



NORGE

(19) [NO]

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) **Nr. 158116**

(51) Int. Cl.⁴ **F 25 J 3/04**

(21) Patentsøknad nr. **834445**

(22) Inngivelsesdag **02.12.83**

(24) Løpedag **02.12.83**

(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(71)(73) Søker/Patenthaver **UNION CARBIDE CORPORATION,**
Old Ridgebury Road,
Danbury, CT 06817, USA.

(74) Fullmektig **Siv.ing. Jan E. Helgerud,**
Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(54) Oppfinnelsens benevnelse **FREMSTILLING AV NITROGEN VED
KRYOGENSEPARERING AV LUFT.**

(57) Sammendrag

Effektiv fremstilling av store mengder nitrogen under forhøyet trykk og med høy gjenvinningsgrad oppnås ved kryogen separering av luft under anvendelse av to separate kolonner, hver av hvilke er utstyrt med en toppkondensator og der den andre kolonne behandler en matestrøm som oppnås fra den første kolonne.

(56) Anførte publikasjoner

BRD (DE) patent nr. 2920270,
Britisk (GB) patentsøknad, publ.nr. 2079428,
USA (US) patent nr. 3348385, 3375673,
3447331, 3736762, 4222756, 4345925.

(86) Internasjonal søknad nr. -

(86) Internasjonal inngivelsesdag -

(85) Videreføringsdag -

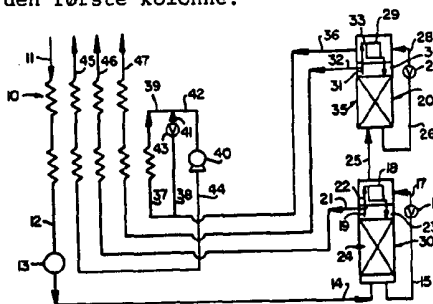
(41) Alment tilgjengelig fra **04.06.84**

(44) Utlegningsdag **05.04.88**

(72) Oppfinner

WALTER JOSEPH OLSZEWSKI,
Tonawanda, NY,
RAVINDRA FULCHAND PAHADE,
North Tonawanda, NY,
JOHN HAROLD ZIEMER,
Grand Island, NY,
USA.

(30) Prioritet begjært **02.12.82, US, nr. 446235.**



Foreliggende oppfinnelse angår generelt en fremgangsmåte for fremstilling av nitrogengass med et trykk over det atmosfæriske ved separering av luft ved rektifisering.

- 5 En anvendelse av nitrogen som stadig får økende betydning er som fluid ved sekundære olje- eller gassgjenvinningsteknikker. Slike teknikker blir et fluid pumpet inn i grunnen for å lette fjerning av olje eller gass fra denne. Nitrogen er ofte det fluid som benyttes på grunn av den relative til-
10 gjengelighet og på grunn av at den ikke understøtter forbrenning.

- Når nitrogen benyttes i slike forbedrede olje- eller gassgjenvinningsteknikker, pumpes nitrogen generelt inn i grunnen ved forhøyet trykk som kan være fra $35,15 \text{ kg/cm}^2$ til
15 703 kg/cm^2 eller mer.

- Fremstillingen av nitrogen ved kryogenseparering av luft er velkjent. I en velkjent prosess benyttes to kolonner i
20 varmevekslingsforhold. En kolonne er ved et høyere trykk og der luft for separering i oksygenanrikede og nitrogenanrikede fraksjoner. En andre kolonne har et lavere trykk og der skjer den endelige separering av luft til produkt. En slik dobbeltkolonneprosess gjennomfører effektivt luft-
25 separeringen og kan gjenvinne en høyere prosentandel, opp til 90% av nitrogenet i råstoffet. Imidlertid har en slik prosess den mangel at når nitrogen er ønsket for bruk ved forbedret olje- eller gass, da produktnitrogenet befinner seg ved relativt lavt trykk, generelt mellom ca. $1,05$ og
30 $1,75 \text{ kg/cm}^2$. Dette nødvendiggjør en betraktelig grad av ytterligere komprimering av nitrogenet før dette kan benyttes for å forbedre olje- eller gassgjenvinning. Denne ytterligere komprimering er heller kostbar.

- 35 Videre er det kjent en kryogen enkel kolonne luftsepareringsprosess som gir høytrykksnitrogen, karakteristisk ved et trykk innen området ca. $4,92$ til $6,33 \text{ kg/cm}^2$.

