



SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 70161
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti myönnetty
Patent mottaget 15 09 1986

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ B 22 D 11/124

(21) Patentihakemus — Patentansökning	822821
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	13.08.82
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	11.12.81
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	13.08.82
(44) Nähtäväksiapanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	28.02.86
(86) Kv. hakemus — Int. ansökan	PCT/EP81/00191
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	23.12.80

Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken
Tyskland(DE) P 3048711.7

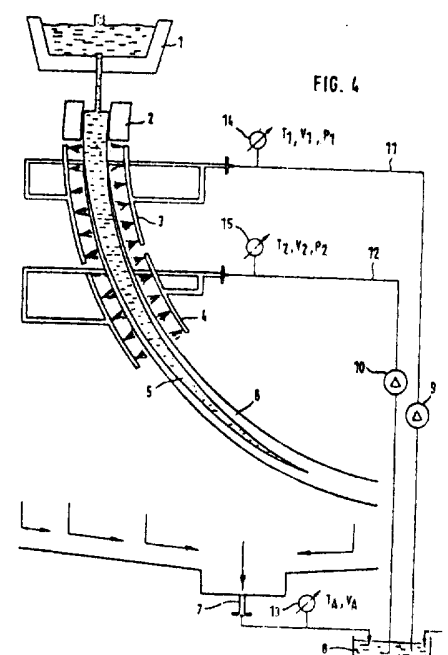
- (71) Neue Hamburger Stahlwerke GmbH, Dradenaustasse 33, 2103 Hamburg 95,
Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (72) Günter Rudolph, Jork, Karl Stercken, Rosengarten, Eckehard Förster,
Seevetal, Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Keijo Heinonen Ky
- (54) Menetelmä tankojen jäähdyttämiseksi teräksen tankovalussa -
Förfarande för avkylning av strängar vid stränggjutning av stål

(57) Tiivistelmä

Menetelmä teelmien jäähdyttämiseksi tankovalettaessa terästä, jonka hiilipitoisuus on 0,05 - 1,1 paino-%, jossa menetelmässä vähäisillä suotautumilla varustettujen teelmien tuottamiseksi jäähdytetään ensimmäisessä vaiheessa (3) hyvin tehokkaasti ja toisessa vaiheessa (4) vähemmän tehokkaasti.

(57) Sammandrag

Förfarande för avkylning av strängar vid stränggjutning av stål, vars kolhalt är 0,05 - 1,1 vikt%, vid vilket förfarande för tillverkning av strängar med ringa segring avkylning sker i ett första skede (3) mycket intensivt och i ett andra skede (4) mindre intensivt.



MENETELMÄ TANKOJEN JÄÄHDYTTÄMISEKSI TERÄKSEN TANKOVALUSSA

Tämä keksintö koskee menetelmää tankojen jäähdyttämiseksi teräksen tankovalussa patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaisesti.

Melkoisessa määrässä terästuotteita, esimerkiksi runsashiillisissä teräslangoissa, huononevat teknologiset ominaisuudet tuntuvasti suotautumien johdosta. Nämä suotautumat voivat sellaisten lankojen nykyään yleisesti käytetyssä patentoinnissa valssauskuumuudesta johtaa suotautumakohdissa hauraiden faasien muodostumiseen, joita kutsutaan yleisesti "martensiitiksi" ja jotka alentavat hyvin voimakkaasti langan vetolujuutta.

Kun harkkovalussa suotautumat sijaitsevat harkon ylemmässä kolmanneksessa ja ne voidaan poistaa sopivalla valupään poistolla harkosta, jakautuvat suotautumat tankovalussa koko tankopituudelle eikä niitä voida poistaa katkaisemalla. Niiden negatiiviset vaikutukset ovat niin kutsutussa pienimuotoisessa tankovalussa -100-400 mm reunapituuden omaavat koot - suurempia kuin suurimuotoisessa tankovalussa - eli 200-300 mm reunapituuden omaavat raakatankokoot -, koska muokkaus valmiiksi valssituotteeksi on vähäisempää pienillä valusuuruuksilla. Ammattimiehet ovat jo ponnistelleet huomattavasti, jotta vähennettäisiin suotautumia tankovalussa tai niiden negatiivisia vaikutuksia valssituotteeseen. Tällöin on yleisesti muodostunut käsitys, että niin kutsuttu globuliittinen rakenne on liitetty vähäisiin suotautumiin ja dendriittinen rakenne kuitenkin voimakkaisiin suotautumiin. Globuliittisella rakenteella ymmärretään tällöin rakennetta, jossa kiteillä ei ole mitään edullista kiteenkasvun suuntaa, vaan ne ovat jakautuneet epäsäännöllisesti poikkileikkauksen yli. Kuvio 1 esittää tankovalun raakakangen rakennetta, jossa on suuri määrä sellaisia globuliittisiä rakenteita. Dendriittisellä rakenteella ymmärretään sitävastoin rakennetta, jossa kiteiden vallitseva kasvusuunta kulkee kohtisuoraan tangon yläpinnan suhteen metallin sisään. Kuvio 2 esittää tankovalun raakakangen hiontakuvaa, jossa on suuri määrä dendriittisiä rakenteita.

