



F I 000111854B



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 111854 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

30.09.2003

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

C21D 9/04

(21) Patentihakemus - Patentansökning

973065

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

18.07.1997

(24) Alkuperäpäivä - Löpdag

11.01.1996

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

18.09.1997

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan

PCT/GB96/00034

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

20.01.1995 GB 9501097 P

(73) Haltija - Innehavare

1 •Corus UK Limited, 9 Albert Embankment, London SE1 7SN, ISO-BRITANNIA, (GB)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Bhadeshia, Harshad Kumar Dharamshi Hansraj, 57 Barrons Way, Camberton, Cambridge CB3 7EQ, ISO-BRITANNIA, (GB)

2 •Jerath, Vijay, 26 Heron Hill, Aston, Sheffield, South Yorkshire S31 0GF, ISO-BRITANNIA, (GB)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab

Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Karbidivapaa bainiittinen teräskisko ja menetelmä sellaisen valmistamiseksi
Karbidifri bainitisk stålskena och förfarande för framställning av densamma

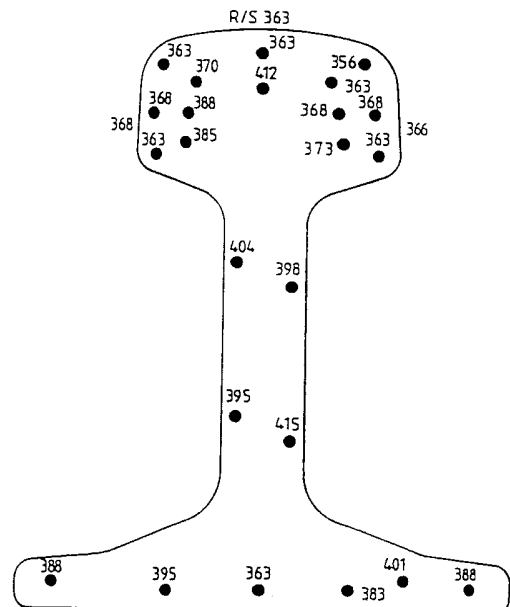
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE B 2302865 (C 22c 39/26), EP A 612852 (C 21D 9/04), JP 06-316728-1511 1994 (C 21D 9/04) englanninkielinen abstrakti, Stahl und Eisen, vol. 115, nro 2, 16 February 1995, p.93-98, Boer de H et al.: "Naturharte Bainitische Schienen mit Hoher Zugfestigkeit"

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä kulumista ja vierintäkosketuksen aiheuttamaa väsymistä vastustavan bainiittisen terästuotteen valmistamiseksi, jonka mikrorakenne on olennaisesti karbidivapaa. Menetelmä käsittää vaiheet, joissa kuumavalsataan terästä, jonka painokoostumus sisältää 0,05 - 0,50 % hiiltä, 1,00 - 3,00 % piitä ja/tai alumiinia, 0,50 - 2,50 % mangaania ja 0,25 - 2,50 % kromia, loput rautaa ja satunnaisia epäpuhtauksia ja jäähdytetään jatkuvasti terästä sen valsauslämpötilasta luonnollisella tavalla ilmassa tai kiihdytetyllä jäähdytyksellä.

Ett förfarande för framställning av en bainitisk stålprodukt, som motstår av nötning och rullningskontakt orsakad utmattning, och som har en väsentligen karbidfri mikrostruktur. Förfarandet omfattar steg, varvid stål varmvalsas, vars viktsammansättning har 0,05 - 0,50% kol, 1,00 - 3,00 % kisel och/eller aluminium, 0,50 - 2,50 % mangan och 0,25 - 2,50 % krom, resten järn och tillfälliga föroreningar, och stålet kyls kontinuerligt från sin valsningstemperatur på naturlig väg i luften eller genom påskyndad kylning.



Karbidivapaa bainiittinen teräskisko ja menetelmä sellaisen valmistamiseksi

Tämä keksintö koskee karbidivapaita bainiittisiä teräskiskoja ja menetelmiä tällaisten teräskiskojen valmistamiseksi. Tarkemmin sanoen, muttei yksinomaan tämä keksintö koskee karbidivapaita bainiittisiä teräksiä, joilla on parantunut kulutuskesto ja vierintäkosketuksesta johtuvan väsymisen kesto, joista ominaisuuksista mm. rata- ja nosturikiskot, rautatievaihteet ja -risteykset kärsivät.

Useimmat rataiskot on tähän saakka valmistettu perliittisistä teräkistä. Viimeaikaisissa katsauksissa on mainittu, että perliittiset teräkset lähesyvät materiaaliominauksiensa kehityksen rajaa rataiskojen kannalta. Tämän vuoksi on tarvetta arvioida vaihtoehtoisia terästyyppejä, joilla on hyvä kulutuksen ja vierintäkosketuksesta johtuvan väsymisen vastustuskyky yhdistettynä parantuneisiin muokkaussitkeyden ja hitsattavuuden tasoihin.

Patenttijulkaisussa EP 0 612 852 A1 selostetaan menetelmää erityin lujien bainiittisten teräskiskojen valmistamiseksi, joilla on hyvä vierintäkosketuksesta johtuvan väsymisen vastustuskyky, jossa menetelmässä kuuma-valssatun kiskon yläosa saatetaan epäjatkuvan jäähdytysohjelman alaiseksi, johon liittyy kiihdytetty jäähdytys austeniittialueelta jäähdytyksen lopetuslämpötilaan 500 - 300°C nopeudella 1 - 10 °C/s ja sen jälkeen yläosan jäähdytys edelleen alemmalle lämpötilavyöhykkeelle. Bainiittinen teräs, josta kiskot valmistetaan, ei ole karbidivapaa. Tällä menetelmällä valmistettujen kiskojen havaittiin kuluvan helpommin kuin tavanomaisten perliittisten kiskojen ja niillä oli parantunut vierintäkosketuksesta johtuva väsymisen vastustuskyky. Näin ollen näiden kiskojen yläpintojen kulumisnopeuden kasvu varmisti, että kertynyt väsymisvaurio kului pois ennen kuin vahinkoja tapahtui. Näiden kiskojen fysikaaliset ominaisuudet saavutetaan osaksi edellä mainitulla kiihdytetyllä jäähdytysohjelmalla.

