



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGNINGSSKRIFT

80488

C (45) Patentti myönnetty
Patent beviljat li 00 1000

(51) Kv.lk.5 - Int.cl.5

D 21F 1/02

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	863458
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	26.08.86
(24) Alkupäivä - Löpdag	26.08.86
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	27.02.88
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	28.02.90

(71) Hakija - Sökande

1. Valmet Oy, Punanotkonkatu 2, 00130 Helsinki, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Lyytinen, Markku, Viitaniementie 13 B 13, 40720 Jyväskylä, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Forssén & Salomaa Oy

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Paperikoneen huulipalkin taipumakompensointimenetelmä ja menetelmässä käytetty laitteisto
Förfarande för böjningskompensering av läppbalken i en pappersmaskin och anläggning för
användning vid förfarandet

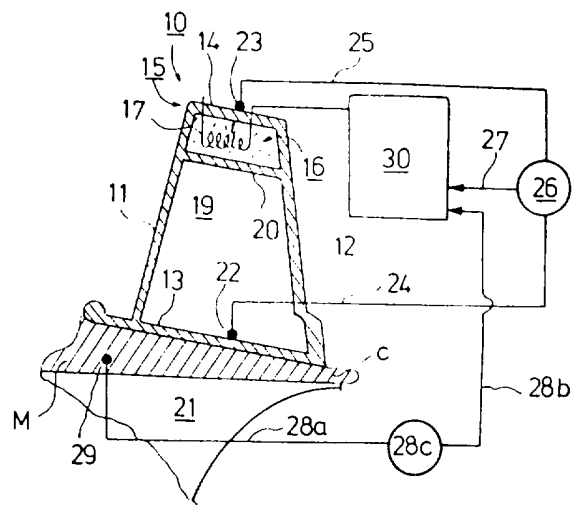
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI A 850160 (D 21 F 1/02), FI B 67592 (D 21 F 1/02), FI C 42662

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä paperikoneen huulipalkin taipuman kompensoimiseksi, jolloin paperimassa virratessaan huuliraosta aiheuttaa kuormituksen ylähuulipalkin (10) alapinnalle. Keksinnön mukaisesti kuormituksen aiheuttama taipuma palkkiin (10) kompensoidaan aiheuttamalla huulipalkkiin (10) vastakkaisuuntainen taipuma saattamalla huulipalkkiin (10) lämpötilaero (ΔT) palkin ylä- ja alaosan välille. Keksinnön kohteena on myös menetelmän mukainen laitteisto.

Uppfinningen avser ett förfarande för kompensering av utböjningen av en läppbalk i en pappersmaskin, varvid pappersmassan då den strömmar genom läppspalten åstadkommer en belastning på undre ytan av den övre läppbalken (10). Enligt uppfinningen kompenseras den av belastningen förorsakade utböjningen av balken (10) genom att en utböjning av läppbalken (10) i motsatt riktning åstadkoms genom åstadkommande av en temperaturskillnad (ΔT) i läppbalken (10) mellan det övre och det undre partiet av balken. Uppfinningen avser även en anläggning enligt förfarandet.



1 Paperikoneen huulipalkin taipumakompensointimenetelmä ja
menetelmässä käytetty laitteisto
Förfarande för böjningskompensering av läppbalken i en
pappersmaskin och anläggning för användning vid förfarandet

5

Keksinnön kohteena on menetelmä paperikoneen huulipalkin taipuman kom-
pensoimiseksi, jolloin paperimassa virratessaan huuliraosta aiheuttaa
10 kuormituksen ylähuulipalkin alapinnalle. Keksinnön kohteena on myös
menetelmän mukainen laite.

Keksinnön taustaksi viitataan hakijan FI-patenttiin n:o 50156 (vast.
US-patentti n:o 4.008.123, jossa on esitetty sellainen paperikoneen tai
15 vastaavan perälaatikon etuseinäpalkin kuormitus ja etenkin lämpötila-
taipuman kompensoimiseksi tarkoitettu tuenta, jossa etuseinäpalkki on
tuettu ainakin kahdesta kohdasta, sopivimmin ns. Besselin-pisteistä
perälaatikon runkopalkkiin. Tämän FI-patentin mukaisesti mainitun etu-
seinämäpalkin kuormituksen ja sisäsivun ja ulkosivun välisen lämpötila-
20 eron aiheuttaman mainitun etuseinäpalkin taipuman kompensoimiseksi on
etuseinäpalkin päihin järjestetty vaikuttamaan säädettävät voimalait-
teet. Vaikka FI-patentissa n:o 50156 esitetyllä ratkaisulla voidaankin
huomattavasti pienentää ylähuulipalkin taipumia verrattuna siihen tilan-
teeseen, että palkki olisi tuettu vain ns. Besselin-pisteistään, ei
25 tällä järjestelyllä kuitenkaan päästä käytännössä riittävän tasaiseen
huulirakoon.

FI-kuulutusjulkaisusta 67 592 ja FI-hakemuksesta 850160 tunnetaan lämpö-
tilaerojen pienentämis- ja stabiloimisjärjestelmä. Mainitut julkaisut
30 eivät kuitenkaan lainkaan käsittele painekuorman aiheuttaman taipuman
hallitsemista.

Hakijan aiemmasta FI-patentista 42 662 tunnetaan ratkaisu, jossa lämpö-
tilaero tuotetaan alahuulipalkin ylä- ja alaosan välille. Julkaisussa
35 ei ole kuitenkaan esitetty ratkaisua ongelmaan, miten tarkka taipuma-
kompensointi tulisi suorittaa ja mitä toimenpiteitä se vaatii.

- 1 Keksintöön liittyvän tekniikan taustaksi viitataan vielä hakijan FI-patenttihakemukseen 824439, jossa keksinnön kohteena on järjestely paperikoneen perälaatikon ylähuulirakenteen tuennassa, jonka järjestelyn avulla kompensoidaan ylähuulen muodonmuutokset niin, että perälaatikon
- 5 huulirako pysyy paperikoneen poikkisuunnassa mahdollisimman vakiolevyisenä tai määrätyn profiilin omaavana.

