



(12) PATENT

(11) 342736

(13) B1

NORGE

(19) NO

(51) Int Cl.

B01D 53/34 (2006.01)

B01D 53/00 (2006.01)

C10L 5/36 (2006.01)

C10L 5/44 (2006.01)

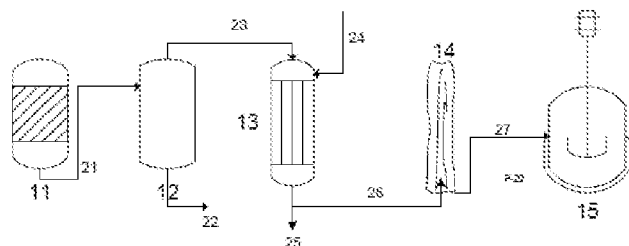
C10L 9/08 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20130279	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2013.02.20	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2013.02.20	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2014.08.21		
(45)	Meddelt	2018.08.06		
(73)	Innehaver	Arbaflame Technology AS, Grasmo, 2235 MATRAND, Norge		
(72)	Oppfinner	Rune Brusletto, Lindebergveien 7 C, 1358 JAR, Norge Wolfgang Plückerhahn, Salomon-Heine-Weg 42 A, DE-20251 HAMBURG, Tyskland		
(74)	Fullmektig	CURO AS, Vestre Rosten 81, 7075 TILLER, Norge		

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og apparatur for fremstilling av brensel fra biomasse
(56)	Anførte publikasjoner	
(57)	Sammendrag	EP 1843114 A1, WO 2006119631 A1, NO 320971 B1, WO 96/25224 A1, WO 2012/083084 A2, EP 1843114 A1, WO 2006119631 A1, NO 320971 B1, US 3863710 A, GB 190206736 A, Anonym: Air-Cells, Conservators & Compensators, online 06.05.2012, lastet ned fra internett 06.12.2014 via Wayback Machine [http://web.archive.org/web/20120506165421/http://atline.com/conservator.html], Anonym: ATL Bellows, Pneumatic/Hydraulic Presses, Fluid Reservoirs, Compensators, Diaphragms, Flotation, online 15.11.2012, lastet ned fra internett 06.12.2014 via Wayback Machine [http://web.archive.org/web/20121115182057/http://www.atline.com/inflatable.html], CN 102059076 A

Fremgangsmåte og apparatur for tilberedning av brensel fra biomasse hvor biomassen utsettes for en varmebehandling i et temperaturområde fra 150 til 300 °C, i en reaktor (11) trykksatt med damp og luft, hvor trykket ved avsluttet varmebehandling avlastes. Volumøkningen av damp og andre gasser ved trykkavlastningen blir midlertidig tatt opp i en beholder (14) med fleksibelt volum mens damp og andre gasser varmeveksles i minst én varmeveksler (13), slik at kondenserbare gasser kondenseres og avgir kondensasjonsvarme i den minste ene varmeveksler (13).



Fremgangsmåte og apparatur for fremstilling av brensel fra biomasse

Foreliggende oppfinnelse vedrørende metode for forbedring av produksjonskostnader og reduksjon av utslipp til luft ved fremstilling av brenselpellets med dampekspløsjonsmetoden. Mer konkret angår oppfinnelsen en fremgangsmåte ved tilberedning av brensel fra biomasse som angitt i ingressen til patentkrav 1 og en apparatur for gjennomføring av fremgangsmåten som angitt i ingressen til patentkrav 16.

Bakgrunn

Pellets produsert fra Biomasse øker i omfang til produksjon av varme elektrisitet som kullerstatte og er dermed en bidragsyter til reduksjon av CO₂ utslipp. De siste årene har pellets produksjon vært dominert av produksjonsmetoder uten varmebehandling av biomassen og man produserer såkalt 1. generasjons pellets eller «hvit pellets». Det søkes nå etter produksjonsmetoder for såkalt 2. generasjonspellets hvor man varmebehandler biomassen for å endre egenskapene i biomassen. En av disse metodene benytter såkalt dampekspløsjonsmetoden, der biomasse varmebehandles med damp.

