



⑩ A Terinzagelegging ⑪ 8201715

Nederland

⑲ NL

- ⑤④ **Werkwijze voor het vergassen van een vaste koolstofhoudende brandstof.**
- ⑤① Int.Cl³: C10J 3/68.
- ⑦① Aanvrager: Shell Internationale Research Maatschappij B.V. te 's-Gravenhage.
- ⑦④ Gem.: Drs. A.T. Puister c.s.
Postbus 302
2501 CH 's-Gravenhage.

-
- ②① Aanvraag Nr. 8201715.
- ②② Ingediend 26 april 1982.
- ③② --
- ③③ --
- ③① --
- ⑥② --

-
- ④③ Ter inzage gelegd 16 november 1983.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

WERKWIJZE VOOR HET VERGASSEN VAN EEN VASTE
KOOLSTOFHOUDENDE BRANDSTOF

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vergassen van een vaste koolstofhoudende brandstof, met het kenmerk, dat

- a) de brandstof wordt fijngemalen en gedroogd,
- 5 b) de brandstof vervolgens partieel wordt verbrand tot synthesegas met
behulp van zuurstof of van met zuurstof verrijkte lucht, welke zuurstof afkomstig is van een inrichting voor de scheiding van lucht,
- 10 c) het synthesegas wordt afgekoeld tot een temperatuur van 100-500°C, en
- d) het afgekoelde synthesegas verder wordt gekoeld tot een temperatuur van 25-250°C door middel van indirecte warmte-wisseling met een stikstofrijk gas dat afkomstig is van de
- 15 inrichting voor de scheiding van lucht.

Bij de vergassing (partiële verbranding) van een vaste koolstofhoudende brandstof wordt synthesegas gevormd dat voornamelijk bestaat uit koolmonoxide en waterstof. Geschikte vaste brandstoffen zijn steenkool, bruinkool, cokes, turf, hout e.d.

- 20 Een vaste brandstof is in het algemeen minder reactief dan een gasvormige of een vloeibare brandstof. Ten einde toch een snelle reactie te verkrijgen wordt de vaste brandstof fijngemalen. De fijngemalen brandstof wordt vervolgens naar een vergassingsreactor getransporteerd. Een brandstof die betrekkelijk veel water bevat,
- 25 kan tijdens het transport gaan klonteren en zo verstoppingen veroorzaken in de transportleiding. Om dit te voorkomen wordt de vaste brandstof gedroogd, alvorens naar de reactor te worden vervoerd. Na het drogen bedraagt het vochtgehalte van de brandstof bij voorkeur 0 tot 10 gew.%. De vaste brandstof wordt partieel
- 30 verbrand met zuurstof of met zuurstof verrijkte lucht daar de reactie hiermee sneller verloopt dan met lucht. Voorts bevat het

gevormde synthesegas nu minder stikstof dan wanneer met lucht wordt vergast. Dat maakt de latere zuivering van het synthesegas eenvoudiger. Bovendien is met behulp van zuurstof bereide synthesegas beter geschikt voor bepaalde syntheses, bijv. die van methanol of
5 koolwaterstoffen.

De zuurstof die nodig is als reactant, wordt bereid in een inrichting waar lucht wordt gescheiden in een zuurstofrijk en ten minste één stikstofrijk gas. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een cryogene destillatie.

10 Bij voorkeur vindt de partiële verbranding plaats in aanwezigheid van een moderator. De moderator heeft een matigende werking op de temperatuur in de reactor door endotherm te reageren met de reactanten en/of de produkten van de partiële oxidatie. Geschikte moderators zijn stoom en kooldioxide.

15 Nadat de brandstof met de zuurstof heeft gereageerd verlaat het gevormde synthesegas de reactor met een temperatuur van 1200°C tot 1700°C. Het gas bevat behalve koolmonoxide en waterstof, o.a. ook kooldioxide, waterdamp, zwavelverbindingen, methaan en geringe hoeveelheden cyaanwaterstof en ammoniak. Bovendien voert het
20 slakdruppeltjes mee. De slakdruppeltjes kunnen problemen opleveren als zij afkoelen. Ze hebben nl. geen smeltpunt maar een smelttraject dat honderden graden Celsius kan bedragen. Omdat zij in het smelttraject kleverig zijn, kunnen zij verstoppingen veroorzaken. Als steenkool wordt gebruikt als brandstof is de slak gewoonlijk
25 kleverig in het temperatuurtraject van 900-1500°C. Vaste slak is niet meer kleverig. Daarom wordt het hete gas bij voorkeur snel afgekoeld tot een temperatuur van 700-900°C door het injecteren van een koud gas of een koude vloeistof. Door de snelle afkoeling stollen de slakdruppeltjes snel tot vaste deeltjes. Geschikte
30 koelmiddelen zijn gerecirculeerd synthesegas, water en/of stoom. Vervolgens wordt het afgekoelde synthesegas verder afgekoeld tot 100-500°C bij voorkeur in een afvalwarmteketel waarbij nuttige hogedrukstoom wordt opgewekt. Hierna worden bij voorkeur de vaste slakdeeltjes uit het gas verwijderd.