Patenttijulkaisussa EP 0 612 852 A1 ehdotettu ratkaisu eroaa merkittävästi esillä olevan keksinnön menetelmästä, jolla rataiskoille saavutetaan oleellisesti parantunut kulutuskesto yhdessä erinomaisen vierintäkosketuksesta johtuvan väsymisen vastustuskyvyn kanssa. Näillä teräksillä on myös parantunut iskusitkeys ja muokattavuus verrattuna perliittisiin kiskoihin. Esillä olevan keksinnön menetelmässä vältetään myös patenttijulkaisussa EP 0 612 852 A1 määritellyn monimutkaisen epäjatkuvan jäähdytysohjelman tarve.

Muita vastaavia dokumentteja, joissa määritellään monimutkaisia epäjatkuvia jäähdytysohjelmia, ovat GB 2 132 225, GB 207 144, GB 1 450 355, GB 1 417 330, US 5 108 518 ja EP 0 033 600.

Ratakiskoja, jotka on valmistettu rautakarbida sisältävistä bainiittisista teräksistä, on ehdotettu aikaisemmin. Vaikka jatkuvasti jäähdytetyn bainiitin hieno ferriittisälekoko (leveys ~ 0,2 - 0,8 μm) ja suuri dislokaatioitiheys yhdessä tekevät teräksistä hyvin vahvoja, säleiden välisten ja sisäisten karbidien mikrorakenteen läsnäolo johtaa kasvaneeseen haurauteen, joka on suuressa määrin ollut esteenä tällaisten terästen kaupalliselle hyödyntämiselle.

On tunnettua, että haurausongelmaa, joka esiintyy haitallisten karbidien läsnäolosta johtuen, voidaan suuressa määrin lievittää käyttämällä suhteellisen suuria pii- ja/tai alumiinilisäyksiä (~ 1 - 2 %) niukasti lejeerattuihin teräksiin. Piin ja/tai alumiinin läsnäolo teräksissä, joita muutetaan jatkuvasti bainiitiksi edistää muokattavien, runsashiilisten austeniittialueiden säilymistä hauraiden säleensisäisten sementtiittikalvojen muodostumisen sijasta ja riippuu edellytyksestä, että dispergoitunut, säilyneen austeniitin olisi oltava sekä termisesti että mekaanisesti stabiili. On osoitettu, että säilynyt austeniitti, joka seuraa jatkuvaa jäähdytysmuutosta bainiittisella lämpötila-alueella, esiintyy joko hienojakoisina ohuina säleensisäisinä kalvoina tai "kokkaremaisten" pakettien välisten alueiden muodossa. Vaikka ohuella kalvomorfologialla on erittäin suuri terminen ja mekaaninen stabiilisuus, kokkaremainen tyyppi voi muuttua runsashiiliseksi martensiitiksi, joka edistää vähemmän hyvää murtumissitkeyttä. Ohutkalvo- ja kokkaremaisesta morfologiasta välistä suhdetta $> 0,9$ vaaditaan hyvän sitkeyden varmistamiseen ja tämä voidaan saavuttaa teräskoostumuksen ja lämpökäsittelyn huolellisella valinnalla. Tämä johtaa olennaisesti karbidivapaan "ylemmän bainiitti"-tyypin mikrorakenteeseen, joka perustuu bainiittiseen ferriittiin, jäännösausteniittiin ja runsashiiliseen martensiittiin.

Esillä olevan keksinnön tavoitteena on saada aikaan karbidivapaita bainiittisiä teräksiä, joilla on oleellisesti parantuneet kovuusalueet ja jotka omaavat selviä etuja tunnettuihin ratakiskoteräksiin verrattuna.

Esillä olevan keksinnön mukaisesti sen eräessä kohdassa aikaansaadaan menetelmä kulumista ja vierintäkosketuksen aiheuttamaa väsymistä vastustavan karbidivapaan bainiittisen teräskiskon valmistamiseksi, jolle menetelmälle on tunnusomaista, että se käsittää vaiheet, joissa kuumavalssataan muotoon terästä, jonka painokoostumus sisältää 0,05 - 0,50 % hiiltä, 1,00 - 3,00 % piitä ja/tai alumiinia, 0,5 - 2,50 % mangaania, 0,25 - 2,50 % kromia, 0 -

3,00 % nikkeliä, 0 - 0,025 % rikkiä, 0 - 1,00 % wolframia, 0 - 1,00 % molybdeenia, 0 - 3 % kuparia, 0 - 0,10 % titaania, 0 - 0,50 % vanadiinia ja 0 - 0,005 % booria, loput rautaa ja satunnaisia epäpuhtauksia ja jäähdytetään jatkuvasti
5 ilmassa tai kiihdytettyllä jäähdytyksellä vaadittavan kulutusta ja vierintäkosketuksen aiheuttamaa väsymistä vastustavan karbidivapaan bainiittia olevan teräskiskon valmistamiseksi.

Edullisten teräskoostumusten hiilipitoisuus voi olla 0,10 - 0,35 paino-%. Piipitoisuus voi olla 1,00 - 2,50 paino-%. Samoin mangaanipitoisuus voi
10 olla 1,00 - 2,50 paino-%, kromipitoisuus voi olla 0,35 - 2,25 paino-% ja molybdeenipitoisuus, voi olla 0,15 - 0,60 paino-%.

Esillä olevan keksinnön mukaisilla teräksillä on vierintäkosketuksen väsymislujuuden, muokattavuuden, taivutuseliniän ja murtumissitkeyden parantuneet tasot yhdistettynä vierintäkosketuksesta johtuvan kulumisen vastustuskykyyn, joka on samanlainen tai parempi kuin nykyisillä lämpökäsitellyillä
15 perliittikiskoilla.

Tietyissä olosuhteissa katsotaan olevan edullista, että kiskolla on riittävän suuri kulumisnopeus, jotta kiskon yläosan pinnalle kertyneen vierintäkosketuksesta johtuvan väsymisvaurion olisi mahdollista kulua jatkuvasti pois.
20 Eräs ilmeinen tapa nostaa kiskon kulumisnopeutta on pienentää sen kovuutta. Kiskon kovuuden merkittävä laskeminen aiheuttaa kuitenkin ankaran plastisen muodonmuutoksen tapahtumista kiskon yläosan pinnalla, mikä itsessään on epämieluisaa.

