



(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 125812 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

29.02.2016

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

C10J 3/86 (2006.01)
C10G 2/00 (2006.01)
C10J 3/84 (2006.01)
C10J 3/00 (2006.01)

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20086032

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag

31.10.2008

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag

31.10.2008

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

01.05.2010

(73) Haltija - Innehavare

1 •UPM-Kymmene Corporation, Eteläesplanadi 2, 00130 Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Kukkonen, Petri, Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)
2 •Knuutila, Pekka, Porvoo, SUOMI - FINLAND, (FI)
3 •Jokela, Pekka, Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Boco IP Oy Ab, Itämerenkatu 5, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

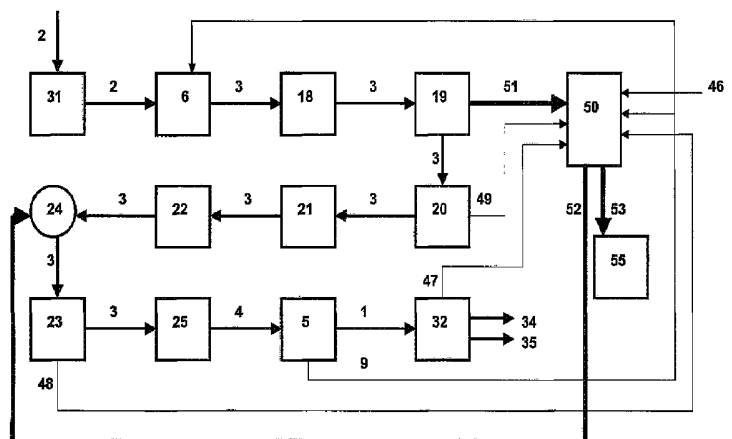
Menetelmä ja laitteisto nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta
Förfarande och apparatur för producering av flytande bibränsle från fast biomassa

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 2004245086 A1, US 2008132588 A1, WO 2008130260 A1, WO 2006043112 A1, DE 102008014297 A1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö liittyy nestemäisen hiilivetytuotteen (1) tuottamiseen kiinteästä biomassasta (2). Keksinnössä kiinteää biomassaa (2) kaasutetaan kaasuttimessa (6) raakasynteesikaasun (3) tuottamiseksi. Raakasynteesikaasu (3) käsitellään raakasynteesikaasun (3) puhdistamiseksi puhdistetun synteesikaasun (4) saamiseksi, joka käsittely käsittää raakasynteesikaasun (3) lämpötilan alentamisen lauhduttimessa (19), joka tuottaa kylläistä höyryä (51). Sitten puhdistettu synteesikaasu (4) altistetaan Fischer-Tropsch -synteesille Fischer-Tropsch -reaktorissa (5) nestemäisen hiilivetytuotteen (1) tuottamiseksi. Keksinnössä lauhduttimella (19) tuotettua kylläistä höyryä edelleen tulistetaan tulistimessa (50) tulistetun höyryn (52) tuottamiseksi.



Uppfinningen avser produktion av en flytande kolväteprodukt (1) från fåst biomassa. I uppfinningen förgasas fåst biomassa (2) i en förgasare (6) för att producera råsyntesgas. Råsyntesgasen (3) behandlas för att rena råsyntesgasen (3) för att erhålla renad råsyntesgas, vilken behandling omfattar sänkning av råsyntesgasens (3) temperatur i en kondensator (19), som producerar mättad ånga (51). Sedan underkastas den renade syntesgasen (4) en Fischer-Tropsch-syntes i en Fischer-Tropsch-reaktor (5) för att producera den flytande kolväteprodukten (1). I uppfinningen överhettas vidare den mättade ångan, som producerats med kondensatorn (19), i en överhettare (50) för att producera överhettad ånga (52).

Menetelmä ja laitteisto nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta

Keksinnön ala

5 Esillä oleva keksintö liittyy nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseen kiinteästä biomassasta patenttivaatimusten 1, 14 johdannon mukaisesti. Erityisemmin esillä oleva keksintö liittyy menetelmään ja laitteistoon nestemäisen hiilivetytuotteen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta kaasuttamalla kiinteää biomassaa kaasuttimessa raakasynteesikaasun tuottamiseksi, käsittelemäl-
10 lä raakasynteesikaasua raakasynteesikaasun puhdistamiseksi puhdistetun synteesikaasun saamiseksi, joka käsittely käsittää raakasynteesikaasun lämpötilan laskemisen lauhduttimessa, joka tuottaa kylläistä höyryä, ja altistamalla puhdistettu kaasu Fischer-Tropsch –synteesille Fischer-Tropsch –reaktorissa nestemäisen hiilivetytuotteen tuottamiseksi.

15 Keksinnön tausta

On tunnettua tuottaa nestemäisiä polttoaineita kiinteästä lähtöaineesta, joka sisältää orgaanista materiaalia. Tuotannon aikana kiinteä lähtöaine kaasutetaan sen muuntamiseksi raakasynteesikaasuksi. Muodostettu raakasynteesikaasu sitten puhdistetaan puhdistetuksi synteesikaasuksi. Puhdistettu synteesikaasu muunnetaan edelleen nestemäiseksi hiilivetytuotteeksi käyttäen Fischer-Tropsch tyyppistä synteesiä. Täten muodostettu nestemäistä hiilivetytuotetta voidaan sitten jalostaa nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi. Tällainen biomassasta nesteeksi –prosessi on yleisesti tunnettu esimerkiksi julkaisuista US 2005/0250862 A1 ja WO 2006/043112.

25 Kaasutuksesta tulevan raakasynteesikaasun lämpötila on yleensä ainakin 700 °C tai enemmän. Raakasynteesikaasun puhdistuksen aikana synteesikaasun lämpötila on laskettava lämpötilaan, joka tarvitaan kiinteiden hiukkasten poistamiseksi raakasynteesikaasusta. Raakasynteesikaasun lämpötilan laskeminen on olennaista puhdistusvaiheille, kuten suodatusvaiheelle, vesikaasun konvertiovaiheelle (WGS) ja pesuvaiheelle, jotka on järjestetty jäähdytysvaiheen myötävirran puolelle. Raakasynteesikaasu jäähdytetään ennen sen johtamista suodatusvaiheeseen, koska jos raakasynteesikaasu syötettäisiin jäähdyttämättömänä kaasuttimesta suodattimeen voisi raakasynteesikaasun lämpötila aiheuttaa raakasynteesikaasusta poistettujen hiukkasten sintraantumisen tai tukkeutumisen suodattimeen. Lisäksi WGS-reaktori ja pesuri on
35

suunniteltu toimimaan lämpötiloissa, jotka ovat olennaisesti alhaisempia kuin noin 700 °C.

Täten raakasynteesikaasun lämpötilaa alennetaan lauhduttimessa raakasynteesikaasun puhdistamisen aikana. Lauhdutuksen aikana raakasynteesikaasun lämpötila alennetaan välille noin 175 – 275 °C, sovelluksesta riip-
5 teen. Lauhdutin voi käsittää höyrystimen tai vaihtoehtoisesti syöttöveden esilämmittimen ja höyrystimen. Täten lauhdutuksen aikana lauhduttimessa voidaan muodostaa höyryä.