70161

Sen käsityksen johdosta, että dendriittinen rakenne suosisi suotautumia ja globuliittinen rakenne vähentäisi niitä, ovat ammattimiehet keskittäneet ponnistuksensa globuliittisen rakenteen osuuden kohottamiseen. Tässä takoituksessa on kokeiltu erilaisia menetelmiä.

Eräs kehityssuunta on se, että juoksevaa terästä sekoittamalla kovettuvassa tangossa estetään dendriittisen rakenteen muodostuminen ja siten suotautumat (katso esimerkiksi DE-C-1.783.060). Sekoitusvaikutus aikaansaadaan yleensä sähkömagneettisella sekoituslaitteella. Joka tapauksessa tarvitaan kalliita laitteita.

Eräs toinen kehityssuunta globuliittisen rakenteen saavuttamiseksi lähtee siitä, että pidetään valulämpötila hyvin alhaisena. Tällöin syntyy käytännössä vaikeuksia siten, että valusuuttimet pyrkivät tukkeutumaan.

Patenttijulkaisusta US-3.771.584 tunnetaan menettelytapa, jossa tankovalukokillista ulostyöntyvä tanko jäähdytetään sekundaarijäähdytysvyöhykkeessä päällesuihkutetun jäähdytysnesteen avulla kaksivaiheisesti ensin voimakkaasti ja sitten vähennetyllä jäähdytysnopeudella. Jäähdytys säädetään tällöin siten, että tangon kuori ensimmäisessä jäähdytysvaiheessa saa riittävän lujuuden voidakseen kestää metallostaattista painetta. Tätä varten poistetaan ensimmäisessä vaiheessa lämpöenergia 27,5 Wh/kg jäähdytysnopeudella 82 Wh/(kg.min). Toisessa vaiheessa vähennetään jäähdytystä niin voimakkaasti - jäähdytysnopeudella 21 Wh/(kg.min) poistetaan lämpöenergia 3,5 Wh/kg - että pylväskiteen poikittaissuuntainen kasvu estyy ja tangon ytimessä kiteen kasvua edistetään pystysuorilla komponenteilla.

Laajat tutkimukset sellaisella päämääräasetuksella, että vähennetään suotautumia alaisessa lämpötilassa tapahtuvalla valamisella tai sähkömagneettisella sekoituksella 0,4-1,0 % hiiltä sisältävillä teräksillä, antoivat tulokseksi, että voidaan tosin saavuttaa suotautumien heikko väheneminen, mutta ettei tämä väheneminen riitä aikaansaamaan teknologisten ominaisuuksien merkittävää parannusta tuotettaessa valssilankaa sellaisista teräksistä. Sähkömagneettista sekoitusta käytettäessä havaittiin jopa "martensiitin" yleistä

esiintymistä. Menettelytapa, jossa sekundäärijäähdytysvaiheessa poistetaan vain US-patenttijulkaisun 3.771.584 mukaisia lämpömääriä, ei 0,4-1,0 % hiiltä sisältävällä teräksellä johda toivottuun tulokseen.

Keksinnön tehtävänä on valmistaa 0,4-1,0 painoprosentin hiilipitoisuuden omaavaa terästä varten olevalla teräksen tankovalumenetelmällä vähemmän suotautumia omaavia raakakankia, joista voidaan valmistaa edullisesti valssilankaa, joka on varustettu parannetuilla mekaanisilla ja teknologisilla ominaisuuksilla. Erityisesti on parannettu olosuhteita pienimuotoisessa tankovalussa, eli reunapituuden mitaan 140 mm asti. On myös estettävä se, että raakakangesta valssatun valssilangan nuorrutuksessa syntyy suotautumakohdissa "martensiittia".

Tehtävä ratkaistaan patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa määritellyllä tavalla. Keksinnön muut tunnusmerkit on esitetty alivaatimuksissa.

On ilmennyt, että vastoin vallitsevaa käsitystä 0,4-1,0 % hiilipitoisuuden omaavalla teräksellä voidaan suotautumia huomattavasti vähentää, jos ilmoitettujen rajojen sisäpuolella jäähdytetään kaksivaiheisesti. Tämä vaikutus on havaittavissa myös korkeilla valulämpötiloilla ja valunopeuksilla. Suotautumien vähenemismäärä riittää parantamaan olennaisesti siten saadusta tankovalun raakakangesta valmistetun valssilangan teknologisia ominaisuuksia. Myös martensiitin esiintyminen suotautumakohdissa valssauskuumuudesta tapahtuvan valssilangan nuorrutuksen jälkeen vähenee ratkaisevasti.