Uusi ratkaisu tähän ongelmaan piilee tämän vuoksi siinä, että kyetään valmistamaan riittävän suuren kovuuden/lujuuden omaava kisko, joka
25 vastustaa liiallista plastista muodonmuutosta käytön aikana säilyttäen siten halutun kiskon muodon, mutta jolla on kuitenkin kohtuullisen suuri kulumisnopeus vierintäkosketuksesta johtuvan väsymisvaurion jatkuvaksi poistamiseksi. Tämä on saavutettu esillä olevassa keksinnössä liittämällä harkitusti karbidivapaaseen bainiittiseen mikrorakenteeseen pieni määrä pehmeää eutektoidia
30 edistävää ferriittiä teräskoostumuksen tarkoituksenmukaisella säädöllä.

Eräs tämän keksinnön mukaisten luonnonilmajäähdytettyjen bainiittisten terästen prosessointietu verrattuna nykyisiin suurilujuuksisiin perliittiteräskiskoihin on lämpötilakäsittelyoperaatioiden eliminoinnissa sekä kiskon
35 valmistuksen että sen myöhemmän hitsausliittämisen aikana.

Toisessa kohdassaan tämä keksintö kohdistuu karbidivapaaseen vierintäkosketuksen aiheuttamaa kulutusta ja väsymistä vastustavaan bainiittiseen bainiittiteräskiskoon. Teräskiskolle on tunnusomaista, että se on valmistettu kuumavalssaamalla muotoon terästä, jonka painokoostumus sisältää
 5 0,05 - 0,50 % hiiltä, 1,00 - 3,00 % piitä ja/tai alumiinia, 0,50 - 2,50 % mangaa-
 nia, 0,25 - 2,50 % kromia, 0 - 3,00 % nikkeliä, 0 - 0,025 % rikkiä, 0 - 1,00 %
 wolframia, 0 - 1,00 % molybdeenia, 0 - 3 % kuparia, 0 - 0,10 % titaania, 0 -
 0,50 % vanadiinia ja 0 - 0,005 % booria, loput rautaa ja satunnaisia epäpuhta-
 10 lämpötilaan luonnollisella tavalla ilmassa tai kiihdytetyllä jäähdytyksellä.

Tätä keksintöä kuvataan nyt vain esimerkkinä viitaten oheisiin kaavamaisiin piirroksiin, joissa:

Kuvio 1 esittää tämän keksinnön mukaisen rautaa olevan karbidivapaan bainiittiteräskiskon kovuusprofiilia;

15 Kuvio 2 kaavamainen CCT-diagrammi tämän keksinnön mukaiselle karbidivapaalle bainiittiteräkselle;

Kuvio 3 on pyyhkäisyelektronimikroskooppivalokuva tämän keksinnön mukaisesta karbidivapaasta bainiittiteräksestä;

20 Kuvio 4 esittää Charpyn V-lovi-iskumuutoskäyriä tämän keksinnön mukaiselle valssatulle, rautaa olevalle karbidivapaalle bainiittiteräkselle verrattuna vastaaviin käyriin tavanmukaiselle lämpökäsitellylle hiiliperliittiteräkselle, jota nykyään käytetään rautatiekiskoissa;

25 Kuvio 5 on graafinen esitys laboratoriossa saadusta vierintäkosketuksen kulumismäärästä sellaisten teräsnäytteiden kovuuden funktiona, jotka on valmistettu tämän keksinnön mukaisesti karbidivapaista bainiittiteräksistä;

Kuvio 6 esittää tämän keksinnön mukaisten karbidivapaiden bainiittiterästen ja kaupallisesti saatavien kulutuskestoisten materiaalien hankauskulutusikää pyörästettyä kvartsihankausainetta vastaan;

30 Kuvio 7 on graafinen esitys, joka kuvaa tämän keksinnön mukaisen puskuhitsatun karbidivapaan bainiittiteräslevyn kovuusprofiilia; ja

Kuvio 8 on tämän keksinnön mukaisen valssatun karbidivapaan bainiittiteräksen kerroksellinen karkaistuvuusikäkäyrä.

35 Esillä olevan keksinnön päätavoite on saada aikaan suurilujuuk-
 sinen kulutusta ja vierintäkosketuksesta johtuvaa väsymistä kestävä mikrorakenne, joka koostuu karbidivapaasta "bainiitista", jossa on jonkin verran runsashiillistä martensiittia ja säilynyttä austeniittia, kiskon yläosaan. Käytännössä

on havaittu, että tätä suurilujuista mikrorakennetta on läsnä myös sekä valssatun kiskon kaula- että jalkaosissa. Tyypillinen Brinell-kovuuden (HB) profiili 56,1 kg/m:n kiskoprofiilille esitetään kuviossa 1.

5 Kiskon suurilujuiset ylä-, kaula- ja jalkaosat saavat aikaan hyvän vierintäkosketuksesta ja taivutuksesta johtuvan väsymiskeston radan käytön aikana.

Nämä ja muut toivotut tavoitteet saavutetaan teräskoostumuksen huolellisella valinnalla ja joko jäähdyttämällä jatkuvasti terästä ilmassa tai kiihdytetyllä jäähdytyksellä kuumavalssauksen jälkeen ympäristön lämpötilaan.

10 Tämän keksinnön mukaisten terästen koostumusalueet esitetään seuraavassa taulukossa A:

Taulukko A

Alkuaine	Koostumusalue (paino-%)
Hiili	0,05 - 0,50
Alumiini/pii	1,00 - 3,0
Mangaani	0,05 - 2,5
Nikkeli/kupari	alle 3,0
Kromi	0,25 - 2,5
Wolframi	alle 1,0
Molybdeeni	alle 1,0
Titaani	alle 0,10
Vanadiini	alle 0,50
Boori	alle 0,0050
Loput	Rauta & satunnaiset epäpuhtaudet

15 Näiden alueiden puitteissa muutoksia voidaan tehdä riippuen mm. vaaditusta kovuudesta, muokattavuudesta jne. Kaikki teräkset ovat kuitenkin olennaisesti bainiittisia luonteeltaan ja ovat karbidivapaita. Näin ollen edullinen hiilipitoisuus voi osua välille 0,10 - 0,35 paino-%. Samoin piipitoisuus voi olla 1 - 2,5 paino-%, mangaanipitoisuus 1 - 2,5 paino-%, kromipitoisuus 0,35 - 2,25
20 paino-% ja molybdeenipitoisuus 0,15 - 0,60 paino-%.

Tämän keksinnön mukaisten terästen kovuusarvot ovat yleensä välillä 390 - 500 Hv30, vaikka on myös mahdollista valmistaa teräksiä, joilla on alemmat kovuustasot. Tyypilliset kovuusarvot, kulumisnopeudet, venymät ja

muut fysikaaliset parametrit voidaan nähdä oheen liitetystä taulukosta B, joka luettelee yksitoista tämän keksinnön mukaista näyteterästä.