Lauhdutukseen liittyvä ongelma on se, että jäähdytettävä raakasynteesikaasu koostuu pääosin vedystä ja hiilimonoksidista pelkistävässä atmo-
10 sfäärissä. Raakasynteesikaasun syövyttävän kaasuseoksen takia lauhduttimen lämpöpinnat voivat kohdata metallin pulveroitumista, minkä seurauksena lauhdutin voi tuottaa vain kylläistä höyryä, jonka lämpötila on noin 300 – 330 °C. Tällaista kylläistä höyryä ei voida hyödyntää tehokkaasti.

15 **Keksinnön lyhyt selostus**

Esillä olevan keksinnön tavoite on aikaansaada menetelmä ja laitteisto edellisten ongelmien ratkaisemiseksi. Keksinnön tavoitteet saavutetaan patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosan mukaisella menetelmällä. Menetelmä on tunnettu lauhduttimella tuotetun kylläisen höyryn tulistamisesta tulistimessa
20 tulistetun höyryn tuottamiseksi. Keksinnön tavoitteet saavutetaan edelleen patenttivaatimuksen 14 tunnusmerkkiosan mukaisella laitteistolla. Laitteistolle on tunnusomaista, että laitteisto käsittää edelleen tulistimen tulistetun höyryn tuottamiseksi lauhduttimella tuotetusta kylläisestä höyrystä.

Esillä olevan keksinnön mukaisesti lauhdutuksessa muodostettu
25 kylläinen höyry edelleen tulistetaan tulistimessa tulistetun höyryn tuottamiseksi, jonka lämpötila on noin 500 – 550 °C. Täten lauhduttimessa muodostettu kylläinen höyry muunnetaan muotoon, jota voidaan hyödyntää höyryturbiinissa tai itse prosessissa nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta.

30 Esillä olevan keksinnön edullisessa suoritusmuodossa yhtä tai useampaa sivutuotetta, jota muodostuu tuotettaessa nestemäistä hiilivetytuotetta kiinteästä biomassasta, hyödynnetään polttoaineena tulistimessa. Eräessä suoritusmuodossa Fischer-Tropsch –synteesissä muodostuvaa häntäkaasua hyödynnetään polttoaineena tulistimessa. Erässä toisessa esillä olevan keksinnön suoritusmuodossa raakasynteesikaasua suodatetaan suodatimessa
35 hiukkasten, kuten tuhkan ja hiiltojäännöksen, poistamiseksi raakasynteesikaa-

susta ja ainakin osa suodattimessa suodatetuista hiukkasista hyödynnetään polttoaineena tulistimessa. Vielä eräässä esillä olevan keksinnön suoritusmuodossa raakasynteesikaasu puhdistetaan ultrapuhdistuksella rikkikomponenttien, CO₂-, H₂O-, HCN-, CH₃Cl- karbonyyli-, Cl- ja NO_x-rikin poistamiseksi raakasynteesikaasusta ja ainakin osa muodostetusta sivutuotekaasusta hyödynnetään tai tuhotaan tulistimessa. Eräässä esillä olevan keksinnön suoritusmuodossa Fischer-Tropsch –synteesistä saatava nestemäinen hiilivetytuote jalostetaan biopolttoaineeksi ja ainakin osa jalostuksessa muodostetuista sivutuottejakeista hyödynnetään polttoaineena tulistimessa.

Esillä olevan keksinnön etu on se, että lauhdutusvaiheessa muodostetun kylläisen höyryn tulistaminen muuttaa kylläisen höyryn muotoon, jota voidaan hyödyntää edelleen prosessissa nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta tai höyryturbiinissa. Täten tulistuksessa tuotettu tulistettu höyry voi parantaa prosessin nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kokonaistehokkuutta. Esillä olevan keksinnön lisäetu on se, että prosessista nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta peräisin olevia sivutuotteita voidaan hyödyntää tulistuksessa polttoaineena tulistinta varten.

Kuvioiden lyhyt selostus

Seuraavassa keksintö selostetaan tarkemmin edullisten suoritusmuotojen avulla viittaamalla oheiseen, jossa kuvio 1 esittää kaavamaisen virtauskaavion esillä olevan keksinnön eräästä suoritusmuodosta.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Kuvio 1 esittää virtauskaavion menetelmän ja laitteiston eräästä suoritusmuodosta nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta. Pitää kuitenkin huomata, että esillä olevan keksinnön menetelmä ja laitteisto käsittää kiinteän biomassan 2 kaasutuksen kaasuttimessa 6 raakasynteesikaasuksi 3, raakasynteesikaasun käsittelyn käsittelyvälineillä 18, 19, 20, 21, 22, 24, 23, 25 puhdistetuksi synteesikaasuksi 4 ja puhdistetun synteesikaasun altistamisen Fischer-Tropsch –synteesille Fischer-Tropsch –reaktorissa 5 nestemäisen hiilivetytuotteen 1 tuottamiseksi, mutta käsittelyvaiheiden ja käsittelyvälineiden kokoonpano voi vaihdella suoritusmuodosta toiseen.

Kuten kuviossa 1 on esitetty, kiinteä biomassa 2 syötetään kaasuttimeen 6 kiinteän biomassan esikäsittely- ja syöttövälineiden 31 kautta. Tässä hakemuksessa termillä kiinteä biomassa käsittää olennaisesti minkä tahansa tyyppisen kiinteän biomassan, joka on sopivaa kaasutettavaksi. Kiinteä biomassa valitaan tyypillisesti kasvi-, eläin- ja/tai kalateollisuuden koskemattomista materiaaleista tai jättemateriaaleista, kuten yhdyskuntajätteestä, teollisuusjätteestä sivutuotteista, maatalousjätteestä tai sivutuotteista, puunjalostusteollisuuden jätteestä tai sivutuotteista, elintarviketeollisuuden jätteestä tai sivutuotteista, merikasveista tai niiden yhdistelmistä. Kiinteä biomassa voi käsittää myös kasviöljyjä, eläinrasvoja, kalaöljyjä. Luonnonvahat ja rasvahapot voivat tai vastaavat voivat olla vaihtoehtoisesti nestemäisessä muodossa. Biomassan esikäsittely- ja syöttövälineet 31 voivat käsittää murskaimen ja/tai kuivaimen kiinteän biomassan 2 murskaamiseksi ja sen kuivaamiseksi alle 20 %:n kosteus-
 5
 10
 15

uspitoisuuteen, edullisesti lämpökuivauksella. Biomassan 2 esikäsittely- ja syöttövälineet 31 voivat edelleen käsittää sulkusiilon kiinteän biomassan 2 paineistamiseksi ainakin paineeseen, joka vallitsee kaasuttimessa 6.