- Em. FI-patenttihakemuksessa on pidetty uutena sitä, että ylähuulipalkki on tuettu runkopalkkiin tai vastaavaan mekaanisten toimilaitteiden sar-
- 10 jalla, jotka käsittävät useita poikkisuunnassa peräkkäisiä toimilaitteita ja että mainittujen toimilaitteiden kohdalle on sovitettu asentolähettimet, jotka mittaavat kunkin toimielimen kohdalla ilmenevää ylähuulipalkin asennon muutosta ja että mainitut asentolähettimet on kyt-
- 15 tetty säätöpiiriin, jolla ohjataan säätölaittein, kuten hydrauliventtiilin välityksellä mainittua toimilaitesarjaa.

- Ennestään tunnetusti perälaatikon huuliaukkoa, josta massasuspensio-suihku purkautuu muodostusviiralle tai muodostuskitaan, hienosäädetään
- 20 kärkilistalla, johon on yhdistetty useita rinnakkaisia säätökaroja. Näillä säätökaroilla kärkilistaa taivutetaan niin, että huulisuihkun paksuusprofiili on sopiva, yleensä mahdollisimman tasainen. Jotta huulikaran säätö olisi mahdollista, on kärkilista tuettava liikkuvasti vastepintaansa, yleensä perälaatikon ylähuulipalkin etuseinään.

- 25 Massasuspension painekuormitus riippuu paperikoneen nopeudesta. Keksinnön tarkoituksena onkin aikaansaada sellainen järjestely, jonka avulla massasuspension virtauksen painevaihteluista johtuvat huuliraon muodonmuutokset voidaan riittävän suurella tarkkuudella ja nopeudella hallita.

- 30 Keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista, että mitataan virtautetun paperimassan aiheuttamaa kuormitusta huuliosalla tai sen lähituntumassa, ja kyseisen kuormitustiedon avulla säädetään lämpötilaeroa huulipalkin ylä- ja alaosan välillä ja että menetelmässä käytetään kuormituksen tunnistinanturia, joka on sovitettu
- 35 välittämään kuormitustieto lämmityksen ohjauslaitteeseen, joka säätää huulipalkkiin vietyä lämmitysenergiaa, jolloin käytetty lämpötilaero on huulipalkkiin massavirrasta aiheutuvan kuormituksen funktio ja että

- 1 menetelmässä käytetään lämpötila-anturilta tuotettua lämpötilatietoa lämpötilaeron mittaamiseksi ja lämpöenergian tuottamiseksi haluttuun kohtaan palkkia.
- 5 Keksinnön mukaiselle laitteelle taipuman kompensoimiseksi huulipalkissa on pääasiallisesti tunnusomaista, että laite käsittää massavirran ylähuulipalkkiin aiheuttaman kuormituksen tunnistinanturin, joka on sovitettu välittämään kuormitustieto lämmityksenohjauslaitteeseen, joka on sovitettu säätämään kyseisten mittatietojen perusteella
- 10 lämmityselementtien vietyä lämpöenergiaa ja laite käsittää lämpötila-anturit, jotka on sovitettu mittaamaan palkin ylä- ja alaosan välistä lämpötilaeroa.
- Keksinnön mukaisesti kompensoidaan kuormituksen aiheuttama yläpalkin
- 15 taipuma aiheuttamalla ylähuulipalkkiin lämpötilaero palkin ylä- ja alareunojen väliin, joka lämpötilaero aiheuttaa palkin ylä- ja alaosalle erisuuruisen lämpölaajeneman joka edelleen käyristää palkin vastakkaiseen suuntaan kuin mihin kuormitus. Näin ollen keksinnön mukaisella menetelmällä ja menetelmän mukaisella laitteistolla pystytään huulirako
- 20 ylähuulipalkin ja alahuulipalkin välissä pitämään mahdollisimman vakiona koko huulipalkin leveydeltä. Keksinnön mukaisessa laitejärjestelyssä voidaan edelleen kuitenkin pienten huulirakovaihteluiden tasaamiseksi käyttää kärkilistoja tai muita vastaavia sinänsä tunnettuja laitejärjestelyjä.
- 25 Keksinnön mukaisesti lämpötilaero aiheutetaan huulipalkkiin tuomalla tietty lämpöenergiamäärä huulipalkin yläosaan. Keksinnön mukaisesti mitataan lämpötila huulipalkin ylä- sekä alareunasta sekä muodostetaan lämpötilaerosignaali lämmityksenohjauslaitteessa tai lämmityksenohjauslaitteelle. Lämpötilaerosignaalin sekä siten lämpötilaerotietojen sekä myös ylähuulipalkin kuormitustietojen avulla säädetään palkkiin tuotua lämpöenergiaa.
- 30
- Edullisesti muodostetaan ylähuulipalkki sellaiseksi, että se käsittää useita lohkoja, joihin kuhunkin tuodaan eri määrä lämpöenergiaa. Näin ollen keksinnön mukaisesti voidaan palkin vastataipumaprofiilista muodostaa haluttu ja nimenomaan sellainen, että kyseinen profiili vastaa
- 35 kuormitusprofiilia, mutta on vastakkaisuuntainen.

1 Keksinnön mukaisesti tuodaan lämpöenergia lämpövastuksen kautta lämpöväliaineeseen, edullisesti veteen, josta kyseinen energia on sovitettu siirtymään nimenomaan ylähuulipalkin ylärakenteeseen.

5 Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viittaamalla oheisien kuvioiden piirustuksissa esitettyihin keksinnön eräisiin edullisiin suoritusmuotoihin, joihin keksintöä ei ole tarkoitus kuitenkaan yksinomaan rajoittaa.

10 Kuviossa 1 on esitetty yhtenäisellä viivalla palkin kimmoviiva ennen painokuorman vaikutusta palkkiin ja katkoviivalla painekuorman aiheuttama taipuma ylähuulipalkkiin.