Nadat de vaste slakdeeltjes van het gas zijn afgescheiden, wordt het synthesesegas verder verwerkt. Bijvoorbeeld worden dan de andere verontreinigingen uit het synthesesegas verwijderd. Het is hiertoe voordelig de temperatuur van het verontreinigde synthesesegas te verlagen tot 25-250°C. Dit gebeurde tot nu toe door middel van
5 lucht- of waterkoelers. De restwarmte van het synthesesegas werd zo echter niet nuttig gebruikt.

De cryogene destillatie van lucht levert een stikstofrijk gas dat in het algemeen wordt gespuid in de atmosfeer. Het is ook
10 mogelijk dat naast een zuurstofrijk gas zuivere of nagenoeg zuivere stikstof en een stroom afvalstikstof wordt geleverd. De zuivere stikstof wordt bij voorkeur in het proces toegepast, bijvoorbeeld als draaggas voor de fijngemalen brandstof bij het transport naar
15 de reactor. Een andere toepassing is in de ammoniaksynthese. De afvalstikstofstroom, die nog enige procenten zuurstof bevat, wordt gewoonlijk gespuid. De temperatuur van het stikstofrijke gas dat gespuid wordt, wordt in het algemeen ongeveer 10°C lager dan de temperatuur van de omgevingslucht gekozen.

20 In de werkwijze volgens de onderhavige uitvinding wordt de relatieve koude van het stikstofrijke gas ten nutte gemaakt. Het synthesesegas wordt door middel van indirecte warmtewisseling met het stikstofrijke gas verder gekoeld tot een temperatuur van 25-250°C.

De bovengenoemde indirecte warmtewisseling kan direct na de
25 doorvoer van het synthesesegas door de afvalwarmteketel plaatsvinden. Bij voorkeur worden echter eerst de vaste slakdeeltjes uit het synthesesegas ten minste voor een deel verwijderd. Dit geschiedt in een geschikte afscheidingsinrichting, zoals een cycloon, bochtafscheider, filter e.d. Nadat het gas in de afscheidingsinrichting
30 althans ten dele van de vaste slakdeeltjes is ontdaan, vindt bij voorkeur de warmtewisseling tussen het synthesesegas en het stikstofrijke gas plaats. Hoewel in de afscheidingsinrichting ten minste het merendeel van de vaste slakdeeltjes van het synthesesegas is afgescheiden, kunnen vaste slakdeeltjes achterblijven in het gas
35 en deze resterende slakdeeltjes leveren gevaar voor vervuiling van de koeler op. Daarom wordt het synthesesegas met nog meer voorkeur

pas verder afgekoeld door middel van de indirecte warmtewisseling met het stikstofrijke gas na ten minste één maal met water te zijn gewassen. Bij het wassen verkrijgt men een waterige suspensie van vaste slakdeeltjes en synthesegas dat praktisch geheel van slak-
5 deeltjes gezuiverd is. De waterige suspensie wordt afgescheiden van het synthesegas en met voordeel althans ten dele in het systeem teruggevoerd. Geschikte wasinrichtingen zijn venturi-wassers en gaswaskolommen waarin het gas en water in tegenstroom met elkaar in aanraking worden gebracht.

10 Tijdens het wassen koelt het synthesegas reeds af. Door middel van de indirecte warmtewisseling met het stikstofrijke gas wordt het synthesegas verder afgekoeld bij voorkeur tot een temperatuur van 40°C tot 140°C.

Door het wassen bevat het synthesegas veel waterdamp. Het
15 verdient de voorkeur het gas te drogen. Het eenvoudigst geschiedt dit door het synthesegas tot onder het dauwpunt af te koelen, waardoor een deel van de waterdamp condenseert. Wanneer tot diep onder het dauwpunt wordt afgekoeld, condenseert het merendeel van de waterdamp. Hierna volgt de scheiding tussen het droge gas en het
20 condensaat. Bij voorkeur wordt het synthesegas tot diep onder het dauwpunt afgekoeld in een koeling die na de indirecte warmtewisseling met het stikstofrijke gas plaatsvindt. Met voordeel wordt het synthesegas in deze koeling afgekoeld tot een temperatuur van 10°C tot 75°C. De koeling kan zowel met lucht als met water
25 plaatsvinden. Omdat het synthesegas door middel van de indirecte warmtewisseling met het stikstofrijke gas reeds is afgekoeld tot 25-250°C kan met een betrekkelijk kleine koeler worden volstaan.