Kiinteän biomassan esikäsittely- ja syöttövälineistä 31 biomassa 2 syötetään kaasuttimeen 6. Kaasuttimessa 6 kiinteä biomassa 2 kaasutetaan raakasynteesikaasun 3 tuottamiseksi, joka käsittää hiilimonoksidia ja vetyä. Tässä yhteydessä raakasynteesikaasu tarkoittaa synteesikaasua, joka voi hiilimonoksidin ja vedyn lisäksi käsittää epäpuhtauksia, kuten hiilidioksidia (CO_2), metaania (CH_4), vettä (H_2O), typpeä (N_2), vetysulfidia (H_2S), ammoniakkia (NH_3), vetykloridia (HCl), tervaa ja pieniä hiukkasia, kuten tuhkaa ja nokea. Kaasutusvaihe käsittää kiinteän biomassan 2 ainakin osittaisen polttamisen
 20
 25
 30

kaasuttimessa 6 raakasynteesikaasun 3 tuottamiseksi. Kaasutin 6 voi olla leijupetikaasutin, esimerkiksi kiertoleijupetireaktori tai kerrosleijupetireaktori. Hapeta ja höyryä, jolla on noin 200 °C:een lämpötila, ja lisäksi mahdollisesti myös kierrätettyä häntäkaasua 9 Fischer-Tropsch –reaktorista 5 käytetään leijutusaineena kaasuttimessa 6. Kiinteän biomassan 2 yhdisteet reagoivat höyryn kanssa endotermisesti muodostaen vetyä ja vetyä, ja kiinteän biomassan 2 yhdisteet reagoivat hapen kanssa eksotermisesti muodostaen hiilimonoksidia, hiilidioksidia ja lisää höyryä. Tämän tulos on raakasynteesikaasu 3. Kaasutin voi toimia esimerkiksi 10 bar:ssa ja 850 °C:ssa.

35

Kaasuttimesta 6 raakasynteesikaasu 3 syötetään käsittely- ja puhdistusvälineisiin kaasutuksessa saadun raakasynteesikaasun puhdistamiseksi. Edullisessa suoritusmuodossa raakasynteesikaasun 3 käsittely käsittää sarjan

käsittelyvaiheita ja –laitteistoja, joissa suoritetaan monenlaista raakasynteesikaasun käsittelyä raakasynteesikaasun 3 puhdistamiseksi muotoon, joka on sopiva Fischer-Tropsch –tyyppistä synteesiä varten. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi raakasynteesikaasu 3 puhdistetaan ja puhdistetulla synteesikaasulla on vedyn moolisuhde hiilimonoksidiin välillä 2,5:1 - 0,5:1, edullisesti 2,1:1 - 1,8:1, ja edullisemmin noin 2:1.

Kaasuttimesta 6 raakasynteesikaasu 3 syötetään reformerin 18 katalyyttistä käsittelyä varten raakasynteesikaasussa 3 olevan tervan ja metaanin muuntamiseksi hiilimonoksidiksi ja vedyksi. Reformerissa 18 käytetty katalyytti voi käsittää esimerkiksi nikkeliä. Koska tervan ja metaanin reformointi ovat endotermisiä kemiallisia reaktioita ja kaasuttimesta 6 lähteä raakasynteesikaasu on liian alhaisessa lämpötilassa, lämmitetään raakasynteesikaasua ennen sen syöttämistä reformeriin 18, edullisesti syöttämällä happea raakasynteesikaasuun. Kuumien kohtien ja tuhkan sulamisen estämiseksi happi sytytetään yhdessä höyryn ja kierrätetyn FT-häntäkaasun kanssa. Raakasynteesikaasun lämpötila on täten esimerkiksi 900 °C ennen kuin raakasynteesikaasu virtaa reformeriin.

Kaasuttimen 6 ja reformerin 18 välissä voi olla myös yksi tai useampi hiukkaserotusvaihe hiukkasten, kuten tuhkan, hiiltojäänökseen ja petimateriaalin erottamiseksi raakasynteesikaasusta 3. Hiukkaserotusvaiheet suoritetaan edullisesti yhdellä tai useammalla syklonilla (ei esitetty).

Reformerin 18 jälkeen raakasynteesikaasu 3 syötetään seuraavaan käsittelyvaiheeseen, jossa se syötetään lauhduttimeen 19 raakasynteesikaasun 3 lämpötilan alentamiseksi. Lauhdutuksen aikana raakasynteesikaasun 3 lasketaan välille noin 175 – 275 °C, edullisesti noin 250 °C:een, sovelluksesta riippuen. Lauhdutin 19 voi käsittää höyrystimen tai vaihtoehtoisesti syöttöveden esilämmittimen ja höyrystimen. Täten lauhdutuksen aikana lauhduttimessa 19 muodostuu höyryä. Lauhdutettava raakasynteesikaasu 3 koostuu pääosin vedystä ja hiilimonoksidista pelkistävässä atmosfäärissä. Raakasynteesikaasun 3 syövyttävän kaasuseoksen takia lauhduttimen lämpöpinnat voivat kohdata metallin pulveroitumista, minkä seurauksena lauhduttimen 19 lämpötila täytyy pitää alueelle, joka on metallin pulveroitumislämpötilan alapuolella. Tämän takia lauhdutin 19 voi tuottaa vain kylläistä höyryä, jonka lämpötila on esimerkiksi noin 300 – 330 °C, korkeassa paineessa, kuten 115 bar.

Raakasynteesikaasun lauhduttaminen on olennaista seuraavalle käsittelyvaiheelle, suodatusvaiheelle, joka seuraa lauhdutusvaihetta. Raakasynteesikaasun

teesikaasu 3 täytyy lauhduttaa ennen sen johtamista suodatusvaiheeseen koska jos raakasynteesikaasu syötetään lauhduttamattomana kaasuttimesta 6 suodattimeen 20, voi raakasynteesikaasun 3 lämpötila aiheuttaa raakasynteesikaasusta 3 poistettujen hiukkasten sintraatumisen tai tukkeutumisen suodattimeen 20, jota käytetään suodatusvaiheessa. Suodatin 20 käsittää edullisesti metallisen tai sintterikynttiläsuodattimen. Suodatuskakku poistetaan suodatuselementeistä toistamalla typpi- tai CO₂-paineisku. Suodattimessa 20 kiinteät hiukkaset, kuten tuhka, noki, hiiltojäännös ja mukana kulkeutuneet petima-

10 Raakasynteesikaasun 3 käsittely käsittää edullisesti myös vaiheen vedyn ja hiilimonoksidin moolisuhteen säätämiseksi vesikaasun konvertointireaktiolla vesikaasunkonvertointireaktorissa (WGS) 21 välille 2,5:1 – 0,5:1, edullisesti välille 2,1:1 - 1,8:1, ja edullisemmin arvoon noin 2:1. WGS-reaktori 21 on sijoitettu suodattimen 20 myötävirran puolelle ja täten suodatettua raakasynteesikaasua 3 syötetään WGS-reaktoriin 21, kuten kuviossa 1 on esitetty.

15 Raakasynteesikaasua 3 käsitellään edelleen edullisesti pesurissa 22 jäljellä olevien kiintoaineiden, jäljellä olevien tervakomponenttien ja myös HCl:n, NH₃:n ja muiden komponenttien poistamiseksi raakasynteesikaasusta 3 pesemällä. Pesuri 22 voidaan sijoittaa WGS-reaktorin 21 myötävirran puolelle, edullisesti siten, että raakasynteesikaasu 3 syötetään WGS-reaktorista 21 pesuriin 22.

