



F 1000090797B

**(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT****90797****G (45) Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

F 23C 11/02, F 22G 7/00, F 01K 3/18

SUOMI-FINLAND**(FI)****Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	881420
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	24.03.88
(24) Alkupäivä - Löpdag	24.03.88
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	26.09.88
(44) Nähtävaksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.12.93
(32) (33) (31) Etuoiikeus - Prioritet	
25.03.87 SE 8701228 P	

(71) Hakija - Sökande

1. ABB STAL Aktiebolag, 612 20 Finspång, Sverige, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Pillai, Krishna K., Egnahemsvägen 3 A, 612 00 Finspång, Sverige, (SE)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

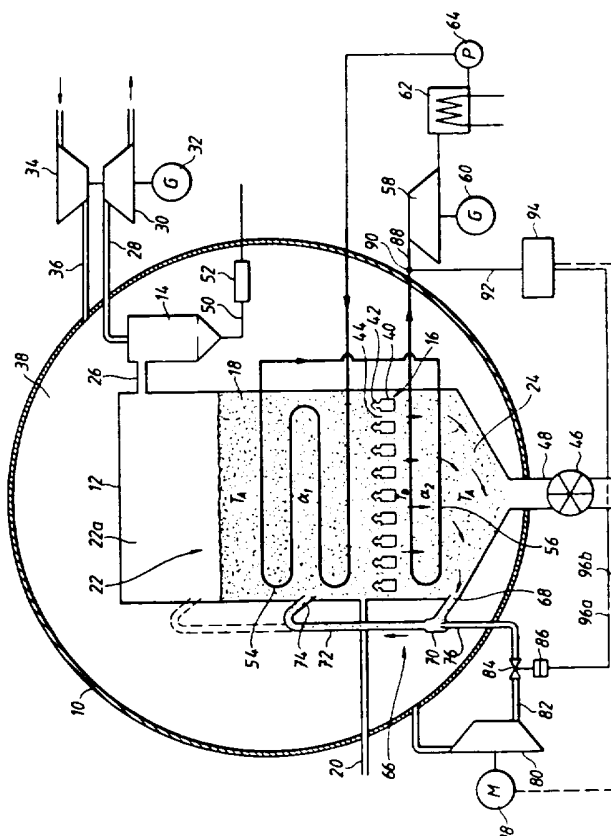
(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Voimalaitos, jossa palaminen tapahtuu leijukerroksessa
Kraftanläggning med förbränning i fluidiserad bädd**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee voimalaitosta, jossa polttoaine, pääasiassa hiili, palaa leijukerroksessa (18), pääasiassa PFBC-voimalaitosta. Arina-astia (12) on jaettu ylämpään palotilaan (22) ja alempaan tuhkatilaan (24) ilmanjakajalla (16), jossa on suuttimet (42) ilman tuomiseksi kerroksen (18) fluidisoitua ja polttoaineen palamista varten. Ilmanjakaja (16) on varustettu aukkoilla (44), joiden kautta kerrosmateriaali voi kulkea ilmanjakajan (16) läpi palotilasta (22) tuhkatilaan (24). Palotilassa (22) on putkia (54) höyryn tuottamiseksi. Tuhkatilassa (24) on putkia (56) höyryn tulistamiseksi. Laitos on varustettu kuljetuslaitteella (66) kerrosmateriaalin kuljettamiseksi tuhkatilasta (24) palotilaan (22). Materiaalia kuljetettaessa tuhkatilasta (24) tapahtuu kerrosmateriaalin kiertoa palotilan (22) ja tuhkatilan (24) välillä. Säätämällä kiertävän kerrosmateriaalin määrää säädelään lämmöntuotia tulistusputkiin (56) ja samalla putkien (56) läpi kulkevan höyryn tulistusta.



