

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 760019 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS  
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG  
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE  
PUBLIC**

(21)	Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application	760019
(51)	Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification	C21B
(22)	Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date	07.01.1976
(23)	Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date	07.01.1976
(41)	Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public	08.07.1977
(43)	Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date	12.06.2019

(71) Hakija - Sökande - Applicant

**1 •Rauma-Repola Oy**, Lokomon Tehtaat, PL 306-307, 33101 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

**1 •Miraftebi, Turadj**, Suorama, SUOMI - FINLAND, (FI)

**2 •Katila, Reijo**, Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

**Ruska & Co Oy**, Runeberginkatu 5, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

**Menetelmä austeniittisen kovamanganiteräksen valmistamiseksi**

**Förfarande för framställning av austenitisk hårdmanganstål**

Menetelmä austeniittisen kovamanganiteräksen valmistamiseksi  
Förfarande för framställning av austenitisk hårdmanganstål

Keksintö koskee austeniittisen kovamanganiteräksen, nk. Hadfield-teräksen, valmistusprosessia.

Hadfield-teräksen, joka sisältää 0,9 - 1,5 % hiiltä (C), 9 - 20 % mangaania (Mn), 0,2 - 1,5 % piitä (Si) sekä mahdollisesti lisäseosaineina 0 - 4 % kromia (Cr), 0 - 4 % nikkeliä (Ni), 0 - 3 % molybdeenia (Mo), 0 - 3 % kuparia (Cu) ja/tai mikro-seosaineina 0 - 0,15 % titaania (Ti), 0 - 0,15 % niobia (Nb), 0 - 0,15 % vanadiinia (V), 0 - 0,1 % zirkoniumia (Zr) tai 0 - 0,05 % booria (B) ja joka käyttötilassaan on puhtaasti austeniittinen mikrorakenteeltaan, nykyisin käytössä oleva valmistusprosessi jakautuu valettujen Hadfield-terästuotteiden osalta seuraaviin vaiheisiin:

1. Sulatus emäsvuorauksisessa uunissa - lämpötila 1400 - 1600°C
2. Valu hiekka- tai metallimuottiin - lämpötila 1375 - 1525°C
3. Jäähdytys muotin mukana huoneenlämpötilaan
4. Muotin purkaminen ja kappaleen puhdistaminen
5. Kuumennus lämpökäsittelylämpötilaan 1000 - 1100°C kuumennusnopeuden ollessa max 100°C/h
6. Hehkutus lämpökäsittelylämpötilassa 1000 - 1100°C kappalekoosta riipuen 1-6 h
7. Nopea jäähdytys huoneenlämpötilaan - käytännössä vesisammutus.

Em. valmistusprosessilla saadaan mikrorakenteeltaan homogeeninen austeniittinen Hadfield-teräs, jota käytetään ensisijaisesti koville, iskumaisille rasituksille alttiiksi joutuviissa kulutusosissa. Hadfield-teräs on tällaisissa olosuhteissa erittäin käyttökelpoinen, koska sillä on seuraavat kaksi arvokasta ominaisuutta:

- austeniittisen mikrorakenteen omaavana se on erittäin sitkeää ja kestää siihen kohdistuvat iskurasi-tukset murtumatta pakkasolosuhteissakin
- se on voimakkaasti muokkauslujittuva. Käytössä teräkseen kohdistuvat iskurasi-tukset kovettavat teräksen pinnan peruskovuudesta n. 200 HB aina kovuuteen 550 HB asti, jolloin teräksen kulumiskestävyys on erinomainen. Sisustaan koveneminen ei ulotu - sisusta käyttäytyy sitkeästi ja sen myötä koko kappale.

Teräksen sitkeästi käyttäytymisen edellytyksenä on, että rakenne on homogeenista austeniittia. Teräksen jäähtyessä valun jälkeen muotissa hitaasti huoneenlämpötilaan erkautuu lämpötila-alueella  $960 - 300^{\circ}\text{C}$  austeniitin raerajoille karbidia, joka muodostaa yhtenäisen verkon, jonka vuoksi teräs haurastuu täysin. Tämä karbidiverkko voidaan hävittää kuumentamalla teräs yli  $960^{\circ}\text{C}$  lämpötilaan, missä karbidi ei enää ole stabiili, vaan liukenee austeniittiseen matriisiin. Karbidien uudelleen erkautuminen estetään jäähdyttämällä nopeasti kriittisen lämpötilan alueen,  $960 - 300^{\circ}\text{C}$  läpi, sillä että karbidien erkautuminen on diffuusion kontrolloima prosessi, eikä se ehdi käynnistyä, jos jäähdytys on riittävän nopea. Hadfield-teräkselle annettavan lämpökäsittelyn - hehkutus  $1000 - 1100^{\circ}\text{C}$ /vesisammutus - ainoana tarkoituksena on edeltäneissä valmistusprosessin vaiheissa syntyneen karbidi-verkon eliminoiminen.

