



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 108219 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

14.12.2001

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

B05D 1/40, 1/18, 3/00, 3/12, C23C 2/20

(21) Patentihakemus - Patentansökning

946124

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

28.12.1994

(24) Alkupäivä - Löpdag

28.04.1993

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

28.12.1994

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan

PCT/JP93/00555

(73) Haltija - Innehavare

1 •Kawasaki Steel Corporation, 1-28, Kitahonmachidori 1-chome, Chuo-ku, Kobe-shi, Hyogo 651, JAPANI, (JP)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Andachi, Kazunari, c/o Mizushima Works, Kawasaki Steel Corporation, Mizushimakawasakidori 1-chome, Kurashiki-shi, Okayama 712, JAPANI, (JP)
2 •Shigemoto, Harumi, c/o Mizushima Works, Kawasaki Steel Corporation, Mizushimakawasakidori 1-chome, Kurashiki-shi, Okayama 712, JAPANI, (JP)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab
Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

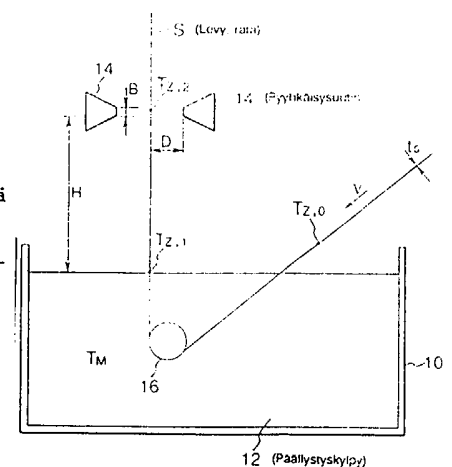
(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä
Förfarande för reglering av beläggningsvikten genom gasavstrykning

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä päällystysaineen päällystyspainon säätämiseksi korkealla tarkkuudella laajalla toiminta-alueella asettamalla ja käyttämällä suhteellista kaavaa päällystysaineen päällystyspainon W määrittämiseksi erikseen suhteellisen suhteen mukaan suutinlevy etäisyyden D ja suuttimen rakovälin B välillä. Sulan metallin (päällystysaineen) päällystyspainon säätö suoritetaan säätämällä suutinpainetta P ja levynopeutta V ja myös säätämällä D :tä yhtälöllä (1) $D/B \leq C$ -alueella (kehittyvällä alueella) ja ainakin toista D :stä ja B :stä yhtälöllä (2) $D/B > C$ alueella (täysin kehittyneellä alueella). (ρ_M = sulan metallin tiheys, μ = sulan metallin viskositeetti, η = suuttimen teho, P_A = paine suuttimen poistoaukko-osassa, K = kaasun ominaislämmön suhde ja h_1 ja h_2 = vakioita)



$$W = h_1 \cdot \rho_M \cdot \left[\frac{(K-1)}{(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)} \right]^{1/2} \cdot D^{1/2} \cdot \left\{ \mu \cdot V / \left[\left(\frac{P}{P_A} \right)^{(K-1)/K} - 1 \right] \right\}^{1/2} \quad (1)$$

$$W = h_2 \cdot \rho_M \cdot \left[\frac{(K-1)}{(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)} \right]^{1/2} \cdot \left(\frac{D}{B} \right)^{1/2} \cdot \left\{ \mu \cdot V / \left[\left(\frac{P}{P_A} \right)^{(K-1)/K} - 1 \right] \right\}^{1/2} \quad (2)$$

Metod att justera ett bestrykningsmedels bestrykningsvikt med stor noggrannhet inom en vitt verksamhetsområde, genom att applicera och använda en relativ formel för att definiera bestrykningsmaterialets bestrykningsvikt W separat enligt den relativa relationen mellan ett munstycke-plåt avstånd D och munstyckets skåravstånd B . Justeringen av gjutmetallens (bestrykningsmedlet) bestrykningsvikt utförs genom att reglera munstyckets tryck P och plåthastigheten V , och även genom att reglera D med ekvationen (1) inom området $D/B \leq C$ (utvecklingsområde) och åtminstone den ena av D och B med ekvationen (2) inom området $D/B > C$ (fullt utvecklat område). (ρ_K = gjutmetallens täthet, μ = gjutmetallens viskositet, η = munstyckets effekt, P_A = trycket i munstyckets avlopp, K = gasens specifika värmeförhållande och h_1 och h_2 = konstanter).

$$W = h_1 \cdot \rho_K \cdot [(K-1)/(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)]^{1/2} \cdot D^{1/2} \cdot \{\mu \cdot V / [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1]\}^{1/2} \quad (1)$$

$$W = h_2 \cdot \rho_K \cdot [(K-1)/(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)]^{1/2} \cdot (D/B)^{1/2} \cdot \{\mu \cdot V / [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1]\}^{1/2} \quad (2)$$

Menetelmä päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä

Keksinnön kohteena on menetelmä päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä ja erityisemmin menetelmä päällystyspaksuuden säätämiseksi pyyhkäisemällä ylimääräisen päällystysaineen pyyhkäisysuuttimesta ruiskutetuilla kaasupuhalluksilla jatkuvan sulan metallin tai maalin päällystämisen aikana rataan.

Yleensä jatkuvan sulan metallin päällystämässä ja jatkuvassa maalaamisessa, ns. kaasupyyhkäisyä on laajasti sovellettu, jolloin ylimäärä päällystysainetta, kuten sulaa metallia, maalia, jne. on jatkuvasti päällystetty radan päälle ja samanaikaisesti kaasupuhalluksia on suunnattu pintaan pyyhkäisysuutinta käyttäen ylimääräisen päällystysaineen poistamiseksi.

Edellä kuvatussa jatkuvassa sulan metallin päällystämässä ja jatkuvassa maalaamisessa on tärkeitä säätää tarkasti päällystysaineen, kuten sulan metallin, maalin, jne. päällystyspainoa radalla kohdearvoon.

Päällystysaineen päällystyspainon säätäminen jatkuvassa sulan metallin päällystys- ja maalauslinjassa on jaettu monentyyppisiin alaosastoihin tuotteiden laajan käytön tarkoituksen, korroosiokestävyyden ja kustannusten mukaan. Siksi ei vain kun tuotteen tyyppi on muutettava vaan kun kohteena oleva päällystyspaine on muutettava, on tarpeellista muuttaa sopivasti ja nopeasti suuttimen ruiskutuspaino P , suutin-rataetäisyys D , pyyhkäisysuuttimen rakoväli B , ratanopeus V jne.

Menetelmiä, joissa päällystyspainoa säädetään sulan metallin päällystyksen aikana, on esitetty japanilaisissa kuulutusjulkaisuissa Sho 54-149331 ja Hei 1-92324 sekä patenttijulkaisussa Sho 56-12316.

Japanilaisessa kuulutusjulkaisussa Sho 54-149331 kaasupaine radan pinnalla on katsottu olevan etäisyyden funktio päällystyskylvyn pinnasta, ja suutinkorkeus, suutin-rataetäisyys ja kaasun ruiskutuspaino on säädetty tyydyttämään funktio. Japanilaisessa patenttijulkaisussa Sho 56-12316, päällystyksen päällystyspaine on säädetty käyttämällä kaasun ruiskutuspainetta, joka on ilmaistu suuttimen etäisyyden, korkeuden ja kulman, linjanopeuden ja päällystyksen päällystyspainon funktiona. Japanilaisessa kuulutusjulkaisussa Hei 1-92324 päällystyksen päällystyspaine on säädetty käyttämällä suhteellista pyyhkäisypaineen ja päällystyspainon kaavaa ja suuttimen etäisyyden ja päällystyspainon suhteellista kaavaa päällystyksen päällystyspainon takaisinsäädön aikana heti suuttimen päällä.

Käytössä on ollut yleisesti sellainen menetelmä päällystyksen (päällystysaineen päällystys) päällystyspaineen takaisinsäädöksi, joka on perustunut pyyhkäisy-suuttimen ruiskutuspaineseen P , suutin-rata-etäisyyteen D , ratanopeuteen V ja sulan metallin päällystyspaineeseen W ja menetelmään takaisin-eteenpäin säädöksi käyttämällä sulan metallin päällystyspaineen W suhteellista kaavaa ja toimintatekijöitä.

Yleensä, kun eteen-takaisinpäin säätö tai takaisinpäin säätö toteutetaan, pyyhkäisy-suuttimen ruiskutuspainee P ja suutin-rata-etäisyys D on määritetty päällystysaineen päällystyspaineen W ja toimintatekijöiden suhteellisen kaavan pohjalta kohdepäällystyspaineen mukaisesti jatkuvasti liikkuvalla radalla päällystettävän päällystysaineen, kuten sulan metallin, maalin jne. päällystyspaineen säätötarkoitusta varten. Siksi päällystysaineen päällystyspaineen tarkassa säätämisessä tulee tärkeäksi se, että edellä kuvattu säätöön käytettävä suhteellinen kaava voi sopivasti ja tarkasti ilmaista sulan metallin tai maalin pyyhkäisyilmiön toiminta-alueen läpi.

Kuitenkin tekniikan tasossa päällystyspaineen säätämiseen kaasupyyhkäisy-menettelyssä käytetyt suhteelliset kaavat, jotka on esitetty em. julkaisuissa ovat kokeellisesti saatu tekijöiden korrelaatiosta, jota on käytetty yhdenmukaisesti ottamatta huomioon toiminta-alueita.

Siksi niissä on virhe päällystyspaineen lasketun arvon, joka on suhteellisesta kaavasta määrätty, ja todellisuudessa mitatun arvon välillä. Mitä laajempi toiminta-alue (toimintatekijöiden muunnosalue), sitä suuremmaksi virhe kasvaa, minkä tuloksena on suurempi määrä sellaisia tuotteita, joilla päällystysaineen todellinen päällystyspaine on kohdearvon ulkopuolella (erityisarvon $\pm 2 \text{ g/m}^2$ sisällä esimerkiksi autoja varten tarkoitetun galvanoidun teräslevyn kuumaupotuksesta (kastosta)).

Päällystysaineen päällystyspaineen virhe kohdearvosta, joka johtuu suhteellisen kaavan epätarkkuudesta, ilmenee steady-state-poikkeamana, ei vain eteenpäinkyt-kentäsäädössä mutta myös takaisinkytkentäsäädössä estäen päällystysaineen päällystyspaineen korkeatarkkuuksien säädön.

Edellä kuvattuihin lukuisiin haittoihin nähden tähän mennessä tunnetussa tekniikassa keksinnön kohteena on saada käyttöön menetelmä päällystyspaineen säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä, joka voi saada aikaan sopivan suhteellisen kaavan päällystyspaineen ja toimintatekijöiden välille niin, että tällä tavalla säädetään tarkasti päällystysaineen päällystyspainea suhteellisen kaavan pohjalta. Se on, kun muutoksia on tehty toimintatekijöihin sellaisen muutoksen takia, joka on tuotteissa tai levyn

muodossa jne., levyille päällystetyn päällystysaineen, kuten sulan metallin, maalin jne. päällystyspainoa voidaan säätää kohdearvoon näiden muutosten olosuhteiden mukaan.