Nitrogen ved slike høye trykk reduserer i vesentlig grad omkostningene ved komprimering av nitrogen til det nivå som er nødvendig for forbedret olje- og gass-gjenvinning i forhold til omkostningene ved komprimering av nitrogenpro-
5 dukt fra en konvensjonell dobbeltkolonneseparering. Imidlertid kan en slik enkeltkolonne prosess kun gjenvinne en relativt lav prosentandel, f.eks. opp til ca. 60 vekt-% av nitrogenet i mateluften. Hvis man virkelig gjennomførte separeringen i kolonnen ved høyere trykk for å oppnå nitrogen ved
10 høyere trykk enn 4,92 til 6,33 kg/cm², vil man få ennå lavere gjenvinning enn de 60% som er antydnet ovenfor.

En gjenstand for oppfinnelsen er derfor å tilveiebringe
15 en kryogen luftsepareringsprosess som gir nitrogen ved forhøyet trykk og ved høy separeringseffektivitet og høy utvinning.

Disse og andre gjenstander for oppfinnelsen vil bli åpenbare
20 for fagmannen ved et studium av den følgende beskrivelse og målene oppnås ved:

En fremgangsmåte for fremstilling av nitrogengass med et trykk
25 over det atmosfæriske ved separering av luft ved rektifisering omfattende:

innføring av rensset, avkjølt mateluft med et trykk over det atmosfæriske til en høytrykkskolonne som arbeider ved et trykk fra ca. 5,6-21,1 kg/cm², separering av mateluften ved
30 rektifisering i høytrykkskolonnen til en første, nitrogenrik dampfraksjon og en første, oksygenanriket væskefraksjon; kondensering av en andel av den første nitrogenrike dampfraksjon ved indirekte varmeveksling med den første oksygenanrikede væskefraksjon for derved å oppnå en første nitrogenrik
35 væskeandel og en første oksygenanriket dampfraksjon; og anvende den første nitrogenrike væskeandel som flytende tilbake-løp for høytrykkskolonnen; innføring av den første oksygenanrikede dampfraksjon til en

middeltrykkskolonne som arbeider ved et trykk lavere enn det til høytrykkskolonnen, på ca. 2,8 til 10,5/cm², separering av den første anrikede dampfraksjon ved rektifisering i middeltrykkskolonnen til en andre nitrogenrik dampfraksjon og en andre oksygenanriket væskefraksjon; og denne fremgangsmåte karakteriseres ved gjenvinning av 20-60% både av den første og den andre nitrogenrike dampfraksjon; kondensering av en andel av den andre nitrogenrike dampfraksjon ved indirekte varmeveksling med den andre oksygenanrikede væskefraksjon for derved å oppnå en andre nitrogenrik væskeandel og en andre oksygenanriket dampfraksjon; og anvende den andre nitrogenrike væskeandel som flytende tilbakeløp for middeltrykkskolonnen; samt å fjerne den andre oksygenanrikede dampfraksjon fra prosessen.

15

Uttrykket "indirekte varmeveksling" slik det her benyttes, betyr å bringe to fluide strømmer i varmevekslingsforbindelse med hverandre uten noen form for fysisk kontakt eller blanding av fluidene med hverandre.

20

Uttrykket "kolonne" slik det benyttes i foreliggende spesifikasjon og krav, betyr en destillasjons- eller fraksjoneringskolonne eller sone, dvs. en kontaktkolonne eller -sone der væske- og dampfase i motstrøm kommer i kontakt for å bevirke separering av en fluid blanding, slik som f.eks. ved å bringe damp- og væskefaser i kontakt på en serie vertikalt anordnede plater, anordnet i kolonnen etter alternativt, på pakke-elementer med hvilke kolonnene er fylt. For en ytterligere beskrivelse av destillasjonskolonner skal det henvises til Chemical Engineers' Handbook, 5. utg. utgitt av R.H.Perry og C.H.Chilton, McGraw-Hill Book Company, New

30

35

158116

4

York, seksjon 13, "Distillation" B.D. Smith et al., side 13-3, The Continous Distillation Process. Damp- og væske kontakt separerings-prosesser avhenger av forskjellen i damptrykk for komponentene. Komponenten med høyt damptrykk (eller den mere flyktige eller mere lavtkokende) vil tendere til å konsentreres i dampfasen mens komponenten med lavt damptrykk (eller den mindre flyktige eller høyere kokende) vil tendere til å konsentreres i væskefasen. Destillasjon er den separeringsprosess hvorved oppvarming av en væskeblanding kan benyttes for å konsentrere den eller de flyktige komponenter i dampfasen og derved den eller de mindre flyktige komponenter i væskefasen. Delvis kondensering er den separeringsprosess hvorved avkjøling av en dampblanding kan benyttes for å konsentrere den eller de flyktige komponenter i dampfasen og derved den eller de mindre flyktige komponenter i væskefasen. Rektifisering eller kontinuerlig destillasjon er den separeringsprosess som kombinerer suksessiv partiell fordamping og kondensasjon oppnådd ved en motstrøms behandling av damp- og væskefaser. Motstrøms kontakten mellom damp og væske er adiabatisk og kan inkludere integral eller differensial kontakt mellom fasene. Separeringsprosess-arrangementer som benytter prinsippene med rektifisering for å separere blandinger kalles ofte rektifiseringskolonner, destillasjonskolonner, eller fraksjoneringskolonner.