Keksinnön mukaisen menetelmän tunnusmerkit käyvät selville patenttivaatimuksista.

Keksinnön mukaisessa valmistusprosessissa estetään vahingollisten raerajakarbidien muodostuminen kokonaan, joten ko. karbidien hävittämiseen tähtäävää lämpökäsittelyä ei tarvita lainkaan. Keksinnön mukainen valmistusprosessi on siis seuraava:

1. Sulatus emäsvuorauksisessa uunissa - lämpötila  $1400 - 1600^{\circ}\text{C}$ .
2. Valu hiekka- tai metallimuottiin - lämpötila  $1375 - 1525^{\circ}\text{C}$ .
3. Jäähdytys muotin mukana Hadfield-teräksen normaaliin lämpökäsittelylämpötilaan - n.  $1100^{\circ}\text{C}$ .
4. Kappaleen poistaminen nopeasti muotista.
5. Välittömästi nopea jäähdytys huoneenlämpötilaan - vesisammutus.
6. Valukappaleen puhdistaminen.

Tämän Hadfield-teräksen suorasammutusmenetelmän ideana on siis, että teräkselle suoritetaan terässulan jäähdyttyä vesisammutus ennen kuin vahingollisilla raerajakarbidilla on energeettisiä mahdollisuuksia erkautua - eli  $960^{\circ}\text{C}$  yläpuolelta, jolloin teräksen erillinen lämpökäsittely tulee tarpeettomaksi.

Keksinnön mukaisella suorasammutusmenetelmällä on huomattavia etuja nykyisin käytössä olevaan valmistusprosessiin verrattuna.

### 1. Läpimenoajan lyheneminen

Läpimenoaika lyhenee kappalekoosta riippuen 70 - 90%. Esimerkiksi 100 mm paksuisen Hadfield-teräsvalun nykyinen valmistusprosessi vaatii aikaa seuraavasti: sulatus 3 h + valu 0,2 h + jäähtyminen muotissa huoneenlämpötilaan 20 h + kuuminen austenointilämpötilaan 10 h + hehkutus austenointilämpötilassa 3 h + sammutus veteen 0,3 h eli yhteensä 36,5 h.

Suorasammutusmenetelmällä samaan lopputulokseen tarvitaan seuraavat ajat (sulussa laadun varmistamiseksi käytetyn välihehkutuksen aika):

sulatus 3 h + valu 0,2 h + jäähtyminen muotissa sammutuslämpötilaan 1 h + muotin purkaminen 0,3 h (+ välihehkutus 1 h) + sammutus veteen 0,3 h eli yhteensä 4,8 (5,8 h) eli läpimenoaika lyhenee n. 87 % (84 %).

### 2. Energia

Yhden Hadfield-teräskilon sulattaminen vaatii teoriassa enegiaa noin 1,05 MJ (kuuminen + sulatus). Teräksen sulatusuunin hyötysuhde on normaalisti n. 0,5, joten Hadfield-teräskilon sulattamiseen kuluu käytännössä n. 2 MJ.

Hadfield-teräksen kuumentaminen lämpökäsittelylämpötilaan vaatii energiaa teoriassa n. 0,5 MJ. Lämpökäsittelyuunien hyötysuhde vaihtelee normaalisti välillä 0,1 - 0,3, joten yhteen lämpökäsittelyyn kuluu energiaa 1,5 - 5 MJ/kg. Jos uunin hyötysuhteeksi oletetaan 0,25, niin Hadfield-teräksen valmistusprosessi kuluttaa energiaa valetuilla Hadfield-terästuotteilla kiloa kohti seuraavasti:

Nykyisin käytössä oleva prosessi: Sulatus 2 MJ + lämpökäsittely 2 MJ eli yhteensä 4 MJ.

Suorasammutusmenetelmä: Sulatus 2 MJ. Suorasammutusmenetelmällä saadaan täten 50 % energiansäästö.