5 Nyt on keksitty menetelmä, jolla päällystyspainon säätäminen kaasupyyhkäisyllä voidaan tehdä erityisen tarkasti.

Tämän tavoitteen saavuttamiseksi keksinnölle ovat tunnusomaisia seikat, jotka on esitetty itsenäisessä patenttivaatimuksessa. Muissa patenttivaatimuksissa on esitetty keksinnön eräitä edullisia sovellutusmuotoja.

10 Menetelmässä päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä keksintö välttää edellä mainitut haitat säätämällä levyllä päällystetyn päällystysaineen päällystyspainoa päällystyspainon suhteellisen kaavan pohjalta, joka paino eroaa pyyhkäisysuuttimen rakovälin B ja suutin-levy-etäisyyden D välisellä suhteella vakion C suhteen so. (i) $D/B \leq C$ ja (ii) $D/B > C$ välillä, kun päällystysaineen päällystyspainoa levyllä on säädetty käyttämällä kaasupuhalluksia pyyhkäisysuuttimesta, joka on sijoitettu 15 jatkuvan päällystyslaitteen alavirran puolelle levyn jatkuvaa päällystämistä varten, jatkuvan päällystyslaitteen päällystämää levyä vasten.

Keksintö on ratkaissut edellä mainitut ongelmat, jotka syntyvät sulan metallin päällystysmenetelmässä levyllä päällystetyn päällystysaineen päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä, jossa pyyhkäisysuutin on sijoitettu sulan metallikylvyn 20 yläpuolelle, niin että käytetään kaasupuhalluksia pyyhkäisysuuttimesta levyä vastaan, joka on kulkenut sulan metallikylvyn läpi, tällä tavalla säätäen sulan metallin päällystyspainoa levyllä päällystyspainon suhteellisen kaavan pohjalta, joka paino eroaa pyyhkäisysuuttimen rakovälin B ja suutin-levy-etäisyyden D välisellä suhteella vakion C suhteen so. (i) $D/B \leq C$ ja (ii) $D/B > C$ välillä.

25 Keksintö on ratkaissut edellä mainitut ongelmat, jotka syntyvät jatkuvassa maalausmenetelmässä, jossa päällystyspainoa säädetään kaasupyyhkäisyllä ja jossa pyyhkäisysuutin on sijoitettu jatkuvan maalauslaitteen alavirran puolelle kaasun käyttämiseksi pyyhkäisysuuttimesta levyä vastaan, joka on kulkenut jatkuvan maalauslaitteen läpi, tällä tavalla säätäen maalin päällystyspainoa levyllä päällystyspainon suhteellisen kaavan pohjalta, joka paino eroaa pyyhkäisysuuttimen rakovälin B ja 30 suutin-levy-etäisyyden D välisellä suhteella vakion C suhteen so. (i) $D/B \leq C$ ja (ii) $D/B > C$ välillä.

Lisäksi keksinnön mukaisessa menetelmässä, jossa päällystyspainoa säädetään kaasupyyhkäisyllä, päällystysaineen päällystyspainoa levyllä säädetään päällystys-

painon suhteellisella kaavalla ilman rakoväliä B (i):n $D/B \leq C$ tapauksessa päällystyspainon suhteellisella kaavalla sisältäen rakovälin B (ii):n $D/B > C$ tapauksessa.

Lisäksi keksinnön mukaisessa menetelmässä, jossa päällystyspainoa säädetään kaasupyyhkäisyllä, päällystysaineen päällystyspainoa levyllä säädetään päällystyspainon suhteellisella kaavalla pitäen yllä $D/B \leq C$ suhdetta säätämällä ainakin toista pyyhkäisysuuttimen rakoväliä B ja suutin-levy-etäisyyttä D.

Keksintö on toteutettu tämän jälkeen kuvatun tiedon pohjalta, jonka keksijä on hankkinut lukuisten tutkimusten kautta. Seuraava kuvaus on tehty alun pitäen sulan metallin päällystyksessä käyttäen sulaa metallia päällystysaineena käytännöllisyyden takia.

Ensimmäinen tieto, joka on saatu sulan metallin kaasupyyhkäisyilmiön teoreettisen analyysin tuloksesta, osoittaa sen, että on tärkeää erikseen ottaa huomioon päällystyspainon suhteellinen kaava ja toimintatekijät korrelaatioissa pyyhkäisysuuttimen rakovälin B ja suutin-levy-etäisyyden D välillä jaettuna seuraaviin kahteen tapaukseen pyyhkäisysuuttimesta tulevan kaasusuihkun luonteen mukaan:

(i) $D/B \leq C$

(ii) $D/B > C$

jossa C vastaa vakiota, joka määrittelee rajan kaasusuihkun kehittyvän alueen ja täysin kehittyneen alueen väliin myöhemmin kuvatusta pyyhkäisysuuttimesta. Tosi-asiassa tämä vakio on kokeellisesti määritetty pyyhkäisykaasun tyypillä ja lämpötilalla ja suuttimen muodolla; tyypillisesti arvoa n. 5-9 on käytetty.

Tämän jälkeen edellä kuvattu teoreettinen analyysi kuvataan yksityiskohtaisesti viitaten kuviin 2-4. Kuten on esitetty kuvassa 2, levy/nauha S vedetään ylöspäin kastamisen jälkeen päällystyssäiliön 10 sisältävän sulan metallin päällystyskylvyn 12 läpi, sitten kaasupuhalluksia suunnataan ruiskutusaineella P levyn S pintaa vastaan pyyhkäisysuuttimista 14 tasossa H päällystyskylvyn 12 päällä niin, että pyyhkäistään ylimäärä sulaa metallia pois levyn S pinnasta.

Kuva 3 esittää kaaviollisesti sulan metallin pyyhkäisyolosuhteita pyyhkäisysuuttimen 14 asemassa. Kun kaasusuihkua F suunnataan paineessa P pyyhkäisysuuttimesta 14 levyä S vastaan, joka on vedetty ylöspäin sulan metallin päällystyskylvystä 12, sulan metallin fluidikäyttäytyminen levyllä 12 voidaan ilmaista seuraavilla yhtälöillä (1) ja (2) saman piirustuksen koordinaattijärjestelmässä liikeyhtälön ja fluididynamiikasta tunnetun jatkuvuusyhtälön käytöllä.

Teoreettinen analyysi tehdään tämän jälkeen yhtälöiden (1) ja (2) pohjalta. Nämä yhtälöt on esitetty esimerkiksi US-patentissa 4 078 103:

$$\mu \cdot \left(\frac{\delta^2 u}{\delta y^2} \right) = \rho_M \cdot g + dP/dx \quad (1)$$

$$5 \quad v \cdot t = \int_0^\delta u(x,y) dy \quad (2)$$

jossa

μ = sulan metallin viskositeetti

ρ_M = sulan metallin tiheys

10 u = sulan metallin nopeusjakauma

g = maan vetovoiman kiihtyvyyt

p = kaasupaine, joka vaikuttaa sulan metallin pinnalla

t = lopullinen päällystyspaine

V = levyn nopeus

15 x, y = koordinaatit

δ = sulan metallin paksuus x -asemassa

20 Kaasun paineen suhde maksimipainegradientissa $|dP/dx|_{\max}$ löydetään ratkaisemalla yhtälö (1) rajatapauksessa, jossa $u=V$, kun $y=0$ ja $(d'u/d'y)=0$ (d' esittää osittaisdifferentiaalia), kun $y=\delta$, ja samanaikaisesti yhtälön (2) kanssa, täten saadaan yhtälö (3) || esittää itseisarvoa (myös yhtälöissä (4), (8) ja (9)).

$$t = \left\{ (4/9) x \cdot \mu \cdot V / |dP/dx|_{\max} \right\}^{1/2} \quad (3)$$

Yhtälöstä (3) päällystyspaine W voidaan johtaa seuraavasta yhtälöstä (4)

$$W = \rho_M \cdot t = \rho_M \cdot \left\{ (4/9) \cdot \mu \cdot V / |dP/dx|_{\max} \right\}^{1/2} \quad (4)$$

25 Tällä välin kaksidimensionaalisen vapaan suihkuteorian mukaan suihkualuetta voidaan tarkastella kahdessa jaetussa alueessa: Kehittyvä alue, joka sisältää sekoitetun alueen sisältäen potentiaalisen ytimen, jossa kaasusuihkun F ydinnopeus ei ole vähentynyt, ja sen molemmat puolet, ja täysin kehittyneen alueen, jossa suihku tulee täysin kehittyneeksi turbulenssiksi. Nopeusjakautuma näissä kahdessa alueessa ilmaistaan yhtälöllä (5) ja (6).

(i) Kehittyvä alue ($D/B \leq C$)

$$v = (v_0/2) \cdot \{1 + \operatorname{erf}(\sigma_1 \cdot x/D)\} \quad (5)$$

5 jossa $\operatorname{erf}(\xi) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi} \exp(-z^2) dz$, $\xi = \sigma_1 \cdot x/D$

(ii) Täysin kehittynyt alue ($D/B > C$)

$$v = C_0 \cdot v_0 \cdot (B/D)^{1/2} \cdot \operatorname{sech}^2(\sigma_2 \cdot x/D) \quad (6)$$

v = suihkun nopeus

10 v_0 = tasainen virtausnopeus suuttimen poistoaukossa

D = etäisyys suuttimesta suihkun keskiviivan suunnassa

B = suuttimen rakoväli

σ_1 , σ_2 , C_0 = vakioita

15 Dynaaminen kaasun paine on ilmaistu seuraavalla yhtälöllä (7), jossa ρ_A on kaasun tiheys suuttimen poistoaukossa.

$$P = (1/2) \rho_A \cdot V_2 \quad (7)$$

Yhtälöä (5) tai (6) apuna käyttäen yhtälössä (7) maksimipaine gradientti voidaan ilmaista seuraavalla yhtälöllä (8) tai (9).

(i) Kehittyvä alue

$$\begin{aligned} 20 \quad |dP/dx|_{\max} &= 0,3441 \cdot \sigma_1 \cdot \rho_A \cdot v_0^2/D \\ &= 3,785 \cdot \rho_A \cdot v_0^2/D \\ &\quad (\sigma_1 = 11,0) \end{aligned} \quad (8)$$

(ii) Täysin kehittynyt alue

$$\begin{aligned} 25 \quad |dP/dx|_{\max} &= 0,5724 \cdot C_0^2 \cdot \sigma_2 \cdot \rho_A \cdot v_0^2 \cdot B/D^2 \\ &= 4,390 \cdot C_0^2 \cdot \rho_A \cdot v_0^2 \cdot B/D^2 \\ &\quad (\sigma_2 = 7,67) \end{aligned} \quad (9)$$

Kaasusuihkun nopeus v_0 , joka sisältyy yhtälöihin (8) ja (9), voidaan määrittää oletuksella isoentrooppisesta virtauksesta.

