



B) (11) **KUULUTUSJULKAISU** 73724
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C Patenti myöntetty
(45) Patenti voimaantunut 09.11.1987

(51) Kviki/m.c.l⁴ C 10 J 3/54

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus - Patentansökning	821104
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	30.03.82
(23) Aikapäivä - Giltighetsdag	30.03.82
(41) Tullit julkiseksi - Blivit offentlig	08.10.82
(44) Nähtäväksipäivän ja kuuljulkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utskriften publicerad	31.07.87
(86) Kv hakemus - Int. ansökan	
(32)-(33)(31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	07.04.81
Saksan liittotasavalta-Förbundsrepubliken Tyskland(DE) P 3113993.0 Toteennäytetty-Styrkt	

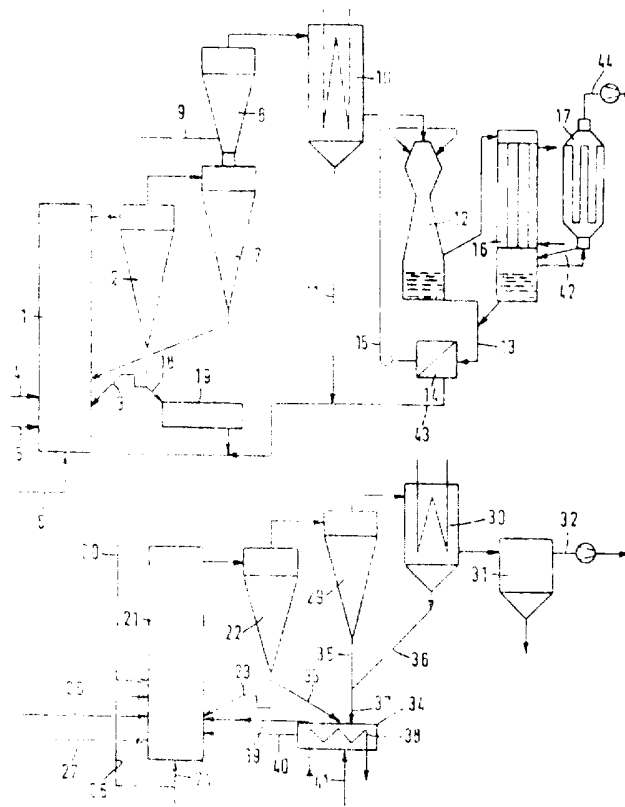
- (71) Metallgesellschaft Aktiengesellschaft, Reuterweg 14, Frankfurt/Main, Saksan liittotasavalta-Förbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (72) Hans Beisswenger, Bad Soden, Georg Daradimos, Maintal, Martin Hirsch, Friedrichsdorf, Ludolf Plass, Kronberg, Harry Serbent, Hanau, Saksan liittotasavalta-Förbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Menetelmä polttokaasun ja prosessilämmön tuottamiseksi samanaikaisesti hiilipitoisista aineksista - Förfarande för samtidig alstring av bränngas och processvärme ur kolhaltiga material

(57) Tiivistelmä

Menetelmässä polttokaasun ja prosessilämmön samanaikaisesti tuottamiseksi hiilipitoisista aineksista kaasuttamalla ensimmäisessä leijukerrosvaiheessa (1, 2, 3) ja senjälkeen polttamalla kaasutuksessa jääneet palavat aineosat toisessa leijukerrosvaiheessa (21, 22, 23), menettellään lämpötehoa nostamiseksi ja puhtavuuden lisäämiseksi siten, että kaasutus suoritetaan korkeintaan 5 barin paineessa ja lämpötilassa välillä 800-1100°C kiertävässä leijukerroksessa (1, 2, 3) ja tällöin saateen 40-80 painetta lähtöaineen sisältävästä hiilestä reagoimaan, tällöin muodostunut kaasu vaputetaan leijukerrosvaiheessa (9) rikkiyhdisteistä, jäädytetään senjälkeen ja siitä poistetaan vöily, jäännös kaasutuksesta yhdessä kaasun puhdistukseen saatujen sivutuotteiden kanssa johdetaan toiseen kiertävään leijukerrokseen (21,22,23) palavien aineosten polttamiseksi.

(57) Sammandrag

I ett förtärande för rätttidig alstring av bränngas och brännvatten ur alkaliska material genom förgasning i ett första virvelskiktsteg (1, 2, 3) och därefter förbränning av de från förgasningen återstående brännbara beståndsdelarna i ett andra virvelskiktsteg (21, 22, 23) tillgängas för att höja produktionseffektiviteten och flexibiliteten så, att förgasningen genomförs vid ett tryck av högst 5 bar och en temperatur mellan 800-1200°C i ett cirkulerande virvelskikt (1, 2, 3) och hävel och åter 40-80 vikt-% av kolet i utgångsmaterialet, den därvid bildade gasen befrias i virveltillstånd (9) från svavelföreningar, därefter avkyls och avdampas, återstoden från förgasningen tillammans med de från gasreningen och övriga biprodukterna tillförs ett vidare cirkulerande virvelskikt (21, 22, 23) för förbränning av de återstående beståndsdelarna.



Menetelmä polttokaasun ja prosessilämmön tuottamiseksi samanaikaisesti hiilipitoisista aineksista

Keksinnön kohteena on menetelmä polttokaasun ja prosessilämmön tuottamiseksi samanaikaisesti hiilipitoisista aineksista kaasuttamalla ensimmäisessä leijukerrosvaiheessa ja polttamalla sen jälkeen kaasutuksesta jääneet palavat aineosat toisessa leijukerrosvaiheessa, jolloin kaasutus suoritetaan korkeintaan 5 baarin paineessa ja lämpötilassa välillä 800-1100°C happipitoisen kaasun avulla vesihöyryn läsnäollessa kiertävässä leijukerrossessa ja tällöin saatetaan reagoimaan 40-80 paino-% lähtöaineen sisältämästä hiilestä.

Valmistettaessa teollisia tuotteita tarvitaan energiaa erilaisissa muodoissa. Sen tuottamiseen käytetään usein arvokkaita ensisijaisia energialähteitä, kuten kaasua ja öljyä. Niiden lisääntyvä niukkuus sekä huoltoon liittyvä kasvava poliittinen epävarmuus pakottavat lisääntyvässä määrässä korvaamaan nämä energialähteet kiinteillä polttoaineilla. Tämä pakko vaatii uusien teknologioiden kehittämistä, joiden avulla kiinteät polttoaineet voidaan muuttaa niin, että niitä olemassa olevien menetelmien puitteissa voidaan käyttää perinnäisten energialähteiden asemesta. Tällöin täytyy luotettavasti välttää kiinteiden polttoaineiden käyttöön liittyvät ympäristörasitukset. Tämä erityisesti sentähden, että ensisijaisen energian puute lisääntyvässä määrässä pakottaa myös runsaasti tuhkaa ja runsaasti rikkiä sisältävien hiilien käyttöön.