Kaksivaiheisessa jäähdytyksessä patenttivaatimuksissa määriteltujen rajojen sisäpuolella ei esiinny säröjä raakakangen päälipinnassa tai raakakangen sisällä. Raakakangen päälipintaan muodostuu hyvin hienorakeinen kerros, joka vähentää raakakangen herkkyyttä särönmuodostuksen suhteen valssauksessa. Kuviossa 3 esitetty neljänneksenjaetun raakakankilevy makrosyövytys esittää tämän hienorakeisen kerroksen, joka voimakkaalla jäähdytyksellä tunkeutuu keskimäärin noin 4-10 mm raakakangen sivupinnoilla ja jopa 25 mm raakakangen reunoilla.

Keksintöä selitetään lähemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin.

Kuvio 1 esittää rikkivedosta raakakangen keskiakselin läpi otetusta pituusleikkauksesta, jossa on suuri määrä globuliittisia rakenteita.

Kuvio 2 esittää rikkivedosta raakakangen keskiakselin läpi otetusta pituusleikkauksesta, jossa on suuri määrä dendriittisiä rakenteita.

Kuvio 3 esittää neljänneksenjaetun raakakankilevyn makrosyövytystä, joka levy on voimakkaasti jäähdytettyä materiaalia, jossa on hienorakeinen globuliittinen reunavyöhyke.

Kuvio 4 esittää kaaviollisesti laitetta menetelmän toteuttamiseksi.

Kuvio 4 esittää kaaviollisesti terästankovalulaitetta keksinnön mukaisen menetelmän toteuttamiseksi. Valusuppi-
lost 1 valetaan juokseva teräs värähtelevään, jäähdytettyyn tankovalukokilliin 2, jossa ulkopinta metallitangon hitaan alaspäin tapahtuvan liikkeen aikana kovettuu. Kokillin taakse on järjestetty kaksi jäähdytysvaihetta 3 ja 4, joissa tankoa suihkutetaan vedellä tasaisesti sen koko kehältä. Metallitangon juoksevaa sulaa on merkitty viitenumerolla 5 ja kovettunutta metallikuorta viitenumerolla 6. Kaikki alasvaluva suihkutusvesi kerätään keräysjohtoon 7, ja johdetaan vesisäiliöön 8. Jäähdytysvaiheisiin 3 ja 4 johdetaan suihkutusvettä keräyssäiliöstä 8 pumppujen 9 ja 10 avulla johtojen 11 ja 12 kautta. Suihkuveden keräysjohtoon 7 on järjestetty laite 13 jäteveden lämpötilan T_A ja vesitilavuusvirtauksen V_A toteamiseksi ja vaiheisiin 1 ja 2 on järjestetty laitteet 14 ja 15 vesilämpötilan, vesitilavuusvirtauksen ja vesipaineen T_1, V_1, P_1 tai T_2, V_2, P_2 toteamiseksi kyseisten vaiheiden sisäänmenossa. On lisäksi järjestetty ei-esitettyjä ohjaus- ja säätöelimiä, jotta mainittuja suureita voidaan muuttaa. Jako molempiin vaiheisiin ilmoitetaan siten, että mitataan kerran jäteveden vesitilavuusvirta V_A ja lämpötila T_A molempien vaiheiden ollessa käytössä ja kerran vain yhden vaiheen 1 ollessa käytössä.

Tankovalun tavallisessa valmistusmenetelmässä, jolloin toimitaan hiilialueella 0,4-1,0 % , esimerkiksi 120 mm reunapituudella varustetulla neliömäisellä muodolla ja valunopeudella 2,4 m/min, suihkutetaan tankoa kokillin alapuolella vedellä vedentulopaineella, joka on tavallisesti 3 bar, maksimaalisesti kuitenkin 8 bar, ja vesimäärällä, joka on noin 20-30 m³/h.tanko.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä vahvistetaan jäähdytystä lämmönsiirtokerrointa kohottamalla tehostamalla vesi-jäähdytystä raakakangen yläpinnalla. Täten aikaansaadaan suotautumien väheneminen.

- 5 Hyvin tehokas jäähdytys johtaa tunnetusti särövaaraan tangon pinnassa. Nämä säröt vältetään siten, että hyvin tehokas jäähdytys ma initulla raakakankimuodolla ja mainitulla valunopeudella 2,4 m/min rajoitetaan 2 m pituiselle matkalle kokillin alapuolella, eli tangon pitoaikaa, joka
 10 on noin 40-60 sek. Silloin tulee tangon pintalämpötilaksi noin 650°C-950°C. Tällä alueella, jota seuraavassa merkitään vaiheeksi 1, tangosta poistetaan lämpöä 50-90 Wh/kg, vastaava jäähdytysnopeus noin 65-100 Wh/(kg·min). Tähän hyvin tehokkaaseen jäähdytykseen liittyen jäähdytetään tankoa 30-50s
 15 pitoajalla (annetulla muodolla) vähäisemmällä tehokkuudella. Poistettu lämpömäärä tällä alueella, jota seuraavassa merkitään vaiheeksi 2, on kaarevalla tanko-ohjauksella varustettua tankovalulaitosta varten annetuilla ehdoilla 20 Wh/kg -40 Wh/kg, mikä nostaa jäähdytysnopeutta noin 30 Wh/(kg·min)
 20 -60 Wh/(kg·min). Suoralla tanko-ohjauksella varustetussa tankovalulaitoksessa ovat arvot poistetulle lämpömäärälle 20 Wh/kg-80 Wh/kg, siis hieman korkeammat.