Het volgens de uitvinding verwarmde stikstofrijke gas wordt bij voorkeur nuttig gebruikt om de vaste brandstof te drogen. Het
30 drogen vindt plaats voordat de brandstof in de vergassingsreactor wordt gevoerd. Wanneer de vaste brandstof wordt aangevoerd als niet al te grove brokken, kan de droging plaatsvinden voordat hij naar de maalinrichting wordt gevoerd. Bestaat de brandstof uit grote klompen, dan is droging tijdens en/of na het malen doelmatiger. Als
35 de brandstof veel water bevat kan het warme stikstofrijke gas, al

dan niet na verdere verwarming, worden gebruikt om de brandstof geheel of ten dele te drogen. In het laatste geval geschiedt de droging tot het gewenste watergehalte later op een andere manier of met een ander warm gas. Er kunnen vele typen maalinrichtingen
5 worden toegepast. Afhankelijk van het type maalinrichting gebeurt het drogen tijdens of na het malen. Als bijvoorbeeld een kogelmolen of een molen met walsen wordt toegepast wordt het warme stikstofrijke gas in de molen gevoerd en oefent het al tijdens het malen zijn drogend effect uit. Daarna wordt het warme stikstofrijke
10 gas aangewend om de fijngemalen brandstof uit de maalinrichting te voeren en droogt het de brandstofdeeltjes tijdens het transport.

Vóór het drogen van de vaste brandstof wordt het stikstofrijke gas verwarmd bij voorkeur tot een temperatuur die, afhankelijk van het watergehalte van de brandstof, ligt in het gebied van 50 tot
15 400°C. Voor het merendeel der brandstoffen is een temperatuur van 90°C tot 150°C geschikt. De onderste temperatuurgrens is zodanig dat er nog juist een drijvende kracht is om het aanwezige water uit de brandstof te verwijderen. De bovenste temperatuurgrens wordt
bepaald door economische motieven. De warmte-inhoud van het
20 synthesesegas is zodanig dat de benodigde hoeveelheid van het stikstofrijke gas kan worden verwarmd tot een temperatuur tot 400°C.

Zoals reeds eerder is vermeld, is het stikstofrijke gas bij voorkeur de afvalstikstofstroom die wordt gevormd bij de cryogene
25 destillatie van lucht. Daartoe is de uitvinding niet beperkt. Elk stikstofrijk gas dat afkomstig is van de inrichting voor de scheiding van lucht kan worden toegepast. Als er een stikstofrijk gas met betrekkelijk veel zuurstof erin wordt gebruikt om de fijngemalen brandstof te drogen, bestaat er gevaar voor een
30 explosieve verbranding van de brandstof met de zuurstof. Daarom bevat het stikstofrijke gas bij voorkeur minder dan 12 vol.% zuurstof; met nog meer voorkeur minder dan 10 vol.%. Aan deze vereisten voldoet de afvalstikstofstroom.

De uitvinding wordt nu nader toegelicht aan de hand van de
35 figuren waartoe de uitvinding overigens geenszins is beperkt. In de

schematische figuren zijn hulpmiddelen zoals compressoren, pompen, afsluiters e.d. niet afgebeeld.