Teollisuus tarvitsee kulloisenkin menetelmävaiheen laadun mukaan jotain tiettyä tuotetta valmistettaessa energiaa erilaisissa muodoissa, siten, esim. höyrynä lämmitystarkoitukseen, muun suurlämpötilalämmön muodossa ja puhtaiden polttokaasujen muodossa, joiden poltossa ei vaikuteta haitallisesti tuotteen laatuun.

Periaatteessa on tosin mahdollista tuottaa eri energiamuodot, kuten esim. polttokaasu ja höyry, erikseen, mutta tämä vaatii kuitenkin investointi- ja käyttökustannuksia,

jollaiset eivät ole puolustettavissa tavallisten teollisten laitoskokojen puitteissa. Lisäksi liittyy toisistaan riippumattomasti työskentelevien energian muuntolaitosten käyttöön lisääntyviä häviöitä ja lisääntyneitä kustannuksia ympäristö-
5 suojelua varten.

Erilaisten energiamuotojen erilliseen valmistukseen liittyvien haittojen välttämiseksi on jo esitetty menetelmä polttokaasun ja höyryn samanaikaisesti valmistamiseksi, jossa laadultaan käytännöllisesti mitä tahansa hiiltä kaasute-
10 taan leijupatjassa ja kaasutusjäännös poltetaan höyryn kehittämiseksi (Processing, marraskuu 1980, sivu 23).

Vaikka tällä menetelmällä on tehty askel menestystä lupaavaan suuntaan, on haitallista, että sen tuottoteho - laskettuna aikaisemmin annetuille reaktorimitoituksille -
15 on vähäinen ja että valittujen menetelmäolosuhteiden takia, erityisesti kaasutusvaihetta varten, joustavuus polttokaasun ja höyryn tuotannon suhteen on vähäinen. Tämä menetelmä ei myöskään ratkaise vaadittavassa polttokaasun puhdistuksessa esiintyviä ongelmia, erityisesti rikinpoisto-ongel-
20 maa ja polttokaasun puhdistuksesta syntyviä haitallisten sivutuotteiden poistamista.

Keksinnön tehtävänä on aikaansaada menetelmä polttokaasun ja prosessilämmön samanaikaisesti tuottamiseksi hiilipitoisista aineksista, jolla menetelmällä ei ole tunnet-
25 tuja erityisesti edellä mainittuja haittoja, jolla on suuri joustavuus lähtöaineen energiasisällön muuttamisessa toisaalta polttokaasuksi ja toisaalta prosessilämmöksi ja siten tekee mahdolliseksi nopean sovittamisen kulloinkin tarvittavaa energiamuotoa varten.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle polttokaasun ja prosessilämmön tuottamiseksi samanaikaisesti hiilipitoisista aineksista kaasuttamalla ensimmäisessä leijukerrosvaiheessa ja polttamalla sen jälkeen kaasutuksesta jääneet palavat aineosat toisessa leijukerrosvaiheessa, jolloin kaasutus
35 suoritetaan korkeintaan 5 baarin paineessa ja lämpötilassa välillä 800-1100°C happipitoisen kaasun avulla vesihöyryn

läsnäollessa kiertävässä leijukerroksesta ja tällöin saate-
taan reagoimaan 40-80 paino-% lähtöaineen sisältämästä hii-
lestä, on tunnusomaista, että

a) kaasutuksessa muodostunut kaasu, jonka lämpötila on
5 välillä 800-1000°C, leijutilassa vapautetaan rikkiyhdisteis-
tä, jäädytetään sen jälkeen ja siitä poistetaan pöly;

b) jäännös kaasutuksesta yhdessä kaasun puhdistuksesta
tulevien sivutuotteiden, kuten kuormitetun rikinpoistoaineen,
pölyn ja kaasuvien kanssa syötetään toiseen kiertävään lei-
10 jukerrokseen ja siinä poltetaan jäljellä olevat palavat ai-
neosat ilmasuhdeluvulla $\lambda = 1,05 - 1,40$.

Keksinnön mukainen menetelmä on käyttökelpoinen kaikil-
le hiilipitoisille aineksille, jotka voidaan itsetoimivasti
kaasuttaa ja polttaa. Se sopii kaikenlaisille hiilille mutta
15 on kuitenkin houkutteleva erityisesti heikompilaatuisille
hiilille, kuten jätekasahiilelle, lietekivihiilelle, hiilel-
le, jolla on suuri suolapitoisuus. Voidaan kuitenkin käyt-
tää myös ruskohiiltä ja öljyliusketta.

Kaasutus- ja polttovaiheessa käytetylle kiertävän
20 leijupatjan periaatteelle on ominaista, että - erotukseksi
"klassisesta" leijukerroksesta, jossa tiheä faasi on selvän
tiheyshyppäyksen erottama sen yläpuolella olevasta kaasu-
tilasta - esiintyy jakautumistiloja ilman määriteltäviä raja-
kerrosta. Tiheyshyppäystä tiheän faasin ja sen yläpuolella
25 olevan pölytilan välillä ei ole olemassa; kuitenkin kiinto-
ainepitoisuus pienenee reaktorin sisällä koko ajan alhaalta
ylöspäin.

Määriteltäessä käyttöolosuhteet Froude'n ja Arkimedeen
tunnuslukujen avulla saadaan alueet:

$$30 \quad 0,1 \leq 3/4 \cdot \frac{u^2}{g \cdot d_k} \cdot \frac{\rho_g}{\rho_k - \rho_g} \leq 10,$$

jossa

$$35 \quad \frac{u^2}{g \cdot d_k} = Fr^2$$

tai

$$0,01 \leq Ar \leq 100,$$

jolloin

$$Ar = \frac{d_k^3 \cdot g(\rho_k - \rho_g)}{\rho_g \cdot v^2}$$

Kaavoissa tarkoittavat:

- u suhteellinen kaasun nopeus, m/s
 Ar Arkimedeen luku
 10 Fr Froude-luku
 ρ_g kaasun tiheys, kg/m³
 ρ_k kiintoaineosasen tiheys, kg/m³
 d_k pallomaisen osasen läpimitta, m
 v kinemaattinen sitkeys, m²/s
 15 g gravitaatiovakio, m/s²

Lisäksi voi rikinpoisto tuotetusta kaasusta tapahtua missä tahansa leijutustilassa, esim. Venturi-leijukerroksesta, jossa on kiintoaineen ulosotto jälkeenkyytketyssä erottimessa. Edullisesti voidaan rikinpoistoon kuitenkin käyttää myös kiertävää leijukerrosta.

Keksinnön eräs erityisen edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että kaasutuksessa saatetaan reagoimaan 40-60 paino-% lähtöaineen sisältämästä hiilestä. Tällä tavalla voidaan valmistaa polttokaasua, jolla on varsin korkea lämpöarvo. Lisäksi voidaan luopua muuten olennaisesti suurempien vesihöyrymäärien käytöstä, jotka jälkeentulevissa menetelmävaiheissa jälleen ilmestyvät sinänsä ei-toivottuna kaasuvetenä.