- Poistettu lämpömäärä (Wh) on todettavissa suihkutetusta vesimäärästä ja sen lämpötilakohoamisesta tulokohdasta
 25 poistokohtaan, eli $V_1 \cdot C_W \cdot (T_1 - T_A)$ vaiheelle 1 ja $V_2 \cdot C_W \cdot (T_2 - T_A)$ vaiheelle 2, jolloin C_W merkitsee veden ominaislämpöä $[1,163 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg vettä})]$. Tähän lämpömäärään on lisättävä se lämpömäärä, joka poistetaan jäähdytysveden höyrystämisellä. Laskun perustaksi asetetaan se, että 3,5 % suihkutetusta vedestä höyrystetään, jolloin höyrystetyn veden
 30 kuumentamiseen lämpötilasta 20°C lämpötilaan 100°C tarvitaan 93 Wh/kg vettä ja höyrystyslämpö on 627 Wh/kg vettä. Suihkujäähdytyksellä aikaansaadun pakollisella konvektiolla tapahtuvan lämmönpoiston ohella poistetaan tangosta muita
 35 lämpömääriä säteilemällä, vapaalla konvektiolla ja lämmönjohtumisella, esim. ohjausrullissa. Molemmat viimeiset osuudet voidaan tankovalulaitoksessa jättää huomioonottamatta.

Säteilyosuus mukautuu tangon pintalämpötilan mukaan ja pienenee siksi suihkujäähdytyksen tehokkuuden lisääntyessä suhteellisesti ja ehdottomasti. Se kuljettaa keksinnön mukaisen voimakkaan jäähdytyksen ensimmäisessä vaiheessa noin
5 6 % ja toisessa vaiheessa noin 10 % koko lämmönpoistosta, kun taas se tavallisessa jäähdytyksessä on 15-35 % kokonaislämmönpoistosta.

Edullisesti suihkujäähdytys suoritetaan suljetussa kammiossa. Tässä tapauksessa myös lämmönpoiston säteilyosa
10 poistetaan lopuksi jäähdytysveden kautta ja se on sisällytetty siten vesimäärän ja vedenlämpötilan kohoamisen ilmaiseisiin arvoihin. Tässä tapauksessa on siis poistetun jäähdytysveden ilmoittamiin arvoihin otettava huomioon ainoastaan vielä jäähdytysveden höyrystämisellä poistettu lämpö-
15 määrä, joka on tavallisesti välillä 3,0 ja 4,0 % suihkute-
tusta vesimäärästä.

Jos siirrytään muihin valunopeuksiin tai muihin tankomuotoihin, niin täytyy jäähdytys sovittaa siten, että jäähdytysnopeus, ilmoitettuna yksikössä Wh/(kg.min), ja molemmista jäähdytysvaiheista poistetut lämpömäärät pysyvät suunnilleen vakioina.

Ellei tapahdu tangon oikaisua, niin vaihetta 2 voidaan pidentää ja siten tässä vaiheessa poistettua lämpömäärää kohottaa.

25 Korkeat, sekundäärijäähdytysvyöhykkeen ensimmäisessä vaiheessa poistetut lämpömäärät saavutetaan, jos tavalliseen työtapaan verrattuna korotetaan jäähdytysveden painetta ja/tai määrää. Taloudellisesti edulliselta vaikuttaa jäähdytysveden esipaine P_1 15-30 bar.

30 Tällä tavalla tuotetun tankovalumateriaalin rakenteessa on suuri osuus dendriittistä rakennetta, vastaten suunnilleen kuviota 2.

Tällä tavalla valmistetun raakakangen reunavyöhykkeessä on erittäin hienorakeinen "globuliittinen" rakenne, kuten kuvio 3 esittää. Reunavyöhykkeen paksuus on vähintään 4 mm tavallisesti esiintyvään 1 mm verrattuna. Täten aikaansaadaan, että raakakanget ovat olennaisesti vastustuskykyisempiä särönmuodostusta vastaan valssauksen korkeissa

rasituksissa, koska dendriittinen rakenne, joka on herkkä raerajojen repeytymiselle, ei ulotu niin pitkälle päälipintaan.