Ved pelletsproduksjon der en benytter dampekspløsjonsmetoden som varmebehandlingsmetode som for eksempel beskrevet i patent 320971 eller ved andre beslektede metoder for å varmebehandle biomasser eller såkalte lignocellulosiske materiale, medfører disse metodene et utslipp til luft som ikke er vurdert tilstrekkelig. Dampekspløsjonsmetoden som trykksetting av en beholder med tilført biomasse og deretter trykkesetting med damptilførsel, med påfølgende momentant tømning, gir samtidig et utslipp av damp og flyktige gasser fra massen som er blitt varmet opp.

Det finnes eksisterende og også utgåtte patenter som omhandler damp behandling av biomasse eller såkalte lignocellulosiske materialer. Disse beskriver i hoved trekk at det er fordelaktig å tilføre damp (mettet eller overhete damp) til en lukket beholder der det allerede er tilført biomasse og varme det opp til en gitt temperatur i temperatur intervallet fra 160 grader til opp mot 300 grader, avhengig av hva man vil oppnå i reaktoren for deretter å tømme i reaktoren i ett eller to trinn.

Det er en del av teknikkens stand å variere fyllingsgraden i reaktor, variere inngående fuktighet på biomassen og beregne tilhørende nødvendig damp for å kunne både varme biomassen (tørrestoff + fuktighet i massen) og skape det ønskede trykk/temperaturforholdet inne i reaktoren. Typisk arbeidsområde er mellom 150 og 280 grader celsius, men det viser seg at foretrukne egenskaper for energiformål oppnås best dersom temperaturen ligger mellom 190 og 235 grader celsius eller ca. 15-28 bar trykk.

For å varme opp fuktig biomasse i en trykkbeholder der en tilfører damp, vil dampen kondensere på partiklene for å overføre energi slik at den biomassen og dens fuktighet varmes opp til ønsket temperaturområde. I tillegg må det tilføres en mengde damp for å oppnå total ønsket trykk og temperatur i atmosfæren rundt biomassen.

- 5 En utfordring med dette systemet er at det bruker ganske mye energi for å produsere nødvendig damp, (i størrelses orden 200-600 kg damp per tonn materiale). Det tilføres en gitt mengde biomasse hvor mengden damp som må tilføres, bestemmes som en funksjon av fyllingsgrad i reaktor, ønsket trykk og temperatur, samt inngående temperatur og fuktighetsnivå på massen som skal behandles. Når det er lite masse volum i en beholder vil dette kreve mindre damp for å bli varmet opp enn når det er mye masse i den samme beholderen/ reaktoren, og tørrere masse vil kreve mindre damp for å bli varmet opp enn fuktig materiale og ønsket trykk/behandlingstemperatur vil deretter påvirke det totale dampbehovet.
- 10

- Tømming av reaktor kan gjøres ved at man tømmer i 1 eller flere trinn, som beskrevet i norsk patent nr. 320971, kanadisk patent nr. 1 267 407 (De Long) eller andre. Man kan på denne måten redusere det såkalte utblåsningstrykket til et lavere nivå enn det ønskede behandlingstrykket. Dette utblåsningstrykket kan være fra 1-3 bar og opp til behandlingstrykket avhengig av hva man faktisk vil oppnå. Er det kun tømming av reaktor ønskes et lavere utblåsningstrykk og ønsker man en defibrering eller såkalt «sprengning» av fibre ønskes høyere utblåsningstrykk, dvs. større trykkdifferanse mellom reaktor og trykker der massen skal tømmes til (ofte nære atmosfære trykk, eller noe høyere for å redusere volum).
- 15
- 20

Tømming/utføring av biomasse fra en reaktor kan foregå ved at dette skjer i en strøm som ledes gjennom et rør eller kanal og ekspandere mot et volum med lavere trykk, hvor massen separeres fra dampen, slik at massen blir liggende igjen i beholderen/avskiller/syklonen og dampen ekspanderer ut i det fri.

- 25 Tømming skjer hurtig og den drivende kraften er trykkforskjellen. Jo større trykkforskjell jo større mengde damp slippes ut samtidig med massen som skal brukes videre. Når dette skjer frigis det altså en stor mengde energi. Denne energien burde vært gjenvunnet.