25 Raakasynteesikaasun 3 käsittely voi käsittää myös ultrapuhdistusvälineet 23 raakasynteesikaasun puhdistamiseksi. Ultrapuhdistusvälineet poistavat rikkikomponentteja, kuten H₂S, CO₂:ta (hiilidioksidi), H₂O:ta (vesi), HCN:ää (syaanivety), CH₃Cl:ta (metyylikloridi), karbonyylejä, Cl:a (kloori) ja NO_x:a (typpioksidi) raakasynteesikaasusta 3. Edullisesti raakasynteesikaasu 3 syötetään pesurista 22 ultrapuhdistusvälineisiin 23. Ultrapuhdistus voidaan suorittaa fyysisellä puhdistusprosessilla, jossa metanoli- tai dimetyylieetteriä käytetään liuottimena 30-40 bar:n paineessa ja kylmälämpötiloissa (-25 °C) –

30 (-60 °C). Vaihtoehtoisesti ultrapuhdistus voidaan suorittaa kemiallisella puhdistusprosessilla, jossa raakasynteesikaasu pestään kemiallisesti, esimerkiksi amiinilla.

35 Ennen ultrapuhdistusvälineitä 23 raakasynteesikaasun 3 paine nostetaan kompressorissa 24 noin 30 – 40 bar:iin siten, että ultrapuhdistusvälineisiin menevä raakasynteesikaasu 3 on jo sopivassa paineessa.

Käsittely voi myös käsittää käsittelyvaiheen, joka käsittää suojapeti-reaktorin 25, jossa mahdolliset jäännösrikkikomponentit poistetaan raakasynteesikaasusta 3. Suojapetireaktori 25 käsittää ZnO-katalyytin ja aktiivihillen. Edullisesti suojapetireaktori 25 on sijoitettu ultrapuhdistusvälineiden 23 myötä-
5 virran puolelle.

Raakasynteesikaasun 3 käsittely voi käsittää kaikki edellä mainitut vaiheet ja laitteistot tai se voi käsittää vain jotkin edellä selitetyistä vaiheista ja laitteistoista. Lisäksi käsittelyvälineet ja –vaiheet voivat myös käsittää lisäkäsittelyvaiheita ja –laitteistoja, joita ei ole selitetty. Käsittelyvaiheiden ja –laitteis-
10 tojen järjestys on edullisesti edellä selitetty, mutta joissakin tapauksissa se voi olla erilainen.

Käsittelyvälineistä, ja tässä tapauksessa suojapetireaktorista 25, puhdistettu synteesikaasu 4, joka on saatu raakasynteesikaasusta 3 käsittelyvälineillä, syötetään Fischer-Tropsch –reaktoriin 5 Fischer-Tropsch –synteesin suorittamiseksi puhdistetulle synteesikaasulle 4. Fischer-Tropsch –synteesissä hiili- ja vetymonoksidi muunnetaan monen muotoisiksi nestemäisiksi hiilivedyiksi katalysoidulla kemiallisella reaktiolla. Tämän prosessin päätarkoitus on tuottaa syntetinen öljyä korvaava tuote, nestemäinen hiilivetytuote 1. Toivottu polttoainekomponentti on diesel –jake ja sivutuotteena tuotetaan myös naftaa.
15 Fischer-Tropsch –reaktori 5 toimii tyypillisesti lämpötilassa 200 – 220 °C. Prosessi sisältää sisäisen jäähdytyksen ja tuotettua lämpöä voidaan hyödyntää matalapaineisena höyrynä. Fischer-Tropsch –synteesi tuottaa myös sivutuotteena niin sanottua häntäkaasua 9.

Nestemäinen hiilivetytuote 1 voidaan edelleen syöttää Fischer-Tropsch reaktorista 5 tuotteenjalostusosastoon 32, missä nestemäiset hiilivetytuotteet 1 ensin höyrystetään äkkinäisesti (flashed) kevyiden hiilivetyjen erottamiseksi tuotevirrasta. Äkkinäisesti höyrystetty tuotevirta vetykrakataan diesel –jakeen maksimoimiseksi.
25

Vetyisomerointi alentaa diesel –jakeen samenenempistettä mahdollista diesel –tuotteen käytön kylmissä säissä. Tislausprosessissa raskaat jakeet erotetaan ja kierrätetään takaisin vetykrakkaus- ja vetyisomerointiosastoihin. Tislaus myös erottaa lopulliset lopputuotteet, diesel –jakeet 34 ja naftajakeet 35 toisistaan. Tuotteen jalostus voi myös erottaa joitakin sivutuotejakeita 47 diesel- ja nafta -jakeista 34, 35.
30

Kuten edellä on selitetty raakasynteesikaasun 3 tai puhdistetun synteesikaasun 4 lämpötilaa on alennettava lauhduttimessa synteesikaasun käsit-
35

telyn aikana käsittelyvälineiden ja Fischer-Tropsch –reaktorin 5 toimintarajoitusten takia. Lauhdutin 19 on edullisesti sijoitettu käsittelyvälineisiin ja edullisemmin reformerin 18 myötävirran puolelle ja ennen suodatinta 20. Kuten aikaisemmin on mainittu lauhdutin 20 käsittää höyrystimen tai vaihtoehtoisesti syötöveden esilämmittimen ja höyrystimen. Täten lauhdutuksen aikana lauhduttimessa 20 voidaan muodostaa höyryä. Lauhdutuksen aikana raakasynteesikaasun lämpötila lasketaan välille noin 174 – 275 °C, sovelluksesta riippuen. Tyypillisesti raakasynteesikaasun 3 lämpötila alennetaan noin 250 °C:een. Lauhdutin 19 tuottaa korkeapaineista kylläistä höyryä 51, jonka lämpötila on edullisesti noin 300 – 330 °C ja paine noin 100 – 130 bar. Tyypillisesti kylläinen höyry 51 on lämpötilassa noin 320 °C ja paineessa 115 bar.

Esillä olevan keksinnön mukaisesti korkeapaineinen kylläinen höyry 51 syötetään lauhduttimesta 19 tulistimeen 50 tulistetun höyryn 52, 53 tuottamiseksi. Tulistin 50 voi olla mikä tahansa tunnetun tyyppinen tulistin, joka on sopiva höyryn tulistamiseksi. Tulistin on polttolaitteisto, joka on varustettu tulistimella tulistusputkistossa kiertävän kylläisen höyryn tulistamiseksi. Polttolaitteiston polttoaineena voidaan käyttää erityyppisiä polttoaineita. Tulistettu höyry 52, 53, joka lähtee tulistimesta 50, on tyypillisesti lämpötilassa välillä 500 – 550 °C, edullisesti 510 °C, ja paineessa noin 100 – 130 bar, edullisesti paineessa 115 bar. Tällä tavalla kylläinen höyry lauhduttimesta 19 voidaan muuntaa muotoon, jota voidaan hyödyntää edelleen menetelmässä nestemäisen hiilivetytuotteen 1 tuottamiseksi tai energian tuottamiseksi.