Kun valssataan tällä tavalla valmistettu, 0,4-1,0 %
5 hiilipitoisuuden omaava tankovalun raakakanki esimerkiksi valssilangaksi, niin todetaan, että suotautumat vähenivät olennaisesti alussa kuvattuun työtapaan verrattuna. Mainitun hiilipitoisuuden omaavilla langoilla arvioitiin suotautumia valssilangassa tavan mukaisesti firman Bekaert ohjelu-
10 luvun mukaan. Ohjelu-
vun keskimääräistä arvoa voidaan 5,5 mm langalla mainitulla hiilialueella laskea kuvatulla toimintatavalla arvosta 1,1 arvoon 0,6. Nuorrutuksessa valssauskuumuudesta ei teräksen tavallisella mangaanipitoisuudella 0,9 % asti ja tavallisella jäähdytysnopeudella 15 °C/
15 sek asti myöskään tällä tavalla valmistetun langan jäljelle jääviin suotautumakohtiin synny enää lisää martensiittia.

Tekninen edistysaskel on siinä, että tällä tavalla voidaan pienimuotoisesta tankovalusta valmistaa vähäisillä suotautumilla varustettua valssilankaa, jota voidaan muokata
20 korkeilla vetonopeuksilla ja jolla vetämisen jälkeen on niin kutsutussa taivutuskokeessa ja niin kutsutussa vääntökokeessa korkeat arvot, eli sillä on hyvä plastinen ja elastinen käyttäytyminen. Tämä valssilanka voidaan nuorruttaa suurilla jäähdytysnopeuksilla valssauskuumuudesta ilman, että
25 "martensiitti" muodostaa mainittua haurasta faasia suotautumakohtiin.

Materiaali on lisäksi suurissa rasituksissa valssauksessa vähemmän taipuvainen särönmuodostukseen päälipinnassa kuin normaali tankovalumateriaali, ja tämä vahvistavan
30 globuliittisen reunavyöhykkeen ansiosta.

Suorituseseimerkki:

Teräs, jossa on 0,65 % C, 0,27 % Si, 0,68 % Mn, 0.012 % P, 0,013 % S, 0,05 % Cu, 0,02 % Cr ja 0,01 % Mo, valettiin tankovalussa. Valulämpötila tankovalulaitoksen valusuppilossa 1 oli 1530°C ja siten 50°C sulamispisteen yläpuolella. Teräs valettiin kaarevalla tanko-ohjauksella varustetussa tankovalulaitoksessa neliömäisiksi tangoiksi,
35 joiden reunapituus oli 120 mm. Tämän laitoksen tanko jääh-

- dytettiin kahdella vaiheella 3 ja 4 varustetussa sekundääri-jäähdytysvyöhykkeessä. Valunopeus oli 2,5 m/min. Vahvistetun jäähdytyksen ensimmäinen vaihe 3 ulotettiin kokillista 2 tangon valusuunnassa 1,9 m pituisen matkan, mikä vastaa tangon 46 sekunnin viipymisaikaa. Tässä jäähdytettiin tanko 22 bar esipaineella P_1 suihkusuuttimien edessä vesimäärällä 31 m³/h. Tällöin esiintyi tangon päälipinnassa lämmönsiirtokerroin (konvektiolla ja säteilyllä) 1500 W/(m²·K) - 1700 W/(m²·K). Tämä vastaa jäähdytysnopeutta 91 Wh/(kg·min) ja poistettua lämpö määrää 70 Wh/kg. Säteilyllä poistetun lämpö määrän osuus on tällöin emissiivisyydelle $\epsilon = 0,8$ laskettuna 3,9 Wh/kg, eli 5,6 %. Sen jälkeen seurasi vähennetyllä vesijäähdytyksellä varustettu toinen vaihe 4, jonka pituus oli 1,6 m vastaten viipymisaikaa 38 sek. Tässä oli esipaine P_2 suuttimien edessä 7 bar ja vesimäärä 12 m³/h. Lämmönsiirtokerroin oli tässä 800 W/(m²·K) - 900 W/(m²·K), jäähdytysnopeus 47 Wh/(kg·min) ja poistettu lämpö määrä 30 Wh/kg, jossa säteilyosuus oli 2,8 Wh/kg, eli 9,4 %.
- Rinnakkain kulkevilla tangoilla jäähdytettiin vertailun vuoksi eräässä ensimmäisessä vaiheessa tavalliseen tapaan vesipaineella 3 bar ja vesimäärällä 14 m³/h tankoa kohti. Tämä vesimäärä tuotiin sekundäärijäähdytysvyöhykkeessä samoin 46 sekunnin viipymisajalla. Tämä vastaa jäähdytysnopeutta 50 Wh/(kg·min) tai poistettua lämpö määrää 38 Wh/kg, jossa säteilyosuus on 9,7 Wh/kg, eli 25,5 %. Lämmönsiirtokerroin oli noin 500 W/(m²·K) - 700 W/(m²·K).