Mikäli hiilipitoinen aines ei jo itse sisällä kaasutukseen tarvittavaa vesihöyrymäärää kosteuden muodossa, on tarpeen lisätä vesihöyryä kaasutusreaktiota varten. Tällöin tulisi vesihöyry ja tarvittava happipitoinen kaasu syöttää eri korkeuksille. Keksinnön eräs edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että kaasutuvaiheeseen johdetaan vesihöyryä, pääasiallisesti leijutuskaasun muodossa, sekä happipitoista kaasua, pääasiallisesti toisiokaasun muodossa. Tämä työskentelytapa ei sulje pois sitä, että vähäisempien

vesihöyrymäärien syöttö voi tapahtua myös yhdessä happipitoisen toisiokaasun kanssa ja vähäisempien määrien happipitoisia kaasuja syöttö voi tapahtua yhdessä vesihöyryn kanssa leijutuskaasuksi.

5 Edelleen on edullista asettaa kaasujen viipymäaika kaasutusvaiheessa - hiilipitoisen aineksen sisääntulokohdan yläpuolelta laskettuna - 1-5 sekunniksi. Tämä ehto toteutuu tavallisesti siten, että hiilipitoinen aines syötetään korkeammalle tasolle kaasutusvaiheessa. Tämän johdosta syntyy
10 toisaalta runsaammin rikkituotteita sisältävä kaasu, jolla on vastaavasti suurempi lämpöarvo, toisaalta taataan, että kaasu käytännöllisesti katsoen ei sisällä hiilivetyjä, joissa on enemmän kuin 6 C-atomia.

Rikinkoisto kaasusta voi tapahtua tavallisilla rikinkoistoaineilla. Eräässä edullisessa suoritusmuodossa kaasutusvaiheesta ulostulevasta kaasusta poistetaan rikki kiertävässä leijukerroksessa kalkin tai dolomiitin tai vastavien poltettujen tuotteiden avulla, joiden osaskoko d_p 50 on 30-200 μm ja tätä varten asetetaan leijukerrosreaktoriin
20 keskimääräinen suspensiotiheys väliltä 0,1-10 kg/m^3 , edullisesti 1-5 kg/m^3 , ja tunnittainen kiintoaineen kiertonopeus sellaiseksi, että se vastaa vähintään 5-kertaisesti reaktorikuilussa olevan kiintoaineen painoa. Tälle työskentelytavalle on ominaista, että rikinkoisto voidaan suorittaa suurilla kaasun tuotantomäärillä ja hyvin muuttumattomassa lämpötilassa. Suuri lämpötilapysyvyys vaikuttaa edullisesti rikinkoistoon niin kauan kuin rikinkoistoaine säilyttää aktiivisuutensa ja siten vastaanottokykynsä rikin suhteen. Rikinkoistoaineen suuri hienorakeisuus täydentää tätä etua,
30 koska pinnan suhde tilavuuteen on erityisen edullinen rikin sitomisnopeudelle, jonka diffuusionopeus pääasiallisesti määrää.

Rikinkoistoaineen annostelun tulisi olla vähintään 1,2 - 2,0 -kertainen stoikiometriseen tarpeeseen nähden
35 kaavan



mukaisesti. Tällöin on otettava huomioon, että käytettäessä dolomiittia tai poltettua dolomiittia käytännössä vain kal-
5 siumkomponentti reagoi rikkiyhdisteiden kanssa.

Rikinpoistoaineiden syöttäminen leijukerrosreaktoriin tapahtuu edullisimmin yhden tai useamman puhallusputken kautta, esim. pneumaattisesti puhaltamalla.

Erityisen edulliset käyttöolosuhteet saavutetaan, kun
10 kaasun nopeus rikinpoistossa asetetaan 4-8 m/s:ksi lasket-
tuna nopeutena tyhjässä putkessa).

Varsinkin, kun poistokaasut tulevat ulos kaasutusvai-
heesta suurissa lämpötiloissa, perustuu keksinnön eräs edul-
linen suoritusmuoto siihen, että kaikki, myös polttovaihet-
15 ta varten tarvittava rikinpoistoaine lisätään vaiheeseen,
jossa kaasusta poistetaan rikki. Tällä tavalla otetaan kuu-
mentamiseen ja mahdollisesti hapon poistoon tarvittava läm-
pöenergia kaasusta ja saadaan siten polttovaiheeseen.

Kaasutusvaiheessa reagoimattomien palavien aineosien
20 poltto tapahtuu kiertävässä leijukerroksessa, jolloin saman-
aikaisesti myös kaasun puhdistuksessa syntyvät sivutuotteet
ympäristöystävällisesti poistetaan. Kaasun puhdistusvaihees-
ta tulevat kuormitetut rikinpoistoaineet, erityisesti mikä-
li ne ovat sulfidimuodossa, kuten kalsiumsulfidina, sulfa-
25 toidaan ja muutetaan tällöin talletuskelpoisiksi yhdisteik-
si, kuten kalsiumsulfaatiksi. Lisäksi saadaan sulfatointi-
prosessissa vapautuva reaktiolämpö talteen prosessilämmöksi.
Myös muut sivutuotteet, kuten pöly kaasun pölynpoistolait-
teesta ja kaasuvesi poistetaan.

30 Käsitteellä prosessilämpö tarkoitetaan lämpöä sisäl-
tävää väliainetta, jonka energiasisältöä voidaan erilaisin
tavoin käyttää hyväksi prosessien toteuttamiseksi. Tällöin
voi kysymyksessä olla kaasu kuumentamista varten tai - mi-
käli on kysymys happipitoisesta kaasusta - rakenteeltaan
35 erilaisten polttolaitteiden käyttöä varten. Erityisen edul-
lista on kyllästetyn höyryn tai ylikuumennetun höyryn tuot-

taminen - samoin kuumentamista, esimerkiksi reaktoreiden kuumentamista varten - tai sähkögeneraattorien käyttämistä varten tai lämmönkanninsuolojen kuumentamista varten, esimerkiksi putkireaktoreiden tai autoklaavien kuumentamiseen.

5 Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa suoritetaan poltto kaksivaiheisesti eri korkeuksille johdetuilla happipitoisilla kaasuilla. Sen etu on "pehmeässä" polttamisessa, jossa paikalliset ylikuumentumisilmiöt vältetään ja NO_x -muodostus suurinpiirtein estetään. Kaksivaiheisessa poltossa
10 tulisi ylemmän syöttökohdan happipitoiselle kaasulle ja sijaita niin paljon alemman yläpuolella, että alemmassa kohdassa syötetyn kaasun happisisältö on jo suurinpiirtein kulu-

tettu.
Jos prosessilämmöksi halutaan höyryä, on keksinnön
15 eräs edullinen suoritusmuoto sellainen, että ylemmän kaasun-
syötön yläpuolelle järjestetään keskimääräinen suspensioti-
heys väliltä $15-100 \text{ kg/m}^3$ säätämällä leijutus- ja toisiokaasumääriä ja että vähintään olennainen osa polttolämmöstä
20 johdetaan pois ylemmän kaasun-
syötön yläpuolella vapaan reaktori-
tilan sisäpuolella olevien jäädytyspintojen avulla.

Tällaista työskentelytapaa on selostettu lähemmin DE-
kuulutuspäätöksessä 25 39 546 ja vastaasassa US-patentissa
4 165 717.