Uppfinningen avser en kraftanläggning med förbränning av ett bränsle, framsett kol, i en fluidiserad bädd (18), framsett en PPBC-kraftanläggning. Ett bäddkarl (12) är uppdelat i ett övre förbränningsrum (22) och ett undre askrum (24) av en luftfordelare (16) med munstycken (42) för tillförsel av luft för fluidisering av bädden (18) och förbränning av bränslet. Luftfordelaren (16) är försedd med öppningar (44), genom vilka bäddmaterial kan passera genom luftfordelaren (16) från förbränningsrummet (22) till askrummet (24). I förbränningsrummet (22) finns tuber (54) för alstring av ånga. I askrummet (24) finns tuber (56) för överhettning av ånga. Anläggningen är försedd med en transportanordning (66) för transport av bäddmaterial från askrummet (24) till förbränningsrummet (22). Vid transport av material från askrummet (24) kommer bäddmaterial att cirkulera mellan förbränningsrummet (22) och askrummet (24). Genom att reglera den mängd bäddmaterial som cirkulerar regleras värmetillförseln till överhettartuberna (56) och därmed överhettningen av ångan som passerar genom tuberna (56).

Voimalaitos, jossa palaminen tapahtuu leijukerroksessa

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen voimalaitos. Tällaisessa voimalaitoksessa polttoaine palaa hiukkasmaista ainetta, esimerkiksi kalkkikiveä tai dolomiittia, olevassa leijukerroksessa, joka aine toimii myös rikin absorboijana. Kerros sijaitsee arina-astiassa ja höyryä muodostuu kerroksessa olevissa putkissa. Keksintöä voidaan käyttää laitoksessa, joka toimii suunnilleen ilmakehän paineessa ja tuottaa höyryä lämmitykseen tai käyttämään höyryturbiinia, mutta se on etupäässä tarkoitettu voimalaitosta varten, joka toimii ilmakehän painetta huomattavasti korkeammassa paineessa, niin kutsuttua PFBC-voimalaitosta varten. PFBC tarkoittaa englanninkielisten termien Pressurized Fluidized Bed Combustion alkukirjaimia.

PFBC-voimalaitoksessa on arina-astia ja puhdistuslaitos tavallisesti suljettu paineastiaan. Arina-astiasta tulevat palokaasut käyttävät yhtä tai useampaa kaasuturbiinia ja arina-astiassa olevissa putkissa tuotetaan höyryä, jolla käytetään yhtä tai useampaa höyryturbiinia.

Keksinnön päämääränä on vähentää laitoksen tulistusputkien lämpörasituksia ja siten mahdollistaa tulistaminen hyvin korkeaan lämpötilaan, 550-600°C:een. Keksinnön toisena päämääränä on saada aikaan paremmat säätöominaisuudet, erityisesti osakuormituksella.

Keksinnön mukainen voimalaitos tunnetaan pääasiallisesti patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa esitetyistä piirteistä.

Keksinnön mukaisesti sijoitetaan ainakin tulistimen viimeinen osa tai kahden turbiiniasteen välissä oleva välitulistin arina-astian ilmanjakajan alapuolella olevaan tuhkatilaan, johon ilmanjakajaan on muodostettu aukkoja kerrosmateriaalin läpikulua varten, ja laitos varustetaan kuljetuslaitteella kerrosmateriaalin kuljettamiseksi arina-astian tuhkatilasta sen palotilaan. Kuljetuslaitteen avulla saadaan aikaan kerrosma-

teriaalinen kierto ja kerrosmateriaalin virtaa ilmanjakajan läpi ja tulistusputkien ohi ja siten myös lämmön tuontia tulistusputkiin voidaan helposti säädellä. Sen vuoksi, että tulistusputkia ympäröivä kerrosmateriaali ei ole leijuvassa tilassa, tulee lämmönsiirtymiskerroin olennaisesti alhaisemmaksi kuin leijukerrosmateriaalissa. Tuhkatilassa olevien putkien ulkolämpötila pysyy alhaisempana ja siten myös lämpörasitukset pienempinä. Tämä on erityisen edullista tulistettaessa korkeaan lämpötilaan. Korkealla tulistuksella tarkoitetaan tulistusta 550-600 °C:een.

Keksintöä kuvataan lähemmin oheiseen piirustukseen viitaten, jossa kaaviomuodossa kuvataan keksinnön soveltamista PFBC-voimalaitokseen.