Uttrykket "renset, avkjølt luft" slik det her benyttes, i beskrivelse og krav, betyr luft som i det vesentlige er rensset for urenheter, slik som vanddamp og karbondioksyd, og som har en temperatur generelt under ca. 120°K og fortrinnsvis under ca. 110°K.

Uttrykket "tilbakeleøpsforhold" slik det benyttes i foreliggende beskrivelse og krav, betyr det numeriske forhold mellom væskestrømmen og dampstrømmen, begge deler uttrykt på molal basis, som i motstrøm bringes i kontakt i kolonnen for å bevirke separering.

Oppfinnelsen skal forklares nærmere under henvisning til de ledsagende tegninger, der

Fig. 1 skjematisk viser en foretrukket utførelsesform av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen;

Fig. 2 skjematisk viser en annen foretrukket utførelsesform av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen; og

Fig. 3 er et McCabe-Thiele diagram for to destillasjonskolonner som kan benyttes ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen.

Under henvisning til fig. 1, blir mategass under trykk 11 ført gjennom en deovervarmer 10 der den avkjøles og renses for urenheter, slik som vanndamp og karbondioksyd. Den avkjølte, rensede luft 12 føres deretter gjennom en kald adsorberende felle 13 der det fjernes forurensninger slik som hydrokarboner og medrevne faststoffer. Denne felle 13 består av et hvilket som helst egnet materiale, slik som f.eks. silikagel.

Den rensede, avkjølte luft 14 under trykk tilføres til bunnen av høytrykkskolonnen 30 som arbeider ved et trykk fra ca. 5,6 til 21 kg/cm² fortrinnsvis fra ca. 6,3 til 14 og aller helst fra ca. 7 til 11,2 kg/cm².

I kolonne 13 blir luft separert i en første nitrogenrik dampfraksjon og en første oksygenanriket, flytende fraksjon. Den første nitrogenrike dampfraksjon 19 deles i en andel 21 som fjernes fra kolonnen 13, føres gjennom deoverheteren 10 og gjenvinnes som høytrykksprodukt nitrogenengass 46, og en andel 22 som tilføres til en kondensator 18. Nitrogenrik damp andel 21 kan omfatte fra ca. 20 til 60% av en første nitrogenrik dampfraksjon 19, fortrinnsvis fra ca. 30 til 50 og aller helst fra ca. 35 til 45%. Den første oksygenanrikede, flytende fraksjon 15 ekspanderes i ventilen 16 og føres 17 til kondensatoren 18, der den

158116

6

fordampes ved indirekte varmeveksling med nitrogenrik dampandel 22, for derved å gi en første oksygenanriket dampfraksjon og en første nitrogenrik væskefraksjon 23. Den første nitrogenrike væskefraksjon 23 benyttes som flytende tilbake-
5 løp mot mateluft 14 i kolonnedelen 24 for å bevirke separering av mateluften.

Oksygen-anriket strøm 25 tilføres til bunnen av kolonnen 20 som råstoff. Strømmen 25 kan være kun damp eller kan
10 bestå av opp til 5% væske. Kolonnen 20 arbeider ved et trykk under det i kolonnen 30, fra ca. 2,8 til 10,5 kg/cm² fortrinnsvis fra ca. 3,1 til 7, og aller helst fra ca. 3,5 til 5,6 kg/cm².