Leijukerrosreaktorissa toisiokaasun-
25 syötön yläpuolella vallitsevat kaasunopeudet ovat normaalipaineessa normaali-
tapauksessa yli 5 m/s ja voivat nousta 15 m/s :iin asti ja
leijukerrosreaktorin läpimitan suhde korkeuteen tulisi vali-
ta siten, että kaasun viimpyäajoksi saadaan $0,5-8,0 \text{ s}$, edul-
lisesti $1-4 \text{ s}$.

30 Leijukaasuna voidaan käyttää käytännöllisesti katsoen
mitä tahansa kaasua, joka ei huononna poistokaasun laatua.
Sopivia ovat esim. inerttikaasut kuten palautettu savukaasu
(poistokaasu), typpi ja vesihöyry. Polttoprosessin tehosta-
misen kannalta on kuitenkin edullista jo leijutuskaasuna
35 käyttää happipitoista kaasua.

Tarjolla ovat siis seuraavat mahdollisuudet:

1. Leijutuskaasuna käytetään inerttiä kaasua. Silloin on välttämätöntä syöttää happipitoisia polttokaasua toisiokaasuna vähintään kahdelle toistensa päällä sijaitsevalle tasolle.

2. Leijukaasuna käytetään jo happipitoista kaasua. Silloin riittää toisiokaasun syöttäminen yhdelle tasolle. Tietenkin voidaan myös tässä suoritusmuodossa toisiokaasun syöttö jakaa useammille tasoille.

Jokaisella syöttötasolla ovat useammat syöttöaukot toisiokaasulle edullisia.

Tämän työskentelytavan etu on erityisesti siinä, että muutos prosessilämmön talteenotossa on mahdollinen yksinkertaisimmalla tavalla muuttamalla suspensiotiheyttä leijukerosreaktoriin toisiokaasusyötön yläpuolella olevassa uunitilassa.

Vallitsevaan käyttötilaan ennalta annetuilla leijutuskaasu- ja toisiokaasutilavuuksilla ja niiden seurauksena määrättyyn, keskimääräiseen suspensiotiheyteen liittyy tietty lämmön siirtyminen. Lämmön siirtoa jäähdytydpinnoilla voidaan lisätä siten, että suspensiotiheyttä suurennetaan lisäämällä leijutuskaasumäärää ja mahdollisesti myös toisiokaasumäärää. Lisätyllä lämmön siirrolla syntyy käytännössä muuttamattomalla polttolämpötilalla mahdollisuus lisätyllä polttoteholla syntyvien lämpöäärien poissiirtoon. Suuremman polttotehon perusteella vaadittava lisääntynyt hapen tarve on tällöin näennäisesti automaattisesti käytettävissä suspensiotiheyden nostamiseen käytetyillä suuremmilla leijutuskaasu- ja mahdollisesti toisiokaasumäärillä. Vastavasti voidaan vähentyneelle prosessilämmön tarpeelle sovitamista varten polttotehoa säädellä pienentämällä suspensiotiheyttä leijukerosreaktorin toisiokaasujohdon yläpuolella sijaitsevassa uunitilassa. Suspensiotiheyttä pienentämällä pienenee myös lämmön siirto, niin että leijukerosreaktorista johdetaan pois vähemmän lämpöä. Pääasiallisesti ilman lämpötilan muutosta voidaan siten polttotehoa vähentää.

Hiilipitoisen aineksen syöttäminen tapahtuu myös tässä edullisimmin yhden tai useamman puhallusputken kautta, esim. pneumaattisesti puhaltamalla.

Vielä eräässä tarkoituksenmukaisessa yleisemmin käyt-
5 tötökelpoisessa polttoprosessin suoritusmuodossa aikaansaadaan ylemmän kaasusyötön yläpuolelle keskimääräinen suspensiotiheys $10-40 \text{ kg/m}^3$ asettamalla leijutus- ja toisiokaasumäärät, kuumaa kiintoainetta otetaan kiertävästä leijupatjasta ja
10 jäähdytetään leijutetussa tilassa suoralla tai epäsuoralla lämmönvaihdolla ja ainakin osavirta jäähdytetystä kiinto-
aineesta palautetaan kiertävään leijukerrokseen.

Tätä suoritusmuotoa on lähemmin valaistu DE-hakemus-
julkaisussa 26 24 302 ja vastaavassa US-patentissa 4 111 158.

Keksinnön tällä suoritusmuodolla voidaan lämpötilan
15 pysyvyys saavuttaa käytännössä ilman leijukerrosreaktorissa vallitsevien käyttöolosuhteiden muutosta, siis muuttamatta mm. suspensiotiheyttä, pelkästään jäähdytetyn kiintoaineen säädetyllä palautuksella. Kulloisenkin polttotehon ja aset-
tetun polttolämpötilan mukaan on palautusmäärä suurempi tai
20 pienempi. Polttolämpötilat voidaan mielivaltaisesti asettaa hyvin alhaisesta lämpötiloista, jotka ovat juuri syttymis-
rajan yläpuolella, erittäin korkeisiin lämpötiloihin, joita mahdollisesti rajoittaa palamisjäännösten pehmeneminen. Ne
voivat olla n. väliltä $450^{\circ}-950^{\circ}\text{C}$.

25 Koska palavan aineosan poltossa muodostaneen lämmön poisotto pääasiallisesti tapahtuu kiintoaineen puolelle peräänkytketyssä leijukerrosjäähdyttimessä ja lämmön siir-
rolla leijukerrosreaktorissa sijaitseville jäähdytyspelleil-
le, joille edellytyksenä on riittävän suuri suspensiotiheys,
30 on toisarvoinen merkitys, saadaan tämän keksinnön lisäetuna, että suspensiotiheys leijukerrosreaktorin alueella toisio-
kaasusyötön yläpuolella voidaan pitää pienenä ja niinmuo-
doin painehäviö koko leijukerrosreaktorissa on verraten
pieni. Sen asemesta tapahtuu lämmönotto leijukerrosjäähdyt-
35 timessä olosuhteissa, jotka saavat aikaan äärimmäisen suu-
ren lämmönsiirtymisen, n. väliltä $400-500 \text{ wattia/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$.

Polttolämpötila leijukerrosreaktorissa säädellään palauttamalla ainakin osavirta jäädytettyä kiintoainetta leijukerrosjäähdyttimestä. Jäädytetyn kiintoaineen tarvittava osavirta voidaan esimerkiksi syöttää suoraan leijukerrosreaktoriin. Lisäksi voidaan myös poistokaasu jäädyttää syöttämällä jäädytettä kiintoainetta, joka tulee esimerkiksi pneumaattisen kuljetusjakson läpi tai leijuvaihtovaiheesta, jolloin poistokaasusta myöhemmin jälleen erotettu kiintoaine sitten johdetaan takaisin leijukerrosjäähdyttimeen. Täten joutuu myös poistokaasulämpö lopuksi leijukerrosjäähdyttimeen. Erityisen edullista on syöttää jäädytettyä kiintoainetta osavirtana suoraan ja toisena osavirtana epäsuorasti jätekaasujen jäädyttämisen jälkeen leijukerrosreaktoriin.