In figuur 1 wordt een koolstofhoudende vaste brandstof via een leiding 1 in een maalinrichting 2 gevoerd. Via een leiding 3 wordt
5 een stroom warm stikstofrijk gas in de maalinrichting 2 gevoerd, waar het gas de fijngemalen brandstof droogt. Fijngemalen en gedroogde brandstof wordt met het gasmengsel van o.a. stikstof en waterdamp via een leiding 4 naar een afscheider 5 geleid. Geschikte
10 afscheiders zijn bijvoorbeeld bochtafscheiders, cyclonen, filters e.d. In de afscheider 5 wordt de fijngemalen brandstof van het gas afgescheiden. Het gas, dat voornamelijk uit stikstof en waterdamp bestaat wordt via een leiding 7 gespuid. De afgescheiden brandstofdeeltjes worden via een leiding 6 naar een reactor 8
15 gevoerd. (Omdat de vergassingsreactor 8 bij voorkeur bij verhoogde druk werkt, wordt de brandstof op de goede druk gebracht met behulp van compressoren, voorraadvaten, sluizen e.d., die niet in de figuur zijn afgebeeld). Een zuurstofrijk gas, afkomstig van een luchtscheidingsinrichting 10, wordt via een leiding 9 eveneens in de reactor 8 gevoerd. In de luchtscheidingsinrichting 10 wordt
20 lucht toegevoerd via een leiding 11. Daar wordt een zuurstofrijke gasstroom gevormd die via de leiding 9 naar de reactor 8 wordt geleid en een nagenoeg zuivere stikstofstroom, die althans ten dele kan worden gebruikt bij het transport van de brandstof naar de reactor 8 via de leiding 6. (Deze stroom is niet weergegeven in de
25 figuur). Ook produceert de inrichting 10 een afvalstikstofstroom die via een leiding 12 wordt afgevoerd. In de reactor 8 vindt de vergassing van de koolstofhoudende brandstof met de zuurstof en een moderator (stoom of CO_2) die via een leiding 13 wordt toegevoerd, plaats. Het gevormde synthesesegas dat beladen is met
30 slakdruppeltjes, wordt via een leiding 14 naar een koelzone 15 gevoerd waar het wordt afgekoeld door de injectie met een gekoeld en gezuiverd gerecirculeerd synthesesegas dat via een leiding 16 wordt toegevoerd. In de koelzone 15 stollen alle slakdruppeltjes in het hete synthesesegas. Via een leiding 17 wordt een mengsel van
35 synthesesegas en vaste slakdeeltjes uit de koelzone 15 afgevoerd en

in een afvalwarmteketel 18 gebracht waar het indirect wordt gekoeld met water dat via een leiding 19 wordt toegevoerd en als stoom wordt afgevoerd via een leiding 20. Vanuit de afvalwarmteketel 18 wordt het nog warme mengsel van synthesegas en vaste slakdeeltjes
5 via een leiding 21 naar een venturi-buis 22 gevoerd. Daar wordt het in contact gebracht met een suspensie van vaste slakdeeltjes in water die via een leiding 23 naar de venturi-buis 22 wordt gebracht. In de venturi-buis 22 verdampt al het water van de suspensie en een mengsel van synthesegas, waterdamp en vaste
10 slakdeeltjes wordt via een leiding 24 naar een cycloon 25 geleid waar het merendeel van de vaste slakdeeltjes wordt afgescheiden van het gasmengsel en via een leiding 26 wordt afgevoerd uit de installatie. Het restant van de vaste slakdeeltjes wordt samen met het gasmengsel via een leiding 27 in een venturi-wasser 28 gevoerd
15 en hier in aanraking gebracht met een waterige suspensie van vaste slakdeeltjes die via een leiding 29 wordt toegevoerd. Het mengsel van synthesegas, waterdamp, waterdruppels en vaste slakdeeltjes dat in de venturi-wasser 28 wordt gevormd, wordt naar een afscheidingsinrichting 31 gebracht via een leiding 30. Hier wordt
20 een waterige suspensie van vaste slakdeeltjes afgescheiden van het gasmengsel en afgevoerd via de leiding 23. Via de leiding 23 wordt de waterige suspensie naar de venturi-buis 22 gebracht. Het mengsel van synthesegas en waterdamp dat nog een geringe hoeveelheid vaste slakdeeltjes bevat, wordt via een leiding 32 onderin een
25 gaswaskolom 33 gevoerd, waar het in tegenstroom in aanraking wordt gebracht met water dat via een leiding 35 bovenin de kolom 33 wordt toegevoerd. In de kolom 33 worden de laatste resten vaste slakdeeltjes uit het gasmengsel verwijderd waardoor een waterige suspensie van vaste slakdeeltjes wordt gevormd die via de leiding
30 29 uit de kolom 33 naar de venturi-wasser 28 wordt gevoerd. Het gasmengsel dat nu praktisch vrij is van vaste slakdeeltjes wordt via een leiding 34 naar een koeler 36 gebracht waar door indirecte warmtewisseling met de koude afvalstikstofstroom uit de leiding 12 het synthesegasmengsel verder wordt afgekoeld en de
35 afvalstikstofstroom wordt verwarmd. De resulterende warme stroom