15 Kuviossa 2 on esitetty kaaviomaisesti huulipalkkiin kohdistuvat kuormituskomponentit sekä keksinnön mukainen menetelmä ja laitejärjestely kaaviomaisesti.

Kuviossa 3 on esitetty keksinnön mukainen laitteisto sivultapäin ja palkin poikkileikkauskuvantona.

20 Kuviossa 4 on esitetty eräs toinen lämmityslohkojärjestely ylähuulipalkissa. Kuvanto on poikkileikkauskuvanto.

Kuviossa 5 on havainnollistettu laskentakaavojen symboleja.

25 Kuviossa 5A on esitetty eräs palkkirakenne sivultapäin eräässä kuormitustilanteessa.

30 Kuviossa 5B on esitetty kuvion 5A palkki poikkileikkauskuvantona ja katsottuna kuvion 5A nuolten I-I suuntaan.

Kuvioissa 6 ja 7 on esitetty laskentaesimerkin tulokset graafisesti.

35 Kuviossa 6 on esitetty huuliaukkoprofiilin muutos huuliaukon leveydeltä, kun painekuormasta aiheutuvaa muutosta on kompensoitu lämpötilaerolla, joka on vakio palkin pituussuunnassa. Kuviossa on esitetty myös ko. kompensointilämpötilaero.

1 Kuviossa 7 on esitetty huuliaukkoprofiilin suorana pitämiseksi tarvittava lämpötilajakauma kuvioiden 5A ja 5B huulipalkkirakenteelle ja painekuormitukselle käytettäessä useita lämpötilalohkoja huulipalkin pituudelta.

5

Kuviossa 1 on esitetty painekuorman aiheuttama taipuma ylähuulipalkissa. Kun koko palkin pituutta merkitään kirjaimella l saa palkki tasaisella painekuormalla, joka ulottuu koko palkin matkalle ja on yhtä suuri kauttaaltaan palkin pituudelta maksimitaipuman palkin keskikohdassa. Kyseisessä kohdassa palkin taipumasäde on kuitenkin minimissään ja vastaavasti maksimissaan palkkirakenteen molemmissa pädyissä. Taipumalle saadaan kaava

10

$$f_x = \frac{F_p l^3}{24 \cdot E \cdot I} \cdot \frac{x}{l} \cdot \left[1 - 2 \frac{x^2}{l^2} + \frac{x^3}{l^3} \right]$$

15

Kaavassa F_p on palkkiin kohdistuva painekuorma, l on palkin pituus, E on kimmomoduli, I on palkin jäyhyysmomentti sekä x on muuttuja ilmoittaen etäisyyskohdan palkin päädyistä. Kaava antaa kussakin pisteessä x palkin taipuman.

20

Keksinnön mukaisesti kompensoidaan huulikanavan massavirran painekuormituksen aiheuttama palkin taipuma siten, että palkin ylä- ja alareunojen välille aiheutetaan lämpötilaero. Palkin saadessa eri lämpötilan ylä- ja alareunoihin saavat kyseiset palkkiosat myös eri suuruisen lämpölaajeneman, josta on seurauksena palkin käyristyminen. Tuotaessa suurempi lämpötila palkin alaosaan pyrkii kyseinen alaosa laajenemaan enemmän kuin palkin yläosa, jolloin kyseinen lämpötilaero aiheuttaa palkkiin kuormitukseen nähden vastakkaisuuntaisen taipuman. Tapahtuu näin ollen kuormituksen aiheuttaman taipuman kompensointi. Kyseinen lämpötilaero aiheuttaa kompensointitaipuman, joka on vastakkaisuuntainen kuin kuormituksen aiheuttama taipuma.

25

30

Jos palkin ylä- ja alareunan välinen lämpötilaero valitaan vakioksi koneen levyssuunnassa pyrkii palkki vakiosäteiseksi kaareksi. Valitsemalla tämä lämpötilaero oikein on mahdollista kompensoida palkin taipumasta aiheutuvaa huuliaukon muutosta hyvin tarkasti. Lopputulos ei kuitenkaan ole virheetön sillä ko. säädöllä ei saavuteta paineen aiheuttaman taipuman muotoa.

35

1 Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa säädetään palkin ylä- ja alareunan välistä lämpötilaeroa niin, että se vaihtelee koneen leveys-
suunnassa ja siten huulipalkin pituudelta. Kyseisellä keksinnön mukai-
sella säädöllä on mahdollista saavuttaa paineen aiheuttaman taipuman
5 muotoinen mutta vastakkaissuuntainen taipuma, jolloin huuliaukkoprofiili jää suoraksi.

Kuviossa 2 on esitetty kaaviomaisesti huulipalkki sivultapäin eräässä
kuormitustilanteessa. T_1 :llä on merkitty huoneilman lämpötilaa, joka on
10 noin 25°C ja massalietteen lämpötilaa on merkitty T_2 :lla, joka vaihtelee
 $35\text{--}60^{\circ}\text{C}$:n välillä. Näin ollen saa palkin alareuna suuremman lämpötilan
kuin palkin yläreuna. Massaliete aiheuttaa palkin alareunaan painekuor-
mituksen, joka pyrkii taivuttamaan palkkia kuviossa 1 esitetysti kaarel-
le. Kun kuitenkin palkin alareuna saa massalietteestä siirtyneen lämpö-
15 energian vaikutuksesta suuremman lämpötilan kuin huoneilmaan rajoittuva
palkin yläreuna, taipuu palkki kaarelle vastakkaiseen suuntaan ja tapah-
tuu tällöin kyseisen painekuorman aiheuttaman taipuman kompensointia.
Jotta palkille saataisiin oikea painekuorman aiheuttaman taipuman kom-
pensointi, tulee palkin ylä- ja alareunan välille tuottaa tietyn suurui-
20 nen ennalta määrätty lämpötilaero. Paperimassa aiheuttaa virratessaan
ylähuulen ja alahuulen välissä paineen yläpalkkiin, kyseinen painekuor-
mitus $F_p = p \times A$, jossa p on massavirran paine ja A on huulipalkin massa-
virtaan rajoittuva pinta-ala. Huulipalkki on tuettu päistään ja kuormi-
tuksen aiheuttamat tukireaktiot molemmissa päädyissä on merkitty kirjai-
25 mella F_t . Mahdollisimman tarkan taipumakompensoinnin aikaansaamiseksi on
huulipalkkiin pituussuunnassa sovitettu kuviossa 2 kaaviomaisesti esite-
tysti kolme lämmityslohkoa, lohkot 15a, 15b ja 15c. Keskellä tarvitaan
suurempi lämpötilaero palkin ylä- ja alareunan välillä keskialueella
vallitsevan pienempisäteisen taipuman kompensoimiseksi. Vastaavasti ylä-
30 huulipalkin reunalohkoihin reunalohkoihin 15a ja 15c tarvitaan pienempi
lämpötilaero palkin ylä- ja alaosan välillä, koska tarvittava taipuma-
kompensointitarve on pienempi. Palkin pituussuuntaista keskikohtaa on
merkitty kirjaimella K.

