilankesto komponentille. Käyttölämpötila voi olla 50 °C korkeampi kuin normaalista hiiletyskarkaisutulla komponentilla ilman että pintakovuus laskee. Tämä on tärkeää esim. kovalla rasituksella olevilla hammaspyörillä ja polttoainekomponenteilla. Pinnan karkenevuus paranee, jolloin voidaan käyttää myös vähemmän seostettuja hiiletysteräksiä kuten 16MnCr5. Pintakovuus on myös suurempi kuin normaalissa hiiletyksessä tai vakuumihiiletyksessä, jopa yli 800 HV1. Jos kovuusarvot halutaan aivan maksimiin, voidaan tehdä lisäksi pakkaskarkaisu.

Tämä menetelmä tunkeutuu myös pieniin reikiin aivan kuten vakuumihiiletys. Reikien kovetus ei onnistu millään muilla menetelmillä kuin vakuumimenetelmillä. Lisäksi kulumisenkesto ja pinnan tribologiset ominaisuudet paranevat, mikä on tärkeää esim. hammaspyörissä.

Tuote tulee vakuumiuunista kirkkaana ja pienin mit-
tamuutoksin. Vakuumissa ei tule huokoisuutta eikä
raerajahapettumaa (IGO) kuten normaalissa uunis-
sa. Näin väsymislujuus paranee. Voidaan tehdä myös
kombiprosessi jossa vakuumihiiletetty kerros on esim.
1,5mm (CHD) ja tyypihiiletetty kerros ohuempi esim.
0,4mm. Näin saadaan lisää kuormankantokykyä.

4. Hydrovac-käsittely

Menetelmä soveltuu ruostumattomien ja haponkestävien terästen lämpökäsittelyyn erityisesti silloin kun pinnanlaatu ja korroosion kesto halutaan säilyttää hyvinä.

Ruostumattomat ja haponkestävät komponentit eivät normaalisti vaadi lämpökäsittelyä eikä niitä voi karkaista (AISI 300-sarja). Seuraavissa tapauksissa saattaa kuitenkin syntyä tarve rakenteen normalisointiin tai jännitysten poistoon:

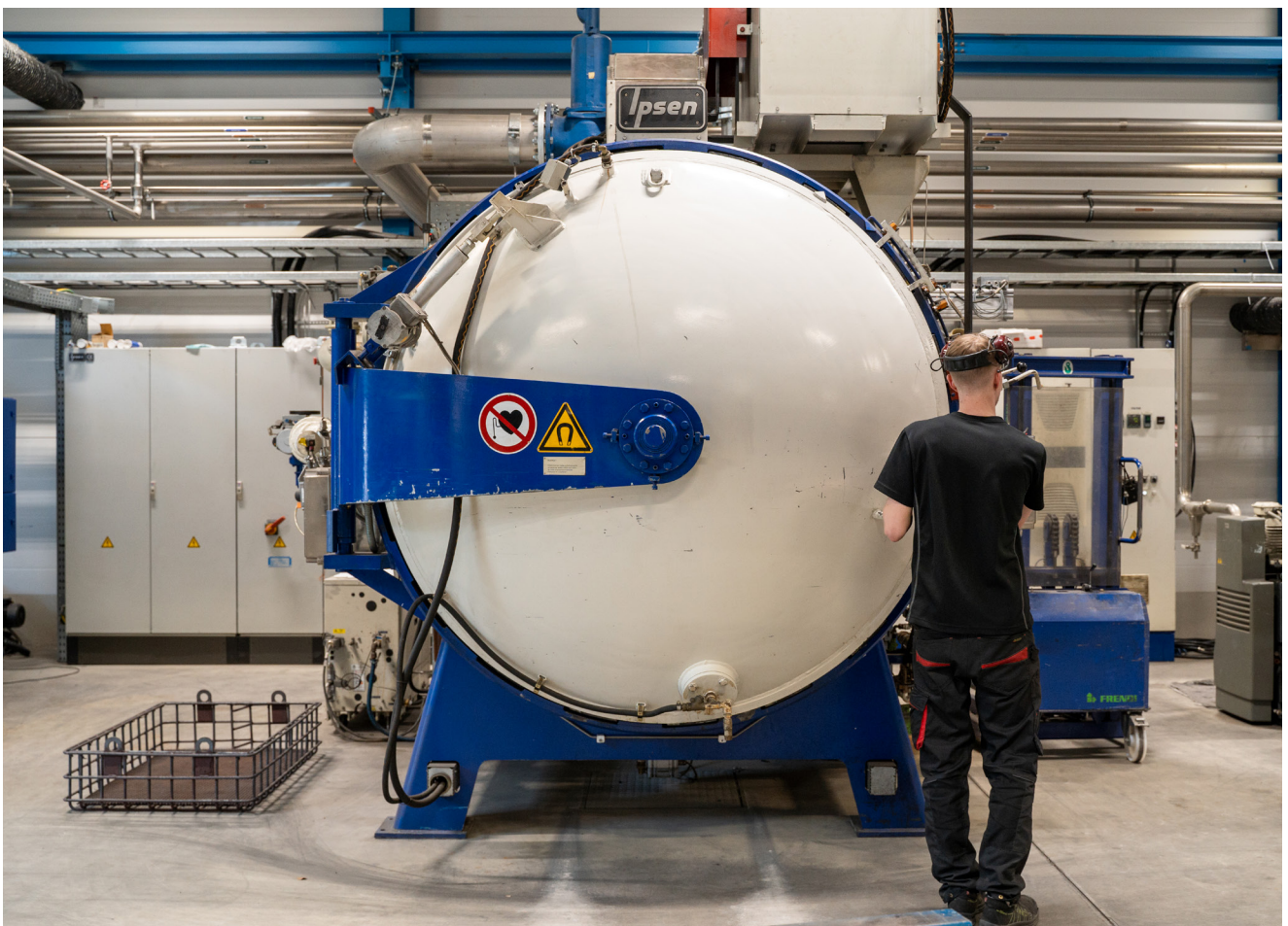
- Rakenne halutaan normalisoida hitsauksen tai taonnan jälkeen.
- Hitsauksen yhteydessä rakenne on päässyt hermistymään.
- Rakenne halutaan normalisoida ja pehmentää kylmämuokkauksen jälkeen.
- Tarve jännitystenpoistoon hitsauksen, muokkauksen tai koneistuksen jälkeen.