I kolonnen 20 blir den oksygenanrikede strøm 25 separert i andre nitrogenrik dampfraksjon og en andre oksygenanriket væskefraksjon.
15 Den andre nitrogenrike dampfraksjon 31 deles i en del 32 som fjernes fra kolonnen 30, føres gjennom deoverheteren 10 og gjenvinnes som middels trykks-produkt nitrogengass 47, og en andel 33 som tilføres til kondensatoren 29. Nitrogenrik damp andel 32 kan omfatte fra ca. 20 til 60% andre nitrogenrike dampfraksjoner 31, fortrinnsvis fra ca. 30 til 50, og aller helst fra ca. 35 til 45%. Den andre oksygenanrikede, flytende fraksjon 26 ekspanderes i ventilen 27, og føres 28 til kondensatoren 29, der den fordampes ved
25 indirekte varmeveksling med nitrogenrik dampandel 33, som når det gjelder ekspansjon i ventilen, blir ekspansjonen av den oksygenanrikede væske i ventilen 27 gjennomført for å gi en trykkdifferanse og således en temperaturdifferanse slik at den nitrogenrike damp med høyere trykk kan
30 kondenseres mot den oksygenanrikede væske med lavere trykk. Den resulterende andre nitrogenrike væskeandel 34 benyttes som flytende tilbakeløp mot oksygenanriket damp i kolonnedelen 35 for å bevirke separering.

35 Den andre oksygenanrikede dampfraksjon 36 fra kondensering av nitrogenrik dampandel 33, kan føres gjennom deoverheteren 10 og fjernes fra prosessen. Utførelsesformen ifølge fig.

1 viser en foretrukket utførelsesform der denne spillstrøm
36 beholder noe trykkenergi og benyttes for å utvikle anleggs-
avkjøling. I denne foretrukne utførelsesform blir oksygenan-
riket spillstrøm 36 delt i fraksjoner 37 og 38. Fraksjon
5 37 tilføres til luft deoverheteren 10 og varmes opp partielt.
Denne strøm tjener til å tilveiebringe kald ende ubalanse
for temperaturkontroll for å sikre selvrensing av den rever-
serende varmeveksler. Reverserende varmevekslere og deres
selvrenningskrav er velkjente i teknikken. Ubalanse-strømmen
10 fjernes fra deoverheteren som strømmen 39. Strømmen 38
ekspanderes i ventilen 43 og føres som strøm 41 til strømmen
39 med hvilken den kombineres for å danne en strøm 42.
Denne strøm 42 ekspanderes mens den fremdeles befinner seg
under trykk i turboekspanderen 40 hvorfra den slipper ut
15 som en strøm 44 som føres til deoverheteren 10, oppvarmes
til omgivelsestemperatur og fjernes fra systemet som strømmen
45. Bruken av spilloksygen-anrikt strøm for å tilveiebringe
anleggsavkjøling er fordelaktig fordi kolonnene nu arbeider
ved høyere trykk enn det som er tilfelle når oksygenanrikt
20 strøm kun føres gjennom deoverheteren. Dette resulterer
i et nitrogenprodukt med høyere trykk. Denne fordel er
tilstede uansett omdet benyttes reverserende eller primære
varmevekslere som doverheter. Når det benyttes reverser-
ende varmevekslere, er en annen fordel øket produkt nitrogen-
25 gjenvinning på grunn av det høyere trykk for innkommende
mateluft.

Tabell I inneholder typiske prosessbetingelser som oppnås
fra en regnemaskin-simulering av prosessen som angitt i
30 fig. 1. Strøm nummere viser til tallene i fig. 1. Som
vist i tabell I, var nitrogengjenvinningen 79% av det som var
tilgjengelig fra mateluften.

158116

8

Tabell I

	<u>Strøm</u>	<u>Nummer</u>	<u>Verdi</u>
	Mateluft	11	
5	Strøm, st.m ³		27,18
	Temperatur, °K		278
	Trykk, kg/cm ² man.		9,1
	Høytrykkskolonne-mateluft	14	
	Strøm, st. m ³		27,18
10	Trykk, kg/cm ² man.		8,9
	Middelstrykk-kolonnetilmatning	25	
	Strøm, st.m ³		16,45
	Renhet, °O ₂		35
	Trykk, kg/cm ² man.		4,8
15	Spillokxygen - anriket damp	36	
	Strøm, st.m ³		10,19
	Renhet, °O ₂		56
	Trykk, kg/cm ² man.		7,5
	Høytrykksnitrogenprodukt	21	
20	Strøm, st.m ³		10,73
	Renhet, ppm O ₂		4
	Trykk, kg/cm ²		8,7
	Middelstrykk-nitrogenprodukt	32	
	Strøm, st.m ³		6,26
25	Renhet, ppm O ₂		4
	Trykk, kg/cm ² man.		4,7
	Nitrogengjenvinning %		79

Fig. 2 viser en annen foretrukket utførelsesform av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen, hvori en mateluft-fraksjon benyttes for reverserende varmevekslertemperatur-kontroll og for anleggsavkjøling. Fordi luftdeoverheteren benytter en luftfraksjon for både temperaturkontroll og anleggsavkjøling istedet for en oksygenrik strøm, kan denne utførelsesform ha visse fordeler når det gjelder anleggets pålitelighet. Videre kan dette prosessarrangement anvende mateluft ved lavere trykk fordi spillokxygenstrømmen fra middels trykk kolonnen ikke ekspanderes for anleggsavkjøling og

derfor kan befinne seg ved lavere trykk. De tall som benyttes i fig. 2 tilsvarer de i fig. 1, fordi elementer som er felles for begge utførelsesformer.