Myös keksinnön tässä suoritusmuodossa ovat kaasun viipymäajat, kaasunopeudet toisiokaasujohdon yläpuolella normaalipaineessa ja leijutus- tai toisiokaasusyötön laji sopusoinnussa edellä käsiteltyjen suoritusmuotojen vastaavien parametrien kanssa.

Leijukerrosreaktorin kuuman kiintoaineen takaisin jäädyttämisen tulisi tapahtua leijukerrosjäähdyttimessä, jossa on useampia peräkkäisiä läpivirtausjäähdytyskammioita, joihin toisiinsa yhdistetyt jäädytyspellit on upotettu vastavirtaan jäädytysaineeseen nähden. Tällä tavalla onnistutaan palamislämpö sitomaan verraten pieneen jäädytysainemäärään.

Viimeksimainitun suoritusmuodon yleiskäyttöisyys saavutetaan erityisesti siten, että leijukerrosjäähdyttimessä voidaan kuumentaa lähes mitä tahansa lämpökanninväliaineita. Erityinen merkitys tekniselta kannalta on höyryn tuottamisella erilaisissa muodoissa ja lämpökanninsuolan kuumentamisella.

Keksinnön mukaisen menetelmän joustavuutta voidaan edelleen lisätä, kun keksinnön vielä eräässä edullisessa suoritusmuodossa polttovaiheeseen lisäksi syötetään hiilipitoisia aineksia. Tällä suoritusmuodolla on se etu, että ilman vaikutusta polttokaasun tuotantoon kaasutusvaiheessa prosessilämmön tuotantoa voidaan haluttaessa lisätä polttovaiheessa.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä voidaan happipitoisina kaasuna käyttää ilmaa tai hapella rikastettua ilmaa tai teknisesti puhdasta happea. Erityisesti kaasutusvaiheessa on suositeltavaa käyttää mahdollisimman happirikasta kaasua. Lopuksi voidaan polttovaiheessa saavuttaa tehon lisäys suorittamalla poltto paineen alaisena, n. 20 baariin asti.

Keksinnön mukaisen menetelmän toteuttamiseen käytettävät leijukerrosreaktorit voivat poikkileikkaukseltaan olla suorakulmaisia, neliömäisiä tai ympyrän muotoisia. Leijukerrosreaktorin alaosa voidaan myös muotoilla kartiomaiseksi, mikä varsinkin suurilla reaktoripoikkileikkauksilla ja siten suurilla kaasuntuottomäärillä on edullista.

Keksintöä valaistaan kuvan avulla, joka esittää keksinnön mukaisen menetelmän virtauskaaviota, sekä suoritus-esimerkkien avulla esimerkinomaisesti ja lähemmin.

Hiilipitoista ainesta syötetään leijukerrosreaktorista 1, syklonierottimesta 2 sekä palautusjohdosta 3 muodostettuun kiertävään leijupatjaan johdon 4 kautta ja kaasutetaan siinä lisäämällä happea toisiokaasujohdon 5 kautta ja vesihöyryä leijutuskaasujohdon 6 kautta. Valmistetusta kaasusta poistetaan toisessa syklonierottimessa 7 pöly ja syötetään Venturi-reaktoriin 8, johon johdetaan rikinpoistoainetta johdon 9 kautta. Rikinpoistoaine syötetään yhdessä kaasun kanssa hukkalämpökattilaan 10, erotetaan siinä ja johdetaan pois johdon 11 kautta. Kaasu tulee pesuriin 12, jossa se vapautetaan jäämäpölystä. Pesunestettä kiertopumpataan tällöin johdon 13, suodatuslaitteen 14 ja johdon 15 läpi. Lopuksi kaasu tulee vedenpoistoa varten lauhduttimeen 16 ja johdetaan sitten pois johdon 17 kautta kuljettuaan märkäsähkösuotimen 17 läpi.

Kaasutusjäännös poistetaan johdon 18 kautta kiertävää leijukerroksesta 1, 2, 3 ja syötetään jäähdyttimen 19 sekä johdon 20 kautta leijukerrosreaktorin 21, syklonierottimen 22 ja palautusjohdon 23 muodostamaan toiseen kiertävään leijukerrokseen, jossa poltto tapahtuu. Johtojen 24 tai 25 kautta johdetaan happipitoista kaasua leijutuskaasuk-

si tai toisiokaasuksi. Johdon 26 kautta on polttoaineen erillinen syöttäminen ja johdon 27 kautta rikinpoistoaineen erillinen syöttäminen mahdollinen. Yhdessä kaasutusjäähdyksen kanssa johdon 20 kautta tapahtuu myös rikinpoistoaineen, 5 lietteen ja kaasuveden poistaminen, jotka tulevat johtojen 11 tai 42 tai 43 kautta. Leijukerrosreaktorin 21 erottimesta 22 tuleva kaasu vapautetaan pölystä syklonierottimessa 29 ja jäähdytetään hukkalämpökattilassa 30. Muu tuhka poistetaan poistokaasusta erottimessa 31. Poistokaasu johdetaan 10 lopuksi pois johdon 32 kautta.

Palautusjohdosta 23 otetaan johdon 33 kautta osavirta leijukerrosreaktorin 21, erotussyklonin 22 ja palautusjohdon 23 kautta kierrätetystä kiintoaineesta ja jäähdytetään leijukerrosjäähdyttimessä 34. Lisäksi johdetaan leijukerros- 15 jäähdyttimeen 34 myös erotussyklonissa 29 ja hukkalämpökattilassa 30 laskeutunut pöly johtojen 35, 36 tai 37 kautta. Jäähdytysaineena toimii lämpökanninsuola, jota kuljetetaan vastavirtaan leijukerrosjäähdyttimen 34 läpi jäähdytyspel- 20 tien 38 avulla. Johdon 41 kautta leijukerrosjäähdyttimeen 34 johdettu ja siinä kuumennettu happipitoinen leijutuskaasu tulee johdon 39 kautta toisiokaasuna leijukerrosreaktoriin 21. Takaisinjäähdytetty kiintoaine johdetaan polttolämmön talteenottamiseksi leijukerrosreaktoriin 21 johdon 40 kautta.

25 Esimerkki 1

Syöttöön käytettiin hiiltä, jonka tuhkaosuus oli 20 paino-% ja kosteus 8 paino-%. Sen lämpöarvo oli 25,1 MJ/kg (megajoule).