Kuvio 2 esittää kaavamaista CTT-diagrammia. Boorin lisäys toimii hidastaen muutosta ferriitiksi niin, että jatkuvan jäähtymisen aikana bainiittiä muodostuu laajalla jäähtytysnopeuksien alueella. Lisäksi bainiittikäyrän yläosa on tasainen niin, että muutoslämpötila on olennaisesti vakio laajalla jäähtytysnopeuksien alueella, mikä johtaa vain pieniin lujuusvaihteluihin suhteellisen suurten ilmajäädytettyjen tai kiihdytettysti jäädytettyjen profiilien poikki.

Taulukossa B luetellut teräkset valssattiin 30 mm paksuiksi levyiksi (30 mm paksun levyn jäähtymisnopeudet ovat lähellä kiskon yläosan keskuk-
sen jäähtymisnopeuksia) sivultaan ~125 mm olevista neliömäisistä harkoista ja jäädytettiin normaalilla ilmalla ~1 000°C:n loppuvalssauslämpötilasta ympäristön lämpötilaan. Näin kehittyneet valssatut mikrorakenteet koostuvat olennaisesti karbidivapaan bainiitin ja säilyneen austeniitin seoksesta, jossa on vaihtelevia määriä runsashiilistä martensiittia, kuten kuviossa 3 esitetään.

Valssatuilla, 30 mm paksuilla bainiittisilla koeteräslevyillä saavutettujen useiden mekaanisten ominaisuuksien vertaaminen niihin, jotka tyypillisesti saadaan nykyisin valmistetuilla valssilämpökäsitellyillä (MHT) kiskoilla, esitetään seuraavassa:

20

Kisko-tyyppi	0,2% (N/mm ²)	PS (N/mm ²)	TS (N/mm ²)	E1 (%)	RofA (%)	HV30	CVN(J) 20°C:ssa	K _{1%} -20°C MPam ^{1/2}	Kulumismäärä mg/m liukuma (kosketusrasitus 750 N/mm ²)
MHT	800-900	1150-1300	9-13	20-25	360-400	3-5	30-40	20-30	
Bainiitti	730-1230	1250-1600	14-17	40-55	400-500	20-39	45-60	3-38	

Valssattujen 30 mm paksujen bainiittisten teräslevyjen ominaisuudet edustavat merkittävää lujuus- ja kovuustasojen kohoamista verrattuna lämpökäsitellyn perliittisen kiskon ominaisuuksiin, mistä seuraa Charpy-iskuenergiatason parannus 4 J:sta tyypillisesti 35 J:een 20°C:ssa. Charpy V-loviiskun muutoskäyrät kahdelle valssatulle bainiittiselle kiskoteräsleukoostumukselle (0,22 % C, 2 % Cr, 0,5 % Mo, B-vapaa ja 0,24 % C, 0,5 % Cr, 0,5 % Mo ja

25

0,0025 % B) ja pelkkää hiiltä sisältävälle valssilämpökäsitellylle perliittikiskolle esitetään kuviossa 4. Näiden kahden bainiittikiskoteräksen voidaan myös nähdä säilyttävän suuren iskusitkeyden aina - 60°C:n lämpötiloihin asti.

5 Valssattujen 30 mm paksujen bainiittiteräslevyjen laboratoriossa todetun vierintäkosketuksesta johtuvan kulumisen suorituskyvyn 750 N/mm²:n kosketusrasituksessa havaittiin olevan merkittävästi parempi kuin nykyisten perliittisten lämpökäsiteltyjen kiskojen suorituskyvyn, kuten kuviossa 5 graafisesti esitetään.

10 Tämän keksinnön mukaisilla teräksillä suoritettut kokeet ovat myös osoittaneet bainiittisten teräskoostumusten tarjoavan hyvän kulutuskeston hankaavissa olosuhteissa suhteellisten kulumisikien ollessa noin 5,0 verrattuna hiiliterässtandardiin pyörästettyä kvartsiainesta vastaan. Kuvio 6 osoittaa, että nämä kulumisikäarvot ovat ylivoimaisia monien kaupallisesti saatavien kulutuskestoisten materiaalien arvoihin verrattuna, mukaan lukien Abrazo 450 -
15 ja 13 % Cr sisältävä martensiittinen teräs.

Valssattujen 30 mm paksujen bainiittisten teräslevyjen halkeamissitkeyden (olemassa olevan murtuman etenemisen vastustuskyky) on havaittu olevan merkittävästi suurempi välillä 45 - 60 MPam^{1/2}.

20 Valssattujen 30 mm paksujen teräslevyjen havaittiin olevan helposti puskuhittavissa kovuustasojen normaalilla ilmalla jäähdytettujen, puskuhittattujen levyjen kriittisillä hitsisauman HAZ-alueilla ollessa joko yhtä suuret tai hieman korkeammat kuin peruslevymateriaalilla, kuten kuviossa 7 esitetään.

25 Valssatuilla 30 mm paksuilla bainiittisilla koeteräslevyillä oli hyvät karkaistuvuudet, kuten kuviossa 8 esitetään lähes vakiokovuustasojen kehittyessä 1,5 - 50 mm:n etäisyyksille äkkijäähdytetystä päästä, mikä vastaa 700°C:ssa jäähdytysnopeuksia välillä 225 - 2°C/s.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä kulutusta ja vierintäkosketuksen aiheuttamaa väsymistä vastustavan karbidivapaan bainiittia olevan teräskiskon valmistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää vaiheet, joissa kuuma-

5 valssataan muotoon terästä, jonka painokoostumus sisältää 0,05 - 0,50 % hiiltä, 1,00 - 3,00 % piitä ja/tai alumiinia, 0,5 - 2,50 % mangaania, 0,25 - 2,50 % kromia, 0 - 3,00 % nikkeliä, 0 - 0,025 % rikkiä, 0 - 1,00 % wolframia, 0 - 1,00 % molybdeenia, 0 - 3 % kuparia, 0 - 0,10 % titaania, 0 - 0,50 % vanadiinia ja 0 - 0,005 % booria, loput rautaa ja satunnaisia epäpuhtauksia ja jäähdytetään jat-

10 kuvasti kiskoa sen valssauslämpötilasta ympäristön lämpötilaan luonnollisella tavalla ilmassa tai kiihdytetyllä jäähdytyksellä vaadittavan kulutusta ja vierintäkosketuksen aiheuttamaa väsymistä vastustavan karbidivapaan bainiittia olevan teräskiskon valmistamiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kiskon hiilipitoisuus on 0,10 - 0,35 paino-%.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,

t u n n e t t u siitä, että piipitoisuus on 1,00 - 2,50 paino-%.