Kuviossa tarkoittaa viitenumero 10 paineastiaa. Siihen on sovitettu arina-astia 12 ja kaasunpuhdistuslaitos, jota kuvaa sykloni 14. Todellisuudessa muodostuu puhdistuslaitos sargaan kytkettyjen syklonien rinnankytketyistä ryhmistä. Arinaastian 12 alaosassa on jakaja 16 ilman jakamiseksi hiukkasmaista ainetta olevan kerroksen 18 fluidisointia varten ja polttoaineen polttamiseksi, jota johdetaan kerrokseen 18 polttoaineen syöttöjohdon 20 kautta. Ilmanjakaja jakaa arinaastian 12 ylempään palotilaan 22 ja alempaan tuhkatilaan 24. Palotilan 22 yläosa muodostaa vapaan tilan 22a, johon kerroksesta 18 tulevat palokaasut kerääntyvät. Vapaasta tilasta 22a kaasut johdetaan johdon 26 kautta sykloniin 14. Syklonissa 14 erottunut pöly poistetaan johdon 50 ja painetta alentavan pölynpoistolaitteen 52 kautta ja kerätään paineastian ulkopuolella olevaan säiliöön. Puhdistettu kaasu johdetaan johdon 28 kautta kaasuturbiiniin 30, joka käyttää generaattoria 32 ja kompressoria 34. Tämä kompressorin puristaa palamisilmaa, jota johdon 36 kautta syötetään paineastian 10 ja arinaastian 12 väliseen tilaan 38. Ilmanjakaja 16 on muodostettu pitkittäisistä jakokammioista 40, joissa on ilmansuuttimet 42. Fluidisointi- ja palamisilma syötetään näihin jakokammioihin 40 ti-

lasta 38 ei-esitettyjen venttiilielimien tai peltien kautta, joilla säädellään ilman virtausta. Jakokammiot 40 muodostavat rakoja 44, joiden kautta kerrosmateriaali voi virrata palotilan 22 kerroksesta 18 tuhkatilaan 24. Kerrosmateriaali, rikin absorboija ja palamisen jäännöstuotteet poistetaan tuhkatilasta siipipyöräannostimen 46 kautta tyhjennysjohtoon 48.

Palotilan 22 kerroksessa 18 on putkia 54 höyryn tuottamiseksi ja kerroksen jäähdyttämiseksi ja tuhkatilassa 24 putkia 56 tämän höyryn tulistamiseksi. Tämä höyry käyttää höyryturbiinia 58 ja siihen kytkettyä generaattoria 60. Turbiinista 58 poistuva höyry tiivistetään lauhduttimessa 62. Lauhde palautetaan kerroksessa 18 oleviin putkiin 54 syöttövesipumpun 64 avulla. Vaihtoehtoisesti voivat putket 56 muodostaa välitulistimen turbiinin 58 kahden asteen välille.

Laitoksessa on pneumaattinen kuljetuslaite 66 kerrosmateriaalin kuljettamiseksi ylös tuhkatilasta 24 palotilaan 22 siten, että materiaali voi kiertää näiden tilojen välillä. Tämä kuljetuslaite 66 käsittää imusuuttimen 68, ejektorin 70, kuljetusjohdon 72 ja syöttösuuttimen 74, joka laskee kerrokseen 18 tai vapaaseen tilaan 22a, kuten on esitetty katkoviivoilla. Tilan 38 paine on paineen laskun johdosta suuttimissa 42 ja kerroksessa 18 korkeampi kuin syöttösuuttimen 74 suulla. Ejektorisuutin 76 voi siksi ottaa kuljetusilmaa säätöventtiilin kautta suoraan tilasta 38 tai kuten kuviossa on esitetty moottorin 78 käyttämän apukompressorin 80 kautta. Johdossa 82, joka yhdistää kompressorin 80 ejektorisuuttimeen 76, on kuristusventtiili 84 kaasuvirran ja materiaalin kuljetuksen säätölemiseksi. Vaihtoehtoisesti voidaan virtausta säätää säätölemällä kompressorin 80 pyörimisnopeutta. Venttiiliä 84 käytetään käyttölaitteella 86.

