



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 132442

(51) Int. Cl.² F 17 C 5/00

(21) Patensøknad nr. 4792/72
(22) Inngitt 28.12.72
(23) Løpedag 28.12.72

(41) Alment tilgjengelig fra 02.07.73
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 04.08.75

(30) Prioritet begjært 29.12.71, Forbundsrepublikken Tyskland,
nr. P 21 65 388

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte og anordning for trinnvis tømning
av et antall lagringsbeholdere for flytendegjort
gass.

(71)(73) Søker/Patenthaver LINDE AKTIENGESELLSCHAFT,
Hildastr. 2 - 10, 62 Wiesbaden,
Forbundsrepublikken Tyskland.

(72) Oppfinner BECKER, Rudolf,
München,
Forbundsrepublikken Tyskland.

(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Norsk patent nr. 107083
US patent nr. 2037467

Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte for trinnvis tømming av et antall lagringsbeholdere for flytendegjort gass, som står under lagringstrykk, f.eks. i et tankskip, ved å føre inn komprimert, gassformet lagringsmedium eller inert gass i beholderne, samt en anordning for utførelse av fremgangsmåten.

For tømming av lagringsbeholdere for flytendegjort gass er det kjent å frembringe et overtrykk inne i alle beholderne, f.eks. ved å føre inn komprimert gassformet lagringsmedium, for derved å trykke ut flytendegjort gass fra beholderne. Størrelsen av det overtrykk som må frembringes, er i dette tilfelle avhengig av den spesifikke vekt av den flytendegjorte gass som skal transporteres, av høyden av gassbeholderne og av det påkrevde tilførselstrykk til

pumpene som skal transportere den flytendegjorte gass i land. Som regel beløper det overtrykk som må frembringes, seg til noen ato. Ved slutten av tømmeoperasjonen står da alle beholderne under det overtrykk som var nødvendig til transport av den flytendegjorte gass.

Særlig ved tømning av store tankskip for flytendegjort gass og bestående av et antall lagringsbeholdere har denne kjente fremgangsmåte imidlertid vist seg å ha store ulemper, da på grunn av de ønskede korte liggetider for skipene det i alle beholdere etter tømningen foreliggende overtrykk ikke hurtig nok kan avgis til land, slik at det forholdsvis store gassinnhold i beholderne må forbrukes under skipets retur fart. Dette betyr imidlertid et betydelig tap av utnyttbar frakt.

Således blir det f.eks. i en metantanker som består av et antall beholdere for flytendegjort gass, og som ble tømt under et overtrykk på 2 ato, stående igjen $7,3 \text{ Nm}^3$ gassformet metan pr. kubikkmeter lasterom. Da en kubikkmeter flytende metan gir 586 Nm^3 gassformet metan, betyr dette et tap av utnyttbart fraktrom på ca. 1,25 %.

Til grunn for oppfinnelsen ligger den oppgave betydelig å redusere dette kostbare fraktromtap i et tankskip for flytendegjort gass uten derved å forsinke det tidsmessige forløp av tømningen sammenlignet med teknikkens stand.

Denne oppgave løses ved at i en første tømmeperiode tømmes en første del av beholderne, at i en andre tømmeperiode blir det nå gassformede innhold av beholderne første del suget ut, komprimert og tilført en andre del av beholderne for deres tømning og at denne fremgangsmåte eventuelt gjentas med ytterligere tømmeperioder inntil alle beholdere er tømt og bare den siste del av beholderne i den siste tømmeperiode står under overtrykk.

Dette forløp av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen ved tømning av et antall lagringsbeholdere for flytendegjort gass gjør det mulig på en fordelaktig måte å senke overtrykket i allerede tømte beholdere under tømningen av andre beholdere ned til lagringstrykk, slik at til slutt gjenstår bare den siste del av beholderne som hører til en siste tømmeperiode, under overtrykk. Således oppnås imidlertid en betydelig reduksjon av den gassmengde som gjenstår i fraktrommet og utlastningen av det utnyttbare fraktrom i et tankskip for flytendegjort gass blir betydelig forbedret.

En ytterligere stor fordel ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen ligger i at det til tømning av alle lagringsbeholdere nå kreves en vesentlig mindre gassmengde, fordi gassmengder som var nødvendige i forutgående tømmeperiode, suksessivt kan anvendes for ytterligere tømmeperioder.