Tulistettu höyry 53 voidaan edelleen syöttää höyryturbiiniin 55 sähköenergian tuottamiseksi. Tässä sovelluksessa tulistin 50 on toiminnallisesti yhdistetty höyryturbiiniin 55 tulistetun höyryn 53 hyödyntämiseksi höyryturbiinissa 55. Jos laitteisto nestemäisen hiilivetytuotteen 1 tuottamiseksi on sijoitettu teollisuuslaitoksen yhteyteen tai tehdaspaikalle, kuten metsäteollisuustehaan, voidaan tulistettua höyryä 53 käyttää jo olemassa olevassa höyryturbiinissa. Metsäteollisuustehdas voi olla saha, sellutehdas, paperitehdas, joka käsittää höyryä tuottavan kattilan tai kattiloita, kuten soodakattilan, tehokattilan, jätelämpökattilan, joka tuottaa höyryä turbiinille. Tässä tapauksessa lämpöteho, joka vastaa tulistetun höyryn 53 lämpötehoa, joka hyödynnetään höyryturbiinissa 55, voidaan säästää metsäteollisuustehtaan olemassa olevassa kattilassa tai kattiloissa. Täten polttoaineen kulutusta voidaan vähentää.

Vaihtoehtoisesti tai lisäksi tulistimesta 50 saatua tulistettua höyryä 52 voidaan hyödyntää raakasynteesikaasun 3 tai puhdistetun synteesikaasun

4 paineistamiseen ennen sen syöttämistä Fischer-Tropsch -reaktoriin 5. Täten
 tulistettua höyryä 52 voidaan myös syöttää tulistimesta 50 kompressoriin 24,
 kuten kuviossa 1 on esitetty. Täten tulistin 50 on toiminnallisesti yhdistetty
 kompressorin 24 tulistetun höyryn 52 hyödyntämiseksi paineistamaan raaka-
 5 synteesikaasua 3 ennen sen syöttämistä Fischer-Tropsch -reaktoriin 5.

Esillä olevan keksinnön edullisessa suoritusmuodossa yhtä tai use-
 ampa sivutuotetta, jota muodostetaan menetelmässä nestemäisen hiilivety-
 tuotteen 1 tuottamiseksi kiinteästä biomassasta 2, käytetään polttoaineena tu-
 listimessa 50.

10 Kuten edellä on selitetty, häntäkaasua muodostuu Fischer-Tropsch
 -synteesissä Fischer-Tropsch -reaktorissa 5. Tämä häntäkaasu 9 on hyvin
 puhdasta ja käsittää palavia komponentteja. Häntäkaasun 9 palavat pääkom-
 ponentit ovat hiilimonoksidi, vety ja hiilivedyt C1-C5. Lisäksi menetelmän nes-
 temäisen hiilivetytuotteen 1 valmistamiseksi kiinteästä biomassasta 2 massa-
 15 ja energialaskelmat osoittavat, että lämpöteho lauhduttimessa 19 muodostetun
 kylläisen höyryn 51 tulistamiseksi ja häntäkaasun 9 lämpöteho vastaavat olen-
 naisesti toisiaan. Täten häntäkaasua 9 voidaan käyttää polttoaineena tulisti-
 messa 50 ja sitä voidaan syöttää tulistimeen 50 häntäkaasun syöttövälineillä.
 Osa häntäkaasusta 9 voidaan myös kierrättää kaasuttimeen 6. Häntäkaasun
 20 syöttövälineet käsittävät putket ja mahdolliset venttiilit tai vastaavat häntäkaa-
 sun 9 johtamiseksi Fischer-Tropsch -reaktorista 5 tulistimeen 50.

Myös ainakin osaa suodattimessa 20 suodatetusta materiaalista
 voidaan hyödyntää tulistimessa 50 polttoaineena. Raakasynteesikaasusta 3
 suodattimessa 20 suodatetut hiukkaset käsittävät tyypillisesti tuhkaa, nokea ja
 25 hiiltojäännöstä. Tuhka käsittää paljon hiiltä, tyypillisesti noin 35 – 45 %. Täten
 tuhkaa 49 voidaan syöttää hiukkasten syöttövälineillä suodattimesta 20 tulisti-
 meen 50 käytettäväksi polttoaineena kylläisen höyryn 51 tulistamiseksi. Hiuk-
 kasten syöttövälineet käsittävät putket, kuljettimet tai vastaavat tuhkan 49 kul-
 jettamiseksi suodattimesta 20 tulistimeen 50.

30 Ultrapuhdistusvälineet 23 muodostavat H₂S -rikasta sivutuotekaa-
 sua 49, joka käsittää myös rikkikomponentteja, CO₂:ta (hiilidioksidi), H₂O:ta
 (vesi), HCN:ää (syaanivety), CH₃Cl:ta (metyylikloridi), karbonyylejä, Cl:a (kloo-
 ri) ja NO_x:a (typpioksidi), raakasynteesikaasun puhdistuksen tuloksena. Tämä
 sivutuotekaaasu 48 voidaan joissakin sovelluksissa syöttää ultrapuhdistuksen
 35 syöttövälineillä tulistimeen 50 käytettäväksi siinä polttoaineena. Samaan ai-
 kaan, tai vaihtoehtoisesti, tulistin 50 kykenee myös tuhoamaan H₂S-rikasta

kaasua, joka on lähtöisin ultrapuhdistuksesta 23. Tämä H₂S-rikas kaasu ei kaikissa tapauksissa aikaansaa yhtään lisää polttoainekapasiteettia tulistimessa 50, mutta tämä aikaansaa vaihtoehdoisen prosessivaiheen hajuisen kaasuvirran 48 tuhoamiseksi. Jos tämä H₂S:ää käsittävä hajuisen kaasu 48 poltetaan tulistimessa 50 täytyy tuotetut savukaasut puhdistaa, esimerkiksi pesemällä, rikkidioksidikomponenttien poistamiseksi. Myös tulistimessa oleva poltin täytyy suunnitella alhaisen NO_x-pitoisuuden polttimena savukaasujen NO_x-pitoisuuden saamiseksi NO_x-päästötasojen alapuolelle. Sivutuotteen syöttövälineet voivat käsittää putket, venttiilit tai vastaavat sivutuotekaasujen 48 johtamiseksi ultrapuhdistuksesta 23 tulistimeen 50.

Tuotteenjalostusosastossa 32 sivutuotejakeita 47 voidaan muodostaa diesel -jakeiden 34 ja nafta -jakeiden 35 lisäksi. Nämä jakeet käsittävät kaasumaisia tai nestemäisiä kevyitä hiilivetyjä. Myös ainakin osa tuotteenjalostuksen sivutuotejakeista 47 voidaan syöttää tuotteenjalostuksen sivutuotteiden syöttövälineillä tulistimeen 50 käytettäväksi polttoaineena kylläisen höyryn 51 tulistamiseksi. Tuotteenjalostuksen sivutuotteiden syöttövälineet voivat käsittää putket, venttiilit tai vastaavat sivutuotejakeiden 47 johtamiseksi ultrapuhdistuksesta 23 tulistimeen 50.

Tulistin 50 on edullisesti järjestetty käyttämään kevyttä polttoöljyä ja/tai maakaasua tukipolttoaineena 46 tulistimessa 50. Tukipolttoainetta 46 voidaan hyödyntää käynnistämistä varten tai tulistuksen ohjaamiseksi tai tarvittaessa lisäpolttoaineena.