Energian häviättömyyslain nojalla seuraava yhtälö (10) saadaan aikaan. Myös kun kaasusuihkun virtaus on nopea, tilan muutos tapahtuu lyhyessä ajassa ja muutos on adiabaattinen, ja näin isoentrooppinen muutos, seuraava yhtälö (11) johdetaan.

$$v^2/2 + \int dP/\rho = \text{vakio} \quad (10)$$

$$5 \quad P/\rho^k = \text{vakio} \quad (11)$$

k = kaasun ominaislämpövakio (kaksiatominen molekyyli: $k = 1,4$)

Yhtälöiden (10) ja (11) nojalla isoentrooppisen virtauksen energian säilyvyyden laki voidaan ilmaista seuraavalla yhtälöllä (12), jossa P_A on paine suuttimen poistoaukko-osassa.

$$10 \quad v^2/2 + \{K/(K-1)\} \cdot P/\rho = v_0^2/2 + \{K/(K-1)\} \cdot P_A/\rho_A \quad (12)$$

Yhtälössä (12), kun virtausnopeus v suuttimessa on yhtä kuin 0, seuraava yhtälö (13) saadaan käyttämällä yhtälön (11) suhdetta.

$$v_0 = \{[2K/(K-1)] \cdot P_A/\rho_A \cdot [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1]\}^{1/2} \quad (13)$$

Koska siihen sisältyy energiahäviö johtuen suuttimesta tai muusta todellisessa toiminnassa, seuraavaa yhtälöä (14) käytetään ottaen huomioon suuttimen hyötysuhde η .

$$15 \quad \rho_A \cdot v_0^2 = \eta \cdot [2K/(K-1)] \cdot P_A \cdot [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1] \quad (14)$$

Seuraavaksi sijoittamalla yhtälö (14) yhtälöön (8) tai (9) ja lisäksi nämä yhtälöt (14) ja (8) tai (9) yhtälöön (4), saadaan seuraavat yhtälöt (15) ja (16), jotka edustavat 20 päällystyspainon ja kunkin säätötekijän suhdetta.

(i) kehittyvä alue ($D/B \leq 7,483$)

$$\begin{aligned} W &= k \cdot 0,3427 \cdot \rho_M \cdot D^{1/2} \cdot [\mu \cdot V/(\rho_A \cdot v_0^2)]^{1/2} \\ &= h_1 \cdot \rho_M \cdot [(K-1)/(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)]^{1/2} \cdot \\ &D^{1/2} \cdot \{ \mu \cdot V/[(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1] \}^{1/2} \end{aligned} \quad (15)$$

$$25 \quad (h_1 = k \cdot 0,3427)$$

(ii) Täysin kehittynyt alue ($D/B > 7,483$)

$$\begin{aligned}
 W &= (k \cdot 0,3182/C_0) \cdot \rho_M \cdot (D/B)^{1/2} \cdot [\mu \cdot V / (\rho_A \cdot v_0^2)]^{1/2} \\
 &= h_2 \cdot \rho_M \cdot [(K-1)/(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)]^{1/2} \cdot \\
 &\quad (D/B)^{1/2} \cdot \{ \mu \cdot V / [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1] \}^{1/2} \quad (16) \\
 5 \quad &\quad (h_2 = k \cdot 0,3182 C_0)
 \end{aligned}$$

Yhtälöt (15) ja (16) antavat rajapisteen C esimerkkiarvon (7,483) kehittyneen ja täysin kehittyneen alueen välille. Tässä esimerkissä kirjallisuusarvoja käytetään suuttimen karakterisina vakioina C_0 , σ_1 ja σ_2 , ja C määritettiin yhtälö (15) = yhtälö (16):stä. On toivottavaa, että annetaan C:n arvo määrittämällä nämä suuttimen karakteriset vakiot kaasusuihkun nopeusjakauman todellisten mittausten pohjalta.

Yhtälön (15) vertaamisesta yhtälöön (16) on ymmärrettävissä, että tekijät ρ_m , μ , V ja P osoittavat samanasteisen vaikutuksen; D ja B näyttävät kuitenkin eri vaikutusasteita. Kehittyneessä alueessa (i) päällystyspaino (W) on suhteellinen $D^{1/2}$, ja täysin kehittyneessä alueessa (ii) päällystyspaino on suhteellinen $D/B^{1/2}$.

15 Tästä seuraavat (A) - (C) ovat tunnetut. (A) Kehittyneessä alueessa suutin-levy-etäisyyden D vaikutus tulee vähäiseksi. (B) Kehittyvällä alueella ei ole mitään tekemistä suuttimen rakovälin B kanssa.

(C) On tarpeen ottaa huomioon päällystyspainon ja säätötekijöiden suhde erikseen D/B:n suuruuden mukaan, joka suhde on D:n suhde B:hen.

20 Kuten edellä on kuvattu yksityiskohtaisesti, osoitettiin, että päällystyspainon ja kunkin vaikutustekijän suhde eroaa suhteellisella suutin-levy-etäisyyden D ja suuttimen rakovälin B välisellä suhteella. Siksi on tärkeää jakaa ja ottaa huomioon alue D/B-arvon mukaan ja samalla käyttää erikseen päällystyspainon suhteellista yhtälöä, kuten yhtälöitä (15) ja (16), vastaaviin alueisiin. On huomattava, että
25 yhtälöt (15) ja (16) antavat vain yhden esimerkin eikä keksintöä pidä rajoittaa siihen; esimerkiksi vakiot ja eksponentti ovat muunnettavissa tarpeen vaatiessa.

Toisen tiedon mukaan on selvää yhtälöistä (15) ja (16), että päällystyspaino eroaa toimintatekijöiden vaikutusasteessa $D/B \leq C$ ja $D/B > C$ välillä; kun B:tä muutetaan ja kun D on vakio, pyyhkäisyteho nousee (pyyhkäisy tulee helpommaksi suorittaa)
30 D/B-suhteen pienemisellä $D/B > C$ -alueella. Kuitenkin $D/B \leq C$ -alueella pyyhkäisyteho pysyy melkein muuttumattomana jopa silloin kun D/B on muutettu. Tämä tila on esitetty kuvassa 5. On yleisesti tunnettua, että pyyhkäisyteho nousee D:n pienetessä.

Samaan aikaan havaittiin kokeellisesti, että (sulan metallin) läiskiä, jotka nousevat päällystyskylvyn pinnalta, voidaan vähentää pyyhkäisykaasun virtausnopeuden pienentämisellä. Se on, kun muut olot ovat samat, läiskien esiintymistä voidaan vähentää pienentämällä rakoväliä B.

- 5 Kolmas tieto osoittaa sen tärkeäksi, että edellä mainitun teoreettisen analyysin plus lisäkokeiden ja -tutkimusten tuloksena sulan metallin fysikaaliset ominaisuudet, joilla on vaikutus pyyhkäisyluonteeseen, olisi arvioitavissa sulan metallin lämpötilan funktiona pyyhkäisy-suuttimen asemassa.

- 10 Se on, kuten kuvasta 6 selviää, joka esittää päällystysmetallin (sulan metallin) pyyhkäisy-suuttimen asemassa ja päällystyspainon virheen (tosiasiassa mitatun päällystyspainon - lasketun päällystyspainon ilman päällystysmetallin lämpötilariippuvuutta) välistä suhdetta, pyyhkäisyyn luonne laskee päällystysmetallilämpötilan putoamisen kanssa. On havaittu kuitenkin, että, kun päällystyslämpötilariippuvuus pyyhkäisy-suuttimen asennossa otetaan huomioon, virhe tulee hyvin pieneksi.

- 15 Tämän jälkeen menetelmä päällystysmetallin lämpötilan laskemiseksi päällystys-suuttimen asennossa ja menetelmä päällystysmetallin fysikaalisten ominaisuuksien ottamiseksi huomioon kuvataan esimerkkinä viitaten kuvaan 2.

- 20 Kuten on esitetty kuvassa 2, levy S lämpötilassa $T_{z,0}$ on kastettu päällystyskylpyyn 12 lämpötilassa T_M ratanopeudessa V , sitten sitä on vedetty ylöspäin lämpötilassa $T_{z,1}$, joka on lähellä päällystyskylvyn lämpötilaa T_M , päällystyskylvystä 12. Seuraava yhtälö (17) antaa levylämpötilan $T_{z,1}$ levyn S lähtiessä ulos päällystyskylvystä 12 olettaen, että se perustuu lämmönsiirtymiselle tasaiselle levyllä sulan metallin alla:

$$T_{z,1} = T_M + (T_{z,0} - T_M) \cdot \exp\{-2 \cdot \alpha_M \cdot l_M / \rho_S \cdot C_{p,s} \cdot t_s \cdot V\} \quad (17)$$

jossa α_M = päällystyskylvyn ja levyn lämmönsiirtokerroin

- 25 l_M = kastelumatka päällystyskylvyssä

ρ_S = levyn tiheys

$C_{p,s}$ = levyn ominaislämpö

t_s = levyn paksuus

- 30 Levy S lämpötilassa $T_{z,1}$ jäädytetään pyyhkäisykaasulla päällystysmetallin lämpötilaan $T_{z,2}$ päällystys-suuttimen 14 asemassa. Tämä lämpötila $T_{z,2}$ voidaan ilmaista seuraavalla yhtälöllä (18):

$$T_{z,2} = T_g + (T_{z,1} - T_g) \cdot \exp\{-2 \cdot \alpha \cdot H / \rho_S \cdot C_{p,s} \cdot t_s' \cdot V\} \quad (18)$$

- jossa T_g = suutimesta suihkutetun pyyhkäisykaasun lämpötila
 α = pyyhkäisykaasun lämmönsiirtokerroin (suutinpaineen funktio)
 H = etäisyys päällystyskylvyn pinnasta suuttimeen
 t_s' = levyn paksuuden ja päällystysmetallin paksuuden summa, joka on
 5 muutettu levyn standardilämpökapasiteetiksi

Seuraavassa päällystysmetallin viskositeetin μ lämpötilariippuvuus on määritetty seuraavalla yhtälöllä (19), jossa käytetään yhtälöstä (18) johdettua päällystysmetallin lämpötilaa. Yhtälössä (19) a_1 , a_2 ja a_3 ovat vakioita.

$$\mu = a_1 \cdot T_{z,2}^2 + a_2 \cdot T_{z,2} + a_3 \quad (19)$$

- 10 Sijoittamalla yhtälöstä (19) johdettu päällystysmetallin viskositeetti μ yhtälöön (15) tai (16) mahdollistetaan päällystyspaineen korkeampi tarkkuuksinen säätö.

- Yhtälöstä (18) johtamalla päällystysmetallin lämpötila heti, kun levy on vedetty ylöspäin päällystyskylvystä 12, on oletettu samaksi levyn lämpötilan $T_{z,1}$ kanssa. Tavallisissa toimintaoloissa edellä mainitut kaksi lämpötilaa ovat olennaisesti samat
 15 ja sen mukaan siellä ei ole ongelmaa lämpötiloista. Levylämpötila ja päällystysmetallin lämpötila kuitenkin voidaan muodostaa erilaisiksi.