wordt via de leiding 3 afgevoerd van de koeler 36 en wordt toegevoerd naar de maalinrichting 2. Als er afkoeling van het synthesegasmengsel tot onder het dauwpunt plaatsvindt in de koeler 36 wordt een mengsel van synthesegas, waterdamp en water via een leiding 37 naar een luchtkoeler 38 gebracht, waar lucht via een leiding 39 wordt aan- en via leiding 40 wordt afgevoerd. Hier vindt koeling tot diep onder het dauwpunt plaats, waardoor vrijwel al het water condenseert. Als in de koeler 36 tot een temperatuur boven het dauwpunt van het gasmengsel wordt gekoeld, bevat de leiding 37 uitsluitend synthesegas en waterdamp. Vanuit de koeler 38 voert men een mengsel van synthesegas, gecondenseerd water en een geringe hoeveelheid waterdamp naar een afscheider 42 via een leiding 41. In de afscheider 42 wordt het mengsel gesplitst in condensaat dat via een leiding 43 wordt afgevoerd en een nagenoeg droog synthesegas dat via een leiding 44 wordt afgevoerd. Een gedeelte van het condensaat wordt via de leiding 35 gerecirculeerd naar de kolom 33. Het resterende gedeelte wordt uit de installatie afgevoerd via een leiding 45. Een deel van het nagenoeg droge synthesegas wordt teruggevoerd naar de koelzone 15 via de leiding 16. Het resterende gedeelte synthesegas wordt als eindprodukt voor verdere verwerking uit de installatie afgevoerd via een leiding 46.

Figuur 2 toont een andere uitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de uitvinding. Deze werkwijze is bij uitstek geschikt voor toepassing bij vaste brandstoffen die betrekkelijk veel water bevatten. Direct nadat het synthesegas de afvalwarmteketel 18 heeft verlaten wordt het via de leiding 21 naar een warmtewisselaar 101 gevoerd, waar het wordt afgekoeld met behulp van een vóórverwarmde stroom stikstofrijk gas dat via een leiding 102 naar de warmtewisselaar 101 wordt aangevoerd en via een leiding 103 wordt afgevoerd naar de maalinrichting 2. Het afgekoelde synthesegas wordt via een leiding 105 naar een venturi-buis 106 gevoerd. Daar wordt het in contact gebracht met een waterstroom via een leiding 107. Al het toegevoerde water verdampt in de venturibuis 106. Het gasmengsel wordt via een leiding 108 naar een zakfilter 109 gevoerd. Daar vindt de afscheiding van vaste slakdeeltjes uit het gasmengsel

plaats. De afgescheiden vaste slakdeeltjes worden uit de installatie afgevoerd via een leiding 110. Het gasmengsel wordt via een leiding 111 naar de koeler 36 en vandaar via de leiding 37 naar de koeler 38 gevoerd. In de koelers 36 en 38 condenseert waterdamp. Na
5 afscheiding van het gecondenseerde water uit het synthesesgas in de afscheider 42 wordt een gedeelte van het water via de leiding 107 naar de venturi-buis 106 gevoerd. In de koeler 36 wordt de koude stikstofrijke gasstroom via de leiding 12 aangevoerd en na opwarming via de leiding 3 afgevoerd. De enigszins warme gasstroom
10 kan verder worden verwarmd door indirecte warmtewisseling met oververhitte stoom in een warmtewisselaar 104 waar de stoom wordt aangevoerd via een leiding 112 en afgevoerd via een leiding 113. Daarvoor kan bijv. stoom, verkregen in de leiding 20 worden gebruikt. Ook is het mogelijk in plaats van indirecte
15 warmtewisseling met stoom stoominjectie in de stikstofrijke gasstroom toe te passen om de temperatuur van de gasstroom te verhogen. De warme stikstofrijke gasstroom wordt naar de warmtewisselaar 101 geleid. Daar koelt hij het synthesesgas verder af en wordt hij zelf verder verhit. De hete gasstroom wordt
20 vervolgens via de leiding 103 naar de maalinrichting 2 gevoerd om de brandstof te drogen.

VOORBEELD 1

Volgens een werkwijze, zoals beschreven in figuur 1, wordt
45,8 ton per uur (t/u) steenkool van de volgende samenstelling naar
25 de molen 2 gevoerd:

C	67,3	gew. %
H	4,4	"
N	1,5	"
O	5,9	"
S	2,9	"
as	12,0	"
water	6,0	"

Daaraan wordt 123,3 t/u van een stikstofrijke gasstroom van 120°C toegevoegd. Het gas heeft de volgende samenstelling:

N ₂ +Ar	95	mol. %
O ₂	4	"
H ₂ O	1	"

In een filter 5 wordt de fijn gemalen steenkool van het gas afgescheiden. Via de leiding 6 wordt 43,93 t/u steenkoolpoeder naar de reactor 8 gevoerd. Via de leiding 7 wordt 125,17 t/u van het stikstofrijke gas met waterdamp gespuid. Het gas heeft een

5 temperatuur van 70°C en de volgende samenstelling:

N ₂ +Ar	92,8	mol. %
O ₂	3,9	"
H ₂ O	3,3	"

Het watergehalte in het steenkoolpoeder bedraagt nog 2,0 gew.%. De temperatuur van het in de reactor 8 gegenereerde synthesesgas bedraagt in de leiding 21 360°C.