Höyryjohdossa 88 on termoelementti 90, joka mittaa turbiiniin 58 johdettavan höyryn lämpötilaa. Tämä termoelementti on johdolla 92 liitetty ohjausvälineisiin 94, joissa termoelemen-

tistä tulevan signaalin tosiarvoa verrataan asetusarvoon. Ohjauvälineet on yhdistetty joko venttiilin 84 käyttölaitteeseen 86 johdolla 96a tai moottorissa 78 olevaan nopeudensäätölaitteeseen johdolla 96b. Kuljetuskaasuvirtaa kuljetuslaitteeseen 66 säädetään joko muuttamalla venttiilin 84 läpikupintaa tai muuttamalla moottorin 78 ja kompressorin 80 pyörimisnopeutta.

Leijukerroksessa on lämpötila T_B tavallisesti 800-900 °C. Kerroksen putkissa 54 tuotetulle höyrylle voidaan antaa noin 500 °C:een kohoava lämpötila. Leijukerroksessa on lämmönsiirtymiskerroin α_{12} kerroksen ja putkien välillä hyvin korkea, $\alpha = 300-500 \text{ W/m K}$. Tämä aikaansaa putkiin korkean pintalämpötilan, suuren lämpövirran putken seinämään ja suuren ominaistehon, mutta samalla suuren lämpörasituksen putkiin ja määrättyjä säätöongelmia. Tämä aiheuttaa sen, että höyryn lämpötila pitää rajoittaa alle 500 °C:n. Haluttu tulistus 500-600 °C:een aikaansaa siksi erityisiä ongelmia. Ongelmat ovat erityisen suuria osakuormituksella.

Tuhkatilassa 24 oleva kerrosmateriaali ei ole fluidisoidussa tilassa. Lämmönsiirtymiskerroin α_2 kerrosmateriaalin ja putkien 56 välillä on siksi huomattavasti alhaisempi kuin lämmönsiirtymiskerroin α_1 palotilan 22 leijukerroksessa 18 ilmanjakajan 16 yläpuolella. Lämmönsiirtymiskerroin $\alpha_1 = 300-500 \text{ W/m K}$ ja $\alpha_2 = 30-100 \text{ W/m K}$. Tämä α_2 :n alhaisempi arvo aikaansaa alhaisempia lämpörasituksia putkiin 56. Höyryn lämpötilaa voidaan säätää yksinkertaisesti säätelemällä kerrosmateriaalin kiertoa palotilan 22 ja tuhkatilan 24 välillä. Tuhkatilaan 24 tulevan kerrosmateriaalin lämpötila $T_B = 800-900 \text{ °C}$. Kerrosmateriaalivirta putkien 56 ohi määrää täysin lämmöntuonnin tuhkatilan tulistusosaan. Putkien 56 ohi kulkenut kerrosmateriaali jäähtyy lämpötilaan T_A . Jäähtyminen noin 600 °C:een tai alhaisemmaksi on mahdollista. Tuhkatilassa voi olla jäähdytin siipipyöräannostimen 46 kautta poistettavan materiaalin lisäjäähtämiseksi.