- Ensimmäisestä edellä yksityiskohtaisesti kuvatussa tiedosta on selvää, että päällystyspaineen ja toimintatekijöiden suhteellisen kaavan ennustettua tarkkuutta voidaan parantaa käyttämällä suutin-levy-etäisyyden D ja suuttimen rakovälin B suhteellisella suhteella jaetun päällystyspaineen suhteellista kaavaa (säätökaava).
 20

- Siksi tulee mahdolliseksi esittää sulan metallin päällystys kohdepäällystyspaineeseen toiminnan laajalla alueella säätämällä ainakin yhtä suutin-levy-etäisyyttä D ja suuttimen rakoväliä B ja suutinpainetta P , suutinkorkeutta H , levynopeutta V jne. käyttämällä yhtälöä (15), jolla ei ole mitään yhteyttä suuttimen paksuuteen B niin
 25 sanotussa kehittyvässä alueessa, ja yhtälöä (16), joka sisältää sekä suutin-levy-etäisyyden D ja suuttimen rakovälin B niin sanotussa täysin kehittyneessä alueessa.

- ⋮
 Toisen tiedon mukaan on suositeltavaa, että pyyhkäisy tehdään alueen $D/B \leq C$ sisällä pyyhkäisytehon parantamiseksi ja että, koska pyyhkäisykaasun virtaus on suhteessa suuttimen rakovälin B kanssa, mitä kapeampi rakoväli B , sitä pienem-
 30 mäksi pyyhkäisykaasun virtausnopeus voidaan tehdä, näin esittäen taloudellisen edun.

Lisäksi roiskeet päällystyskylvyn pinnasta voidaan vähentää rakoväliä B kaventamalla.

Siksi kaventamalla rakoväliä B niin pieneksi kuin mahdollista, kun ainakin toista D:stä ja B:stä säädetään alueessa, joka toteuttaa $D/B \leq C:n$, voi vähentää pyyhkäisy-
5 kaasun virtausnopeutta huonontamatta pyyhkäisytehoa ja lisäksi voi vähentää roiskeita.

Lisäksi laajaa aluetta vakioita C 6,6-8,1, jotka sisältävät mittaustarkkuuden, voidaan saada kokeista. Siksi on toivottavaa, että, kun on säädettävä käyttämällä yhtälöä
10 (15) kehittyvän alueen alueella, päällystyspaine on säädettävä seuraavan yhtälön (20) alueelle kokeilla saatujen C:den keskiarvon C_a pohjalta.

$$C_a - 1 \leq D/B \leq C_a + 1 \quad (20)$$

Kun rakoväli B on säädetty toivottuun arvoon, JP-patenttijulkaisun Sho 63-238254 esittämä suutin on käyttökelpoinen.

JP-patenttijulkaisussa Sho 49-37898 on esitetty menetelmä rakovälin B määrittä-
15 miseksi tietylle alueelle kokeellisesti saadun päällystyspaineen W ja rakovälin B suhteellisen suhteen mukaisesti; kuitenkin suutin-rako-etäisyyden D ja rakovälin B suhteelliseen suhteeseen pohjautuvaa päällystyspaineen säätöä ei ole saatu aikaan.

Kolmannen tiedon mukaan, kun päällystyspainoa säädetään yhtälöillä (15) tai (16),
20 lämpötilariippuvuus on myös otettu huomioon jokaiseen yhtälöön sisältyvän sulan metallin viskositeettiin nähden. Sulan metallin käyttö päällystämisen päällystysma-
teriaalina on kuvattu edellä yksityiskohtaisesti. Keksintö on samalla tavalla sovellet-
tavissa vaihtoehtoiseen jatkuvaan maalaukseen niin kauan kuin päällystysmateriaali on nestemäinen aine, kuten maali.

Kun maalia käytetään päällystysaineena, kuvien 2 ja 3 päällystyskylpyä käytetään
25 jatkuvana päällystyslaitteena ja sula metalli ja päällystysmetalli korvataan maalilla ja päällystysmaalilla. Samanaikaisesti sama teoria ja samat yhtälöt kuin sulan me-
tallin päällystyksessä ovat käyttökelpoisia käyttäen yhtälöissä (1) ja (2) μ = maalin viskositeetti, ρ_M = maalin tiheys, u = maalin nopeusjakautuma, P = maalin pintaan vaikuttava kaasun paine, t = lopullinen maalin päällystyspaine ja δ = maalin pak-
30 suus x-asemassa.

Tässä tapauksessa yksi esimerkki suhteesta maalin lämpötilan pyyhkäisy-suuttimen asemassa ja maalin päällystyspaineovirheen välillä (tosiasiassa mitattu päällystys-

paino - laskettu päällystyspaino ilman maalin lämpötilariippuvuuden huomioonottamista), joka vastaa kuvassa 6 esitettyä suhdetta, on esitetty kuvassa 7.

5 On tärkeää, että päällystysmaalin viskositeetin μ lämpötilariippuvuus voidaan ottaa huomioon käyttämällä yhtälöä (19). Kuitenkin, kun maali, kuten vesimaali, levitetään tavallisissa lämpötiloissa tavallisessa lämpötilassa olevaan levyyn, maalin fysikaaliset ominaisuudet pysyvät melkein muuttumattomina. Siksi käytännöllisesti riittävä tarkkuus on saatavissa maalin fysikaalisia ominaisuuksia arvioimatta lämpötilan funktiona.

10 Kuva 1 on piirros, joka esittää keksinnön mukaisen ensimmäisen toteutusmuodon etua.

Kuva 2 on yleinen selittävä kuva, joka esittää sulan metallin päällystysmenetelmää.

Kuva 3 on kaaviollinen kuva, joka esittää levyille päällystetyn sulan metallin pyyhkäisykäyttämistä.

15 Kuva 4 on yleinen selittävä kuva, joka esittää pyyhkäisysuuttimesta emittoidun kaasusuihkun tilan.

Kuva 5 on piirros, joka esittää pyyhkäisytehon (päällystyspainon suhde) ja suuttimen rakopaksuuden välistä suhdetta kehittyvässä alueessa.

20 Kuva 6 on piirros, joka esittää päällystysmetallin lämpötilan ja levyn päällystyspainon virheen välistä suhdetta pyyhkäisysuuttimen asennossa.

Kuva 7 on piirros, joka esittää maalin lämpötilan ja maalin päällystyspainon virheen välistä suhdetta pyyhkäisysuuttimen asennossa.

Kuva 8 on lohkokaavio, joka esittää sulan metallin säätölaitetta, joka soveltuu keksinnön toteuttamiseen.

25 Kuva 9 on piirros, joka esittää maalin kalvopaksuuden säädön tulosta keksinnön kolmannen toteutusmuodon mukaan ja

Kuva 10 on piirros, joka esittää maalin kalvon paksuuden säädön tulosta tekniikan tason mukaisen menetelmän mukaan.

30 Seuraavassa keksinnön toteutusmuoto selitetään yksityiskohtaisesti viitaten piirustuksiin.

Kuva 8 on lohkokaavio, joka esittää sulan metallin säätölaitetta, joka soveltuu keksinnön ensimmäisen toteutusmuodon käyttöön. Säätölaite säätää jatkuvaa päällystyslaitetta sillä tavalla, että levy S, joka on upotettu päällystyskylvyn 12 läpi, joka on pidetty päällystyssäiliössä 10, on vedetty ylöspäin päällystyskylvystä 12 ja on sitten liikutettu. Päällystyskylvystä ylösvedetyn levyn S molemmille puolille tietty paineistettu kaasu on suunnattu pyyhkäisysuuttimista 14. Päällystyskylpyyn 12 upotetun levyn S kulun suunta on vaihdettu upotetulla telalla 16.

10 Pyyhkäisysuutin 14 on suunniteltu, niin että suutinetäisyys D ja suuttimen rakoväli B voidaan säätää säätimen 18 avulla ja suuttimen korkeus H on säädettävissä säätimellä 20. Levyn S kulun suunnassa eteenpäin on sijoitettu kalvon paksuusmittari 22 kalvon paksuuden mittaamiseksi leveyssuunnassa. Ilmaisinsignaali tästä kalvon paksuusmittarista 22 on viety säätimeen 18 takaisinkytkentäominaisuudet sisältävän kompensattorin 24, takaisinkytkentälaitteen 26 ja säädön sisääntulon valitsijan 28 kautta.

15 Levyn S kulun pituus ja nopeus mitataan pulssioskillaattorilla 30 ja nopeuden muuntimella 32 asetettuna mittaustelaan, joka pyörii levyn S kanssa kosketuksessa ja on sisäänsyötetty takaisinkytkennän piirteet omaavaan kompensattoriin 24 ja eteenpäinkytkentäsäätölaitteeseen 34. Tämä eteenpäinkytkentäsäätölaite 34 vastaanottaa signaaleja valmistuksen tilan asetuslaitteesta 36 ja ennalta asetetusta säätölaitteesta 38 vastaavasti tällä tavoin säätääkseen paineen säätöventtiiliä 42 paineen säätimen 40 kautta. Paineen säätöventtiili 42 mahdollistaa pyyhkäisysuuttimesta 20 emittoitun kaasun paineen säädön.

25 Signaali valmistuksen tilan asetuslaitteesta 36 on syötetty säätimeen 18 ennalta asetetun säätölaitteen 38 kautta. Lisäksi säädön sisääntulon valitsijasta tuleva signaali syötetään korkeuden säätimeen 20. Seuraavaksi annetaan lyhyt selitys keksinnön toteutusmuodon mukaisen edustavan säädön esimerkkinä.

Eteenpäinsäädön tapauksessa, kun toimintaehdot, kuten päällystyspaine W, ratanopeus V ja teräksen tyyppi vaihdetaan, sellaiset asetusarvot, kuten suutin-levy-etäisyys D, rakoväli B ja suuttimen suihkutuspaine P määritetään yhtälöiden (15) tai 30 (16) käytöllä päällystyspaineen W ja ratanopeuden V mukaan. Tänä aikana suutin-levy-etäisyys D pitäisi asettaa alempaan tai korkeampaan rajaan, niin että levy ei kosketa suutinta, suihkutuspaine P ei ylitä ylärajaa ja suutinkorkeus H on normaalissa standardiarvossa.

Asetusarvoista päättämisen jälkeen suutin-levy-etäisyys D , rakoväli B ja suihkutus-paine P säädetään asetuservoihin säätimellä 18 ja paineen säätimellä 40. Suutin-korkeus H , kun tarvitaan säätöä, on säädettävissä säätimellä 20.

5 Takaisinkytkentäsäädön tapauksessa, kun on olemassa ero kalvon paksuusmittarilla 22 mittauksen tulokseen pohjautuvan päällystyspainon osoitetun arvon ja kohde-
arvon välillä ja myös kun ratanopeus vaihtuu matkalla, on tarpeen laskea variaatio
ainakin yhdestä suutin-levy-etäisyydestä D , rakovälistä B ja suihkutus-paineesta P
10 päällystyspainon poikkeaman ja yhtälöiden (15) tai (16) pohjana olevan ratanopeu-
den muutoksen mukaan, tarpeellisia säätöjä variaatiota vastaten tehdään säätimen
18 ja paineen säätimen 40 avulla. Tässä tapauksessa myös suutinkorkeus H on ase-
tettu pohjimmiltaan standardiarvoon.