Hydrovac-menetelmään soveltuvia laatuja ovat tyyppillisesti AISI 304(L), AISI 316(L) ja muut vastaavat austeniittiset laadut. Myös muille ruostumattomille teräsryhmille (ferriittisille ja martensiittisille) voidaan tehdä pehmeäksihehkutusta ja jännitystenpoistohehkutusta Hydrovac-menetelmällä siten että pinta säilyy kirkkaana. Jos näitä teräksiä käsitellään ilmauunissa tai normaaleissa suojakaasu-uuneissa, tuloksena on musta, vaikeasti puhdistettava pinta ja huonontuneet korroosio-ominaisuudet. Hydrovac tekee kirkasta pintaa kaikissa tarvittavissa lämpötiloissa (500-1100 °C) ja säilyttää korroosionkeston erittäin hyvänä, koska käytämme puhdasta painetyypeä riittävän jäähtymisnopeuden takaamiseksi.

5. Liuoshehkutus

Austeniittisille teräksille suoritettava liuoshehkutus sopii valmiille tai lähes valmiille komponentille ja sitä suositellaan, kun

- Rakenne halutaan normalisoida hitsauksen tai taonnan jälkeen.
- Hitsauksen yhteydessä rakenne on päässyt herkimykseen.
- Rakenne halutaan normalisoida ja pehmentää kylmämuokkauksen jälkeen.
- Tarve jännitystenpoistoon hitsauksen, muokkauksen tai koneistuksen jälkeen.



6. SolNit®-menetelmä ruostumattomille teräksille

SolNit® on lämpökäsittelymenetelmä, joka on vastaava kuin hiiletyskarkaisu mutta hiilen tuojan sijaan käytetään typpeä. SolNit-menetelmässä käytetään vakuunikarkaisu-uunia yhdistettynä korkeapaineiseen kaasusammutusmenetelmään.

SolNit-prosessista on kaksi versiota:

1. **SolNit-M** martensiittisille ruostumattomille teräksille
2. **SolNit-A** austeniittisille ruostumattomille teräksille

Nämä prosessit mahdollistavat ruostumattoman teräksen pintakarkaisun.

Ruostumattomien terästen käsittelyistä halutaan välttää kromikarbideja ja krominitridejä, koska ne heikentävät teräksen korroosionestokykyä. SolNit-prosessitekniologiassa typpimolekyyli hajoaa kahdeksi typpiatomiksi, joka tunkeutuu teräksen pintaan ja lisää siten teräksen pinnan typpipitoisuutta.

Verrattuna tavanomaiseen pintakarkaisuun SolNit-prosessilla on useita etuja ruostumattomalle teräkselle:

- Lisää pinnan kovuutta heikentämättä korroosionkestävyysominaisuuksia.
- Ei muodosta metallikarbideja teräksessä.
- Lisää kestävyttä kulumista, eroosiota ja kavi-taatiota vastaan.
- Parantaa korkeiden lämpötilojen kestävyttä.
- On ympäristöystävällinen ja turvallinen, koska prosessikaasuna käytetään typpeä.