- 5 Under henvisning til fig. 2, blir renset og avkjølt mateluft under trykk ved 84 delt i en andel 14 som mates til kolonnen 30 og i en del 86 som kan omfatte fra ca. 10 til 30% av mateluften. Strømmen 86 oppvarmes ved partiell gjennomgang i deoverheteren 10 og ekspanderes i turboekspanderen 87
- 10 til et middels trykk. Middelstrykk-luften tilføres deretter 88 til middelstrykk-kolonnen 20 der den separeres ved rektifisering i nitrogenrik damp og oksygenanriktet væske som delvis omfatter den andre nitrogenrike dampfraksjon og den andre oksygenanrikede væskefraksjon. Resten av prosessen tilsvarer det som er beskrevet i fig. 1.
- 15

Tabell II inneholder typiske prosessbetingelser oppnådd

fra en regnemaskinsimulering av prosessen som vist i fig.

2. Strømnummerne henviser til tallene i fig. 2. I prosessen

- 20 som er angitt i tabell II, var nitrogen gjenvinningen 80% av den tilgjengelige mateluft.

	<u>Strøm</u>	<u>Nummer</u>	<u>Verdi</u>
	Mateluft,	11	
25	Strøm, st.m ³		75,95
	Temperatur, °K		278
	Trykk, kg/cm ² man.		7,5
	Høytrykkskolonne-mateluft	14	
	Strøm, st.m ³		64,17
30	Trykk, kg/cm ² man.		7,38
	Middelstrykkkolonne-tilmatning luft 88		
	Strøm, st.m ³		11,78
	Trykk, kg/cm ²		3,8
	Middelstrykk kolonnetilmatning	25	
35	Strøm, st.m ³		37,43
	Renhet, %O ₂		36

158116

10

Tabell II forts.

	<u>Strøm</u>	<u>Nummer</u>	<u>Verdi</u>
	Spillokxygen anriktet damp	36	
	Strøm, st.m ³		27,72
5	Trykk, kg/cm ² man.		1,26
	Renhet, °O ₂		58
	Høytrykksnitrogenprodukt	21	
	Strøm, st.m ³		26,73
	Trykk, kg/cm ² man.		7,17
10	Renhet, ppm O ₂		4
	Middelstrykk-nitrogenprodukt	32	
	Strøm, st.m ³		21,52
	Trykk, kg/cm ² man.		3,65
	Renhet, ppm O ₂		4
15	Nitrogen gjenvinning %		80

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen gir utventet fordelaktige resultater ved å benytte to separate kolonner ved spesifiserte trykknivåer og med et hensiktsmessig råstoffsammensetningsforhold. For tydeligere å forklare det uventede ved fordelene ifølge oppfinnelsen, skal det henvises til fig. 3 som er et McCabe-Thiele diagram for destillasjonskolonner brukbare ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen. Se f.eks. Unit Operations of Chemical Engineering, McCabe og Smith, McGraw Hill Book Company, New York, 1956, kapittel 12, sidene 689-708 for diskusjon av McCabe-Thiele diagrammer. I fig. 3 er luft tilnærmet som en binært system omfattende nitrogen og oksygen med argon og andre gasser slått sammen med oksygen.

30

Under henvisning til fig. 3, er linjen A det geometriske sted for lik damp- og væskesammensetning. Kurven C er likevektskurven for høytrykks kolonnen og viser det geometriske sted for likevekts damp-sammensetninger for væskesammensetninger gjennom kolonnen og på tilsvarende måte er kurve B det geometriske sted for likevektsbetingelser når det gjelder middeltrykk-kolonnen. Høytrykkskolonnen ville

behandle et luftråstoff H i den i det vesentlige mettede damptilstand som angitt av råstofflinjen F. Linje D viser representative væske-til-damp-tilbakeførsforhold for kolonnen og er derved det geometriske sted for massebalanse-damp- og væske-sammensetninger i kolonnen. Slik det fremgår av fig. 3, blir middelstrykk-kolonne-råstoffet med en sammensetning ved J på ca. 35% oksygen tatt fra bunnen av høytrykkskolonnen, og etter fordamping, blir den det mettede dampråstoff til middelstrykkkolonnen, representert ved den horisontale matelinje G. Linjen E representerer væske-til-dampforholdsstedet for middelstrykkkolonnen, og slik det fremgår, er dette væske-til-damp- eller tilbakeførsforhold kun noe høyere enn tilbakeførsforholdet for høytrykkskolonnen, representert ved linjen D. Således ses det at det er tilfel-