Galvanoimalla päällystetyn sinkin (Zn) päällystyspainon säätö saatiin aikaan käyttä-
mällä säädintä ja yhtälöistä (15) ja (16) laskemalla, jolloin kuvan 1 esittämä tulos
saatiin. Kuva 1A esittää päällystykseen päällystyspainon säädön tulosta ja pääl-
15 lystysmetallin lämpötiloja päällystysasemassa ottaen huomioon yhtälöt (15) ja (16).
Toimintaehdot tässä on annettu taulukossa 1.

Kuva 1B esittää tekniikan tason mukaisella menetelmällä saadun päällystykseen
päällystyspainon säädön tulosta käyttäen samaa säätölaitetta ja päällystyspainon
suhteellista kaavaa esitettynä seuraavassa yhtälössä (21), joka on muodostettu
20 toimintatekijöiden regressioyhtälönä. Kun tekniikan tason mukaista menetelmää
käytetään säädössä, suuttimen rakoväliä B eikä sulan sinkin fysikaalisia ominai-
suuksia ole otettu huomioon.

$$W = k_1 \cdot P^{C_1} \cdot V^{C_2} \cdot D^{C_3} \quad (21)$$

jossa k_1 = vakio

25 $C_1, C_2, C_3 = P:n, V:n$ ja $D:n$ potenssivakioita

Taulukko 1

Levynopeus (m/min)	60-160
Levyn paksuus (mm)	0,4-2,0
Levyn leveys (mm)	900-1620
30 Pyyhkäisykaasun paine (kg/cm ²)	0,15-1,1
Suuttimen etäisyys (mm)	10-30
Päällystyspainon kohdearvo (g/m ²)	30, 45, 60, 90

Suuttimen rakoväli (mm)	0,6-2,0
Suuttimen etäisyys päällystyskylvyn pintaan (mm)	200-600

5 Tekniikan tason menetelmän mukaan kuvasta 1 on nähtävissä, että päällystyspaino vaihtelee muutoksen säädön mukaan levynopeudessa, kohdepäällystyspainossa ja levyn muodossa ja että poikkeama tapahtuu myös steady-state-tilassa, jossa ei synny muutosta toimintaehdoissa. Toisaalta tämän keksinnön menetelmän mukaan on mahdollista säätää päällystyspaino melkein kohdepäällystyspainoon huolimatta erilaisista muutoksista toimintaehdoissa.

10 Seuraavassa selitetään toinen toteutusmuoto. Tässä toteutusmuodossa päällystyspaino säädetään säätämällä ainakin yhtä D:stä ja B:stä kehittyvällä alueella, so. alueella, joka toteuttaa $D/B \leq C$.

15 Taulukko 3 esittää taulukossa 2 esitetyillä toimintaehdoilla suoritettuna kuumassa upotuksessa tapahtuneen galvanoinnin tuloksen käyttämällä samaa säätölaitetta kuin ensimmäisessä toteutusmuodossa.

Taulukko 2

Levynopeus (m/min)	60-160
Levyn paksuus (mm)	0,5-2,3
Levyn leveys (mm)	850-1800
20 Suuttimen etäisyys (mm)	10-35
Päällystyspainon kohdearvo (g/m^2)	30-120
Suuttimen rakoväli (mm)	0,6-2,3
(Tekniikan taso)	1,8
Suuttimen etäisyys päällystyskylvyn pintaan (mm)	200-500

25

Taulukko 3

	Tekniikan taso (std)	Keksintö
30		
⋮		
	Pyyhkäisykaasun virtausnopeus	1,0 0,65
	Roiskeiden määrä	1,0 0,15
	Suuttimen rajapaine	1,0 1,6

Taulukko 3 esittää keskiarvoja verrattuna tekniikan tason arvoihin, pyyhkäisykaasun virtausnopeutta (kaasun kulutusta) voidaan vähentää, roiskeiden määrää voidaan vähentää ja lisäksi suuttimen painetta voidaan nostaa alueelle, joka ei haittaa päällystystoimintaa (edellä kuvatussa taulukossa pyyhkäisykaasun virtausnopeus

1,0 vastaa 5500 Nm³/h ja suuttimen rajapaine 1,0 vastaa 0,65 kgG. Roiskeiden määrä on mitattu visuaalisella havainnoinnilla.).

5 Koska suutinpaine voidaan asettaa korkeaksi kuten edellä todettiin, päällystyspainon säätöaluetta voidaan laajentaa mahdollistaen ohuen päällysteen päällystämisen myös suuressa ratanopeudessa.

10 Seuraavaksi kuvataan kolmas toteutusmuoto, joka on keksinnön sovellutusesimerkki jatkuvaan päällystykseseen. Jatkuva päällystykseen säätölaite, joka on käytetty tässä toteutusmuodossa, on olennaisesti sama kuin ensimmäisessä toteutusmuodossa esitetty sulan metallin päällystykseen säätölaite paitsi päällystysväiliö 10 ja jatkuva päällystyslaite ja päällystyskylpy 12 on korvattu maaliin upotuskylvyllä kuvassa 8.

15 Käyttäen edellä mainittua jatkuvaa päällystysaineen säätölaitetta maalin päällystyspainon (päällystetyn kalvon paksuuden) säätö suoritettiin käyttämällä yhtälöitä (15) ja (16) ja kuvassa 9 esitetty tulos saatiin. Kuva 9B esittää yhtälöitä (15) ja (16) käyttämällä saadun maalin päällystyspainon säädön tuloksen ja päällystetyn maalin lämpötilan pyyhkäisyasemassa, kun levyn nopeus on muutettu kuten on esitetty kuvassa 9A.

20 Käytetty maali on vesiliukoista maalia, jonka viskositeetti on 2 cP ja maalin tiheys 1100 kg/m³. Maalin lämpötila upotuskylvyssä on 12-30 °C ja levyn lämpötila ennen upotusta on 35 °C. Tänä aikana päällystysmaalin lämpötila pyyhkäisyasteessa vaihtelee levyn nopeuden mukaan: korkea suurissa nopeuksissa ja alhainen alhaisessa nopeudessa. Maalin lämpötila oli 22-30 °C tämän säädön aikana.

Edellä kuvatun maalin päällystämisen jälkeen taulukossa 4 annettujen toiminta-
ehtojen mukaan liuotin on haihtunut lämpökäsittelyssä näin muodostaen noin 1 µm
paksun päällysteen.

25 Taulukko 4

Levynopeus (m/min)	30-80
Levyn paksuus (mm)	1,2
Levyn leveys (mm)	1200
Pyyhkäisykaasun paine (kg/cm ²)	0,1-0,7
30 Suuttimen etäisyys (mm)	10-30
Päällystyspainon kohdearvo (g/m ²)	8
Suuttimen rakoväli (mm)	0,6-2,0
Suuttimen etäisyys upotuskylvyn pintaan (mm)	300-500

Kuvassa 10 on kuvaa 9 vastaava kaavio, joka esittää tekniikan tason mukaisen menetelmän esittämää maalin päällystyspainon säädön tulosta käyttäen samaa säätölaitetta ja päällystyspainon suhteellista kaavaa, joka on esitetty seuraavalla yhtälöllä (22), joka on valmistettu toimintatekijöiden regressioyhtälönä. Kun tekniikan tason menetelmä on sovitettu tekemään tämä säätö, ei suuttimen rakoväliä B eikä maalin fysikaalisia ominaisuuksia ole otettu huomioon.

$$W = k_2 \cdot P^{C_4} \cdot V^{C_5} \cdot D^{C_6} \quad (22)$$

jossa k_2 on vakio

10 $C_4, C_5, C_6 = P:n, V:n$ ja $D:n$ vakiopotensseja

Kuvista 9 ja 10 selviää, että päällystyspaino vaihtelee muutoksen ajoituksen kanssa levynopeudessa ja että poikkeama tapahtuu myös steady-state-tilassa, jossa ei nopeusmuutosta synny. Toisaalta keksinnön mukaisen menetelmän mukaan on mahdollista säätää päällystyspaino melkein kohdepäällystyspainoon nopeusmuutoksesta välittämättä.

Keksintöä on edellä kuvattu konkreettisesti. On huomattava, että keksintöä ei ole rajoitettu edellä kuvattuun toteutusmuotoon. Useat muunnokset ovat mahdollisia keksinnön hengessä.

Esimerkiksi päällystysaineen, kuten sulan metallin tai maalin, päällystyspainon säätämiseksi käytettävää suhteellista kaavaa (säätöyhtälö) ei ole rajoitettu yhtälöön (15) tai (16) ja muutoksia voidaan tehdä jos toivotaan niin kauan kuin ne säätävät päällystysaineen päällystyspainon säätöyhtälöllä pois lukien suuttimen rakovälin B $D/B \leq C$ alueella (kehittyvä alue) ja säätöyhtälöllä mukaan lukien suutin-levy-etäisyyden D ja rakovälin B $D/B > C$ -alueella (täysin kehittynyt alue).

25 Esimerkiksi on mahdollista muuttaa yhtälöt (15) ja (16) päällystysaineen päällystyspainon säätämiseksi säätöyhtälön käytöllä pois lukien suuttimen rakovälin B ja mukaan lukien ainakin suutin-levy-etäisyyden D , pyyhkäisykaasun paineen P ja levynopeuden V $D/B \leq C$ -alueella (kehittyvä alue) ja säätöyhtälön käytöllä mukaan lukien ainakin suutin-levy-etäisyyden D , rakovälin B , pyyhkäisykaasun paineen P ja levynopeuden V $D/B > C$ -alueella (täysin kehittynyt alue). On huomattava, että tänä
30 aikana kunkin tekijän potenssivakiot ja säätöyhtälön vakiot voidaan sovittaa todellisesti mitattuun arvoon.

On myös huomattava, että yhtälö päällystysaineen viskositeetin arvioimiseksi lämpötilan funktiona ei ole rajoitettu yhtälöön (19).

5 Lisäksi on huomattava, että sulan metallin päällystykseen säätölaitetta todelliseen käyttöön ei ole rajoitettu edellä kuvattuun toteutusmuotoon ja päällystystyyppiä ei ole rajoitettu galvanointiin.

10 Lisäksi jatkuvaa päällystykseen säätölaitteistoa ei ole rajoitettu laitteeseen, joka varustettu edellä kuvatussa toteutusmuodossa esitetyllä upotuskylvyllä jatkuvana päällystyslaitteena; esimerkiksi laite voidaan muuttaa haluttaessa sellaiseen, joka on varustettu laitteella, jossa on ruiskutuslaitteisto, joka voi jatkuvasti päällystää maalia levyille. Myöskään maalin tyyppiä ei ole rajoitettu edellä kuvatussa toteutusmuodossa esitettyyn.