35 Kuviossa 3 on esitetty poikkileikkaus eräästä huulipalkista 10. Kuviossa
on esitetty lämmityslohko 15, joka käsittää väliainetilan 16, johon on
sijoitettu lämmityselementti 17. Väliainetila käsittää edullisesti nes-

1 tettä ja edullisimmin vettä 18. Väliainetila 16 on sovitettu sijaitsemaan huulipalkin 10 yläreunalla. Huulipalkki 10 on edullisesti kotelo-

5 palkki. Palkin sivulevyjen 11,12 sekä pohja- että päällyslevyn 13 ja 14 väliin jää keskeinen kotelotila 19. Palkin sivulevyjen 11 ja 12 väliin on sovitettu keskeiseen tilaan 19 rajoittuva yhdyslevy 20, jolloin väli-

15 ainetila 16 muodostuu yhdyslevyn 20 sekä sivulevyjen osuuksien 11 ja 12 sekä päällyslevyn 14 väliin jäävään tilaan.

10 Paperimassa, jota kuvion 3 esityksessä on merkitty kirjaimella M on sovitettu virtaamaan ylähuulipalkin 10 sekä alahuulen 21 välisestä raosta, jota on merkitty kirjaimella C. Kyseinen rako on paperin laadun takia oleellinen ja oleellista on nimenomaan se, että pystytään pitämään ky-

15 seinen rako mahdollisimman vakiosuuruisena palkin leveydeltä.

15 Keksinnön mukaisessa menetelmässä ja laitejärjestelyssä mitataan palkin ala- sekä yläreunan välinen lämpötilaero.

20 Toinen mitta-antureista 22 on sovitettu sijaitsemaan edullisesti palkin 10 sisätilassa 19 ja edullisesti pohjalevyn 13 tuntumassa ja edullisimmin siihen ja sen pinnalle sovitettuna. Toinen mitta-anturi 23 on sovitettu sijaitsemaan ylälevyn 14 tuntumassa ja edullisesti sen päällyspinnalla. Mitta-anturilta 22 johdetaan signaalitietä 24 pitkin tieto lämpötilasta laskentalaitteelle 26 ja vastaavasti mitta-anturilta 23 viedään signaalitietä 25 pitkin tieto laskentalaitteelle 26, joka

25 ilmoittaa mitta-antureilla 22 ja 23 mitattujen lämpötilojen välisen eron. Mittaerosignaali johdetaan signaaliyhdettä 27 pitkin lämmityksenohjauslaitteeseen 30. Kyseiseen ohjauslaitteeseen 30 tuodaan paitsi kyseinen lämpötilaerosignaali niin myös palkin 10 kuormitusta osoittava signaali yhdettä 28 pitkin. Palkin 10 kuormitus suure mitataan massavirrasta M

30 paineanturilla 29 ja tieto johdetaan joko suoraan lämmityksenohjauslaitteeseen 30, joka on sovitettu edelleen käsittelemään anturilta 29 johdettua signaalia suoraan ja muokkaamaan sitä tai kyseinen signaali johdetaan anturilta 29 väliyksikön 28c kautta, joka muuntaa anturi-

35 suureen mittasignaali suoraan lämmitysohjauslaitteen 30 tarvitsemaan informaatiomuotoon. Tarvittava ΔT -profiili eli lämmityseroprofiili on laskettavissa kullekin painekuormalle, joka taas riippuu virtautettavan massan nopeudesta. Säätämällä lämmitysvastuksen tehoa paperimassavirran

1 huulipalkin 10 alapinnalle aiheuttaman voiman ja ΔT :n mittauksella saadaan kompensoinnista mahdollisimman tarkka. Lämmityksenohjauslaite 30 on sovitettu tuottamaan halutun suuruisen lämpötehon lämmitysvastukselle 17 tai vastaavalle lämpöenergian aikaansaavalle laitteelle ja kullekin 5 lämmityslohkolle 15a,15b,15c. Huulipalkkiin kuormituksesta aiheutuva voimaa voidaan mitata esimerkiksi massavirran paineesta paineanturilla.

Kuviossa 4 on esitetty eräs toinen huulipalkki 10 poikkileikkauksena. Kuvion suoritusmuodossa on oikean lämpötilaeron saamiseksi palkin ylä- ja alareunan välille sovitettu palkin kumpiinkin reunoihin omat lämmityslohkonsa 15e ja 15f. Lämmityksen ohjauslaite 300 säätää tässä suoritusmuodossa kummankin lämmityslohkon 15e sekä 15f lämpötilaa eli sitä energiaa, mikä tuodaan lämmityselementteihin 17e ja 17f. Lämpötilaeron pitämiseksi mahdollisimman vakiona palkin ylä- ja alaosan välillä on 15 ylähuulipalkkiin sovitettu lämmönsiirtymiseriste, jota on merkitty viitenumerolla 400. Kuviossa 4 esitetysti voi kyseinen eriste muodostua edullisesti ilmaraosta, joka on sovitettu lämmityslohkon 15f alapuolelle lämmityslohkon alaseinämän 130 keskialueelle. Näin estetään lämpötilan siirtyminen sekä palkkirakenteeseen että myös päinvastoin estetään lämpötilan siirtyminen lämmityselementistä 17f seinämän 130 läpi massavirtaan, joka kuljettaisi kyseisen lämpöenergian mukanaan. Näin ollen kuviossa 4 esitetysti muodostetaan palkkiin oikea taipuma säätämällä sekä 20 elementtiä 15e että elementtiä 15f ja niihin tuotua lämpöenergiaa. Kyseinen säätö tapahtuu lämmitysohjauslaitteella 300, joka saa massavirran aiheuttaman kuormitustiedon paineanturilta 29 sekä lämpötilatiedot antureilta 23 ja 22.