4. Minkä tahansa edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mangaanipitoisuus on 1,00 - 2,50 paino-%, kromipitoisuus on välillä 0,35 - 2,25 paino-% ja molybdeenipitoisuus on 0,15 - 0,60 paino-%.

5. Karbidivapaa, vierintäkosketuksen aiheuttamaa kulutusta ja väsymistä vastustava bainiittinen teräskisko, t u n n e t t u siitä, että se on valmistettu kuumavalssaamalla muotoon terästä, jonka painokoostumus sisältää

25 0,05 - 0,50 % hiiltä, 1,00 - 3,00 % piitä ja/tai alumiinia, 0,50 - 2,50 % mangaania, 0,25 - 2,50 % kromia, 0 - 3,00 % nikkeliä, 0 - 0,025 % rikkiä, 0 - 1,00 % wolframia, 0 - 1,00 % molybdeenia, 0 - 3 % kuparia, 0 - 0,10 % titaania, 0 - 0,50 % vanadiinia ja 0 - 0,005 % booria, loput rautaa ja satunnaisia epäpuhtauksia ja että se on jatkuvasti jäähdytetty sen valssauslämpötilasta ympäristön

30 lämpötilaan luonnollisella tavalla ilmassa tai kiihdytetyllä jäähdytyksellä.

Patentkrav

1. Förfarande för framställning av en karbidfri bainitisk stålskena som motstår nötning och utmattningsförorsakad av rotationskontakt,

k ä n n e t e c k n a t av att förfarandet omfattar stegen enligt vilka
5 ett stål varmvalsas till form, vilket ståls sammansättning i viktprocent innehåller
0,05 - 0,50 % kol, 1,00 - 3,00 % kisel och/eller aluminium, 0,5 - 2,50 % man-
gan, 0,25 - 2,50 % krom, 0 - 3,00 % nickel, 0 - 0,025 % svavel, 0 - 1,00 %
wolfram, 0 - 1,00 % molybden, 0 - 3 % koppar, 0 - 0,10 titan, 0 - 0,50 % vana-
din och 0 - 0,005 % bor, resten järn och slumpmässiga orenheter och skenan
10 kyls kontinuerligt från sin valsningstemperatur till omgivande temperatur natur-
ligt i luft eller med en accelererad kylning för framställning av den erforderliga
karbidfria bainitiska stålskenan som motstår nötning och utmattningsförorsakad
av rotationskontakt.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att ske-
15 nans kolhalt är 0,10 - 0,35 vikt-%.

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2,

k ä n n e t e c k n a t av att skenans kiselhalt är 1,00 - 2,50 vikt-%.

4. Förfarande enligt vilket helst av föregående patentkrav, k ä n n e-
t e c k n a t av att manganhalten är 1,00 - 2,50 vikt-%, kromhalten är mellan
20 0,35 - 2,25 vikt-% och molybdenhalten är 0,15 - 0,60 vikt-%.

5. Karbidfri bainitisk stålskena som motstår nötning och utmattningsförorsakad av rotationskontakt, k ä n n e t e c k n a t av att den framställs
genom att varmvalsa stål till form, vilket ståls sammansättning i viktprocent in-
nehåller 0,05 - 0,50 % kol, 1,00 - 3,00 % kisel och/eller aluminium, 0,5 - 2,50
25 % mangan, 0,25 - 2,50 % krom, 0 - 3,00 % nickel, 0 - 0,025 % svavel, 0 - 1,00
% wolfram, 0 - 1,00 % molybden, 0 - 3 % koppar, 0 - 0,10 titan, 0 - 0,50 % va-
nadin och 0 - 0,005 % bor, resten järn och slumpmässiga orenheter och att
den är kontinuerligt kyld från sin valsningstemperatur till omgivande tempera-
tur naturligt i luft eller med en accelererad kylning.

