



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 137565

(51) Int. Cl.² F 25 J 3/04

(21) Patensøknad nr. 741307

(22) Inngitt 08.04.74

(23) Løpedag 08.04.74

(41) Alment tilgjengelig fra 15.10.74

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 05.12.77

(30) Prioritet begjært 13.04.73, Storbritannia, nr. 18042/73

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte og apparat for separering av luft.

(71)(73) Søker/Patenthaver
CRYOPLANTS LIMITED,
Hammersmith House,
London,
England.

(72) Oppfinner
WILLIAM HARROLD AITKEN,
Chigwell, Essex,
England.

(74) Fullmektig Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner
Britisk patent nr. 1150952, 1183012
Sveitsisk patent nr. 377863
BRD utl. skrift nr. 1122560, 1158535, 1501732

Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte for separering av luft hvor luft komprimeres, avkjøles i en varmeveksler og føres til en rektifiseringskolonne, i hvilken trykket er i det vesentlige det samme som det trykk til hvilket den innkomne luft komprimeres, og i hvilken den innkomne luft separeres til nitrogendamp og en oksygenanriket væske, og hvor oksygenanriket væske føres gjennom en ekspansjonsventil (Joule-Thomson-ventil) og bringes i varmeutveksling med en del av nitrogendampen for å tilveiebringe en tilbakestrømning som innføres i rektifiseringskolonnen. Oppfinnelsen vedrører også et apparat for gjennomføring av fremgangsmåten.

Hensikten med en slik separering av luft er å tilføre nitrogen til bruk f. eks. til reduksjon av brennbarheten av en gassblanding i slike beholdere som lasterom, rom eller andre deler av skip, særlig oljetanker eller naturgasstanker, og på land anordnede installasjoner, såsom oljetanker.

Hydrokarbondamper i slike tankskip og lagringstanker har en tendens til å blande seg med oksygen i luften og gi eksplosive blandinger. Den vanlige måte å forhindre en slik eksplosjon er å sikre at det ikke oppnås eksplosive konsentrasjoner. En fremgangsmåte har vært å opprettholde en inert atmosfære i tankene ved dannelsen av en inert gass og innføre den i tanken når oppbyggingen av en eksplosiv blanding enten er ventet eller vist av en registreringsinnretning.

I et kjent system fremstilles flytende nitrogen enten ombord på skip eller det oppnås fra på land anordnede forråd og fordampes ved behov. Denne metode har den ulempe at flytende nitrogen som produseres ombord på skip krever et relativt høyt energiforbruk, og forrås på land medfører vanligvis høye transportkostnader og lagringsvanskeligheter. I et annet kjent sy-

stem blir inert gass fremstilt i store mengder av forbrenningsproduktene til skipsmotorer eller fra spesielt utformede brennere. Inert gass fra slike kilder inneholder en stor andel karbondioksyd som kan reagere med visse laster og kan inneholde korrosive oksyder, f. eks. av svovel eller vanadium. Et annet potensielt problem er at en kontinuerlig krets eksisterer mellom forbrenningssonen og den del av beholderen hvor man vil hindre en eksplosjon. Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte og et apparat for dannelselse av nitrogen, som er særlig egnet for anvendelse ombord på skip.

Ifølge oppfinnelsen er det tilveiebragt en fremgangsmåte for separering av luft hvor luft komprimeres, avkjøles i en varmeveksler og føres til en rektifiseringskolonne, i hvilken trykket er i det vesentlige det samme som det trykk til hvilket den innkomne luft komprimeres, og i hvilken den innkomne luft separeres til nitrogendamp og en oksygenanriket væske, og hvor oksygenanriket væske føres gjennom en ekspansjonsventil (Joule-Thomson-ventil) og bringes i varmeutveksling med en del av nitrogendampen for å tilveiebringe en tilbakestrømning som innføres i rektifiseringskolonnen. Fremgangsmåten er kjennetegnet ved at flytende nitrogen fra et forråd innføres i rektifiseringskolonnen for å tilveiebringe en kjøling i denne.