- Under varmebehandling så vil flyktige gasser (volatiler) slippes fri fra biomassen og blandes med dampen og forurenses dampen. De gassene som dannes er stort sett organiske syrer og aldehyder, som avledes og produseres med tiden. Mengden av gasser er avhengig av tid, temp og trykk. Den primære og dominerende startreaksjonen er dekomponering av hemicellulose til for eksempel furfural, maursyre, eddiksyre. Det er registrert en mengde gasskomponenter i blandingen. Disse gassene har ulikt kokepunkt og er enten løselige i vann eller ikke løselige i vann
- 30

ved ulike temperaturområder. Flere av disse gassene har en sterk lukt som er karakteristisk for metoden og mange finner denne lukten ubehagelig og den inneholder også mye karbonrester som bør gjenbrukes.

5 Det generelle problem med varmegjenvinning i forbindelse med denne type prosesser består i at svært mye gass og damp slippes ut i løpet av få sekunder, slik at det stilles store krav til varmevekslingsenhetene, i tillegg til at det er en svært sammensatt produktstrøm hvor flyktige (ikke-kondenserbare) og kondenserbare gasser kommer i en lite forutsigbar massesammensetning. Dette kan føre til en trykkoppbygging nedstrøms i prosessen som forstyrrer massestrømningen. I tillegg til dette kommer det faktum at mange av komponentene 10 er urene i den forstand at de avgir sterk lukt og kan føre til fysisk ubehag for personell som blir utsatt for dem.

Formål

15 Det er et formål ved foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en fremgangsmåte og en apparatur for gjennomføring av slik behandling som ovenfor beskrevet på en slik måte at energi i større grad blir gjenvunnet og hvor ulempe i form av ubehagelige lukter er redusert eller eliminert.

Oppfinnelse

Ovenfor nevnte formål er oppnådd gjennom foreliggende oppfinnelse som i henhold til et første aspekt omfatter en fremgangsmåte ved tilberedning av brensel fra biomasse som angitt i patentkrav 1.

20 I henhold til et annet aspekt angår foreliggende oppfinnelse en apparatur som angitt i patentkrav 16 egnet til utførelse av en slik fremgangsmåte.

Foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen fremgår av de uselvstendige patentkrav.

25 Denne oppfinnelse (fig 1) er et system eller metode som er viktig i en pelletsproduksjon der en benytter dampekspløsjonsmetoden for å kunne både gjenvinne energien i dampen som slippes ut og samtidig fjerne et lukt problem som følger med gassene (VOC) som følger med dampen i denne blandingen som kommer ut.

Sluttbehandling av biomassen i form av tørking og eventuell pelletering er ikke nærmere beskrevet her, da dette kan gjøres på forskjellige måter kjent innen faget og ikke utgjør en del av foreliggende oppfinnelse.

Nærmere beskrivelse av oppfinnelsen

I det følgende er oppfinnelsen beskrevet nærmere i form av ikke-begrensede utførelseseksempler med referanse til vedlagte figurer.

Fig. 1 viser en apparatur i samsvar med foreliggende oppfinnelse i et gitt trinn av prosessen.

- 5 Figur 2 viser apparaturen fra Fig. 1 i et annet trinn av prosessen.

Figur 1 viser fra venstre mot høyre en reaktor 11 for varmebehandling av trevirke/ tremasse/ celluloseholdig materiale. I reaktoren 11 blir denne massen varmet opp under trykk i nærvær av vanndamp og luft. Blandingsforholdet mellom vanndamp og luft kan variere og fyllingsgraden av reaktoren kan likeledes variere.

- 10 Temperatur og oppholdstid i reaktoren kan variere, og er typisk i området fra 160 til 300 °C og fra 1 til 15 minutter. Høyere temperatur og lengre behandlingstid er som reguleringselement uønsket fordi det gir større nedbrytning, mer massetap og større problemer å ta hånd om nedstrøms i prosessen i form av uønskede mengder av ikke kondenserbare gasser, gasser med sterk lukt, etc.