- Materiaali valssattiin kaksijuovaisessa langanvalssauslaitoksessa 5,5 mm valssilangaksi. Valssilangan tutkiminen hiontakuvassa ja hionnan arviointi firma Bekaert'in ohjeiden mukaan antoi keksinnön mukaisesti voimakkaasti jäähdytetylle materiaalille keskimääräisesti arvon 0,6 ja tavalliseen tapaan jäähdytetylle materiaalille arvon 1,4. Kun voimakkaasti jäähdytetyistä raakakangesta valmistettu lanka oli vapaa "martensiitista", löydettiin normaalisti jäähdytetyistä raakakangista valmistetuista langoista 12 % "martensiittia". Keksinnön mukaisesti valmistetun materiaalin vetolujuus oli 1050 N/mm² ja se vedettiin lankavetämissä 6-vaihei-

sen vetokoneen avulla läpimittaan 2,3 mm. Sillä oli sen jälkeen vetolujuus 1743 N/mm^2 ja se voitiin taivuttaa säteellä 7,5 mm 23 kertaa, kun taas vertailumateriaali pääsi vain 17 taivutukseen. Lopuksi kylmävalssattiin materiaali paksuuteen 1,7 mm yhdessä puristuksessa ilman välihehkutusta. Voimakkaasti jäähdytetyllä materiaalilla ei syntynyt mitään puutteita, kun taas normaalisti jäähdytetty materiaali 1,7 mm paksuuteen tapahtuneen kylmävalssauksen jälkeen ei omannut enää mitään riittäviä teknologisia ominaisuuksia. Laatuero ilmenee siitä, että keksinnön mukaisesti valmistettua materiaalia olevan nauhan tasamäärälaajeneminen oli 2,9 %, kun taas se vertailumateriaalilla oli vain 1,8 %.

Näistä panoksista tuotettujen lankojen suotautumistun-
nusluvut ja mekaanis-teknologiset arvot ovat verrattavissa sekä voimakkaasti jäähdytetyn materiaalin että vertailumateriaalin suhteen edelläkuvattuihin arvoihin.

Keksinnön mukainen menetelmä on erityisesti käytettävissä teräkseen, jolla on patenttivaatimuksissa 9. ja 10.
mainittu koostumus.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä tankojen jäähdyttämiseksi tankovalettaessa terästä, jonka hiilipitoisuus on 0,4 - 1,0 %, jossa menetelmässä tankovalukokillista ulostuleva tanko jäähdytetään sekundäärijäähdytysvyöhykkeessä päällesuihkutetun jäähdytysnesteen avulla kaksivaiheisesti, ensin voimakkaasti ja sitten vähennetyllä jäähdytysnopeudella, t u n n e t t u siitä, että jäähdytysnesteen lämpötilat (T_1 , T_2), tilavuusvirrat (V_1 , V_2) ja paineet (P_1 , P_2) valitaan siten, että sekundäärijäähdytysvyöhykkeen ensimmäisessä vaiheessa (3) poistetaan lämpöä 50 Wh/kg - 90 Wh/kg, jolloin jäähdytys tapahtuu jäähdytysnopeudella 65 Wh/(kg·min) - 100 Wh/(kg·min) ja tähän liittyneessä toisessa vaiheessa (4) poistetaan lämpöä 20 Wh/kg - 80 Wh/kg jäähdytysnopeuden ollessa 30 Wh/(kg·min) - 60 Wh/(kg·min).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sekundäärijäähdytysvyöhykkeen ensimmäisessä vaiheessa (3) poistetaan lämpöä 50 Wh/kg - 80 Wh/kg.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisessä vaiheessa (3) jäähdytysnopeus on 75 Wh/(kg·min) - 90 Wh/(kg·min).

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sekundäärijäähdytysvyöhykkeen toisessa vaiheessa (4) poistetaan lämpöä 30 Wh/kg - 60 Wh/kg.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että toisessa vaiheessa (4) jäähdytysnopeus on 35 Wh/(kg·min) - 45 Wh/(kg·min).

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vesipaine ensimmäisessä vaiheessa (3) suihkusuuttimien edessä on ainakin 15 bar.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukaisen menetelmän käyttö raakakankien terästankovalussa.

8. Jonkin patenttivaatimuksen 1-7 mukaisen menetelmän käyttö valettaessa terästankoja, joiden poikkileikkaus on pyöreä, soikiomainen, suorakulmainen tai neliömäinen ja koko 2500 mm^2 - 20000 mm^2 , jolloin akselisuhde soikealla poikkileikkauksella ja sivusuhte suorakulmaisella poikkileikkauksella on enintään 2:1.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1-8 mukaisen menetelmän käyttö teräkselle, jossa on

- 0,4 - 1,0 paino-% hiiltä,
- 0,2 - 1,7 paino-% mangaania,
- 0,1 - 0,7 paino-% piitä,
- 0 - 1,7 paino-% kromia,
- 0 - 0,5 paino-% nikkeliä,
- 0 - 0,3 paino-% rikkiä,

lopun rautaa ja yleisiä epäpuhtauksia.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukaisen menetelmän käyttö teräkselle, jossa on

- 0,4 - 1,0 paino-% hiiltä,
- 0,3 - 0,9 paino-% mangaania,
- 0,15 - 0,4 paino-% piitä,
- 0 - 0,25 paino-% kromia,
- 0 - 0,30 paino-% nikkeliä,
- 0 - 0,04 paino-% rikkiä,

lopun rautaa ja yleisiä epäpuhtauksia.