Na het wassen met water bedraagt hij nog 130°C. In de koeler

10 36 wordt 176,5 t/u synthesesgas gekoeld met 123,3 t/u stikstofrijk gas van 10°C. De temperatuur van het nu gevormde mengsel van synthesesgas, waterdamp en water bedraagt 122°C; het stikstofrijke gas wordt verwarmd tot 120°C. In de koeler 38 wordt via

15 luchtkoeling de temperatuur van het synthesesgas bevattende mengsel verlaagd tot 50°C, waardoor in totaal 19,1 t/u waterdamp condenseert. Na de scheiding van het mengsel in de afscheider 42 wordt door de leiding 45 1,55 t/u water en door de leiding 46 84,5 t/u synthesesgas van de volgende samenstelling uit de installatie afgevoerd:

CO	62,2	mol. %
H ₂	27,6	"
CO ₂	2,0	"
H ₂ S	1,0	"
H ₂ O	0,6	"
N ₂	5,6	"
Ar	1,0	"

VOORBEELD 2

In een werkwijze, zoals beschreven in figuur 2, wordt 50 t/u bruinkool naar de molen 2 gevoerd. De bruinkool heeft de volgende samenstelling:

C	39,6	gew. %
H	3,0	"
N	0,7	"
O	10,3	"
S	0,7	"
as	10,8	"
water	34,9	"

- 5 Via de leiding 103 wordt daarbij 135 t/u stikstofrijk gas van 370°C met de volgende samenstelling gevoegd:

N ₂ +Ar	95	mol. %
O ₂	4	"
H ₂ O	1	"

- Na afscheiding in filter 5 wordt 35,8 t/u bruinkoolpoeder via de leiding 6 naar de reactor 8 gevoerd en wordt via de leiding 7 149,2 t/u stikstofrijk gas met waterdamp gespuid. Het gespuid gas heeft
10 een temperatuur van 90°C en de volgende samenstelling:

N ₂ +Ar	81,6	mol. %
O ₂	3,4	"
H ₂ O	15,0	"

Het watergehalte in het bruinkoolpoeder bedraagt nog 9 gew. %.

- De temperatuur van het in de reactor 8 gegenereerde synthesesgas bedraagt in de leiding 21 400°C. In de warmtewisselaar 101 wordt deze temperatuur verlaagd tot 220°C, waarbij het
15 stikstofrijke gas in de leiding 102 van 180°C wordt verwarmd tot gas van 370°C, wat via de leiding 103 naar de molen 2 wordt gevoerd. Het gas dat uit de zakfilter 109 komt heeft nog een temperatuur van 180°C. In de koeler 36 wordt 103,1 t/u synthesesgas tot 98°C gekoeld met 135 t/u koud stikstofrijk gas van 10°C. Het
20 stikstofrijke gas wordt daarbij verwarmd tot 160°C. Dit gas wordt in de warmtewisselaar 104 met stoom verder verwarmd tot 180°C, waarna het via de leiding 102 naar de warmtewisselaar 101 wordt

gevoerd. Het in de koeler 36 gevormde mengsel van synthesesegas, waterdamp en water wordt in de luchtkoeler 38 afgekoeld tot 50°C, waardoor in totaal 7,1 t/u waterdamp condenseert. Na de scheiding van het mengsel in de afscheiden 42 wordt door de leiding 45 5,4
5 t/u water en via de leiding 46 58,0 t/u synthesesegas van de volgende samenstelling uit de installatie afgevoerd:

CO	59,1	mol.%.
H ₂	28,1	"
CO ₂	6,1	"
H ₂ S	0,5	"
H ₂ O	0,6	"
N ₂	4,4	"
Ar	1,2	"