Kuviossa 5 on havainnollistettu laskentaesimerkin symboleita.

30 Kuviossa 5A on esitetty eräs ylähuulipalkki sivultapäin. Palkin pituutta on merkitty kirjaimella l. Palkin korkeutta on merkitty kirjaimella H. Päätytukireaktiota on merkitty kirjaimella F_t . Huulikanavan painetta on merkitty kirjaimella p ja huulipalkin alapinta-alaa on merkitty kirjaimella A. Paine kuorma on F_p . $F_p = p \times A$. Matkaa palkin päädyistä 35 on merkitty kirjaimella x.

- 1 Kuviossa 5B on esitetty palkin poikkileikkaus. Sivun pituus on L ja korkeus H .

$$\begin{aligned}
 v &= 900 \text{ m/min} \\
 5 \quad p &= 112,5 \text{ kPa} \\
 l &= 8000 \text{ mm} \\
 L &= 700 \text{ mm} \\
 H &= 1000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- 10 Ylläolevilla arvoilla on suoritettu eräs laskenta oikean lämpötilaeron määrittämiseksi palkin ylä- ja alareunojen välille. Laskennassa on käytetty seuraavia kaavoja:

Laskennassa käytetyt kaavat päistään tuetulle palkille.

15

Paine kuorman aiheuttama siirtymä f_{x1}

$$20 \quad f_{x1} = y = \frac{F l^3}{24 E I} \frac{x}{l} \left(1 - 2 \left(\frac{x}{l} \right)^2 + \left(\frac{x}{l} \right)^3 \right) \quad \text{kimmoviiva}$$

$$y' = \frac{F l^2}{24 E I} \left(1 - 6 \left(\frac{x}{l} \right)^2 + 4 \left(\frac{x}{l} \right)^3 \right) \quad \begin{array}{l} \text{kimmoviivan derivaatat} \\ \text{- ensimmäinen} \end{array}$$

25

$$y'' = \frac{F}{2 E I} \left(\frac{x^2}{l} - x \right) \quad \text{- toinen}$$

30

$$R_x = \frac{\sqrt{(1 + y'^2)^3}}{y''} \quad \begin{array}{l} \text{kaarevuussäde} \\ \text{paine kuormasta} \end{array}$$

35

$$\Delta T_x = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R_x + H/2}{R_x - H/2} - 1 \right) \quad \begin{array}{l} \text{samaan kaarevuuteen} \\ \text{tarvittava lämpötilaero} \end{array}$$

1

$$f_{\max} = \frac{5}{384} \frac{F_p l^3}{E I}$$

painekuorman aiheuttama
suurin siirtymä

5

$$R = \frac{f_{\max}^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2}{2 f_{\max}}$$

kaarevuussäde, jolla
palkin keskikohta ja
päätt ovat samalla suo-
ralla.

10

F_p = painekuorma = p A

E = kimmokerroin

I = palkin jäyhyysmomentti

l = palkin pituus

15 α = lämpölaajenemiskerroin

H = palkin korkeus

Saatiin seuraavat laskentatulokset, jotka on esitetty taulukossa 1.

20 Taulukko 1

x [m]	f_{x1} [mm]	f_{x2} [mm]	Δb [mm]	R_x [km]	ΔT_x [C°]
0	0	0	0	00	0
0,5	0,3764	-0,4447	-0,0683	15,001	3,91
1,0	0,7363	-0,8299	-0,0936	8,036	7,31
1,5	1,0652	-1,1556	-0,0904	5,769	10,19
2,0	1,3511	-1,4222	-0,0719	4,688	12,55
2,5	1,5837	-1,6300	-0,0461	4,091	14,38
3,0	1,7555	-1,7999	-0,0223	3,750	15,68
3,5	1,8608	-1,8669	-0,0061	3,571	16,47
4,0	1,8962	-1,8964	-0,0002	3,516	16,73

- 1 x laskentapisteen etäisyys palkin päästä
 f_{x1} painekuorman aiheuttama siirtymä
 f_{x2} tasaisella lämpötilaerojakaumalla toteutetun kompensoinnin siirtymä $\Delta T = 13,9^{\circ}\text{C}$
- 5 Δb tasaisella lämpötilaerojakaumalla toteutetusta kompensoinnista huuliprofiiliin jäävä virhe ($\Delta b = f_{x1} + f_{x2}$)
 R_x painekuorman aiheuttaman kaarevuuden säde
 ΔT_x lämpötilaero, jolla huuliaukkoprofiili pysyy virheettömänä (kuvio 7).
- 10 Kuviossa 6 on esitetty graafisesti huuliaukkoprofiilin muutos huuliaukon leveydeltä, kun painekuormasta aiheutuvaa muutosta on kompensoitu lämpötilaerolla, joka on vakio palkin pituussuunnassa lämpötilaeron ΔT ollessa palkin ylä- ja alareunan välillä $13,9^{\circ}\text{C}$. Taulukosta nähdään, että palkin päät ja keskikohta ovat olennaisesti samalla suoralla,
- 15 mutta huuliaukkoprofiiliin jää virhettä (Δb).