dig at likevektslinjen B for middelstrykkkolonne har en damp med høyere nitrogeninnhold ved en hvilken som helst gitt væsketilstand, eller ellers ville viste tilbakeførsforhold være utilstrekkelig for operativ drift av middeltrykks kolonnen. Med andre ord befinner middeltrykkskolonnen seg ved et trykk som tillater at den behandler råstoff med høyere oksygeninnhold ved et tilbakeførsforhold sammenlignbart med det som er nødvendig i høytrykkskolonnen. Som et resultat, kan middelstrykkkolonnen ha en nitrogenproduktgjenvinning sammenlignbart med den i høytrykkskolonnen på tross av tilmatningen med høyere oksygeninnhold til middelstrykkkolonnen. Dette er fordi det lavere driftstrykk nivå for middelstrykkkolonnen kompenserer for tilmatning med høyere oksygeninnhold. Hvis det var nødvendig med et vesentlig høyere tilbakeførsforhold for middelstrykkkolonnen, ville dette måtte oppnås ved å redusere nitrogenprodukt fra denne kolonnen og derved redusere nitrogenproduktgjenvinning fra råstoffet til denne middelstrykkkolonne. Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er et resultat av kombinasjonen av forskjellige matestrømmer til separate kolonner som arbeider ved forskjellige trykk, slik at hver kolonne fremstiller nitrogenprodukt, representert ved punktet N, ved en effektiv gjenvinning.

En fordel ved utførelsesformen i fig. 2 kan illustreres ved posisjonen for linjene L og M som representerer tilbake-løpsforholdene for de to deler av middelstrykkkolonnen. Tilsetning av noe dampformig luftråstoffer til middelstrykk-

5 kolonnen tillater et høyere tilbakeløpsforhold i bunndelen og tillater derfor lavere tilbakeløpsforhold i toppdelen av middelstrykkkolonnen, uten at dette er til hindre for driften. Produktet fra fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er nitrogen under forhøyet trykk. Generelt vil dette nitro-

10 gen gjenvinnes med en renhet på minst 99 mol-%. Ikke-oksygen gass slik som argon, er inkludert i renhetsberegningene som nitrogen. Fortrinnsvis gjenvinnes nitrogen med en renhet på minst 99,5% og aller helst minst 99,9%. Videre kan noe nitrogen, opp til 5% av produktet, gjenvinnes som væske

15 hvis noe av tilbakeløpsstrømmen 23 og/eller tilbakeløpsstrømmen 34 ikke er nødvendig for å oppnå det ønskede tilbake-løpsforhold i den angjeldende kolonnen.

I en annen prosessvariant kan enten en eller begge oksygen-

20 anrikede flytende strømmer 15 og 26 fra kolonnene underkjøles mot oksygen spillstrømmen og/eller produkt nitrogenstrømmene. Dette kan forbedre prosessens effektivitet.

I ytterligere en prosessvariant kan noe mateluft benyttes

25 for overheting av spill- og produktstrømmer og den resulterende kondenserte mateluft, som kan være fra 1 til 3% av den totale tilmatning, innføres til kolonnene på et mellomliggende punkt.

30 I ytterligere en prosessvariant, kan spilloksygen anriket strøm 36 holdes under trykk og høytrykks nitrogen produktet kan ekspanderes til middels trykk for å oppnå anleggsavkjøling.

35 I en ytterligere prosessvariant kan luft deoverheteren benytte ikke-reverserende eller primære varmevekslere for å avkjøle mateluften mot returstrømmer. Et slikt prosessarrangement

kan benytte de velkjente teknikker med varmende- eller omgivelsestemperatur adsorbsjonsrensing av mateluften. Anleggsavkjøling kan fremdeles oppnås ved hjelp av luft, produkt-nitrogen eller spillokxygen ekspansjon.

5

Slik det lett erkjennes, kan man videre gjenvinne spillokxygen strømmene som et oksygenprodukt med lavere renhet.

Ved bruk av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kan man effektivt fremstille store mengder nitrogen ved høyt trykk og med høy gjenvinning. Selv om fremgangsmåten er beskrevet i detalj under henvisning til spesifikke utførelsesformer, vil fagmannen erkjenne at det er mange andre utførelsesformer som omfattes av oppfinnelsens ramme.