Oppfinnelsen vedrører også et apparat for gjennomføring av fremgangsmåten, hvilket apparat innbefatter en luftkompressor, en varmeveksler for kjøling av den komprimerte luft, en rektifiseringskolonne som drives ved i det vesentlige det samme trykk som trykket for den komprimerte luft for å separere den komprimerte luft til nitrogendamp og en oksygenanriket væske, en ekspansjonsventil som ekspanderer den oksygenanrikede væske og en varmeveksler for indirekte kontakt mellom den ekspanderte oksygenanrikede væske og en del av nitrogendampen for å frembringe en tilbakestrømning av nitrogen som blir gjeninnført i rektifiseringskolonnen. Apparatet er kjennetegnet ved en lagringstank for flytende nitrogen, tilknyttet rektifiseringskolonnen for innføring av flytende nitrogen i rektifiseringskolonnen.

Den innkomne luft er fordelaktig komprimert til et lavt trykk, typisk i området 2 - 4 bar. En etterkjøler, f. eks. en varmeveksler, i hvilken komprimert luft blir bragt i indirekte kontakt med kjølevann kan hvis ønsket anordnes for å fjerne var-

men fra kompresjonen, men i mange tilfeller, særlig hvis kompresjonen er mindre enn 4 bar, gir dette små fordeler.

Luftkompresjonen kan utføres i en kompressor som også kan benyttes til andre formål, f. eks. til å pumpe frisk luft inn i en beholder for å blåse ut inert gass fra denne. I et slikt tilfelle benyttes luftkompressoren alternativt til drift av systemet for å tilveiebringe nitrogen for å gjøre beholderen inert og ved den etterfølgende fjerning av inert gass.

Slik alternativ drift kan være nødvendig når det må utøves reparasjoner i det indre av beholderen.

Hovedvarmeveksleren for kjøling av den innkomne luft er fordelaktig en omvendt varmeveksler. Denne vil vanligvis bli avkjølt såvel av den oksygenanrikede strøm og en annen del av nitrogendampstrømmen, hvilken del ikke er returnert til rektifiseringskolonnen som tilbakestrømning, men fordeles på en ønsket måte. Den oksygenanrikede strøm som forlater hovedvarmeveksleren vil vanligvis bli kassert.

Den avkjølte luft som forlater hovedvarmeveksleren føres direkte til rektifiseringskolonnen uten å gå gjennom noe ekspansjonstrinn.

Selv om det kan benyttes en dobbelt rektifiseringskolonne, er en enkel kolonne velegnet for de fleste formål, da det vanligvis bare er nødvendig å konsentrere den oksygenanrikede væske til et oksygeninnhold i området 35 - 40 %. En enkelt kolonne kan lett drives til å gi meget ren nitrogendamp, vanligvis bedre enn 99,5 % renhet.

Hvis hovedvarmeveksleren er av den reverserende type, vil den bevirke fjerningen av vanndamp og karbondioksyd fra den innkomne luft. Hvis det benyttes en annen type varmeveksler, er det fordelaktig anordnet et adsorbsjons- eller absorpsjonssystem for å fjerne vanndamp og karbondioksyd enten før den innkomne luft når hovedvarmeveksleren eller på et sted på denne.

I noen tilfeller er det nødvendig å oppvarme en eller begge strømmene av oksygenanriket væske og nitrogendamp før de går inn i hovedvarmeveksleren for å hindre kjøling av den innkomne luft til en for lav temperatur før inngangen til rektifiseringskolonnen. Varmingen kan utøves med en varmeveksler i hvilken den oksygenanrikede strøm og nitrogendampen bringes i indirekte kontakt med relativt varm luft som tas fra den komprimerte strøm

som går inn i rektifiseringskolonnen. Den således avkjølte luft blir så ført tilbake til rektifiseringskolonnen ved et nivå nær det hvor resten av den komprimerte strøm innføres.

Flytende nitrogen innføres fra forrådet til rektifiseringskolonnen og utgjør størstedelen av kuldebehovet til prosessen. Mengden av flytende nitrogen som er nødvendig avhenger av forskjellige faktorer, innbefattende effektiviteten til utstyret, men er vanligvis ved jevn drift mellom 5 og 10 % (målt som damp) av volumet av oppnådd nitrogengass i tidsenheten for rektifiseringskolonnen.

Det lagrede flytende nitrogen kan hvis ønsket bli fremstilt i et lite luftsepareringsanlegg som kjører over lengre perioder i forhold til driftsperioden for luftsepareringsanlegget ifølge oppfinnelsen. For inertgjøring av en tank med et slikt system kan det lille anlegg benyttes til å bygge opp over en lengre periode det volum av lagret flytende nitrogen som så trekkes ut når det er nødvendig å drive det større luftsepareringsanlegg for å gi en høy hastighet for nitrogenutlevering over en kort periode.