Kuviossa 7 on esitetty huuliaukkoprofiilin suorana pitämiseksi tarvittava lämpötilajakauma graafisesti. Huulipalkin pituudelle tarvittava lämpötilaero ΔT ($\Delta T = T_{\text{alareuna}} - T_{\text{yläreuna}}$) on palkin pituussuunnassa erilainen ja kuviossa 7 on graafisesti esitetty painekuorman kompensointiin tarvittavat lämpötilaerot, jotta huuliaukkoprofiili jäisi suoraksi (vastaten taulukkoa 1). Kuvion käyrästä nähdään, että maksimi lämpötilaero tarvitaan huulipalkin leveyden keskialueella. Taulukon 1 suoritusmuodon mukaisella ajolla eli huulipalkin vastaavilla dimensioilla sekä taulukon esityksen massanopeudella on tarvittava optimilämpötilaero palkin keskialueella $16,73^{\circ}\text{C}$. Palkin päätyjen eli palkin tukipisteiden läheisyydessä tarvitaan huomattavasti pienemmät lämpötilaerot. Esim. taulukon 1 suoritusmuodon mukaisessa ratkaisussa on 0,5 m:n päässä tukipisteestä lukien optimilämpötilaero noin $3,91^{\circ}\text{C}$. Keksinnön mukaisesti tapahtuu kyseisten eri suuruisten lämpötilaerojen tuottaminen palkkiin sen eri pisteisiin käyttäen useita eri lämpötilalohkoja palkin pituudella. Hyvin tarkkaan kompensointiin päästään jakamalla palkki yhä lukuisimpiin lämmityslohkoalueisiin, jolloin kuhunkin lohkoon tuodaan eri suuri lämpöenergiämäärä haluttujen lämpötilaerojen aikaansaamiseksi kyseisissä palkin kohdissa.

1 Patenttivaatimukset

1. Menetelmä paperikoneen huulipalkin taipuman kompensoimiseksi, jolloin paperimassa virratessaan huuliraosta aiheuttaa kuormituksen ylähuuli-
 5 palkin (10) alapinnalle, ja jossa menetelmässä kuormituksen aiheuttama taipuma palkkiin (10) kompensoidaan aiheuttamalla huulipalkkiin (10) vastakkaissuuntainen taipuma saattamalla huulipalkkiin (10) lämpötilaero (ΔT) palkin ylä- ja alaosan välille, t u n n e t t u siitä, että mitataan virtautetun paperimassan (M) aiheuttamaa kuormitusta huuli-
 10 osalla (C) tai sen lähituntumassa, ja kyseisen kuormitustiedon avulla säädetään lämpötilaeroa (ΔT) huulipalkin (10) ylä- ja alaosan välillä ja että menetelmässä käytetään kuormituksen tunnistinanturia (29), joka on sovitettu välittämään kuormitustieto lämmityksen ohjauslaitteeseen (30), joka säättää huulipalkkiin (10) vietyä lämmitysenergiaa, jolloin
 15 käytetty lämpötilaero (ΔT) on huulipalkkiin (10) massavirrasta (M) aiheutuvan kuormituksen funktio ja että menetelmässä käytetään lampötila-anturilta tuotettua lämpötilatietoa lämpötilaeron (ΔT) mittaamiseksi ja lämpöenergian tuottamiseksi haluttuun kohtaan palkkia (10).
- 20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että lämpötilaeron mittaamiseksi käytetään kahta lämpötila-anturia (22,23), joista toinen on sovitettu sijaitsemaan huulipalkin (10) alareunassa ja joista toinen on sovitettu sijaitsemaan huulipalkin (10) yläreunassa.
- 25 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että käytetään lämpövastusta (17), joka sovitetaan sijaitsemaan väliainetilassa (16), joka väliainetila on edullisesti väliaineen ja edullisimmin veden (18) täyttämä.
- 30 4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että huulipalkin (10) eri leveyskohtiin tuodaan eri suuret lämpöenergiämäärät halutun taipumakompensoinnin aikaansaamiseksi.
- 35 5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1-4 mukaisessa menetelmässä käytetty laite taipuman kompensoimiseksi huulipalkissa (10), joka huulipalkki (10) käsittää ainakin yhden lämmityslohkon (15), ja siinä väli-

1 ainetilan (16), joka on täytetty väliaineella, edullisesti vedellä, ja
johon väliainetilaan (16) tuodaan lämpöenergiaa lämpötilaeron saamiseksi
palkin (10) ylä- ja alaosan välille kuormituksen aiheuttaman taipuman
kompensoimiseksi lämpötilan aiheuttamalla vastakkaissuuntaisella taipu-
5 malla, t u n n e t t u siitä, että laite käsittää massavirran (M) ylä-
huulipalkkiin (10) aiheuttaman kuormituksen tunnistinanturin (29), joka
on sovitettu välittämään kuormitustieto lämmityksenohjauslaitteeseen
(30), joka on sovitettu säätämään kyseisten mittatietojen perusteella
lämmityselementtien (17) vietyä lämpöenergiaa ja laite käsittää lämpö-
10 tila-anturit (22,23), jotka on sovitettu mittaamaan palkin (10) ylä- ja
alaosan välistä lämpötilaeroa.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että
laite käsittää lämpötila-antureilta (22,23) yhteet (24,25) lämpötilaeron
15 laskijalle (26) ohjaussignaalin tuottamiseksi lämmityksenohjauslait-
teelle (30).

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen laite, t u n -
n e t t u siitä, että lämmityslohkon (15) väliainetilaan (16) on sovi-
20 tettu lämpöä tuova elementti (17), edullisimmin lämmitysvastus, lämpö-
energian siirtämiseksi väliaineen kautta ylähuulipalkkiin (10) ja sen
yläosaan.