Tunnissa syötettiin 3300 kg edellä mainittua hiiltä 30 leijukerrosreaktoriin 1 johdon 4 kautta. Samanaikaisesti syötettiin 913 Nm³ happipitoista kaasua, jossa oli 95 tilav.-% O₂, johdon 5 kautta ja 280 kg höyryä, jonka lämpötila oli 400°C, johdon 6 kautta. Valittujen käyttöolosuhteiden perusteella asettui leijukerrosreaktoriin 1020°C:n läm- 35 pötila ja keskimääräinen suspensiotiheys (mitattuna johdon 5 yläpuolella) 200 kg/m³ reaktoritilavuutta. Syklonierottimessa 2 kiintoaineesta suurinpiirtein vapautetusta kaasus-

ta, jonka lämpötila oli 1020°C , erotettiin syklonierottimes-
sa 7 edelleen pöly ja syötettiin Venturi-leijukerrokseen 9,
johon lisäksi lisättiin 238 kg/h kalkkia (CaCO_3 -pitoisuus
95 paino-%). Kaasu, josta rikki oli poistettu, tuli yhdes-
5 sä kuormitetun rikinpoistoaineen kanssa lämpötilassa 920°C
ulos ja syötettiin hukkalämpökattilaan 10. Hukkalämpökatti-
lassa 10 saatiin 155 kg/h kuormitettua rikinpoistoainetta
ja lisäksi tuotettiin 45 baarin kyllästettyä höyryä määräs-
sä 1,75 t/h. Jäähdytetty kaasu, josta pöly oli poistettu,
10 tuli sitten pesuriin 12, jossa se puhdistettiin johdon 13,
suodatuslaitteen 14 ja johdon 15 kautta pumppaamalla kier-
rätetyllä pesuneesteellä. Se johdettiin sitten lauhdutti-
meen 16, jossa se jäähdytettiin epäsuoralla jäähdytyksellä
 35°C :seen. Kun kaasu oli kulkenut märkäsähkösuotimen 17 lä-
15 pi johdettiin johdon 44 kautta pois $3940 \text{ Nm}^3/\text{h}$ polttokaasua.
Tuotetun polttokaasun lämpöarvo oli $10,6 \text{ MJ/Nm}^3$.

Johdon 18 kautta otettiin kiertävästä leijukerroksesta,
jossa kaasuttaminen tapahtuu, kaasutusjäännös ja syötet-
tiin yhdessä johdon 11 kautta tuodun kuormitetun rikinpois-
20 toaineen sekä johdon 43 kautta poistetun suodatusjäännöksen
kanssa johdon 20 kautta leijukerrosreaktoriin 21. Koko pois-
tomäärä oli 1869 kg/h. Leijukerrosreaktoriin 21 syötettiin
lisäksi leijutuskaasujohdon 24 kautta $3400 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ilmaa ja
toisiokaasujohdon 25 kautta $4900 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ilmaa. Lisäksi tuo-
25 tiin toisiokaasua leijukerrosjäähdyttimessä 34 kuumennetun
ilman muodossa johdon 29 kautta määrässä $1900 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Vii-
meksimainitun ilmavirran lämpötila oli 500°C . Leijukerros-
reaktoriin asettui 850°C :n polttolämpötila ja ylimmän toi-
siokaasujohdon yläpuolelle keskimääräinen suspensiotiheys
30 30 kg/m^3 . Leijukerrosreaktorin poistokaasu vapautettiin
peräänkytketyssä palautussyklonissa 22 uloskulkeutuneista
kiintoaineista, siitä poistettiin pöly peräänkytketyssä
syklonierottimessa 29 ja syötettiin lopuksi hukkalämpökatti-
tilaan 30. Hukkalämpökattilassa 30 tapahtui poistokaasun
35 lämpötilan aleneminen 850°C :sta 140°C :seen. Tällöin syntyi
3,6 t/h ylikuumentunutta höyryä, jonka paine oli 45 baaria

ja lämpötila 480°C . Kaasu johdettiin sen jälkeen erottimeen 31 ja vapautettiin siinä muusta tuhkasta. Lopuksi se johdettiin lämpötilaltaan 140°C :na johdon 32 kautta savutorveen. Erottimessa 30 erottui 600 kg/h tuhkaa ja lisäksi 247 kg/h sulfatoitua rikinpoistoainetta. Tuhkamäärä 660 kg/h vastaa tällöin koko tuhkan tuotantoa polttovaiheessa.

Kiertävässä leijukerroksessa 21, 22, 23 kierroksessa kulkevasta kiintoaineesta syötettiin johdon 33 kautta 45 t/h kiintoainetta leijukerrosjäähdyttimeen 34 ja jäähdytettiin siinä vastavirtaan lämmönkanninsuolan suhteen, jota syötettiin 350°C :na määrässä 185 t/h . Lämpökanninsuola kuumeni tällöin 420°C :seen. Jäähdyttimestä 34 400°C :seen jäähtynyt tuhka palautettiin johdon 40 kautta polttolämmön talteenottamiseksi leijukerrosreaktoriin 21.

Leijukerrosjäähdytin 34, jossa oli 4 erillistä jäähdytyskammiota, leijutettiin puolestaan $1900\text{ Nm}^3/\text{h}$:lla ilmaa, joka kuumeni 500°C :n sekoituslämpötilaan. Se johdettiin - kuten jo edellä mainittiin - johdon 39 kautta leijukerrosreaktoriin 21 toisiokaasuksi.

Edellä esitetyssä esimerkissä jakautui käyttökelpoiseksi tehty energia seuraavasti:

polttokaasu:	55,9 %
höyry:	19,5 %
lämpökanninsuola:	24,6 %

25 Esimerkki 2

Syöttöön käytettiin jälleen hiiltä, jossa tuhkan osuus oli $20\text{ paino-}\%$ ja kosteus $8\text{ paino-}\%$ ja jonka lämpöarvo oli $25,1\text{ MJ/kg}$.

Tunnissa syötettiin 3300 kg edellä mainittua hiiltä leijukerrosreaktoriin 1 johdon 4 kautta. Samanaikaisesti syötettiin 776 Nm^3 happipitoista kaasua, jossa oli $95\text{ tilav-}\%$ O_2 , johdon 5 kautta ja 132 kg höyryä, jonka lämpötila oli 400°C , johdon 6 kautta. Valittujen käyttöolosuhteiden perusteella asetettiin leijukerrosreaktoriin 1 1000°C :n lämpötila ja keksimääräinen suspensiotiheys (mitattuna putken 5 yläpuolelta) 200 kg/m^3 reaktoritilavuutta. Kaasusta,

josta syklonierottimessa 2 oli kiintoaine suurinpiirtein poistettu ja jonka lämpötila oli 1000°C , poistettiin edelleen pöly syklonierottimessa 7 ja syötettiin Venturi-leijukerrokseen 9, johon lisäksi lisättiin 238 kg/h kalkkia (CaCO₃-pitoisuus 95 paino-%). Kaasu, josta rikki oli poistettu, tuli yhdessä kuormitetun rikinpoistoaineen kanssa lämpötilaltaan 900°C :na ulos ja syötettiin hukkalämpökattilaan 10. Hukkalämpökattilassa 10 saatiin 155 kg/h kuormitettua rikinpoistoainetta ja lisäksi syntyi 45 baarin kyllästynyttä höyryä määrässä 1,52 t/h. Kaasu, josta pöly oli poistettu ja joka oli jäähdytetty, tuli sitten pesuriin 12, jossa se puhdistettiin johdon 13, suodatuslaitteen 14 ja johdon 15 läpi pumppaamalla kierrätetyllä pesunesteellä. Se johdettiin sitten lauhduttimeen 16, jossa se jäähdytettiin 35°C :seen epäsuoralla jäähdytyksellä. Sen jälkeen kun kaasu oli kulkenut märkäsähkösuodattimen 17 läpi johdettiin johdon 44 kautta pois $3400\text{Nm}^3/\text{h}$ polttokaasua. Tuotetun polttokaasun lämpöarvo oli $10,6\text{ MJ/Nm}^3$.