C o n c l u s i e s

1. Werkwijze voor het vergassen van een vaste koolstofhoudende brandstof, met het kenmerk, dat:
 - a) de brandstof wordt fijngemalen en gedroogd,
 - b) de brandstof vervolgens partieel wordt verbrand tot
5 synthesegas met behulp van zuurstof of van met zuurstof verrijkte lucht, welke zuurstof afkomstig is van een inrichting voor de scheiding van lucht,
 - c) het synthesegas wordt afgekoeld tot een temperatuur van 100°C tot 500°C,
 - 10 d) het afgekoelde synthesegas verder wordt gekoeld tot een temperatuur van 25-250°C door middel van indirecte warmtewisseling met een stikstofrijke gas dat afkomstig is van de inrichting voor de scheiding van lucht.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het
15 synthesegas verder wordt afgekoeld d.m.v. de indirecte warmtewisseling met het stikstofrijke gas nadat ten minste gedeeltelijk de vaste slakdeeltjes uit het synthesegas zijn verwijderd.
3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het synthesegas verder wordt gekoeld door middel van de indirecte
20 warmtewisseling met het stikstofrijke gas tot een temperatuur van 40°C tot 140°C.
4. Werkwijze volgens één of meer der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het synthesegas na de indirecte warmtewisseling met het stikstofrijke gas nog verder wordt afgekoeld tot een
25 temperatuur van 10°C tot 75°C in een koeler.
5. Werkwijze volgens één of meer der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het stikstofrijke gas wordt opgewarmd tot een temperatuur die ligt in het gebied van 50°C tot 400°C.
6. Werkwijze volgens één of meer der conclusies 1 tot 5, met het
30 kenmerk, dat het aldus verwarmde stikstofrijke gas wordt gebruikt om de vaste brandstof te drogen.
7. Werkwijze volgens conclusie 1, zoals hiervoor beschreven, onder speciale verwijzing naar de figuur.