15 Keksinnön mukaan, kuten edellä on kuvattu, on mahdollista säätää päällystysaineen päällystyspaino kohdearvoon myös, kun muutos tehdään toimintatekijöihin tuotetyyppi ja levyn muodon muutoksen takia asettamalla ja käyttämällä suhteellista kaavaa päällystysaineen kuten sulan metallin ja maalin päällystyspainon määrittämiseksi suutin-levy-etäisyyden D ja suuttimen rakovälin B välisen suhteellisen suhteen pohjalta. Tulee myös mahdolliseksi säätää päällystysaineen päällystyspainoa korkean pyyhkäisytehon oloissa käyttämällä edellä kuvattua suhteellista kaavaa, jolla päällystysaineen päällystyspaino määritetään pitäen voimassa D/B -arvon 20 kehittyvässä alueessa pienentämällä pyyhkäisykaasun virtausnopeutta ja roiskeiden määrää toiminnan laajalla alueella ja lisäksi lisätäkseen suuttimen rajapainetta tällä tavalla mahdollistaen tuotteiden lisääntyneen tuotannon.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä päällystysaineen
 päällystyspainon säätämiseksi levyllä kohdistaan kaasusuihkuja kaasusuuttimesta
 levyä vastaan, joka on näin päällystetty jatkuvalla päällystyslaitteella, jossa pyyh-
 5 käisysuutin on sijoitettu jatkuvan päällystyslaitteen alavirran puolelle levyn päällystämiseksi jatkuvasti, tunnettu siitä, että menetelmä sisältää levyllä päällystetyn
 päällystysaineen päällystyspainon säätämisen päällystyspainon suhteellisen kaavan
 (i) pohjalta, kun $D/B \leq C$ ja suhteellisen kaavan (ii) pohjalta, kun $D/B > C$, vakion C
 suhteen B:n ollessa pyyhkäisysuuttimen rakoväli ja D:n ollessa suuttimen ja levyn
 10 välinen etäisyys ja kaavojen (i, ii) ollessa:

$$W = h_1 \cdot \rho_M \cdot [(K-1)/(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)]^{1/2} \cdot D^{1/2} \cdot \{\mu \cdot V / [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1]\}^{1/2} \quad (i)$$

$$W = h_2 \cdot \rho_M \cdot [(K-1)/(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)]^{1/2} \cdot (D/B)^{1/2} \cdot \{\mu \cdot V / [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1]\}^{1/2} \quad (ii)$$

- 15 joissa:

P = suutinpaine

V = levynopeus

ρ_M = sulan metallin tiheys

μ = sulan metallin viskositeetti

- 20 η = suuttimen teho

P_A = paine suuttimen poistoaukko-osassa

K = kaasun ominaislämmön suhde

h_1 ja h_2 = vakioita.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä päällystyspainon säätämiseksi
 25 kaasupyyhkäisyllä, tunnettu siitä, että sulan metallin päällystyspainon säätämiseksi levyllä kohdistetaan kaasusuihkuja sulan metallikylvyn yläpuolelle sijoitetusta pyyhkäisysuuttimesta levyä vastaan, joka on kulkenut sulan metallikylvyn läpi.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä päällystyspainon säätämiseksi
 30 kaasupyyhkäisyllä, tunnettu siitä, että maalin päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä levyllä päällystetyn maalin päällystyspainon säätämiseksi kohdistetaan kaasusuihkuja jatkuvan päällystyslaitteen alavirtaan sijoitetusta pyyhkäisysuuttimesta levyä vastaan, joka on kulkenut jatkuvan päällystyslaitteen läpi.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä, tunnettu siitä, että päällystysaineen päällystyspaine levyllä säädetään päällystyspainon suhteellisella kaavalla lukuunottamatta rakoväliä B (i) $D/B \leq C$:n tapauksessa ja päällystyspainon suhteellisella kaavalla mukaanlukien rakoväli B (ii) $D/B > C$:n tapauksessa.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä päällystyspainon säätämiseksi kaasupyyhkäisyllä, tunnettu siitä, että päällystysaineen päällystyspaine levyllä säädetään päällystyspainon suhteellisella kaavalla säätämällä ainakin toista pyyhkäisysuuttimen rakovälistä B ja suutinrako etäisyydestä D suhteen $D/B \leq C$ ollessa voimassa.

Patentkrav

1. Förfarande för att reglera beläggningsvikten med gasavstrykning i syfte att reglera beläggningsmaterialets beläggningsvikt på en skiva genom att rikta gasstrålar från gasdysan mot skivan, som sålunda beläggs med en kontinuerlig beläggningsanordning, där avstrykningdysan placerats nedströms från den kontinuerliga beläggningsanordningen för kontinuerlig beläggning av skivan, kännetecknat av att förfarandet innefattar reglering av beläggningsvikten hos det på skivan applicerade beläggningsmaterialet utgående från den relativa formeln (i) för beläggningsvikten, då $D/B \leq C$ och utgående från den relativa formeln (ii), då $D/B > C$, då förhållandet B i det konstanta värdet C är avstrykningsdysans spaltintervall och D är avståndet D mellan dysan och skivan och formlerna (i, ii) är

$$W = h_1 \cdot \rho_M \cdot [(K-1)/(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)]^{1/2} \cdot D^{1/2} \cdot \{\mu \cdot V / [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1]\}^{1/2} \quad (i)$$

$$W = h_2 \cdot \rho_M \cdot [(K-1)/(2 \cdot \eta \cdot K \cdot P_A)]^{1/2} \cdot (D/B)^{1/2} \cdot \{\mu \cdot V / [(P/P_A)^{(K-1)/K} - 1]\}^{1/2} \quad (ii)$$

i vilka

P = dystryck

V = skivhastighet

ρ_M = metallsmältans densitet

μ = metallsmältans viskositet

η = dysans effekt

P_A = trycket i dysans utloppsdel

K = gasens specifika värmeförhållande

h_1 och h_2 = konstanta värden.

2. Förfarande enligt patentkrav 1 för att reglera beläggningensvikten med gasavstrykning, kännetecknat av att i syfte att reglera beläggningensvikten av metallsmälta på en skiva riktas metallstrålar från en avstrykningsdysa placerad ovanför metallsmältbadet mot skivan, som passerat genom metallsmältbadet.
- 5 3. Förfarande enligt patentkrav 1 för att reglera beläggningensvikten med gasavstrykning, kännetecknat av att i syfte att reglera beläggningensvikten av målfärg som applicerats på skivan med gasavstrykning riktas gasstrålar från en avstrykningsdysa placerad nedströms från den kontinuerliga beläggningsanordningen mot skivan, som passerat genom den kontinuerliga beläggningsanordningen.
- 10 4. Förfarande enligt patentkrav 1 för att reglera beläggningensvikten med gasavstrykning, kännetecknat av att beläggningensvikten hos beläggningsmaterialet på skivan regleras med en relativ formel för beläggningensvikten med undantag av spaltintervallen B (i) i fall av $D/B \leq C$ och med den relativa formeln för beläggningensvikten inklusive spaltintervallen B (ii) då $D/B > C$.
- 15 5. Förfarande enligt patentkrav 1 för att reglera beläggningensvikten med gasavstrykning, kännetecknat av att beläggningensvikten hos beläggningsmaterialet på skivan regleras med den relativa formeln för beläggningensvikten genom att reglera åtminstone den ena av avstrykningsdysans spaltintervall B och dysspaltavstånd D medan förhållandet $D/B \leq C$ gäller.