25

30

35

1 Patentkrav

1. Förfarande för kompensering av böjningen av läppbalken av en pappersmaskin, varvid pappersmassan då den strömmar från läppspringan förorsakar en belastning på den undre ytan av den övre läppbalken (10), och vid vilket förfarande böjningen som förorsakas av belastningen på balken (10) kompenseras genom att förorsaka en motsatt riktad böjning i läppbalken (10) genom att åstadkomma en temperaturskillnad (ΔT) i läppbalken (10) mellan den övre och den undre delen av balken, k ä n n e t e c k n a t därav, att belastningen som förorsakas av pappersmassan (M) man låtit strömma mäts vid läppdelen (C) eller nära denna, och med hjälp av ifrågavarande belastningsinformation regleras temperaturskillnaden (ΔT) mellan den övre och den undre delen av läppbalken (10) och att man vid förfarandet använder sig av en identifikationsgivare (29) för belastningen, som är anordnad att förmedla belastningsinformation till en styranordning (30) för uppvärmningen, som reglerar den värmeenergi som förts till läppbalken (10), varvid den använda temperaturskillnaden (ΔT) är en funktion av belastningen som förorsakas av massaströmmen (M) på läppbalken (10) och att man vid förfarandet använder sig av temperaturinformationen som producerats av temperaturgivaren för mätning av temperaturskillnaden (ΔT) och för produceringen av värmeenergin till önskat ställe av balken (10).
2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att för mätning av temperaturskillnaden använder man sig av två temperaturgivare (22,23) av vilka den ena är anordnad att vara belägen vid den undre kanten av läppbalken (10) och av vilka den andra är anordnad att vara belägen vid den övre kanten av läppbalken (10).
3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att man använder sig av ett värmemotstånd (17), som anordnas att vara beläget i ett mediumutrymme (16), vilket mediumutrymme fördelaktigt fylls av medium och fördelaktigast vatten (18).
4. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t därav, att man till olika breddställen av läppbalken (10) inför

- 1 värmeenergimängder av olika storlek för att åstadkomma önskad böjningskompensering.
5. Anordning som används vid förfarandet enligt något av föregående
- 5 patentkrav 1-4 för böjningskompensering i en läppbalk (10), vilken läppbalk (10) innefattar åtminstone ett uppvärmningsavsnitt (15), och ett mediumutrymme (16) i detta, som är fyllt med medium, fördelaktigt vatten, och i vilket mediumutrymme (16) man inför värmeenergi för att åstadkomma en temperaturdifferens mellan den övre och undre delen
- 10 av balken (10) för kompensering av böjningen som förorsakas av belastningen medelst en motsatt riktad böjning som förorsakas av temperaturen, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar en identifikationsgivare (29) för belastningen som förorsakas av massaströmmen (M) i den övre läppbalken (10), vilken givare är
- 15 anordnad att förmedla belastningsinformation till styrningsanordningen (30) för uppvärmningen, som är anordnad att reglera den värmeenergi som införts till uppvärmningselementen (17) på basen av ifrågavarande mätinformationer och anordningen innefattar temperaturgivare (22,23), som är anordnade att mäta temperaturdifferensen mellan den övre och undre
- 20 delen av balken (10).
6. Anordning enligt patentkrav 5, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar ledningar (24,25) från temperaturgivarna (22,23) till räknaren (26) som räknar ut temperaturskillnaden för att producera
- 25 en styrsignal till styranordningen (30) för uppvärmningen.
7. Anordning enligt något av föregående patentkrav 5 eller 6, k ä n - n e t e c k n a d därav, att man i mediumutrymmet (16) av uppvärmningsavsnittet (15) anordnat ett värme införande element (17), fördelaktigast
- 30 ett uppvärmningsmotstånd, för att överföra värmeenergi via ett medium till den övre läppbalken (10) och dess övre del.