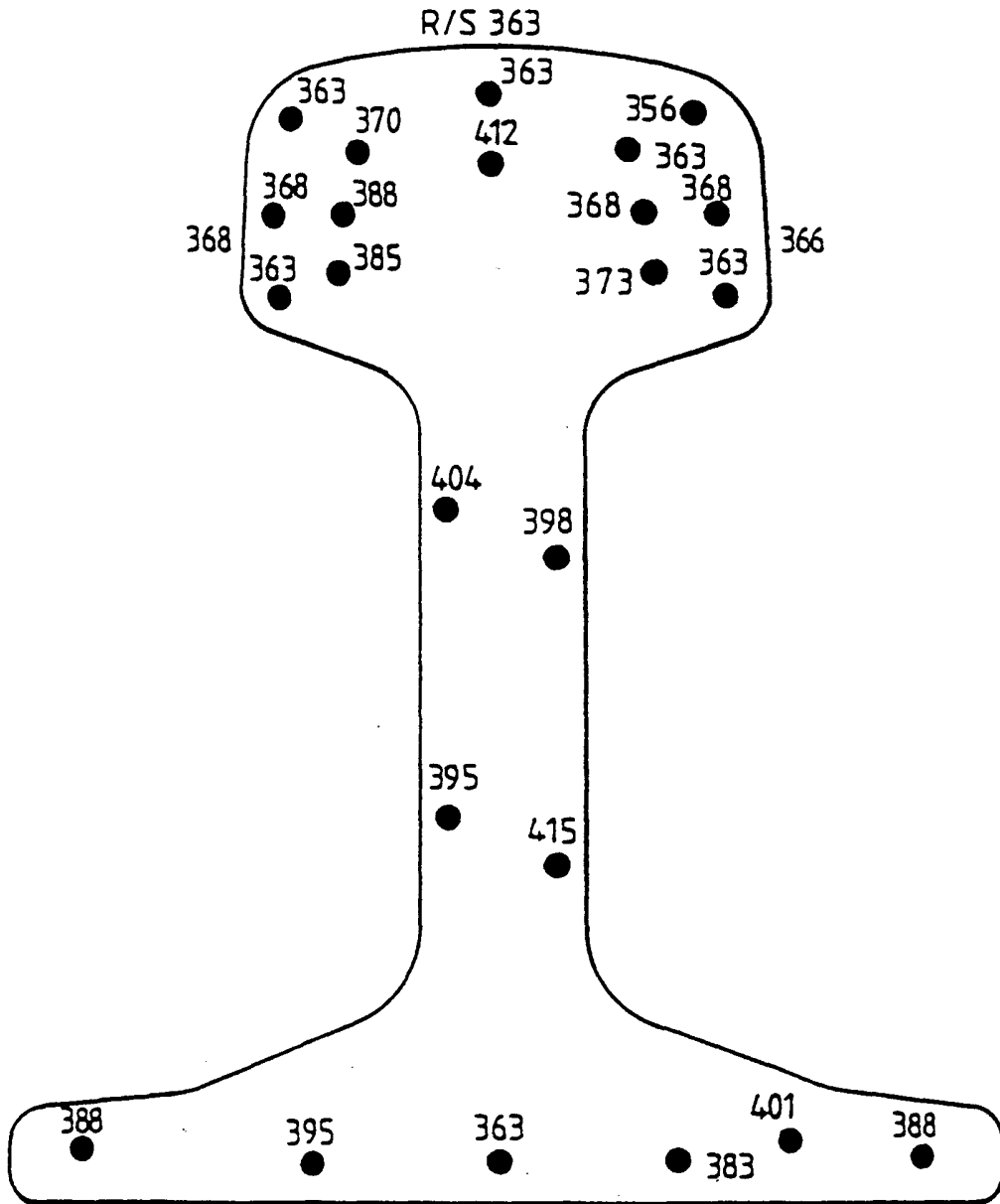
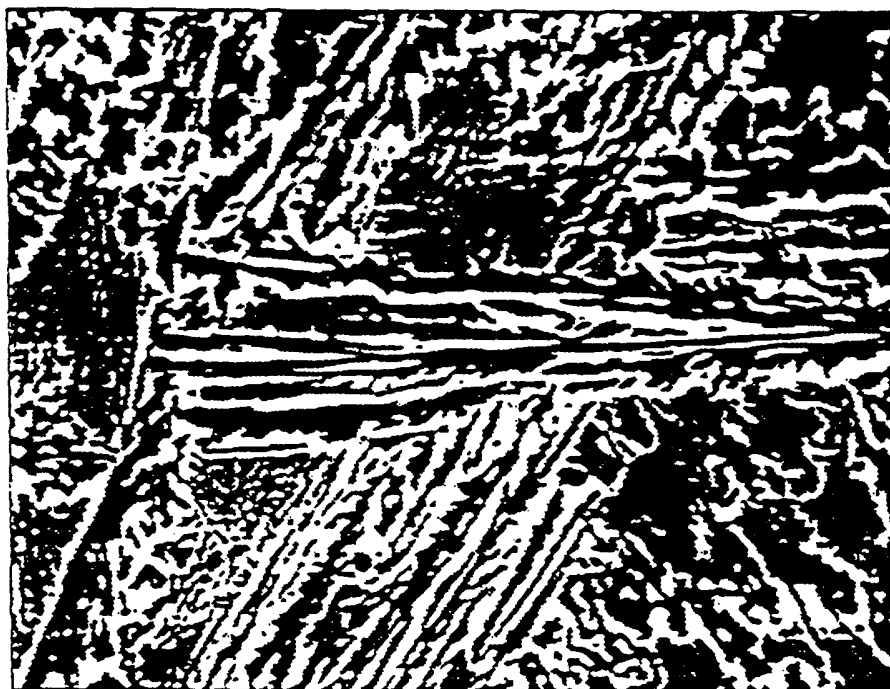