- 15 Reaktoren vil typisk omfatte instrumenter og utstyr for å regulere og kontrollere prosessen, herunder ventiler for å kunne regulere trykk, midler for å varme hhv. kjøle reaktoren etc. Dette er ikke vist da det ikke er sentralt ved foreliggende oppfinnelse hvordan prosessen kjøres i reaktoren 11.

- 20 Beholder 12 er en trykkavlastningsbeholder som reaksjonsblandingen slippes inn i ved avsluttet behandling. I det minste en del av trykket i reaktoren 11 avlastes brått for derved å blåse reaksjonsblandingen fra reaktoren 11 over i trykkavlastningsbeholderen 12.

- 25 En fagmann vil forstå at andre gasser enn damp og luft kan være til stede i reaktoren såfremt de ikke interfererer negativt med prosessen mengder. For eksempel kan balansen mellom oksygen og nitrogen i reaktoren være en annen enn hva som er tilfelle i luft, f.eks. gjennom tilsetning av oksygenriket luft eller ved at oksygen forbrukes i løpet av prosessen.

- 30 Ved endt reaksjonsbehandling blåses reaksjonsblandingen over fra reaktoren 11 til trykkavlastningsbeholder 12 via rørledning 21. Dette skjer på en måte som er kjent innen faget og representerer som sådan intet nytt. Faststoffet med et visst innhold av fuktighet beveges ned i avlastningskammeret 12 og føres via rørledning 22 til etterbehandling på en hvilken som helst egnet måte innen faget. Gassen, som inneholder kondenserbare komponenter så vel som komponenter som ikke er kondenserbare innenfor de rådende betingelser, passerer ut gjennom

rørledning 23 ved eller nær toppen av trykkavlastningsbeholderen 12 og ledes fra denne direkte over i minst en varmeveksler 13.

Varmeveksleren 13 kjøler ned gasstrømmen og sørger for at de kondenserbare komponenter av gassen blir kondensert, slik at man derved får ned volumet av gasstrømmen.

5 Kondensasjonsvarmen som opptas av kjølemediet, utnyttes som energi på en hvilken som helst egnet måte innenfor eller utenfor den aktuelle prosessen. Typisk benyttes denne energien til å forvarme luft til en tørke eller til forbrenning. Væsken fra varmeveksleren 13 inneholder i tillegg til vann, komponenter som det er aktuelt å rense før vannet slippes ut eller resirkuleres for bruk på nytt. Væsken føres ut via rørledning 25, mens gassen går via til neste trinn i prosessen via
10 rørledning 26.

Når det gjelder varmeveksleren eller varmevekslerne 24 så kan denne eller disse være indirekte varmevekslere hvor kjølemediet holdes separat fra utslippsgassene eller det kan være direkte varmevekslere hvor kjølevann blandes med utslippsgassene. Det kan også være en kombinasjon, hvor varmevekslingen i hovedsak foregår indirekte, men hvor vann 24 med en begrenset rate
15 dusjes inn i strømmen av utslippsgasser inn til varmeveksler 13 for å oppnå en bråkjøling av utslippsgassene og derved lettere få kondensert alle kondenserbare komponenter i den etterfølgende indirekte varmeveksling.

Velger man å bruke utelukkende direkte varmeveksling, blir det et svært mye større volum av væske å håndtere nedstrøms av varmeveksleren. Det er derfor foretrukket at varmevekslingen i
20 det minste delvis skjer ve hjelp av indirekte varmeveksling.

Neste trinn av prosessen består i en beholder 14 med regulerbart volum, typisk en «ballong» som i likhet med andre ballonger har myke vegger og er slik dimensjonert at den er i stand til å motta det «puff» av ikke-kondenserbare gasser som kommer fra utslipp av en reaktorbatch operert under normale driftsbetingelser. På figur 1 er reaksjonsblandingen fortsatt innelukket i reaktoren
25 11 og beholderen 14 med regulerbart volum er derfor hovedsakelig tom, slik det fremgår av figuren.