Johdon 18 kautta otettiin kiertävästä leijukerroksesta, jossa kaasutus tapahtui, kaasutusjäännös ja syötettiin yhdessä johdon 11 kautta poistetun kuormitetun rikinpoistoaineen sekä johdon 43 kautta poistetun suodatusjäännöksen kanssa johdon 20 kautta leijukerrosreaktoriin 21. Kokonaispoistomäärä oli 2060 kg/h. Leijukerrosreaktoriin 21 johdettiin edelleen leijutuskaasujohdon 24 kautta $3075\text{ Nm}^3/\text{h}$ ilmaa ja toisiokaasujohdon 25 kautta $7325\text{ Nm}^3/\text{h}$ ilmaa. Lisäksi tuotiin toisiokaasua leijukerrosjähdyttimessä 34 kuumennetun ilman muodossa johdon 39 kautta määrässä $1900\text{ Nm}^3/\text{h}$. Viimemainitun ilmavirran lämpötila oli 500°C . Leijukerrosreaktoriin asetettiin 850°C :n polttolämpötila ja ylimmän toisiokaasujohdon yläpuolelle keskimääräinen suspensioitiheys 30 kg/m^3 . Leijukerrosreaktorin poistokaasu vapautettiin peräänkytketyssä palautussyklonissa 22 mukana kulkeutuneista kiintoaineista, peräänkytketyssä syklonierottimessa 29 siitä poistettiin pöly ja lopuksi se syötettiin hukkalämpökattilaan 30. Hukkalämpökattilassa 30 tapahtui poistokaasun lämpötilan aleneminen 850°C :sta 140°C :seen. Tällöin

syntyi 4,4 t/h ylikuumentunutta höyryä, jonka paine oli 45 baaria ja lämpötila 480°C. Kaasu johdettiin sen jälkeen erottimeen 31 ja vapautettiin siinä muusta tuhkasta. Lopuksi se johdettiin lämpötilaltaan 140°C:na johdon 32 kautta savutorveen. Erottimessa 30 erottui 660 kg/h tuhkaa ja lisäksi 247 kg/h sulfatoitua rikinpoistoainetta. Tuhkamäärä 660 kg/h vastaa tällöin kokonaistuhkan tuotantoa polttovaiheessa.

Kiertävässä leijukerroksessa 21, 22, 23 kierrossa kulkevasta kiintoaineesta johdettiin johdon 33 kautta 54 t/h kiintoainetta leijukerrosjäähdyttimeen 34 ja jäähdytettiin siellä vastavirtaan lämpökanninsuolaan nähden, jota syötettiin 350°C:na määrässä 223 t/h. Lämpökanninsuola kuumentui tällöin 420°C:seen. Jäähdyttimessä 34 400°C:seen jäähtynyt tuhka palautettiin johdon 40 kautta polttolämmön talteenottamiseksi leijukerrosreaktoriin 21.

Leijukerrosjäähdytin 34, jossa oli neljä erillistä jäähdytyskammiota, leijutettiin puolestaan 1900 Nm³/h:lla ilmaa, joka kuumentui 500°C:n sekoituslämpötilaan. Se johdettiin - kuten jo edellä mainittiin - johdon 39 kautta leijukerrosreaktoriin 21 toisiokaasuksi.

Tämän esimerkin mukaisesti käyttökelpoiseksi tehty energia jakautui seuraavasti:

	polttokaasu:	48,1 %
25	höyry:	22,3 %
	lämpökanninsuola:	29,6 %

Esimerkki 3

Esimerkkiä 2 muunnettiin sikäli, että ilman muutosta kaasutusvaiheen sisällä energian talteenottoa polttovaiheessa lisättiin lisätyllä hiilen poltolla.

Tätä varten syötettiin leijukerrosreaktoriin 21 johdon 26 kautta lisäksi 500 kg/h hiiltä (joka oli alussa mainitunlaatuista) sekä johdon 27 kautta 35 kg/h kalkkikiveä (95 paino-% CaCO₃). Johdon 24 kautta syötettävä leijutusilmamäärä oli korotettu 4100 Nm³/h:ksi ja johdon 25 kautta syötettävä toisililmamäärä 10300 Nm³/h:ksi.

Esimerkin 2 suhteen muutetulla työskentelytavalla tuotettiin hukkalämpökattilassa 30 5,7 t/h höyryä, jonka paine oli 45 baaria ja lämpötila 480°C, ja jäädyttimessä 34 302 t/h lämpökanninsuolaa, joka oli kuumennettu 350°C:sta 5 420°C:seen. Tätä varten oli leijukerrosjäädyttimen 34 kautta syötetty kiintoainemäärä nostettava 73 t/h:ksi. Tuhkaa erottui 760 kg/h ja sulfatoitua rikinpoistoainetta 284 kg/h.

Laskettuna koko syötetylle hiilimäärälle jakautui käyttökelpoiseksi tehty energia seuraavasti:

10	polttokaasu:	41,1 %
	höyry:	24,4 %
	lämpökanninsuola:	34,5 %

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä polttokaasun ja prosessilämmön tuottamiseksi samanaikaisesti hiilipitoisista aineksista kaasuttamalla ensimmäisessä leijukerrosvaiheessa ja polttamalla sen jälkeen kaasutuksesta jääneet palavat aineosat toisessa leijukerrosvaiheessa, jolloin kaasutus suoritetaan korkeintaan 5 baarin paineessa ja lämpötilassa välillä $800-1100^{\circ}\text{C}$ happipitoisen kaasun avulla vesihöyryn läsnäollessa kiertävässä leijukerroksessa (1, 2, 3) ja tällöin saatetaan reagoimaan 40-80 paino-% lähtöaineen sisältämästä hiilestä, t u n n e t t u siitä, että

a) kaasutuksessa muodostunut kaasu, jonka lämpötila on välillä $800-1000^{\circ}\text{C}$, leijutilassa vapautetaan rikkiyhdisteistä, jäädytetään sen jälkeen ja siitä poistetaan pöly;

b) jäännös kaasutuksesta yhdessä kaasun puhdistuksesta tulevien sivutuotteiden, kuten kuormitetun rikinpoistoaineen, pölyn ja kaasuveden kanssa syötetään toiseen kiertävään leijukerrokseen (21, 22, 23) ja siinä poltetaan jäljellä olevat palavat aineosat ilmasuhdeluvulla $\lambda = 1,05-1,40$.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaasutuksessa saatetaan reagoimaan 40-60 paino-% lähtöaineen sisältämästä hiilestä.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaasutusvaiheeseen (1, 2, 3) syötetään vesihöyryä, pääasiallisesti leijutuskaasun (6) muodossa, ja happipitoista kaasua, pääasiallisesti toisio-kaasun (5) muodossa.