FIG. 1



× 5000

FIG. 3

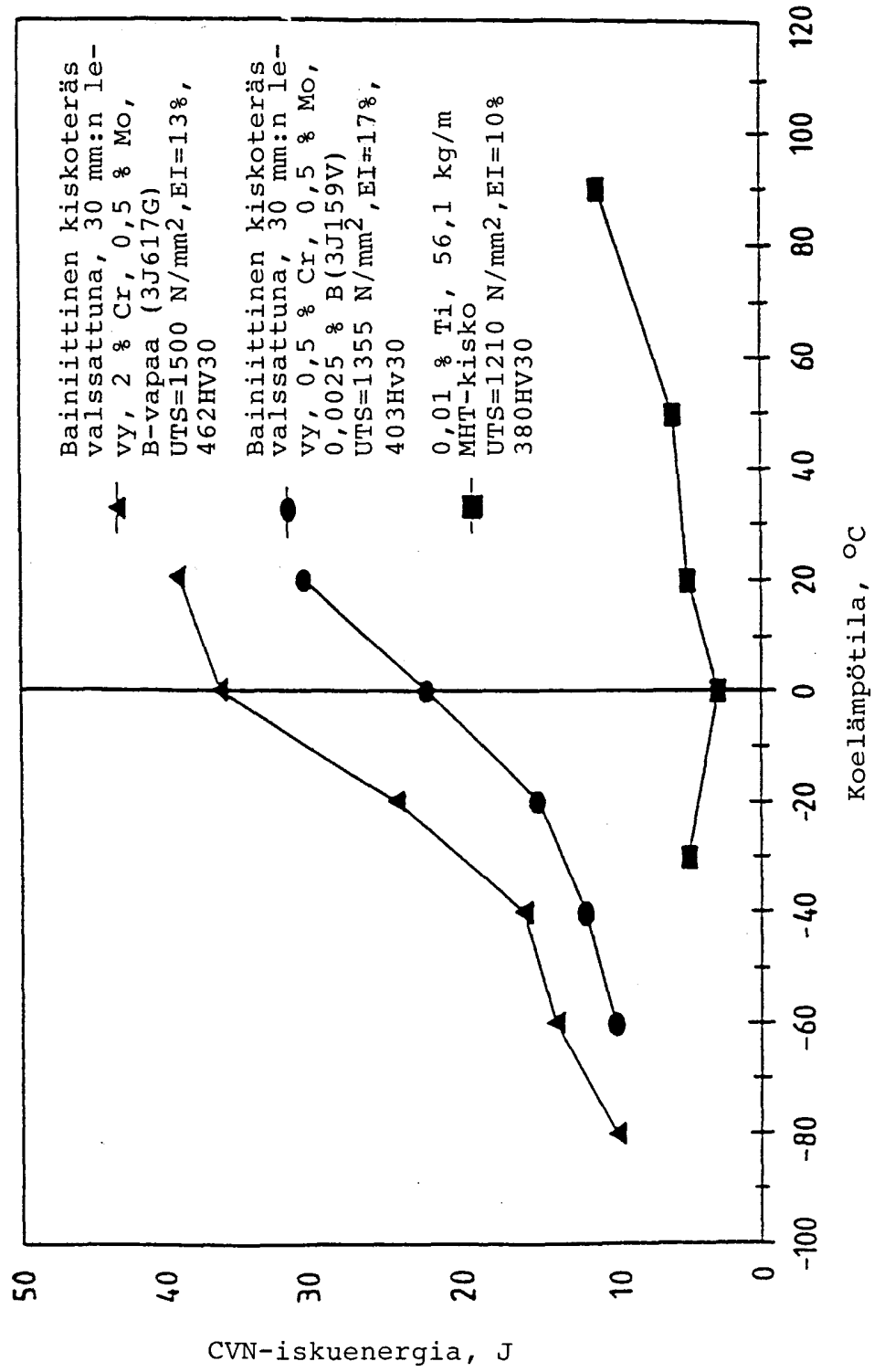


FIG. 4

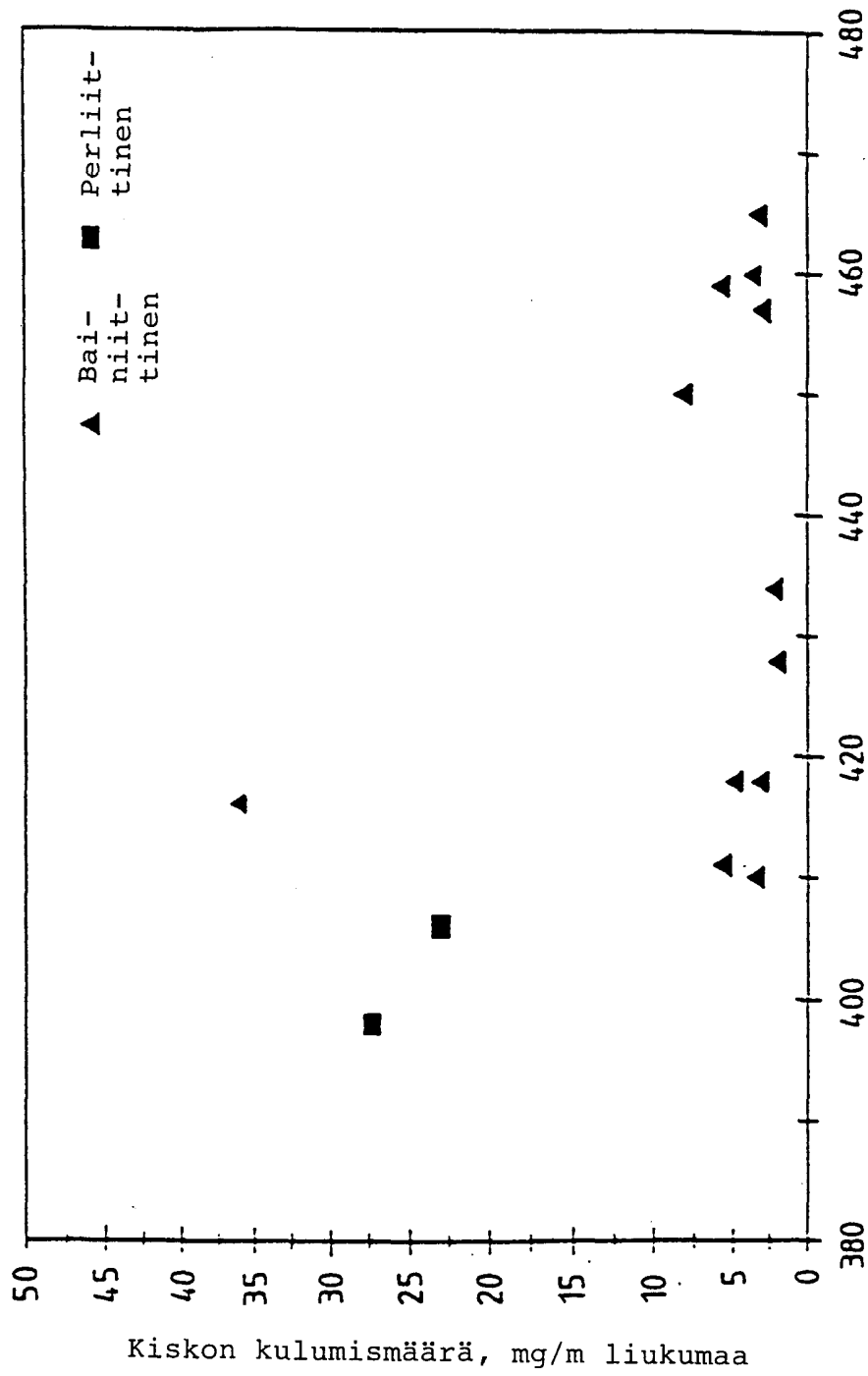
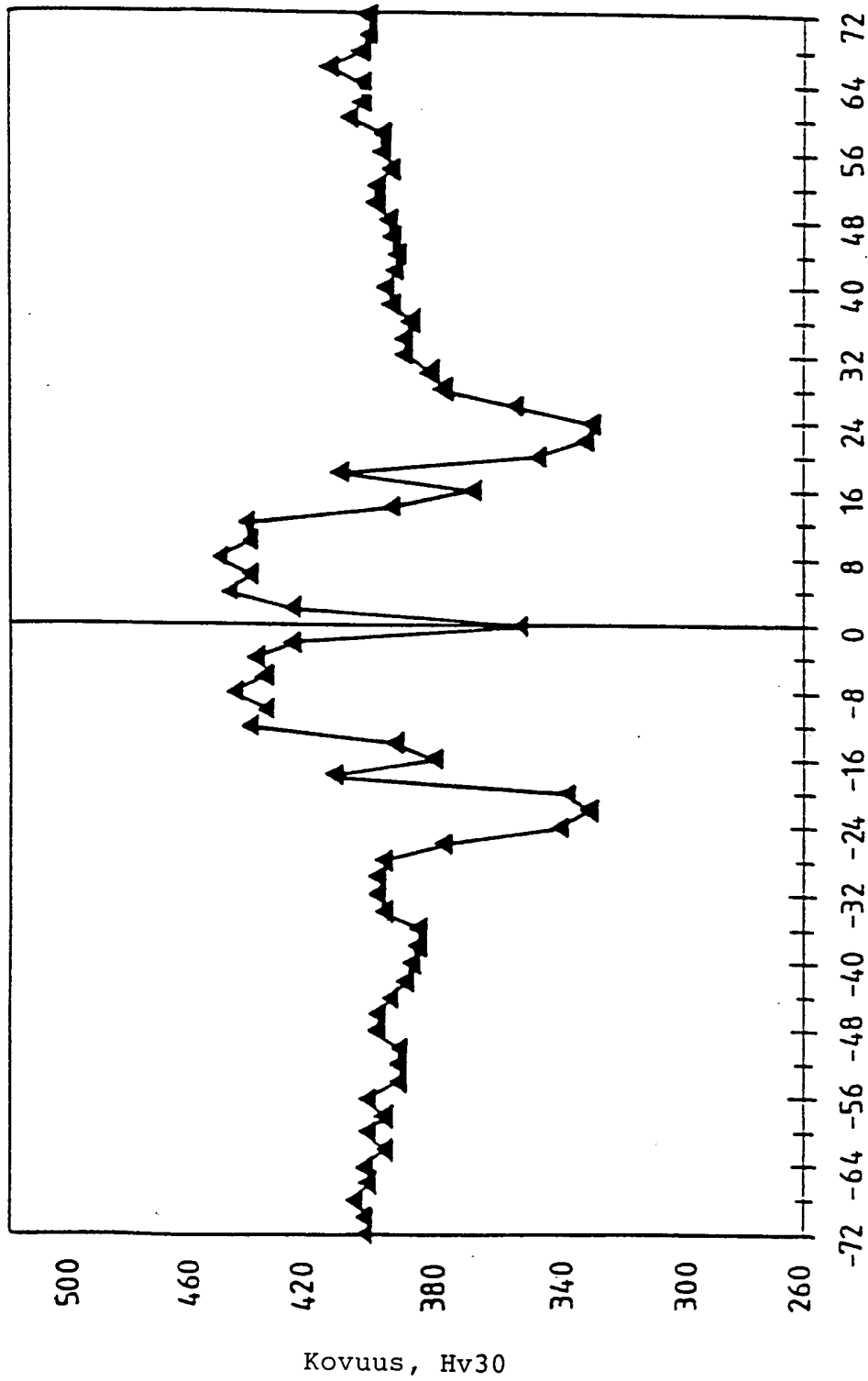