Patenttivaatimukset

1. Voimalaitos, jossa polttoaine, pääasiallisesti hiili, palaa hiukkasmaista ainetta olevassa leijukerroksessa (18), joka voimalaitos käsittää
arina-astian (12),
ilmanjakajan (16), jossa on suuttimet (42) ilman puhaltamiseksi arina-astiaan (12) kerrosmateriaalin fluidisoimiseksi ja kerrokseen (18) tuodun polttoaineen polttamiseksi ja joka jakaa arina-astian palotilaan (22) ja tuhkatilaan (24),
ilmanjakajassa (16) olevat aukot (44), jotka sallivat kerrosmateriaalin virrata palotilasta (22) tuhkatilaan (24), ja
palotilan (22) kerroksessa (18) olevat putket höyryn tuottamiseksi,
tunnettu siitä, että se lisäksi käsittää
tuhkatilaan (24) sovitettut putket (56) höyryn tulistamiseksi, pneumaattisen kuljetuslaitteen (66) materiaalin siirtämiseksi tuhkatilasta (24) palotilaan (22),
mittauselimen tulistetun höyryn lämpötilan mittaamiseksi, ja
säätölaitteen, joka vastaanottaa mittauselimen lähtösignaalin ja siitä riippuvaisesti säätää kuljetuskaasun virtausta mainittuun kuljetuslaitteeseen.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen voimalaitos, **tunnettu** siitä, että arina-astia (12) on suljettu paineastiaan (10) ja että palaminen tapahtuu ilmakehän painetta huomattavasti korkeammassa paineessa.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen voimalaitos, **tunnettu** siitä, että laite (66) materiaalin siirtämiseksi tuhkatilasta palotilaan käsittää ejektorin (70), joka imee kerrosmateriaalia tuhkatilasta (24), ja kuljetusjohdon (72), joka johtaa palotilaan (22).
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen voimalaitos, **tunnettu** siitä, että kuljetusjohto (72) johtaa kerrokseen.
5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen voimalaitos, **tunnettu** siitä, että kuljetusjohto (72) johtaa kerroksen (18) yläpuolella olevaan vapaaseen tilaan (22a).

6. Patenttivaatimuksen 2 mukainen voimalaitos, **tunnettu** siitä, että puristettua palamisilmaa, joka on peräisin paineastian (12) ja arina-astian (10) välisestä tilasta (38), käytetään kuljetuskaasuna pneumaattisessa kuljetusjärjestelmässä (66) kerrosmateriaalin siirtämiseksi tuhkatilasta (24) palotilaan (22).

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen voimalaitos, **tunnettu** siitä, että se käsittää apukompressorin (80), joka kohottaa kuljetuskaasun painetta.

Patentkrav

1. Kraftanläggning med förbränning av ett bränsle, främst kol, i en fluidiserad bädd (18) av partikulärt material innefattande
ett bäddkärn (12),
en luftfördelare (16) med munstycken (42) för inblåsning av luft i bäddkärnet (12) för fluidisering av bäddmaterialet och förbränning av ett till bädden (18) tillfört bränsle, vilken luftfördelare (16) uppdelar bäddkärnet i ett förbränningsrum (22) och ett askrum (24),
öppningar (44) i luftfördelaren (16) som tillåter bäddmaterial att strömma från förbränningsrummet (22) till askrummet (24) och
tuber i bädden (18) i förbränningsrummet (22) för alstring av ånga,
kännetecknad av att den även innefattar
tuber (56) för överhettning av ånga som är anordnade i askrummet (24),
en pneumatisk transportanordning (66) för överföring av material från askrummet (24) till förbränningsrummet (22),
mätorgan för mätning av den överhettade ångans temperatur och kontrollutrustning som mottar utsignalen från mätorganet och i beroende av denna reglerar flödet av transportgas till den nämnda transportutrustningen.

2. Kraftanläggning enligt patentkravet 1, **kännetecknad** av att bäddkärnet (12) är inneslutet i ett tryckkärn (10) och att för-

bränningen sker vid ett tryck avsevärt överstigande atmosfärs-trycket.

3. Kraftanläggning enligt patentkravet 1, **kännetecknad** av att anordningen (66) för överföring av material från askrummet till förbränningsrummet innefattar en ejektor (70) som suger bäddmaterial från askrummet (24) och en transportledning (72) som mynnar i förbränningsrummet (22).

4. Kraftanläggning enligt patentkravet 3, **kännetecknad** av att transportledningen (72) mynnar i bädden.

5. Kraftanläggning enligt patentkravet 3, **kännetecknad** av att transportledningen (72) mynnar i fribordet (22a) ovanför bädden (18).

6. Kraftanläggning enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att komprimerad förbränningsluft från rummet (38) mellan tryckkärlet (12) och bäddkärlet (10) användes som transportgas i ett pneumatiskt transportsystem (66) för överföring av bäddmaterial från askrummet (24) till förbränningsrummet (22).

7. Kraftanläggning enligt patentkravet 5, **kännetecknad** av att den innefattar en boosterkompressor (80) som höjer trycket hos transportgasen.