1. Förfarande för avkylning av stänger vid stränggjutning av stål, vars kolhalt är 0,4 - 1,0 %, vid vilket förfarande den från stränggjutningskokillen utträdande stängen avkyles i sekundäravkylningszonen medelst påsprutad kylvätska i två skeden, först kraftigt och sedan med minskad avkylningshastighet, k ä n n e t e c k n a t därav, att kylvätskans temperaturer (T_1 , T_2), volymflöden (V_1 , V_2) och tryck (P_1 , P_2) väljs så att i sekundäravkylningszonens första skede (3) en värmemängd på 50 Wh/kg - 90 Wh/kg avlägsnas, varvid avkylningen sker med en avkylningshastighet på 65 Wh/(kg·min) - 100 Wh/(kg·min) och att i det andra skedet (4) i avslutning därtill avlägsnas en värmemängd på 20 Wh/kg - 80 Wh/kg då avkylningshastigheten är 30 Wh/(kg·min) - 60 Wh/(kg·min).
2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att i sekundäravkylningszonens första skede (3) avlägsnas en värmemängd på 50 Wh/kg - 80 Wh/kg.
3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att avkylningshastigheten i första skedet (3) är 75 Wh/(kg·min) - 90 Wh/(kg·min).
4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav, att i sekundäravkylningszonens andra skede (4) avlägsnas en värmemängd på 30 Wh/kg - 60 Wh/kg.
5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t därav, att i andra skedet (4) avkylningshastigheten är 35 Wh/(kg·min) - 45 Wh/(kg·min).
6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att vattentrycket i första skedet (3) framför strålmunstyckena är minst 15 bar.

7. Användning av förfarande enligt något av patentkraven 1-6 vid stålsträngsgjutning av råstänger.

8. Användning av förfarande enligt något av patentkraven 1-7 vid gjutning av stålstänger, vars tvärsnitt är runt, ovalt, rätvinkligt eller kvadratisk och formatet $2500 \text{ mm}^2 - 20\,000 \text{ mm}^2$, varvid axelförhållandet för ett ovalt tvärsnitt och sidoförhållandet för ett rätvinkligt tvärsnitt är maximalt 2:1.

9. Användning av förfarande enligt något av patentkraven 1-8 på ett stål med

0,4 - 1,0 vikt% kol
0,2 - 1,7 vikt% mangan,
0,1 - 0,7 vikt% kisel,
0 - 1,7 vikt% krom,
0 - 0,5 vikt% nickel,
0 - 0,3 vikt% svavel

resten järn och allmänna föroreningar.

10. Användning av förfarande enligt patentkrav 9 på ett stål, med

0,4 - 1,0 vikt% kol,
0,3 - 0,9 vikt% mangan,
0,15- 0,4 vikt% kisel,
0 - 0,25 vikt% krom,
0 - 0,30 vikt% nickel,
0 - 0,04 vikt% svavel,

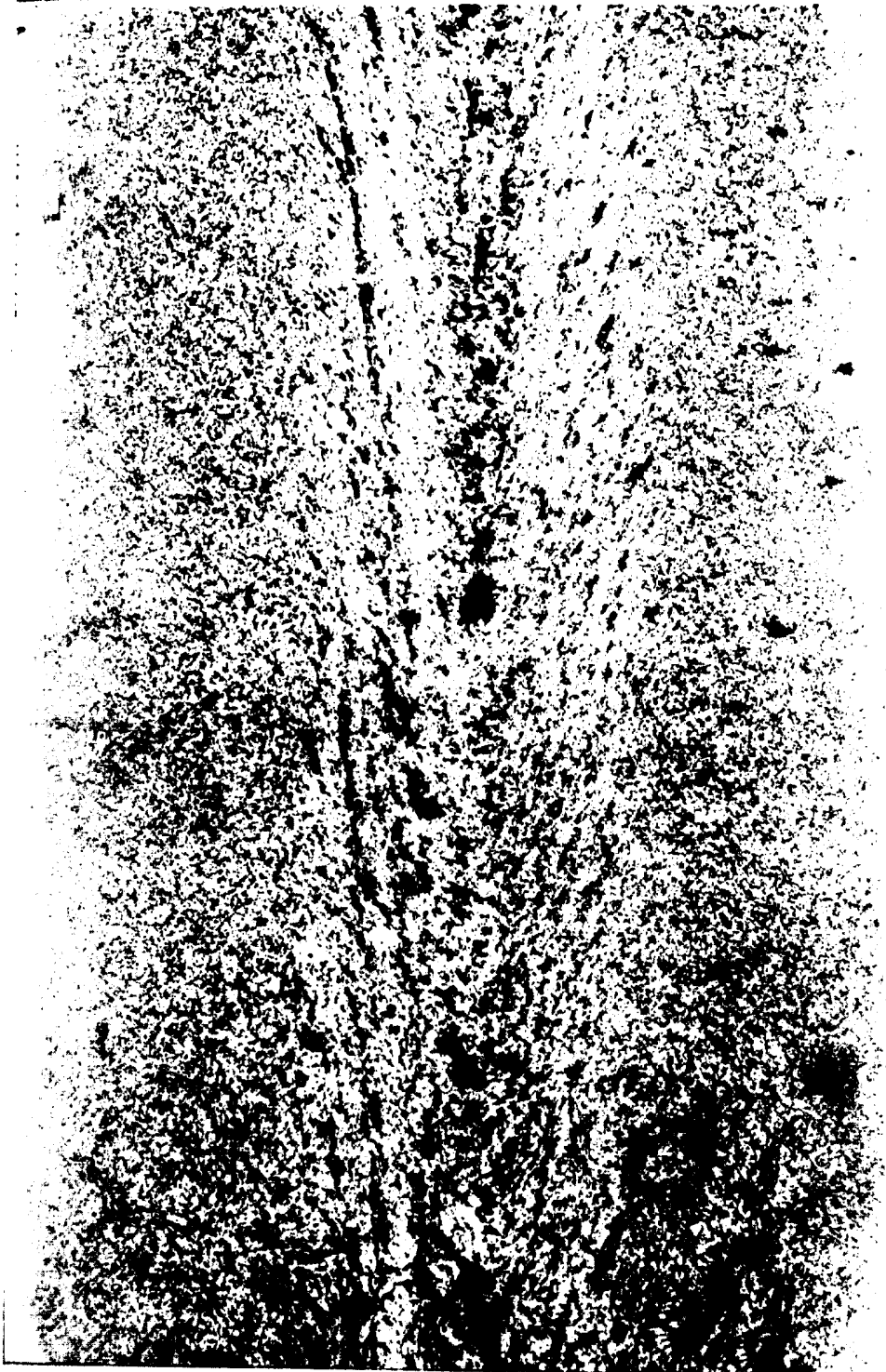
resten järn och allmänna föroreningar.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Saksan liittotasavalta-Förbundsrepubliken Tyskland(DE) 806 376. USA(US) 3 512 574 (B 22 d 11/12).