FIG. 5

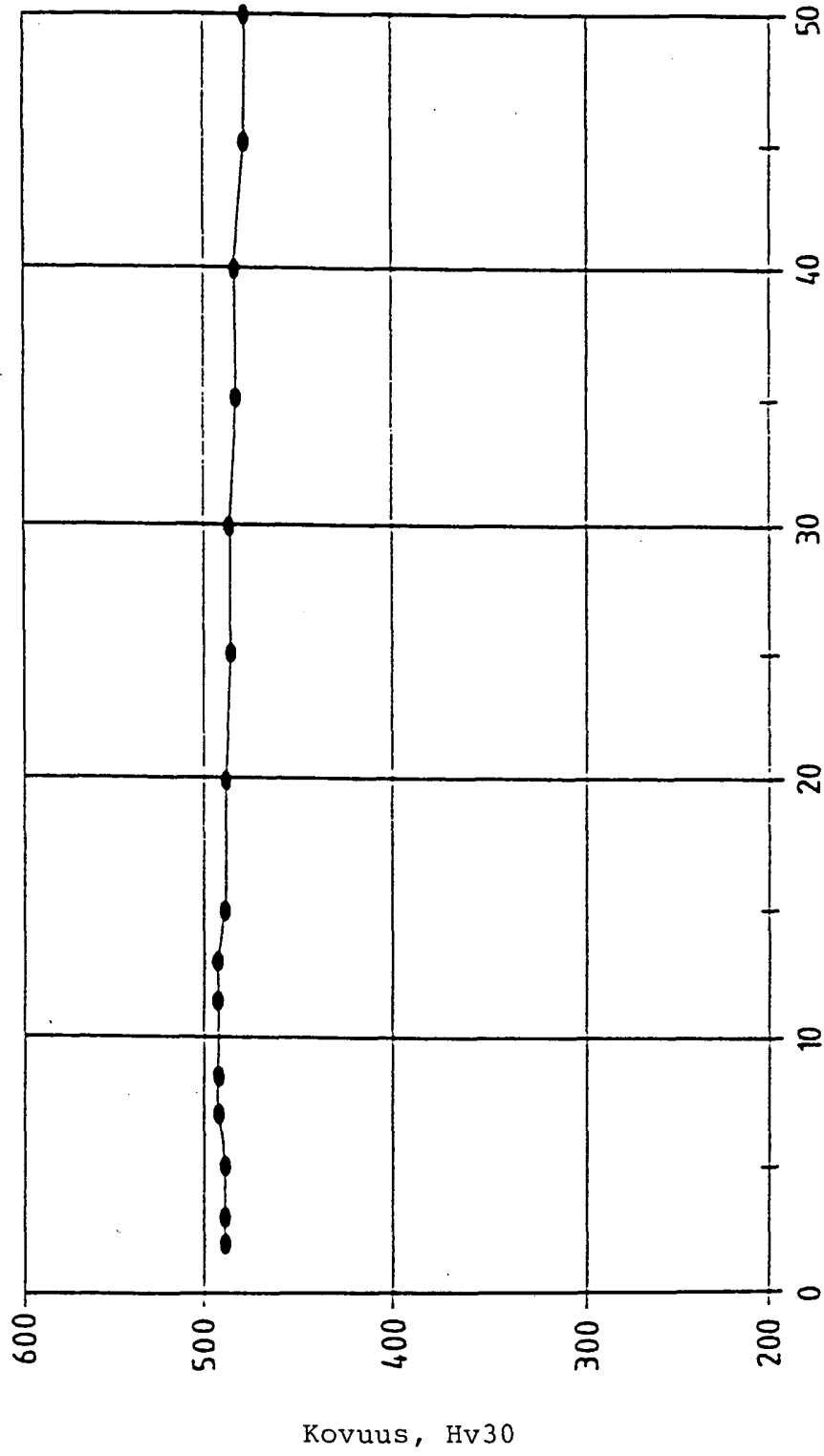
04.08.03 873053

111854



Etäisyys hitsaussulamislinjausta, mm

FIG. 7



Etäisyys äkkijäähdytyspäästä, mm
FIG. 8

040003 375004