Oppfinnelsen er særlig fordelaktig ved anvendelse ombord på skip. Det benyttes et lavere lufttrykk enn ved de konvensjonelle luftsepareringsanlegg og apparatet er betydelig enklere og således mer pålitelig enn de kjente anlegg. Det gir 15 - 20 ganger det volum av nitrogengass som ville bli utviklet ved fordampning av et volum av flytende nitrogen svarende til det som er innført i apparatet. Ved anvendelse av flytende nitrogen tillater det en meget hurtig start og således fremstillingen av store mengder gass over en relativt kort periode. Dette er særlig verdifullt når beholdere skal gjøres inerte, da sikkerhetsbestemmelsene krever en stor hastighet for inert-gassforsyningen. Det produserer lett nitrogen med en renhet høyere enn 99,5 %.

Oppfinnelsen skal i det følgende nærmere beskrives ved hjelp av et utførelseseksempel som skjematisk er vist på tegningen i form av et strømningsdiagram.

Luft komprimeres i en luftkompressor 1 til ca. 3 bar og avkjøles i en reversert varmeveksler 2. Den avkjølte luft går inn i en enkel rektifiseringskolonne 3 i hvilken den separeres i nitrogendamp og en oksygenanriket væske med et oksygeninn-

hold i området 35 - 40 % oksygen. Oksygenanriket væske trekkes ut fra bunnen av kolonnen, ekspanderes i en ekspansjonsventil 4 og benyttes i en varmeveksler 5 for å kondensere en del av nitrogendampproduktet som trekkes ut fra toppen av kolonnen. Det kondenserte nitrogen føres tilbake til toppen av kolonnen for å virke som tilbakestrømning. Resten av nitrogenproduktet og oksygenanriket luft forlater varmeveksleren 5 og føres gjennom en varmeveksler 6, i hvilken det foretas en oppvarming ved indirekte kontakt med en luftstrøm som trekkes ut fra den komprimerte luftstrøm like foran hovedluftinntaket i kolonnen 3, og den således kjølte luft blir returnert til kolonnen 3 ved et nivå nær hovedluftinnløpet. Nitrogenstrømmen og den oksygenanrikede strøm fra varmeveksleren 6 blir så ført gjennom den reverserte varmeveksler 2 for å kjøle den innkomne luft til en temperatur nær metningstemperaturen.

Ved fremgangsmåten blir flytende nitrogen innført ved toppen av rektifiseringskolonnen 3 fra en lagertank 7. Dette sørger for å opprettholde de kolde driftsforhold for rektifiseringskolonnen, og graden av nitrogeninnføring innstilles for å holde systemet i likevekt. Den nitrogengass som oppnås fra en slik enhet har vanligvis et trykk på 2,5 bar, som er et særlig egnet trykk for vanlig fordeling ombord på skip.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for separering av luft hvor luft komprimeres, avkjøles i en varmeveksler og føres til en rektifiseringskolonne, i hvilken trykket er i det vesentlige det samme som det trykk til hvilket den innkomne luft komprimeres, og i hvilken den innkomne luft separeres til nitrogendamp og en oksygenanriket væske, og hvor oksygenanriket væske føres gjennom en ekspansjonsventil (Joule-Thomson-ventil) og bringes i varmeutveksling med en del av nitrogendampen for å tilveiebringe en tilbakestrømning som innføres i rektifiseringskolonnen, k a r a k t e r i s e r t v e d at flytende nitrogen fra et forråd innføres i rektifiseringskolonnen for å tilveiebringe en kjøling i denne.

2. Apparat for separering av luft etter fremgangsmåten ifølge krav 1, innbefattende en luftkompressor (1), en varmeveksler (2) for kjøling av den komprimerte luft, en rektifiserings-

137565

kolonne (3) som drives ved i det vesentlige det samme trykk som trykket for den komprimerte luft for å separere den komprimerte luft til nitrogendamp og en oksygenanriket væske, en ekspansjonsventil (4) som ekspanderer den oksygenanrikede væske og en varmeveksler (5) for indirekte kontakt mellom den ekspanderte oksygenanrikede væske og en del av nitrogendampen for å frembringe en tilbakestrømning av nitrogen som blir gjeninnført i rektifiseringskolonnen (3), k a r a k t e r i s e r t v e d en lagrings-tank (7) for flytende nitrogen, tilknyttet rektifiseringskolonnen (3) for innføring av flytende nitrogen i rektifiseringskolonnen (3).