FIG. 1A

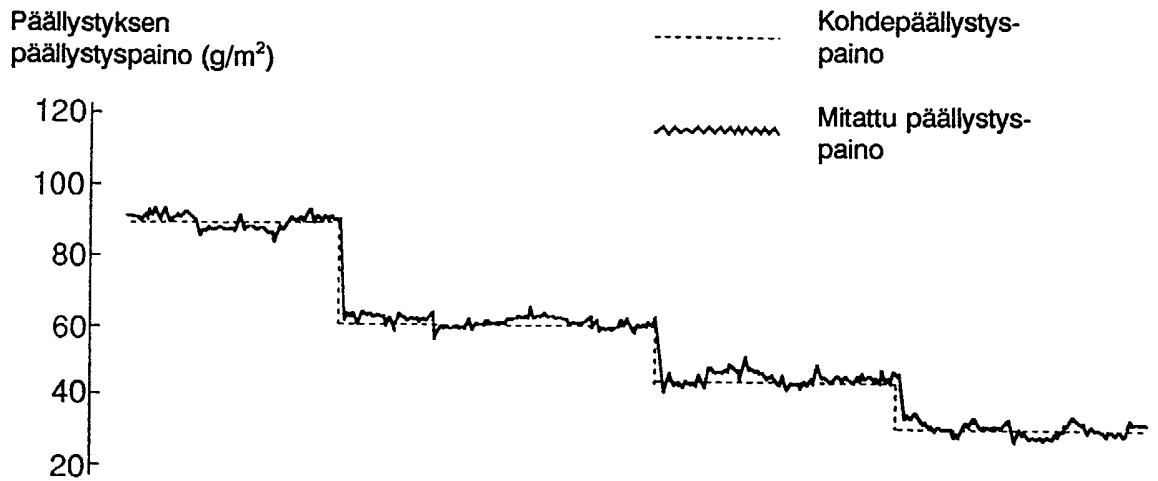


FIG. 1B

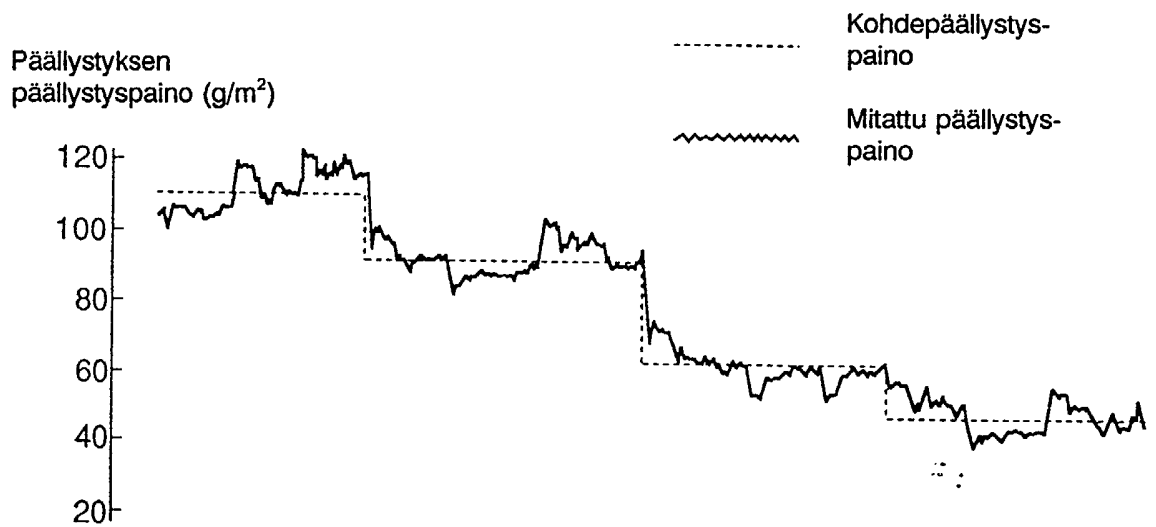


FIG. 2

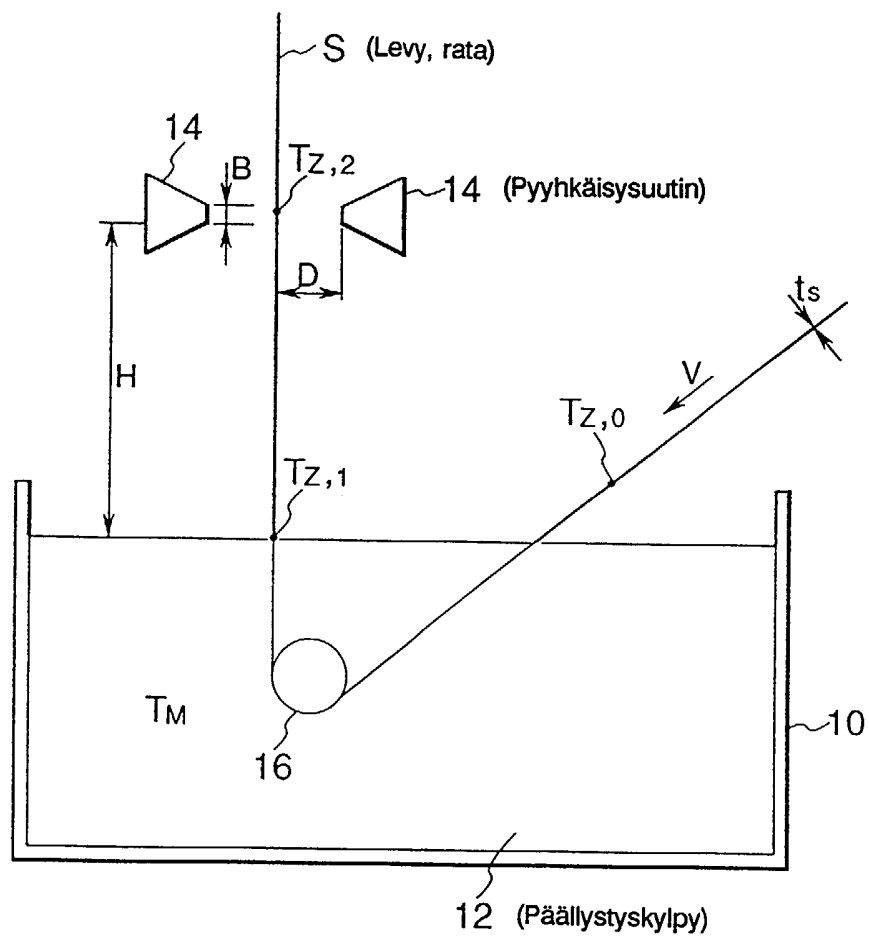


FIG. 3

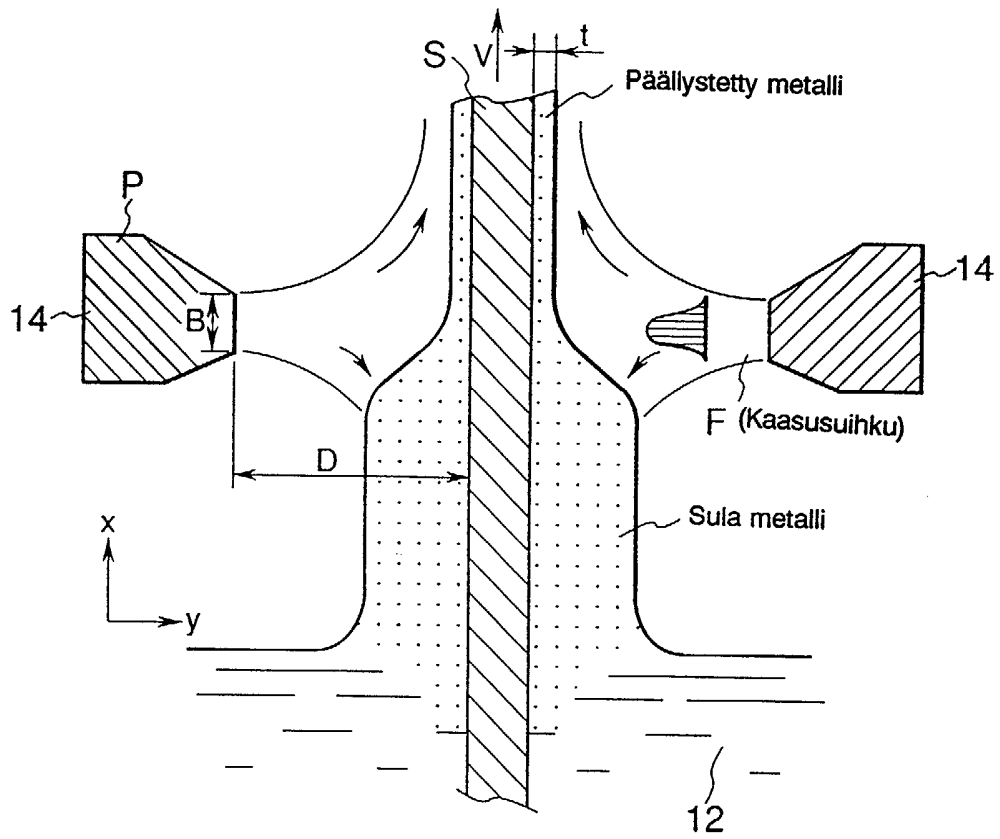


FIG. 4

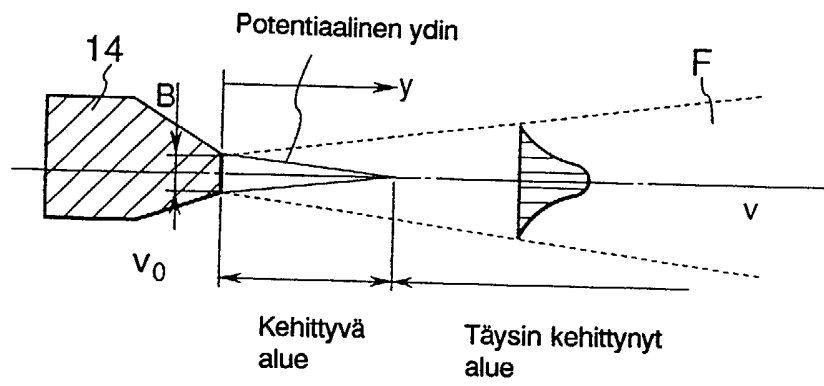


FIG. 5

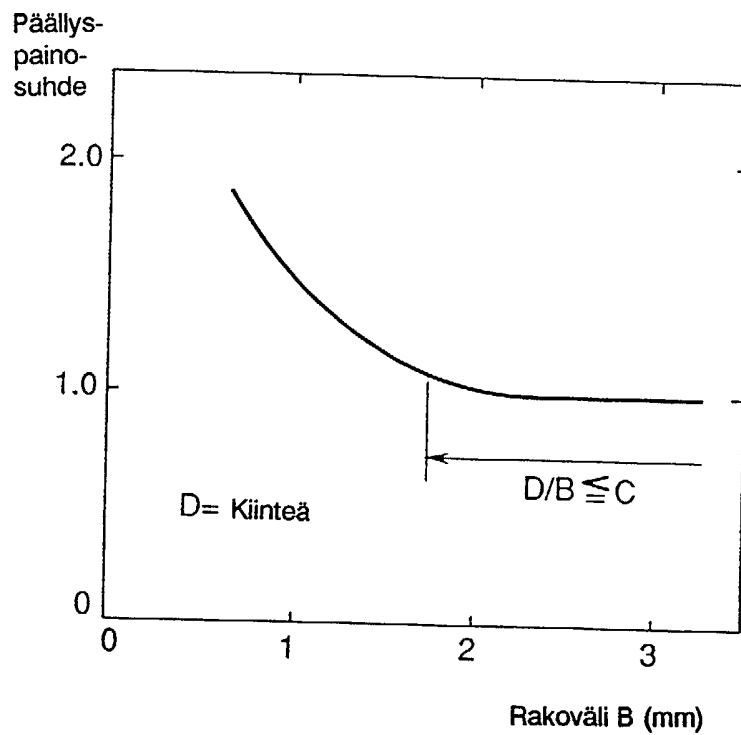
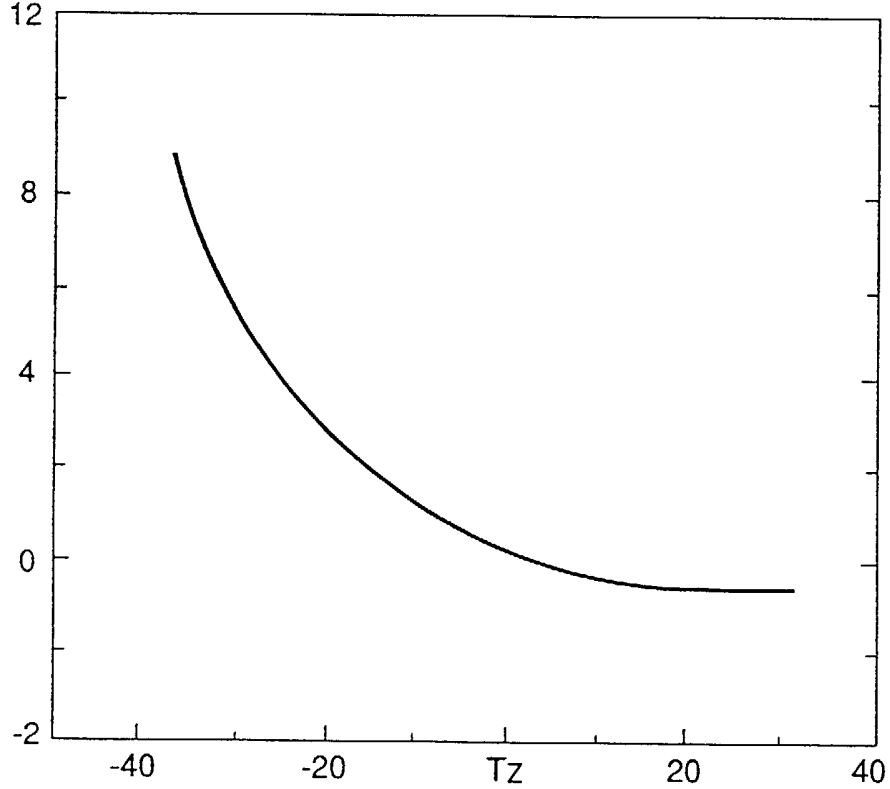


FIG. 6

Mitattu päällystyspaine -
laskettu päällystyspaine
(g/m²)