Täten esillä oleva keksintö aikaansaa, että yhtä tai useampaa sivutuotetta 9, 47, 48, 49, jotka on muodostettu prosessissa nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta 2, voidaan käyttää polttoaineena tulistimessa 50 lauhdutusvaiheesta peräisin olevan kylläisen höyryn 51 tulistamiseksi. Prosessissa nestemäisen biopolttoaineen tuottamiseksi kiinteästä biomassasta 2 raakasynteesikaasun 3 lauhdutuksesta peräisin olevaa kylläistä höyryä voidaan käyttää myös puhdistetun synteesikaasun 4 paineistamiseen kompressorissa ennen sen syöttämistä Fischer-Tropsch -reaktoriin 5. Täten menetelmän ja laitteiston nestemäisen hiilivetytuotteen 1 tuottamiseksi biomassasta energiatehokkuus tai teollisuuslaitoksen, jossa on integroitu laitteisto nestemäisen hiilivetytuotteen 1 tuottamiseksi biomassasta, energiatehokkuutta voidaan parantaa.

Alan ammattilaiselle on ilmeitä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot

eivät rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

LISTA VIITENUMEROISTA

5	1 Nestemäinen hiilivetytuote
	2 Kiinteän biomassa
	3 Raakasynteesikaasu
	4 Puhdistettu synteesikaasu
	5 Kaasutin
10	9 Häntäkaasu
	18 Reformeri
	19 Lauhdutin
	20 Suodatin
	21 Vesikaasun konvertioreaktori (WGS)
15	22 Pesuri
	23 Ultrapuhdistus
	24 Kompressori
	25 Suojapetireaktori
	31 Kiinteän biomassan esikäsittely- ja syöttövälineet
20	32 Tuotteenjalostusvälineet
	34 Diesel –jae
	35 Nafta –jae
	46 Tukipolttoaine
	47 Tuotteenjalostuksen sivutuotejae
25	48 Ultrapuhdistuksen sivutuotekaasu
	49 Suodatettu tuhka
	50 Tulistin
	51 Kylläinen höyry
	52 Tulistettu höyry höyry kompressoriin
30	53 Tulistettu höyry höyryturbiiniin
	55 Höyryturbiini

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä nestemäisen hiilivetytuotteen (1) tuottamiseksi kiinteästä biomassasta (2), joka menetelmä käsittää:

5 kaasutetaan kiinteää biomassaa (2) kaasuttimessa (6) raakasynteesikaasun (3) tuottamiseksi;

käsittämällä raakasynteesikaasua (3) raakasynteesikaasun (3) puhdistamiseksi puhdistetun synteesikaasun (4) saamiseksi, joka käsittely käsittää raakasynteesikaasun (3) lämpötilan laskemisen lauhduttimessa (19), joka tuottaa kylläistä höyryä (51);

10 altistetaan puhdistettu kaasu (4) Fischer-Tropsch –synteesille Fischer-Tropsch –reaktorissa (5) nestemäisen hiilivetytuotteen tuottamiseksi (1); tulistetaan lauhduttimella (19) tuotettu kylläinen höyry (51) tulistimessa (50) tulistetun höyryn (52, 53) tuottamiseksi,

15 tunnettu kylläisen höyryn (51) tulistamisesta käyttämällä menetelmässä muodostettua yhtä tai useampaa sivutuotetta (9, 49, 48, 47) polttoaineena tulistimessa (50).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu Fischer-Tropsch –synteesissä muodostetun häntäkaasun (9) syöttämisestä tulistimeen (50) käytettäväksi polttoaineena tulistimessa (50).

20 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu raakasynteesikaasun (3) käsittelystä suodattamalla raakasynteesikaasua (3) suodattimessa (20) hiukkasten, kuten tuhkan (49), poistamiseksi raakasynteesikaasusta (3).

25 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu suodattimessa (20) kerätyn tuhkan, joka käsittää hiiltojäännöstä, syöttämisestä tulistimeen (50) käytettäväksi polttoaineena tulistimessa (50).

30 5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen menetelmä, tunnettu raakasynteesikaasun (3) käsittelystä ultrapuhdistuksella (23) rikkikomponenttien, CO₂:n (hiilidioksidi), H₂O:n (vesi), HCN:n (syaanivety), CH₃Cl:n (metyylikloridi), karbonyylien, Cl:n (kloori) ja NO_x:n (typpioksidi) poistamiseksi raakasynteesikaasusta (3).

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu ultrapuhdistuksessa (23) muodostetun sivutuotekaasun (48) syöttämisestä tulistimeen (50) käytettäväksi polttoaineena tulistimessa (50).

7. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u ultrapuhdistuksessa (23) muodostetun H₂S-pitoisen sivutuotekaasun (48) syöttämisestä tulistimen (50) tuhottavaksi tulistimessa (50).

8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää lisäksi tuotteen jalostamisen (32) Fischer-Tropsch –synteesisistä saadun nestemäisen hiilivetytuotteen (1) jalostamiseksi ainakin yhdeksi diesel –jakeeksi (34) ja ainakin yhdeksi nafta –jakeeksi (35).

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u nestemäisen hiilivetytuotteen (1) sivutuotekajakeiden (47), jotka muodostetaan tuotteenjalostuksessa (32), syöttämisestä tulistimeen (50) käytettäväksi polttoaineena tulistimessa (50).

10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u kevyen polttoöljyn ja/tai maakaasun käytöstä tukipolttoaineena (46) tulistimessa (50).

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u tulistetun höyryn (53) hyödyntämisestä höyryturbiinissa.

12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u tulistetun höyryn (52) hyödyntämisestä raakasynteesikaasun (3) tai puhdistetun synteesisikaasun (4) paineistamiseksi ennen sen syöttämistä Fischer-Tropsch –reaktoriin (5).

13. Laitteisto nestemäisen hiilivetytuotteen (1) tuottamiseksi kiinteästä biomassasta (2), joka laitteisto käsittää:

kaasuttimen (6) kiinteää biomassan (2) kaasuttamiseksi raakasynteesikaasun (3) tuottamista varten;

käsittelyvälineet (18, 19, 20, 21, 22, 24, 23) raakasynteesikaasun (3) käsittelemistä varten puhdistetun synteesisikaasun (4) saamiseksi, jotka käsittelyvälineet käsittävät lauhduttimen (19) raakasynteesikaasun (3) lämpötilan laskemiseksi, joka lauhdutin (19) on järjestetty tuottamaan kylläistä höyryä (51);

Fischer-Tropsch –reaktorin (5) puhdistetun kaasun (4) altistamiseksi Fischer-Tropsch –synteesisille nestemäisen hiilivetytuotteen (1) tuottamiseksi; ja

tulistimen (50) tulistetun höyryn (52, 53) tuottamiseksi lauhduttimella (19) tuotetusta kylläisestä höyrystä (51),

tunnettu siitä, että tulistin (50) on järjestetty tulistamaan kyläistä höyryä (51) yhdellä tai useammalla laitteistossa muodostetulla sivutuotteella (9, 49, 48, 47).

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, 5
että laitteisto käsittää häntäkaasun syöttövälineet Fischer-Tropsch –synteesissä muodostetun häntäkaasun (9) syöttämiseksi tulistimeen (50) käytettäväksi polttoaineena tulistimessa (50).