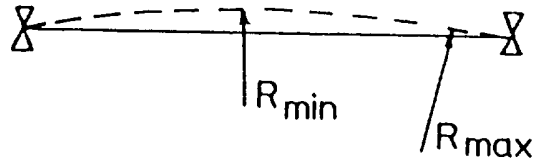


FIG. 1

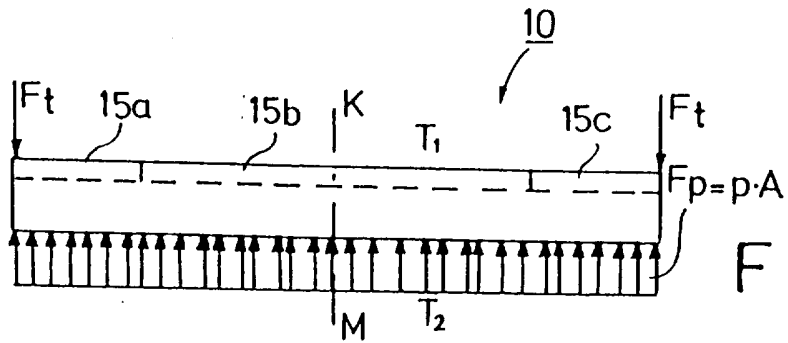


FIG. 2

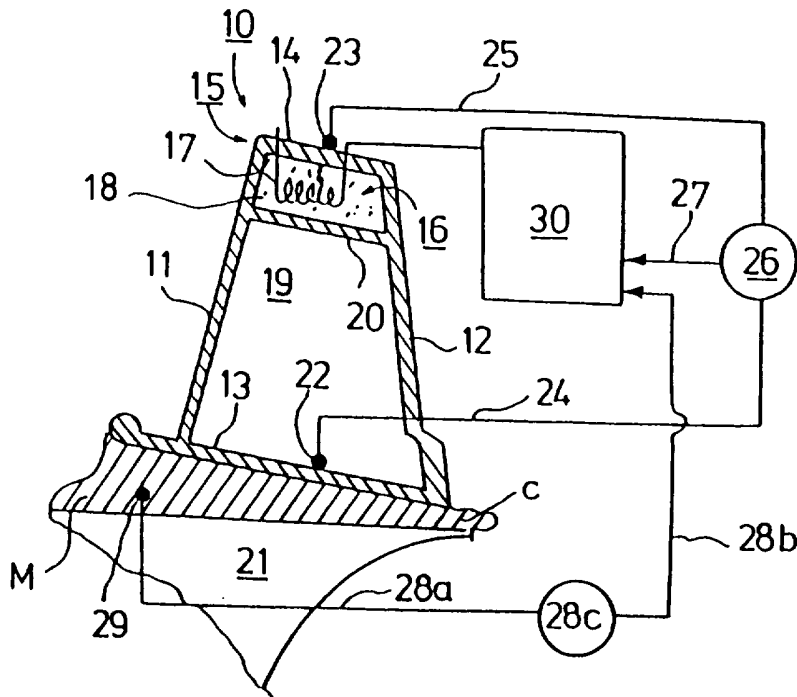


FIG. 3

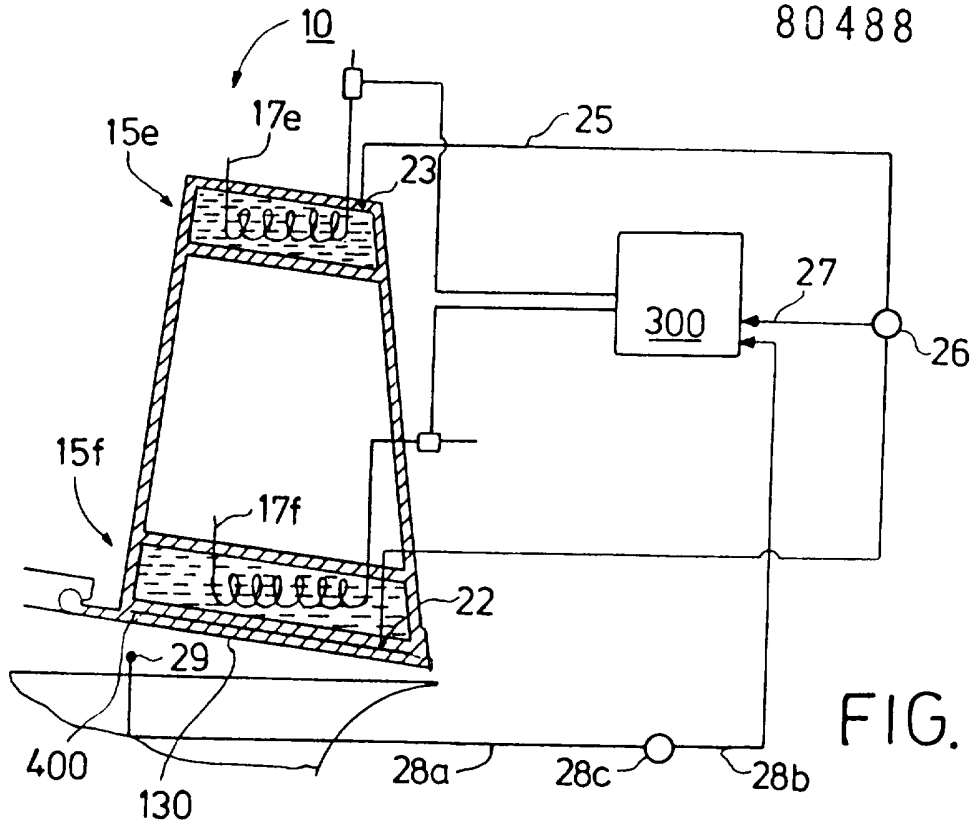


FIG. 4

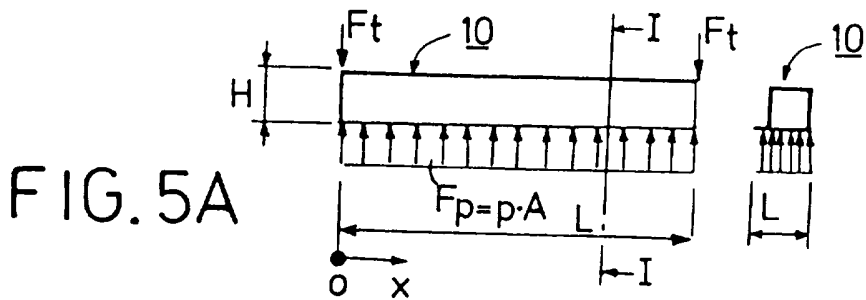


FIG. 5A

FIG. 5B

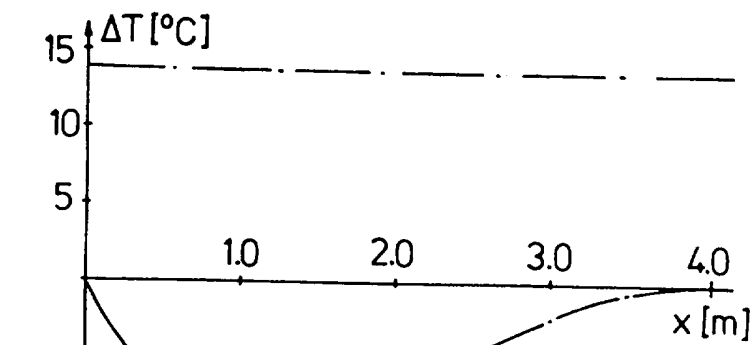


FIG. 6

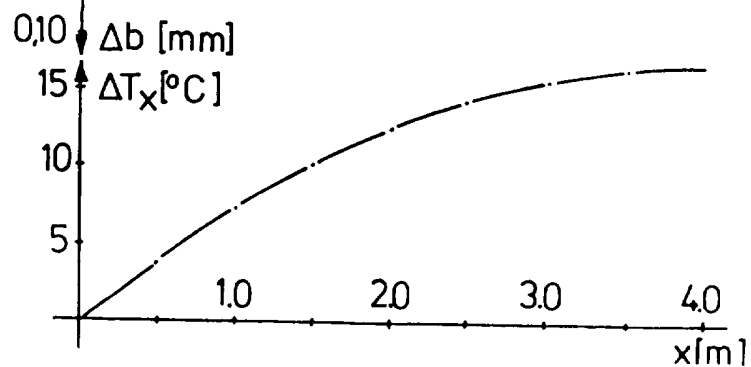


FIG. 7