Det vises nå til figur 2 som viser det samme som figur 1 med unntak av at her har nettopp trykket blitt avlastet i reaktoren slik at reaksjonsblandingen er sluppet over i trykkavlastningsbeholderen 12 mens gassen blåses videre til beholderen 14 med regulerbart volum via varmeveksleren 13 og
30 rørledninger 23 og 26. I løpet av få sekunder etter at trykket avlastes, blåses beholderen 14 opp av ikke kondenserbare gasser slik det fremgår av figur 2. Beholderen 14 vil typisk være overdimensjonert i forhold til behovet som kan beregnes basert på en enkelt batch. I tillegg kan en sikkerhetsventil sørge for at beholderen 14 ikke sprekker selv ved ekstreme mengder av ikke

kondenserbar gass. Beholderen 14 vil, for hver batch, i en kort periode oppta hele mengden av ikke kondenserbare gasser uten at det derved oppstår noe vesentlig overtrykk, og deretter slippes langsomt og kontrollert ut via rørledning 27 til minst ett kammer 15 for etterbehandling av gassene, som sikrer at disse ikke unnslipper ubehandlet til atmosfæren. Her kan evt. brennbare komponenter brennes og brennvarmen eventuelt tas vare på gjennom egnet kjøling av kammeret og/ eller eksosgasser.

Etterbehandlingen kan gjennomføres i flere kamre 15, anordnet i serie, parallell eller en kombinasjon av serie eller parallell. Dette er ikke vesentlig ved foreliggende oppfinnelse. Det vesentlige er det som finner sted i form av varmeveksling i varmeveksler(e) 13 og midlertidig akkumulering av ikke kondenserbare gasser i en beholder 14 med regulerbart volum. Denne kombinasjonen er unik og innebærer at den varmeenergi som man tidligere ikke klarte å ta vare på i denne type batch-prosesser, nå lar seg gjenvinne for derved å oppnå en prosess med et lavere netto energiforbruk og derved en mer lønnsom prosess. I tillegg oppnår man den bonus at gasser med skadelig eller ubehagelig lukt blir tatt hånd om.

Det er også mulig, for å redusere belastningen på varmeveksleren, å plassere en beholder med regulerbart volum foran denne, for å redusere gjennomslippsraten av gasser gjennom varmeveksleren. Ulempen ved dette er at alle «urene» komponenter fortsatt vil være til stede i gassen og deler av disse vil avsette seg på.

Med hensyn til behov for dimensjonering, kan en typisk reaktor for det aktuelle formål ha et volum på 10 m^3 og et trykk på 25 bar, som ved trykkavlastning vil gi inntil ca. 250 m^3 gass å håndtere. I praksis vil mengden gass være noe mindre fordi en del av reaktorvolumet opptas av biomassen og fordi noe av trykket kan ventileres ut forsiktig forut for den brå trykkavlastning. Ved en hensiktsmessig styring av prosessen, kan volumet som slippes ut i ett raskt trykkstøt over ca. 5 sekunder, reduseres til ca. 70 m^3 . Den spesifikke fordampningsvarmen for vann er 242 kJ/mol eller 13,45 MJ/kg. Dersom 50 % av de 70 m^3 er vanndamp (ca. 1 kg/m^3), vil det momentane behovet for varmeoverføring i varmeveksleren være:

$$35\text{kg}/5\text{sek} \times 13,45 \text{ MJ/kg} = 95 \text{ MW}$$

dersom all tilgjengelig damp skal kondenseres. Prosessene kan naturligvis styres slik at dette behovet blir større eller mindre, det er primært gitt som et eksempel på et dimensjoneringsbehov, men også for å belyse utfordringene med å lykkes i å håndtere så energirike «støt». Dersom kondenseringskapasiteten ikke er tilstrekkelig vil vi få en trykk oppbygging. Forutsetningen for fristrøming ut og gjennom kondenseringsenheten er at kapasiteten er så stor at trykkfallet øker for mye.