70161

FIG. 1



(TERÄS, JOSSA 0,76 % C, 0,22 % Si, 0,50 % Mn, 0,016 % P JA 0 017 % S)

70161

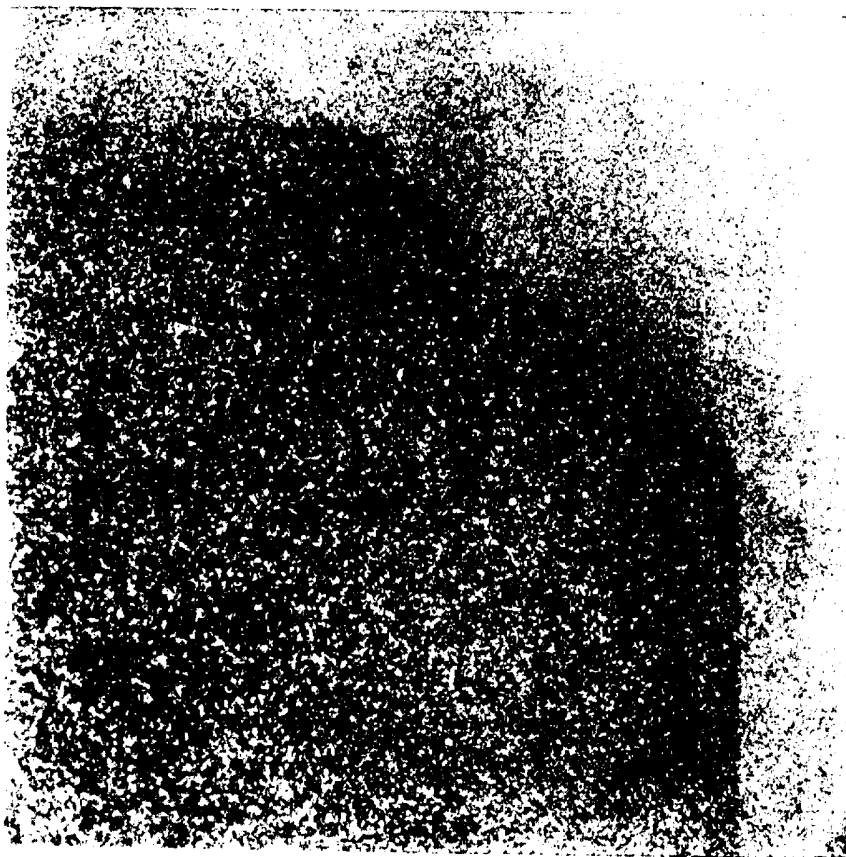
FIG. 2



(TERÄS, JOSSA 0,56 %C, 0,22 %Si, 0,57 % Mn, 0,013 % P JA 0,020 % S)

70161

FIG. 3



(TERÄS, JOSSA 0,66 %C, 0,22 % Si, 0,63% Mn, 0 016 % P JA 0,012% S)

FIG. 4