4. Jonkin patenttivaatimuksista 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaasujen viipymäaika kaasutusvaiheessa (1, 2, 3) - laskettuna hiilipitoisen aineksen sisääntulokohdan (4) yläpuolella - asetetaan 1-5 sekunniksi.

5. Jonkin patenttivaatimuksista 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaasutusvaiheesta (1, 2, 3) poistuvista kaasuista kiertävässä leijukerroksessa kalkin tai dolomiitin tai vastaavien poltettujen tuotteiden

avulla, joiden osaskoko d_p 50 on välillä 30-200 μm ,
poistetaan rikki ja tätä varten asetetaan leijukerrosreak-
toriin keskimääräinen suspensiotiheys 0,1-10 kg/m^3 , edulli-
sesti 1-5 kg/m^3 , ja tunnittainen kiintoainekierto määrä,
5 joka vastaa vähintään 5-kertaisesti reaktorikuilussa ole-
van kiintoaineen painoa.

6. Jonkin patenttivaatimuksista 1-5 mukainen mene-
telmä, t u n n e t t u siitä, että kaasun nopeus rikin-
poistossa asetetaan välille 4-8 m/s (laskettuna nopeutena
10 tyhjässä putkessa).

7. Jonkin patenttivaatimuksista 1-6 mukainen menetel-
mä, t u n n e t t u siitä, että kaikki, myös poltto-
vaihetta varten tarvittava rikinpoistoaine lisätään vaihee-
seen, jossa kaasusta poistetaan rikki.

15 8. Jonkin patenttivaatimuksista 1-7 mukainen menetel-
mä, t u n n e t t u siitä, että poltto suoritetaan kaksi-
vaiheisena eri korkeuksille johdetuilla happipitoisilla kaa-
suilla (24, 25).

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n -
20 n e t t u siitä, että ylemmän kaasunsyötön (25) yläpuolel-
le aikaansaadaan keskimääräinen suspensiotiheys välillä
15-100 kg/m^3 asettamalla leijutus- ja toisiokaasumäärät
ja ainakin olennainen osa polttolämmöstä johdetaan pois
ylemmän kaasunsyötön yläpuolella vapaan reaktoritilan sisä-
25 puolella sijaitsevien jäähdytyspintojen avulla.

10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että ylemmän kaasunsyötön (25) yläpuo-
lelle aikaansaadaan keskimääräinen suspensiotiheys välillä
10-40 kg/m^3 asettamalla leijutus- (24) ja toisiokaasumäärät
30 (25), kuumaa kiintoainetta poistetaan kiertävästä leijuker-
roksesta (21, 22, 23) ja jäähdytetään leijutilassa suoralla
tai epäsuoralla lämmönvaihdolla ja ainakin osavirta jäähdyt-
tetystä kiintoaineesta palautetaan (40) kiertävään leiju-
kerrokseen (21, 22, 23).

35 11. Jonkin patenttivaatimuksista 1-10 mukainen mene-
telmä, t u n n e t t u siitä, että polttovaiheeseen lisäk-
si syötetään hiilipitoisia aineita.

Patentkrav

1. Förfarande för samtidig alstring av bränngas och processvärme från kolhaltiga material genom att i ett första virvelskiktsteg förgasa och därefter bränna vid förgasningen överblivna brännbara beståndsdelar i ett andra virvelskiktsteg, varvid förgasningen genomförs vid ett tryck av högst 5 bar och vid en temperatur mellan 800-1100°C med hjälp av en syrehaltig gas i närvaro av vattenånga i ett cirkulerande virvelskikt (1, 2, 3) och därvid omsätts 40-80 vikt-% av kolet som utgångsmaterialet innehåller k ä n n e t e c k n a t därav, att

a) den vid förgasningen bildade gasen, vars temperatur är mellan 800-1000°C, i virveltillstånd befrias från svavelföreningar, därefter avkyls och stoftet avlägsnas därut

b) återstoden från förgasningen tillsammans med från gasreningen kommande biprodukter, såsom belastat svavelavlägsningsmedel, stoft och gasvatten, matas i ett annat cirkulerande virvelskikt (21, 22, 23) och däri bränns de återstående brinnande beståndsdelarna vid ett luftförhållandetal $\lambda = 1,05-1,40$.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att vid förgasningen omsätts 40-60 vikt-% av kolet som utgångsmaterialet innehåller.

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att i förgasningssteget (1, 2, 3) matas vattenånga, huvudsakligen i form av virvelgas (6) och syrehaltig gas, huvudsakligen i form av sekundärgas (5).

4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav, att gasernas uppehållstid vid förgasningssteget (1, 2, 3) - beräknat ovanför inloppsstället (4) för det kolhaltiga materialet - regleras till 1-5 sekunder.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t därav, att från de från förgasningssteget (1, 2, 3) avgående gaserna i ett cirkulerande virvelskikt med hjälp av kalk eller dolomit eller motsva-

rande brända produkter, vilkas partikelstorlek d_p 50 är mellan 30-200 μm , avlägsnas svavel och därför regleras i virvelskiktreaktorn en genomsnittlig suspensionstäthet av 0,1-10 kg/m^3 , företrädesvis 1-5 kg/m^3 och en cirkulerande fastämnesmängd per timme, som motsvarar åtminstone 5-faldigt vikten av fastämnet i reaktionsschaktet.

6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k n a t därav, ett gasens hastighet vid svavelavlägsnandet regleras till mellan 4-8 m/s (beräknat som hastighet i tomt rör).

7. Förfarande enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k n a t därav, att allt svavelavlägsningsmedel, även det som behövs vid förbränningssteget, tillsätts i steget, där svavlet avlägsnas från gasen.

8. Förfarande enligt något av patentkraven 1-7, k ä n n e t e c k n a t därav, att förbränningen genomförs i två steg med på olika höjder inmatade syrehaltiga gaser (24, 25).

9. Förfarande enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k n a t därav, att över den övre gasmatningen (25) åstadskomes en genomsnittlig suspensionstäthet mellan 15-100 kg/m^3 genom inställning av virvel- och sekundärgasmängderna och åtminstone en väsentlig del av förbränningsvärmens leds bort medelst avkylningsytor som är belägna ovanför den övre gasmatningen inne i det fria reaktorummet.

10. Förfarande enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k n a t därav, att ovanför den övre gasmatningen (25) åstadskomes en genomsnittlig suspensionstäthet mellan 10-40 kg/m^3 genom inställning av virvel- (24) och sekundärgasmängderna (25), hett fastämne avlägsnas från det cirkulerande virvelskiktet (21, 22, 23) och avkyls i virveltillstånd medelst direkt eller indirekt värmeväxling och åtminstone en delström av det avkylda fastämnet returneras (40) till det cirkulerande virvelskiktet (21, 22, 23).

11. Förfarande enligt något av kraven 1-10, k ä n n e t e c k n a t därav, att till förbränningssteget ytterligare matas kolhaltiga material.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: EP 8469 (C 10 J 3/54).

Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 729 764
(C 10 J 3/54).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 4 026 679 (C 10 J 3/20).