15

20

25

30

35

P a t e n t k r a v

1.

- 5 Fremgangsmåte for fremstilling av nitrogengass med et trykk over det atmosfæriske ved separeringen av luft ved rektifisering omfattende:
- innføring av rensset, avkjølt mateluft med et trykk over det atmosfæriske til en høytrykkskolonne som arbeider ved et trykk fra ca. 5,6-21,1 kg/cm²;
- 10 separering av mateluften ved rektifisering i høytrykkskolonnen til en første, nitrogenrik dampfraksjon og en første, oksygenanriket væskefraksjon;
- kondensering av en andel av den første nitrogenrike dampfraksjon ved indirekte varmeveksling med den første oksygenanrikede væskefraksjon for derved å oppnå en første nitrogenrik væskeandel og en første oksygenanriket dampfraksjon;
- 15 og anvende den første nitrogenrike væskeandel som flytende tilbaketilbake for høytrykkskolonnen;
- innføring av den første oksygenanrikede dampfraksjon til en middeltrykkskolonne som arbeider ved et trykk lavere enn det til høytrykkskolonnen, på ca. 2,8 til 10,5/cm²;
- 20 separering av den første anrikede dampfraksjon ved rektifisering i middeltrykkskolonnen til en andre nitrogenrik dampfraksjon og en andre oksygenanriket væskefraksjon;
- 25 k a r a k t e r i s e r t v e d gjenvinning av 20-60% både av den første og den andre nitrogenrike dampfraksjon;
- kondensering av en andel av den andre nitrogenrike dampfraksjon ved indirekte varmeveksling med den andre oksygenanrikede væskefraksjon for derved å oppnå en andre nitrogenrik væskeandel
- 30 og en andre oksygenanriket dampfraksjon; og
- anvende den andre nitrogenrike væskeandel som flytende tilbaketilbake for middeltrykkskolonnen samt
- å fjerne den andre oksygenanrikede dampfraksjon fra prosessen.

35 2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at en andel av den første nitrogenrike, flytende andel gjenvinnes som flytende produkt nitrogen.

3.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at en andel av den andre flytende nitrogenrike andel
gjenvinnes som flytende produktnitrogen.

5

4.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at den andre oksygenanrikede dampfraksjon oppvarmes
og ekspanderes før fjerning fra prosessen.

10

5.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at fra ca. 30 til 50% av den første nitrogenrike
damp-fraksjon gjenvinnes som høytrykks nitrogengass.

15

6.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at minst noe av den andre oksygenanrikede dampfrak-
sjon gjenvinnes som produktoksygen med lavere renhet.