Den delen av reduksjon av dampstøtet som skyldes innblanding / egenproduksjon av flyktige gasser, medfører at støtet av ikke-kondenserbare gasses økes til et volum på 25-150 m³ per tonn biomasse eller opp mot 30 m³ per sekund. Dette må anses som et stort unyttig volum i forhold til reaktorens størrelse. Dette trykkstøtet er stort og må samles opp for deretter å føres videre som en kontinuerlig strøm. Det å samle en så stor gass mengde på kort tid ved så lavt trykk, er en krevende oppgave som i henhold til foreliggende oppfinnelse blir løst ved hjelp av beholderen med regulerbart volum.

Etterbehandling må også utføres på så vel vann som gass. Dette kan skje i henhold til kjent teknologi når prosessen gjennomføres i henhold til foreliggende oppfinnelse.

10 Eksempel

Hvis ønskede reaktor er 10 m³ og denne tilføres 5 m³ biomasse (wood chip eller lignende) så tilsvarer det for et tonn masse.

Energiforbruk og variasjon av fuktighet i reaktor pr tonn masse

Tørrstoff	400	600	700	900	Kg
Spes. varme trevirke	0,65	0,65	0,65	0,65	Kcal/kg
Energi oppvarm tørrstoff	37700	56550	65975	84825	Kcal
Vann	600	400	300	100	Kg
Spes. varme vann	1	1	1	1	Kcal/kg
Energi oppvarm vann	87000	58000	43500	14500	Kcal
Energiforbruk oppvarming	124700	114550	109475	99325	kcal
Nødv. mengde damp tilført mot materialfukt	275			219	Kg

I tillegg behøves damp for å gi et ønsket damptrykk

- 15 Fyllingsgrad 50% medfører at ca. 70% av volumet blir fylt med damp for å gi damptrykk og ved et reduksjons/utblåsningstrykk på 10 bar vil det være 75 kg damp i reaktoren.

Nødvendig mengde damp for å få damptrykk; 75% av Volum * 10 bar * 1kg/m³ = 75 kg

Av dette kan vi beregne mengde/ volum på puff og av ikke kondenserbare gasser pr. tonn masse inn i reaktor.

Fordampet	212	169	kg
kondensat	63	50	kg
For ønsket trykk	75	75	kg
Sum Puff	287	244	kg

Dette betyr at for et typisk volum og arbeidsområder 180-235 °C vil det kondenserbare volumet være 25-35 ganger trykkbeholderens volum og de ikke kondenserbare gassene tilsvare massetapet i reaktoren og variere fra 0-30 ganger trykktankens volum. Begge volum blir noe endret da det viser seg at massetap blir både vann og ikke kondenserbare gasser avhengig av trykk/tid/temp i reaktoren. Eksempelet viser at det momentane støtet er stort.

Patentkrav

1. Fremgangsmåte ved tilberedning av brensel fra biomasse hvor biomassen utsettes for en varmebehandling i et temperaturområde fra 150 til 300 C, i en reaktor trykksatt med damp og luft, hvor trykket ved avsluttet varmebehandling avlastes, **karakterisert ved** at volumøkningen av damp og andre gasser som følger av trykkavlastning midlertidig opptas i et kammer med fleksibelt volum og at dampen og de andre gasser varmeveksles i minst én varmevekslerslik at kondenserbare gasser kondenseres og avgir kondensasjonsvarme i den minste ene varmeveksler.
2. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at det benyttes minst ett kammer med fleksibelt volum nedstrøms av varmeveksleren.
3. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at varme som opptas i varmeveksleren benyttes minst delvis til forvarming av vann til inngående vann
4. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at kondenserbare gasser tas ut som kondensat som fraskilles gassen.
5. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 4, **karakterisert ved** at kondensatet renses før utslipp.
6. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at gassen passerer minst ett rensetrinn før den slippes ut.
7. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 6, **karakterisert ved** at rensetrinnet omfatter brenning av brennbare komponenter, med gjenvinning av varme fra brennkammer og røygass.
8. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at biomassen omfatter cellulosemateriale, og at i det minste en del av trykkavlastningen skjer brått for å defibrere cellulosen.
9. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 8, **karakterisert ved** at varmebehandlingen skjer i et område mellom 200 og 240 C i tilstrekkelig lang tid til å mykne lignin.
10. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at det benyttes mettet damp.
11. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at det benyttes overopphetet damp.
12. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at den varmebehandlede biomasse ettertørkes.

13. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1 eller 12, **karakterisert ved** at den varmebehandlede biomasse pelleteres.
14. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at varmebehandlingen skjer i et tidsrom av 1-30 minutter.
- 5 15. Fremgangsmåte i samsvar med patentkrav 1, **karakterisert ved** at det benyttes en biomasse med en fuktighet mellom 10 og 60 %.
16. Apparatur for tilberedning av brensel fra biomasse hvor biomassen utsettes for en varmebehandling i et temperaturområde fra 150 til 300 °C, i en reaktor trykksatt med damp og luft, hvor trykket ved avsluttet varmebehandling avlastes, omfattende en reaktor for
- 10 varmebehandlingen og et trykkavlastningsbeholder som mottar materialet etter endt behandling, **karakterisert ved** videre å omfatte minst én varmeveksler for gass som forlater trykkavlastningsbeholderen og minst en beholder med regulerbart volum for midlertidig opptak av ikke-kondenserte gasser som slippes ut fra trykkavlastningsbeholderen.

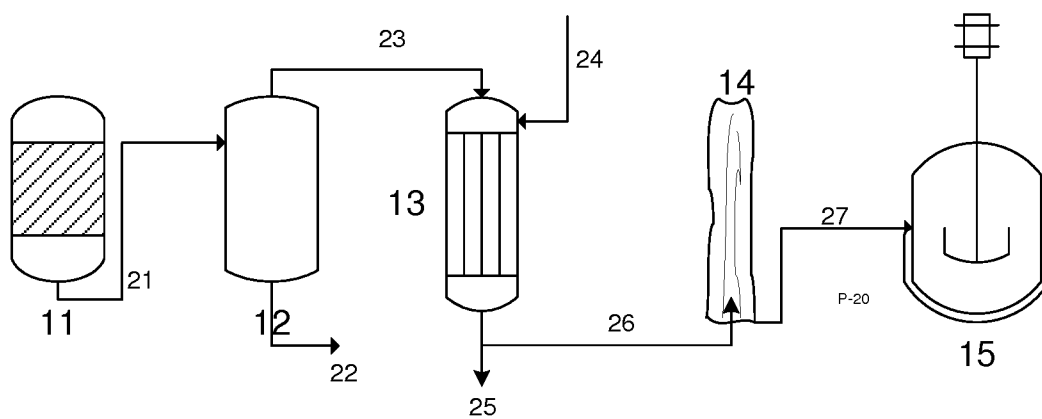


Fig. 1

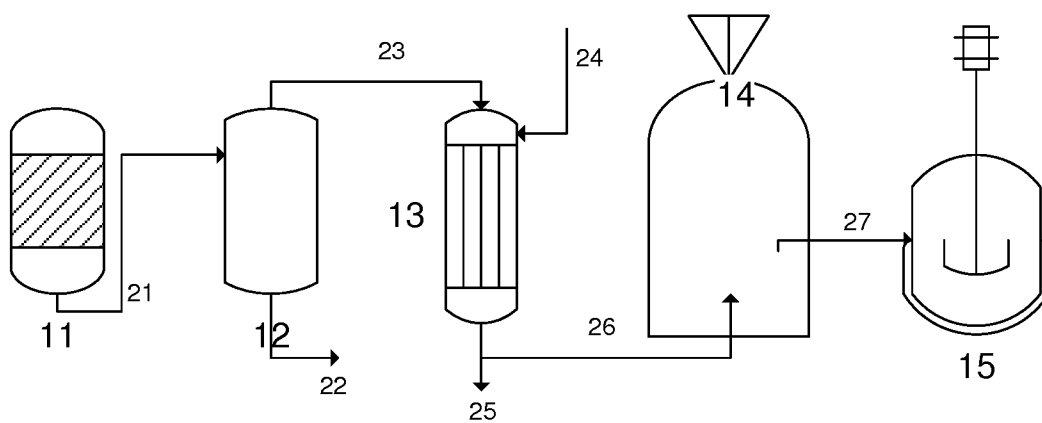


Fig. 2