15. Patenttivaatimuksen 13 tai 14 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, 10
suodattamiseksi suodattimessa (20) hiukkasten, kuten tuhkan (49), poistamiseksi raakasynteesikaasusta (3), ja että laitteisto lisäksi käsittää hiukkasten syöttövälineet ainakin osan suodattimessa (20) suodatetuista hiukkasista syöttämiseksi tulistimeen (50) käytettäväksi polttoaineena tulistimessa (50).

16. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen 13 - 15 mukainen 15
laitteisto, tunnettu siitä, että käsittelyvälineet käsittävät ultrapuhdistusvälineet (23) rikkikomponenttien, CO₂:n (hiilidioksidi), H₂O:n (vesi), HCN:n (syaanivety), CH₃Cl:n (metyylikloridi), karbonyylien, Cl:n (kloori) ja NO_x:n (typpioksidi) poistamiseksi raakasynteesikaasusta (3), ja että laitteisto edelleen käsittää ultrapuhdistuksen sivutuotteen syöttövälineet ainakin osan ultrapuhdistuksessa muodostetuista sivutuotekaasuista (48) syöttämiseksi tulistimeen 20
(50).

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, 25
että ultrapuhdistuksen sivutuotteen syöttövälineet on sovitettu syöttämään ultrapuhdistuksessa muodostettua H₂S-rikasta sivutuotekaasua (48) tulistimeen (50) tuhottavaksi tulistimessa (50).

18. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen 13 - 17 mukainen 30
laitteisto, tunnettu siitä, että käsittelyvälineet käsittävät tuotteenjalostusvälineet (32) Fischer-Tropsch –synteesistä saadun nestemäisen hiilivetytuotteen (1) jalostamiseksi, ja että laitteisto edelleen käsittää tuotteenjalostuksen sivutuotteen syöttövälineet ainakin osan sivutuotejakeista (47), jotka on muodostettu tuotteenjalostuksessa, syöttämiseksi tulistimeen (50) käytettäväksi polttoaineena tulistimessa (50).

19. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen 13 - 18 mukainen 35
laitteisto, tunnettu siitä, että tulistin (50) on järjestetty käyttämään kevyttä polttoöljyä ja/tai maakaasua tukipolttoaineena (46) tulistimessa (50).

20. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen 13 - 19 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että tulistin (50) on toiminnallisesti yhdistetty höyryturbiiniin tulistetun höyryn (53) hyödyntämiseksi höyryturbiinissa.

5 21. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen 13 - 20 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että tulistin (50) on toiminnallisesti yhdistetty kompressoriin (24) tulistetun höyryn (52) hyödyntämiseksi paineistamaan raakasyntheesikaasua (3) puhdistetuksi synteetikaasuksi (4) ennen sen syöttämistä Fischer-Tropsch -reaktoriin (5).

10 22. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen 13 - 21 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että laitteisto on integraalinen osa teollisuuslaitosta, jossa höyryturbiini (55).

Patentkrav

- 5 1. Ett förfarande för att producera en flytande kolväteprodukt (1) av fast biomassa (2), vilket förfarande innefattar:
- förgasning av fast biomassa (2) i en förgasare (6) för att producera en råsyntesgas (3);
 - 10 - behandling av råsyntesgasen (3) för att rena råsyntesgasen (3) för att erhålla en renad syntesgas (4), vilken behandling innefattar en sänkning av råsyntesgasens (3) temperatur i en kondensator (19), som producerar mättad ånga (51);
 - att utsätta den renade gasen (4) för Fischer-Tropsch –syntesen i en Fischer-Tropsch –reaktor (5) för att producera en flytande
 - 15 kolväteprodukt (1);
 - överhettning av den mättade ångan (51) som producerats i kondensatorn (19) i en överhettare (50) för att producera överhettad ånga (52, 53),
 - 20
- kännetecknat av att den mättade ångan (51) överhettas genom att använda som bränsle i överhettaren (50) en eller flera biprodukter (9, 49, 48, 47) som bildas i processen.
- 25 2. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att ändgasen som bildas i Fischer-Tropsch –syntesen matas in i överhettaren (50) för att användas som bränsle i överhettaren (50).
- 30 3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, kännetecknat av att råsyntesgasen (3) behandlas genom att filtrera råsyntesgasen (3) i ett filter (20) för att avlägsna partiklar, såsom aska (49), från råsyntesgasen (3).
- 35 4. Förfarande enligt patentkrav 3, kännetecknat av att askan som ansamlas i filtret (20), och som innehåller koksåterstod, matas in i överhettaren (50) för att användas som bränsle i överhettaren (50).
5. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven 1-4, kännetecknat av att råsyntesgasen (3) behandlas med ultrarening (23) för att avlägsna

svavelkomponenter, CO₂ (koldioxid), H₂O (vatten), HCN (vätecyanid), CH₃Cl (klormetan), karbonyler, Cl (klor), och NO_x (kväveoxid) från råsyntesgasen (3).

- 5 6. Förfarande enligt patentkrav 5, kännetecknat av att biproduktgasen (48) som bildas vid ultrareningen (23) matas in i överhettaren (50) för att användas som bränsle i överhettaren (50).
- 10 7. Förfarande enligt patentkrav 5 eller 6, kännetecknat av att den H₂S-haltiga biproduktgasen (48) som bildas vid ultrareningen (23) matas in i överhettaren (50) för att förstöras i överhettaren (50).
- 15 8. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven 1-7, kännetecknat av att förfarandet ytterligare innefattar förädling av produkten (32) för att förädla den flytande kolväteprodukt (1) som erhålls genom Fischer-Tropsch-syntesen till åtminstone en dieselfraktion (34) och åtminstone en naftafraktion (35).
- 20 9. Förfarande enligt patentkrav 8, kännetecknat av att den flytande kolväteproduktens (1) biproduktsfraktioner (47), som bildas vid produktförädlingen (32), matas in i överhettaren (50) för att användas som bränsle i överhettaren (50).
- 25 10. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven 1-9, kännetecknat av att lätt brännolja och/eller naturgas används som stödbränsle (46) i överhettaren (50).
- 30 11. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven 1-10, kännetecknat av att den överhettade ångan (53) utnyttjas i en ångturbin.
- 35 12. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven 1-11, kännetecknat av att den överhettade ångan (52) utnyttjas för att trycksätta råsyntesgasen (3) eller den reade syntesgasen (4) innan den matas in i Fischer-Tropsch - reaktorn (5).
13. En apparatur för att producera en flytande kolväteprodukt (1) av fast biomassa (2), vilken apparatur innefattar:

- en förgasare (6) för förgasning av fast biomassa (2) för att producera råsyntesgas (3);
behandlingsutrustning (18, 19, 20, 21, 22, 24, 23) för behandling av råsyntesgasen (3) för att erhålla renad syntesgas (4), vilken
5 behandlingsutrustning innefattar en kondensator (19) för att sänka råsyntesgasens (3) temperatur, vilken kondensator (19) är anordnad för att producera mättad ånga (51);
en Fischer-Tropsch –reaktor (5) för att utsätta den renade gasen (4) för Fischer-Tropsch –syntesen för att producera en flytande
10 kolväteprodukt (1); och
en överhettare (50) för att producera överhettad ånga (52, 53) av den mättade ångan (51) som produceras i kondensatorn (19),

kännetecknad av att överhettaren (50) är anordnad för att överhetta mättad
15 ånga (51) med hjälp av en eller flera av de biprodukter (9, 49, 48, 47) som bildas i anläggningen.
14. Apparatur enligt patentkrav 13, kännetecknad av att apparaturen innefattar inmatningsutrustning för ändgas för att mata in ändgasen (9) som bildas i
20 Fischer-Tropsch –syntesen i överhettaren (50) för att användas som bränsle i överhettaren (50).
15. Apparatur enligt patentkrav 13 eller 14, kännetecknad av att
behandlingsutrustningen innefattar ett filter (20) för att filtrera
25 råsyntesgasen (3) i filtret (20) för att avlägsna partiklar, såsom aska (49) från råsyntesgasen (3), och att apparaturen ytterligare innefattar inmatningsutrustning för partiklarna för att mata in åtminstone en del av partiklarna som filtreras i filtret (20) till överhettaren (50) för att användas som bränsle i överhettaren (50).
30
16. Apparatur enligt något av de tidigare patentkraven 13-15, kännetecknad av att behandlingsutrustningen innefattar ultrareningsutrustning (23) för att avlägsna svavelkomponenter, CO₂ (koldioxid), H₂O (vatten), HCN (vätecyanid), CH₃Cl (klormetan), karbonyler, Cl (klor), och NO_x (kväveoxid)
35 från råsyntesgasen (3), och att apparaturen ytterligare innefattar inmatningsorgan för ultrareningens biprodukter för att mata in åtminstone en del av biproduktsgaserna (48) som bildas vid ultrareningen i överhettaren (50).

17. Apparatur enligt patentkrav 16, kännetecknad av att inmatningsutrustningen för ultrareningens biprodukt är anpassad för att mata in den H₂S-rika biproduktsgas (48) som bildas vid ultrareningen i överhettaren (50) för att förstöras i överhettaren (50).
5
18. Apparatur enligt något av de tidigare patentkraven 13-17, kännetecknad av att behandlingsutrustningen innefattar produktförädlingsutrustning (32) för att förädla den flytande kolväteprodukt (1) som erhålls vid Fischer-Tropsch – syntesen, och att apparaturen ytterligare innefattar inmatningsutrustning för biprodukten från produktförädlingen för att mata in åtminstone en del av biproduktsfraktionerna (47), som bildas vid produktförädlingen, i överhettaren (50) för att användas som bränsle i överhettaren (50).
10
19. Apparatur enligt något av de tidigare patentkraven 13-18, kännetecknad av att överhettaren (50) är anordnad att använda lätt brännolja och/eller naturgas som stödbränsle (46) i överhettaren (50).
15
20. Apparatur enligt något av de tidigare patentkraven 13-19, kännetecknad av att överhettaren (50) är funktionellt ansluten till en ångturbin för att utnyttja den överhettade ångan (53) i ångturbinen.
20
21. Apparatur enligt något av de tidigare patentkraven 13-20, kännetecknad av att överhettaren (50) är funktionellt ansluten till en kompressor (24) för att utnyttja den överhettade ångan (52) för att trycksätta råsyntesgasen (3) till renad syntesgas (4) innan den matas in i Fischer-Tropsch –reaktorn (5).
25
22. Apparatur enligt något av de tidigare patentkraven 13-21, kännetecknad av att apparaturen är en integrerad del av en industrialanläggning, i vilken det finns en ångturbin (55).
30

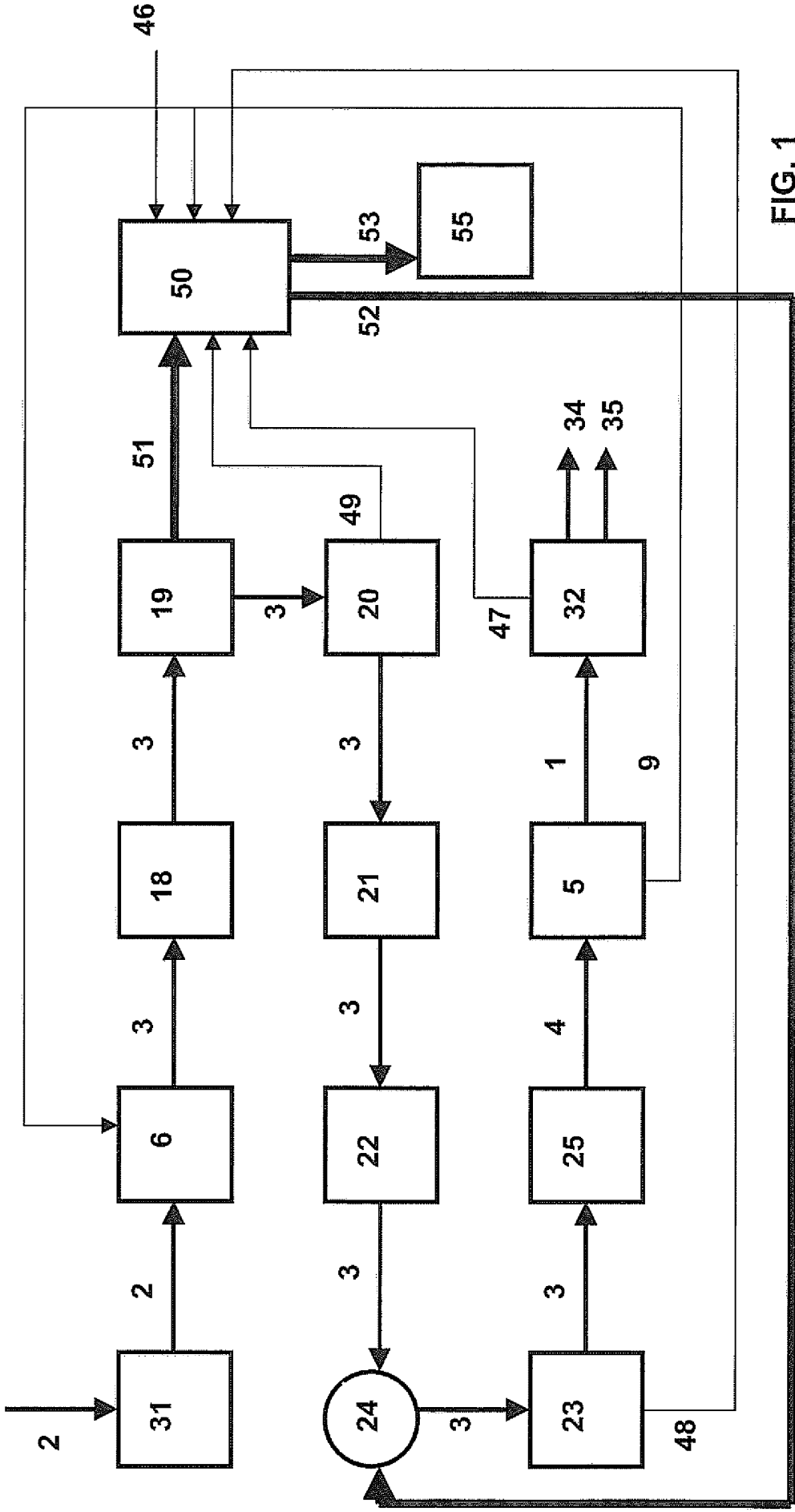


FIG. 1