20

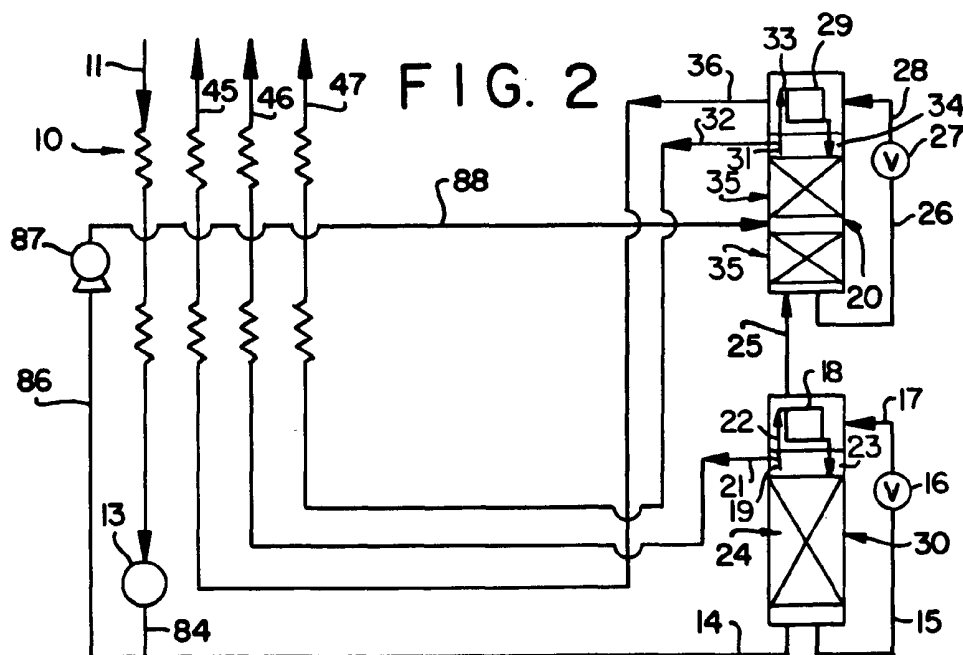
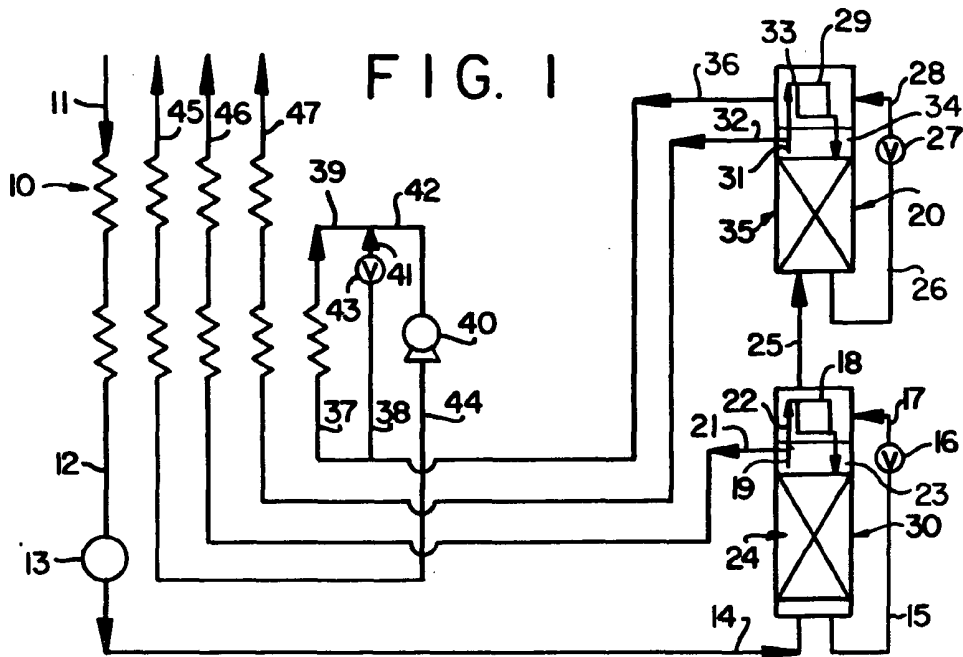
7.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at minst noe av den første nitrogenrike dampfraksjon
som gjenvinnes som produkt nitrogengass, ekspanderes før
gjenvinning.

25

30

35



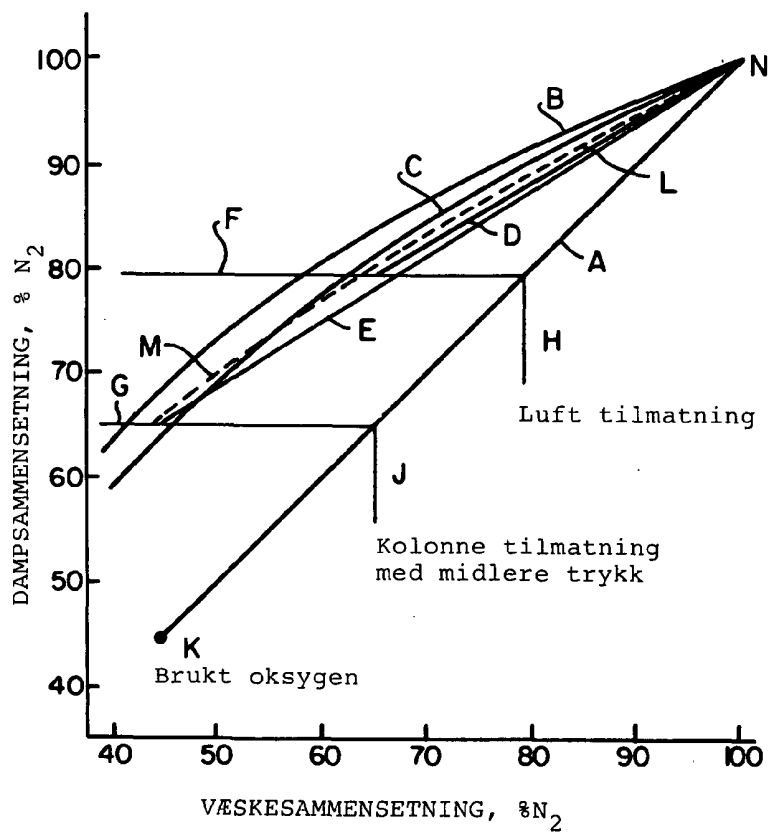


FIG. 3