### 3. Repeämäriski pieneneminen

Hitaasti jäähtyvään Hadfield-teräkseen syntyy lämpötila-alueella 960 - 300°C raerajakarbidiverkko, joka haurastaa teräksen täysin. Jos tällaiseen hauraaseen teräkseen kohdistuu suuria jännityksiä, teräs repeää helposti raerajoja pitkin. Jännityksiä voi syntyä nykyisessä valmistusprosessissa:

- kovettunut valumuotti estää teräksen vapaan kiinteäkutistumisen, jolloin repeämät syntyvät jo muotissa jäähtymisen aikana
- lämpökäsittelylämpötilaan kuumennettaessa. Hadfield-teräksen lämmönjohtokyky on suhteellisen huono, joten terästä nopeasti kuumennettaessa kappaleessa syntyy erittäin suuria lämpötilaerojännityksiä, jotka voivat repeä kappaleen. Repeämäriski on sitä suurempi mitä paksumpi kappale on.

Suorasammutusmenetelmällä vältetään nämä molemmat vaarat, koska siinä ei missään prosessin vaiheessa esiinny repeämiin pääsyyllisenä olevia raerajakar-bideja ja toiseksi repeäminen lämpökäsittelyvaiheessa vältetään jo yksinomaan siksi, että lämpökäsittelyä ei suoriteta.

#### 4. Hiilenkadon välttäminen

Hadfield-teräksen pinnassa tapahtuu lämpökäsittelyn aikana merkittävää hiilenkatoa, mistä on seurauksena, että austenointia seuraavassa sammutuksessa pinta ei jääkään austeniittiseksi vaan muuttu martensiitiksi, joka kovana, mutta hauraana rakenneosana aiheuttaa kappaleeseen pintarepeämiä. Suorasammutusmenetelmää käytettäessä ei hiilenkatovaaraa ole, koska erillistä lämpökäsittelyä ei suoriteta.

#### 5. Raekoon pitäminen pienenä

Hadfield-teräksen kulumiskestävyys on kääntäen verrannollinen teräksen raekokoon. Hadfield-teräs on kaikissa lämpötiloissa austeniittinen ja siinä ei tapahdu mitään faasitransformaatioita, joten raekokoa ei voida hienontaa lämpökäsittelyn avulla. Teräksen laatua määräävä raekoko syntyy jo jähmettymisvaiheessa ja myöhemmät lämpökäsittelyt ainoastaan kasvattavat raetta. Suorasammutusmenetelmällä, johon ei liity erillisiä lämpökäsittelyjä, voidaan säilyttää valussa muodostunut raekoko, kun taas nykyisin käytössä olevassa menetelmässä raekoko kasvaa enemmän tai vähemmän lämpökäsittelyn aikana aiheuttaen täten teräksen laadun huononemista.

#### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä austeniittisen kovamagnaaniteräksen eli ns. Hadfield-teräksen valmistamiseksi, jolloin sulatus tapahtuu emäsvuorauksisessa uunissa lämpötila-alueella  $1400 - 1600^{\circ}\text{C}$  ja tämän jälkeen valu hiekka- tai metallimuottiin lämpötilan ollessa  $1375 - 1525^{\circ}\text{C}$ , t u n n e t t u siitä, että valettu terästuote jäähdytetään valun jälkeen muotin mukana lämpötila-välille  $960 - 1150^{\circ}\text{C}$ , jossa lämpötilassa  $960 - 1150^{\circ}\text{C}$  valettu terästuote puretaan muotista ja sammutetaan välittömästi veteen tai muuhun nopeasti jäähdyttävään väliaineeseen.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että terästuotteen laadun varmistamiseksi välittömästi muotista purkamisen jälkeen valetulle terästuotteelle annetaan lyhyt tasausherkutus lämpötilassa  $1000 - 1100^{\circ}\text{C}$ .

Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar:

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer, utläggnings- och patentskrifter:

Suomi - Finland \_\_\_\_\_  
 Iso-Britannia - Storbritannien \_\_\_\_\_  
 Norja - Norge \_\_\_\_\_  
 Ranska - Frankrike \_\_\_\_\_  
 Ruotsi - Sverige \_\_\_\_\_  
 Saksa - BRD - Tyskland \_\_\_\_\_  
 Sveitsi - Schweiz \_\_\_\_\_  
 Tanska - Danmark \_\_\_\_\_  
 USA \_\_\_\_\_

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

1. "GIESSEREI PRAXIS", NO 2, 1972, P. 118
2. H. MIEKONEN; "METALLIOPII",  
 H. PAINOSI, KEURUU 1970, P. 345-346

Muitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.

10378 *Lehtinen*