8. Synthesegas voor zover verkregen met behulp van de werkwijze volgens één of meer der voorafgaande conclusies.

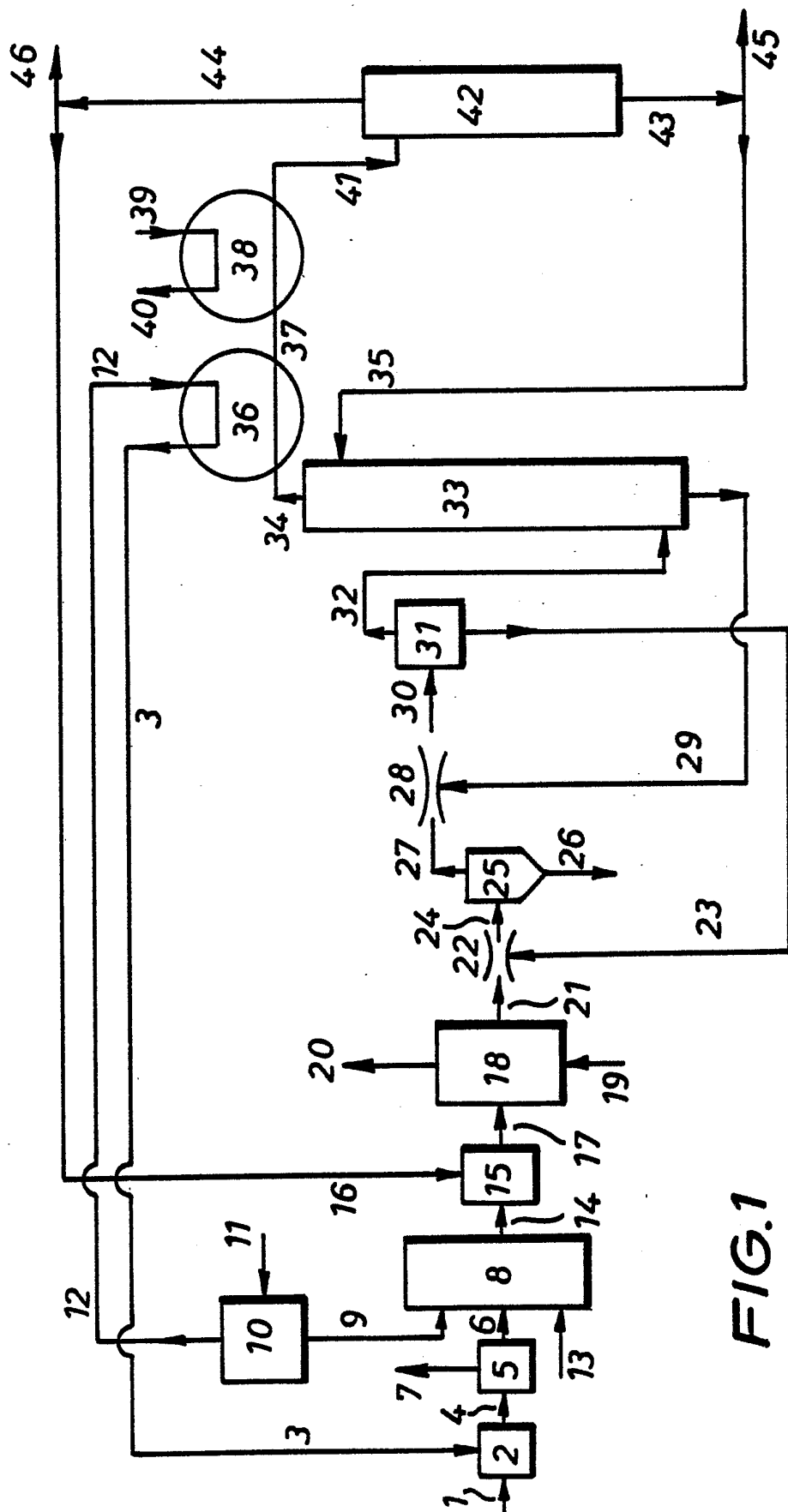


FIG. 1

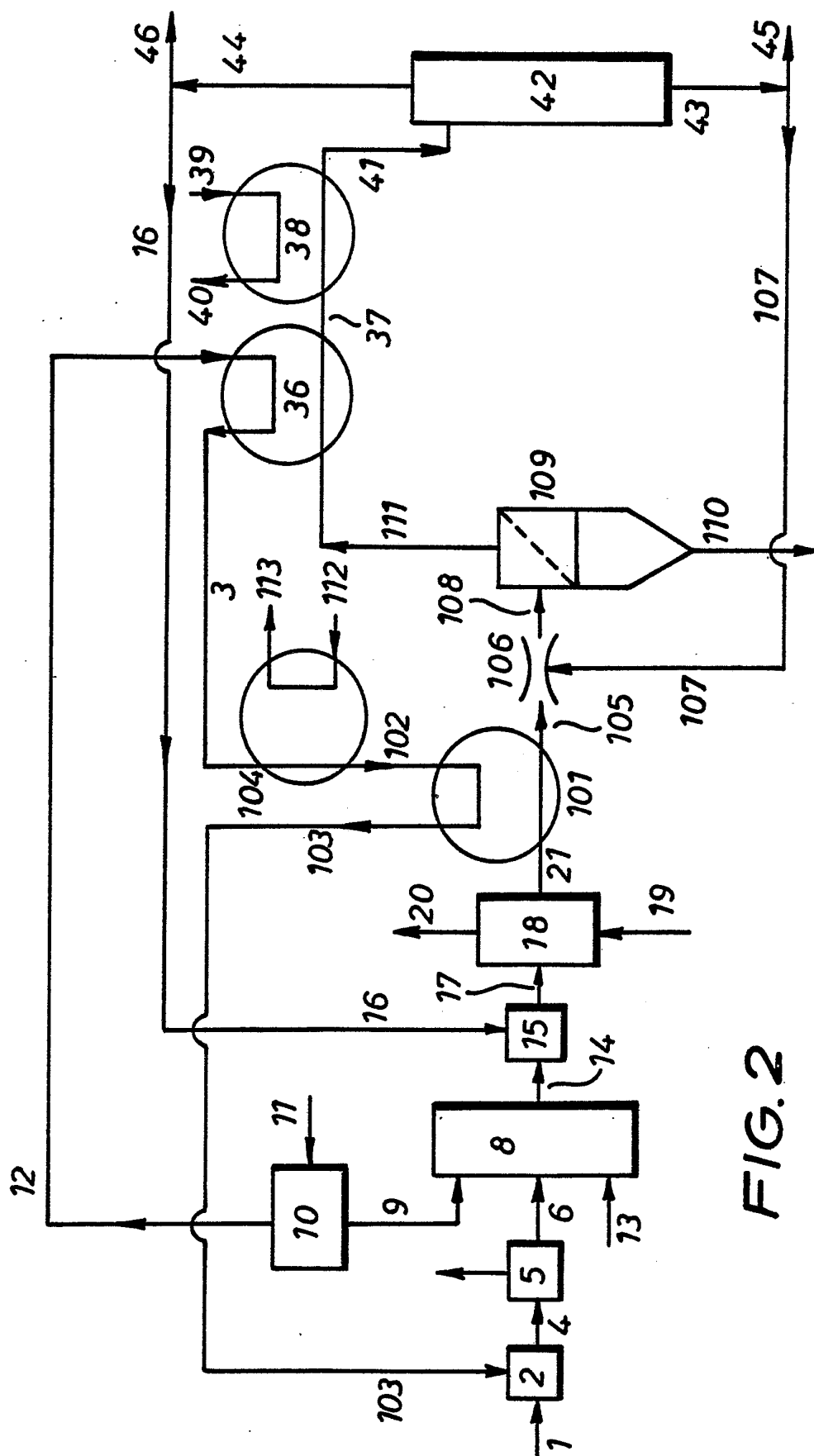


FIG. 2