Tyypilliset SolNit-prosessin prosessiparametrit ovat: lämpötila 1050–1150 °C ja typen osapaine (N₂) 0,1–3 bar abs. Tässä prosessissa saavutetaan syvyys 0,2–2,5 mm. Martensiittisten terästen pintakovuus on luokkaa 54–61 HRC, austeniittisten ja duplex-terästen 200–350 HV.

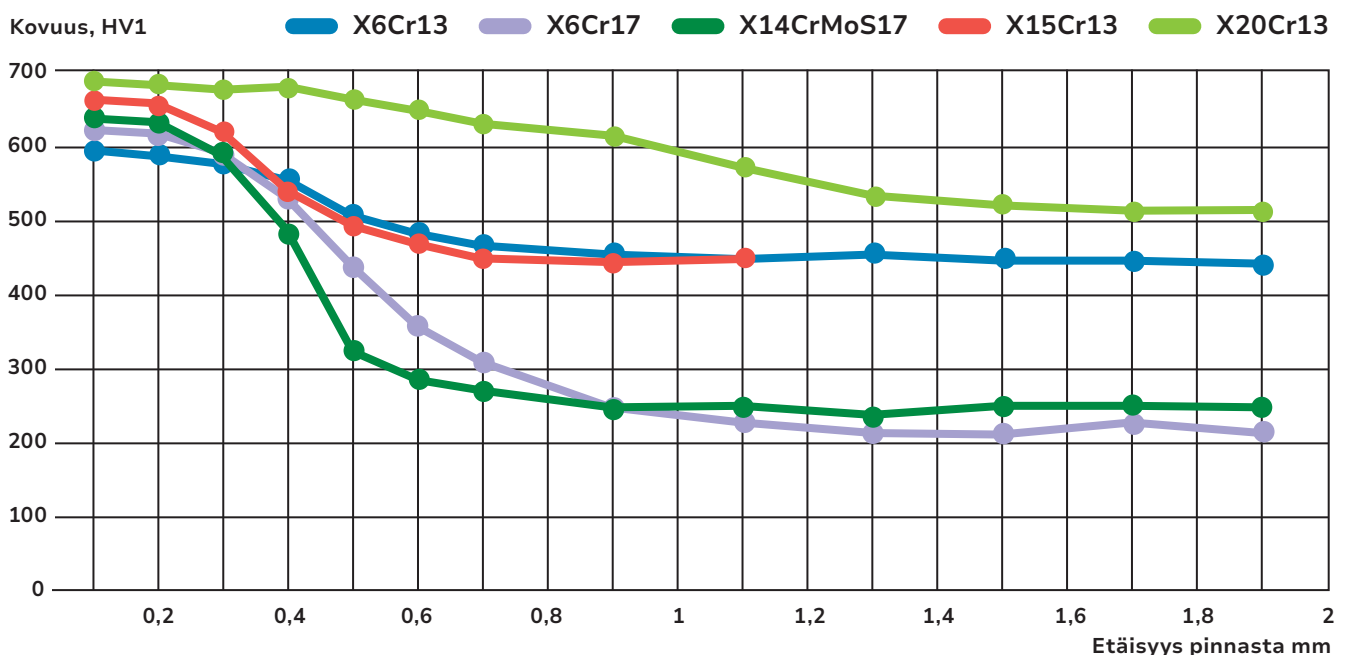
Vakuumilämpökäsittelyiden maksimitat ja lämpötilat

Menetelmä	°C	Max kg	Max mm leveys x korkeus x pituus
-----------	----	--------	-------------------------------------

Vakuumikäsittelyt

Vakuumikarkaisu	1200	800	600 x 600 x 900
Vakuumihiiletys	1050	800	600 x 600 x 900

Mikäli komponentit ovat suuremmat kuin annetut maksimirajat, ota yhteyttä karkaisimoon.



Tyypilliset kovuusprofiilit SolNit-M käsittelyn jälkeen. (Lähde Ipsen)



TERÄSMYYNTI NURMIJÄRVI

Sten Teräs Oy
Ilvesvuorenkatu 4
01900 Nurmijärvi
www.sten.fi
myynti@sten.fi
Puh 020 743 4610

STEN
teräksellä tulokseen

LÄMPÖKÄSITTELY MUURAME

Sten Teräs Oy
Kankaanperäntie 6
40950 Muurame
www.karkaisimo.fi
myynti@karkaisimo.fi
Puh 020 743 4640