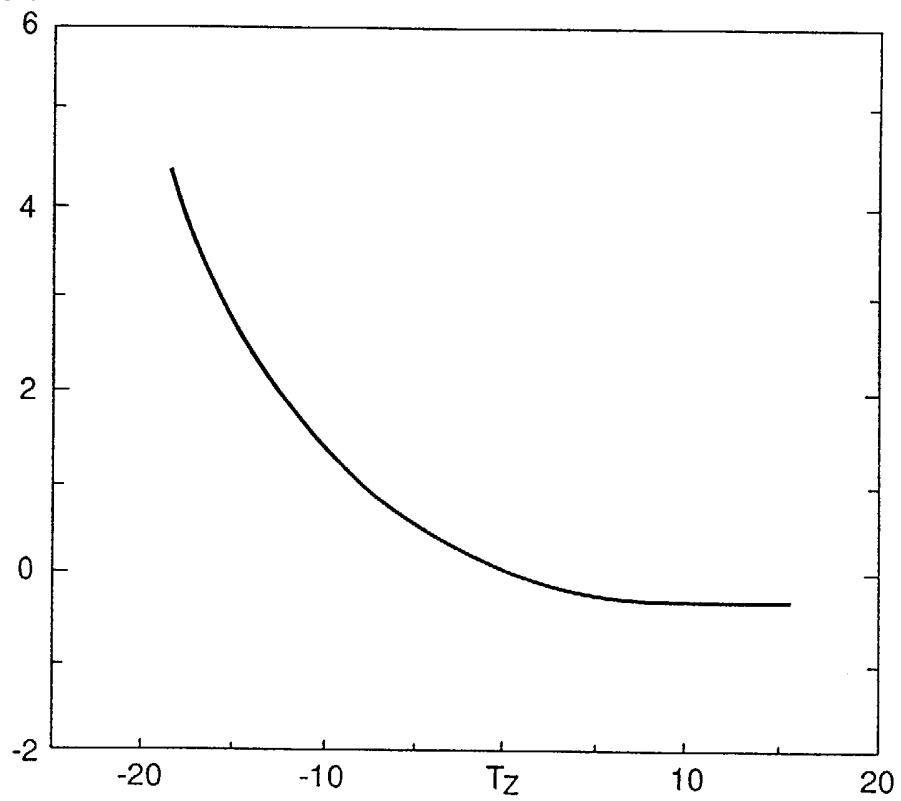


Päällystysmetallin lämpötila
pyyhkäisysuuttimen asemassa (°C)

(T_z=lämpötila standarditoimintaoloissa)

FIG. 7

Mitattu päällystyspaine -
laskettu päällystyspaine
(g/m²)



Maalin lämpötila
pyyhkäisysuuttimen asemassa (°C)

(T_z = lämpötila standarditoimintaoloissa)

FIG. 8

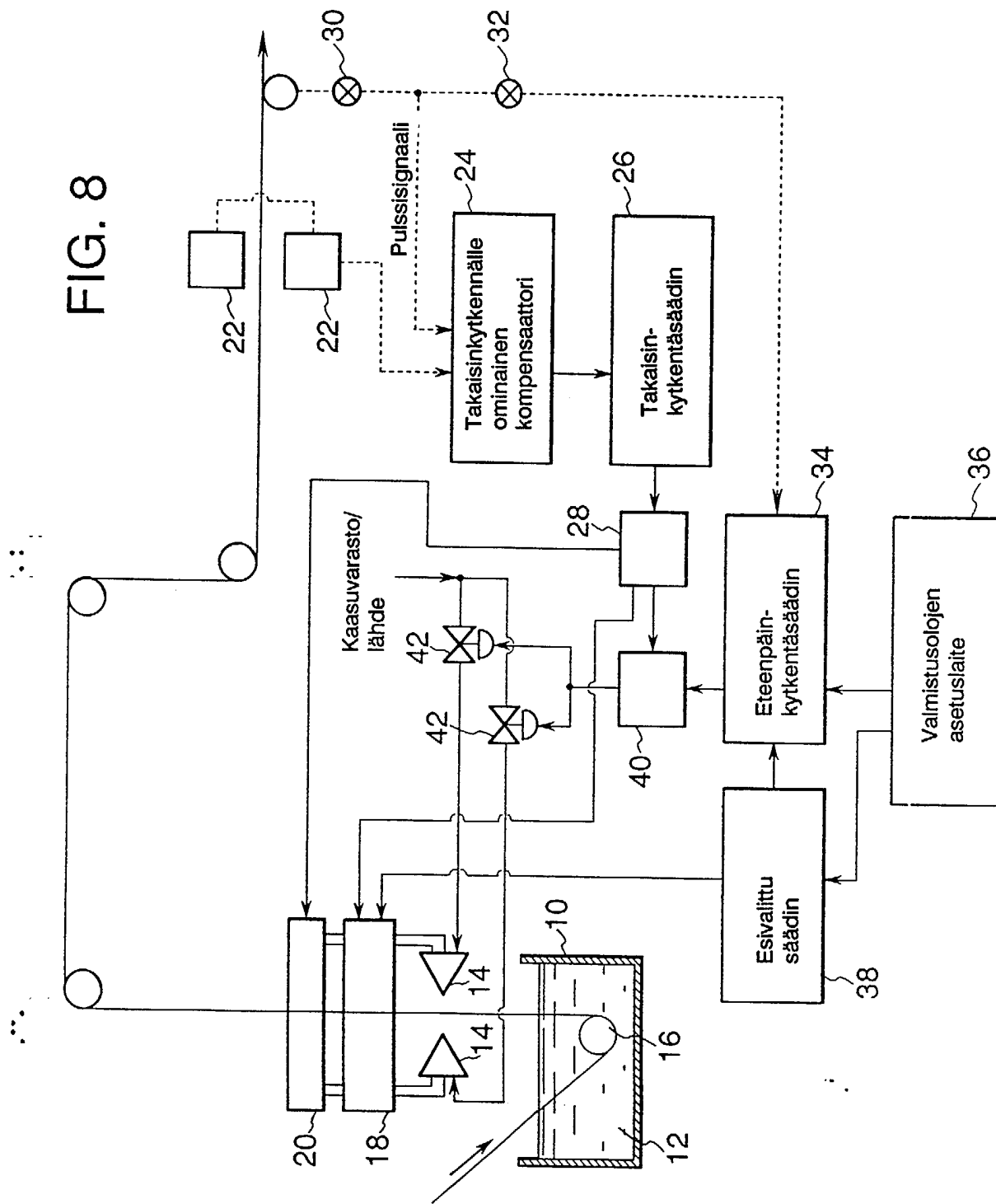
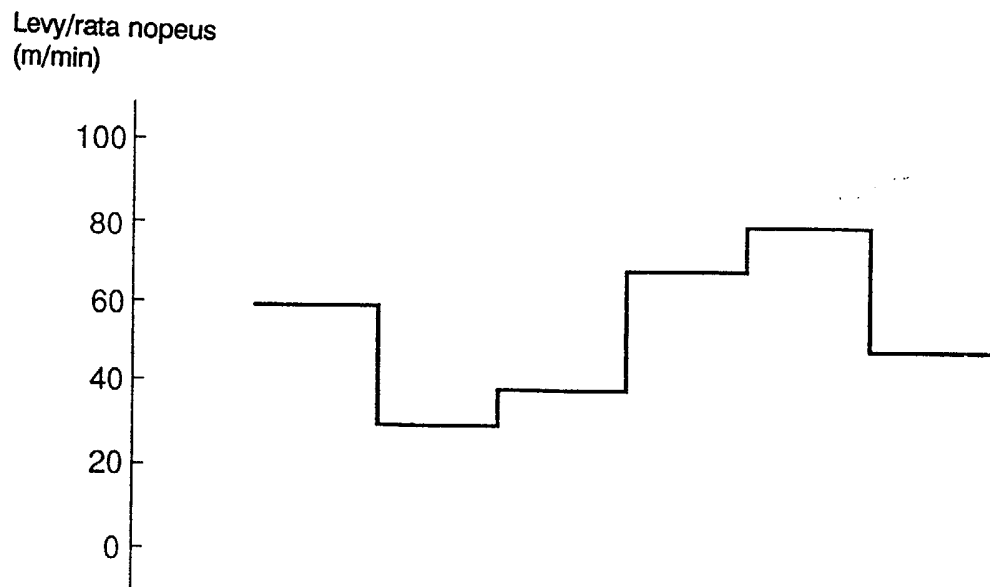
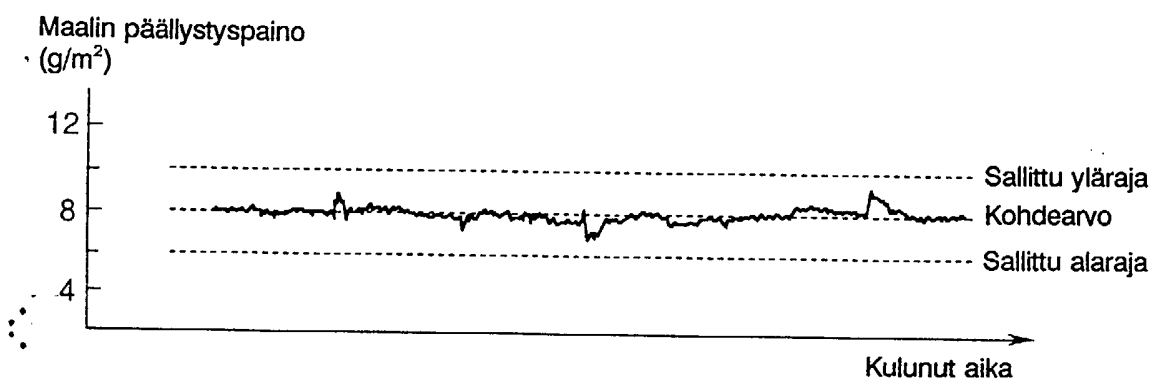


FIG. 9A



...

FIG. 9B



...

FIG. 10A

Levy/rata nopeus
(m/min)

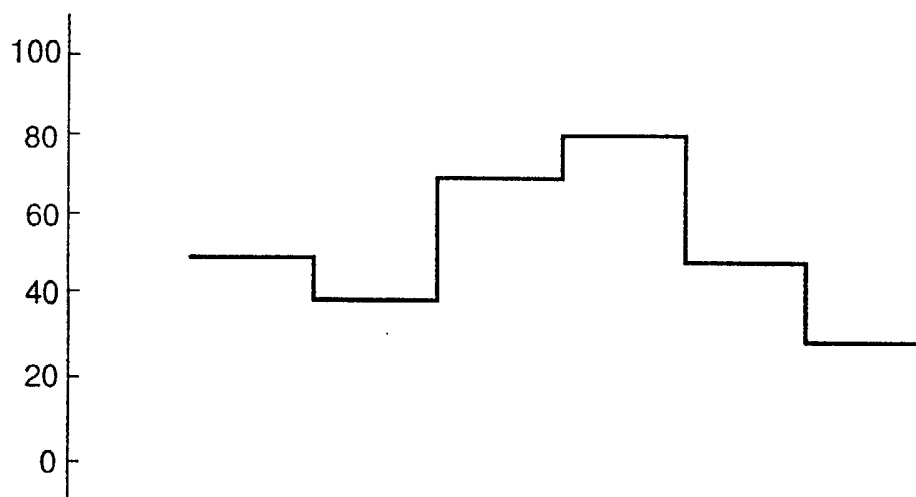


FIG. 10B

Maalin päällystyspaino
(g/m²)