En minimalisering av disse til tømning nødvendige gassmengder oppnås ved at ifølge et ytterligere trekk ved fremgangsmåten i samsvar med oppfinnelsen blir antallet av beholdere som hører til de forskjellige tømmeperioder, fastlagt på en slik måte at den første del av beholderne i den første tømmeperiode akkurat er i stand til å oppta en slik gassmengde under overtrykk som nøyaktig tilsvarer den gassmengde som gjenstår under overtrykk i siste del av beholderne i den siste tømmeperiode pluss i alle andre beholdere under lagringstrykk. Et slikt fremgangsmåtettrinn gjør det mulig at det til tømning av alle beholdere bare blir påkrevet med den gassmengde som er nødvendig til tømning av den første del av beholderne i den første tømmeperiode, slik at på grunn av dette reduseres den under returtransport av skipet i beholderne gjenværende gassmengde nettopp til denne første delmengde.

Et konstant tidsmessig forløp av tømmeprosessen som av transporttekniske grunner er meget viktig, sikres ved hjelp av like transportmengder pr. tidsenhet i alle tømmeperioder. Da imidlertid det antall beholdere som er tilordnet de forskjellige tømmeperioder, ikke er konstant, (som regel er antallet beholdere som ligger til grunn for den første tømmeperiode størst), ligger det en konstruktiv konsekvens for utførelse av dette fremgangsmåtettrinn i forskjellig store tverrsnitt av transportledninger for flytendegjort gass fra beholdere som hører til forskjellige tømmeperioder, idet tverrsnittene for transportledningene for disse beholdere må økes med avtagende antall beholdere pr. tømmeperiode.

På tegningen er vist et skjematisk eksempel på en anordning til utførelse av fremgangsmåten.

I det viste utførelseseksempel skal et tankskip for flytende metan og omfattende et antall lagringsbeholdere tømmes i fire tømmeperioder. De forskjellige tømmeperioder er markert med A, B, C og D. Til hver tømmeperiode hører et antall lagringsbeholdere som i dette eksempel for enkelhets skyld er sammenfattet i hvert tilfelle til beholderne 1, 2, 3 og 4. Volumene av beholderne 1, 2, 3 og 4 er avvikende definert, hvilket skal forklares nærmere i forbindelse med et senere angitt talleksempel.

Under tömningen blir först i en første tömmeperiode (A) beholderen 1 tømt. Fra en kompressor 5 blir i dette tilfelle gassformet lagringsmedium suget inn over ledningene 6 og 7 fra en ekspansjonsbeholder 8, komprimert og gjennom ledningen 9 samt gasstilførselsledningen 9 for beholderen 1 trykket inn i denne. Ventilene 10, 11, 12, 13 og 14 er åpne, mens alle andre ventiler 15 til 26 er stengt. Ved hjelp av det overtrykk som nå foreligger i beholderen 1, blir den flytendegjorte gass trykket inn i ekspansjonsbeholderen 8 både gjennom instrumentledningen 27 og ledningen 28 samt også gjennom transportledningen 29 og ledningen 30. Til ledningen 28 er koblet en "trykk-kontrollinnretning (PC)" 43a som gir impulsen til stengning av de med hverandre koblede ventiler 13 og 14 straks væskespeilet i beholderen 1 synker under nivået a. I dette tilfelle trenger gass inn i ledningene 27 og 28, slik at trykket foran ventilen 14, som bare har en liten gjennomgang, stiger og etter oppnåelse av en bestemt verdi som registreres av PC, stenger begge ventilene 14 og 13.

En liten væskemengde antydnet ved nivået a blir stående igjen i alle beholderne for å holde disse kalde også under skipets returfart.

Etter tömning av beholderen 1, hvilket registreres ved at ventilene 13 og 14 stenges, blir nå manuelt eller automatisk ventilene 11 og 12 stengt og ventilene 15, 17, 21 og 22 blir åpnet. I en andre tömmeperiode (B) blir nå gass som står under overtrykk fra beholderen 1 av kompressoren 5 suget inn gjennom ledningene 9 og 31, komprimert og overledningene 9', 32' og gasstilførselsledningen 32 tilført beholderen 2. Flytende metan strømmer nå fra denne beholder gjennom ledningene 33 og 28 samt ledningene 34 og 30 inn i ekspansjonsbeholderen 8, til nivået a er nådd også i denne beholder. I dette øyeblikk stenges ventilene 21 og 22 ved hjelp av PC 43b samt ventilen 17, mens ventilene 16, 19, 23 og 24 åpnes.

I den nå innledede tredje tömmeperiode (C) blir ved hjelp av kompressoren 5 både gass som gjenstår under lite overtrykk fra beholderen 1 og gass under normalt overtrykk fra beholderen 2 suget inn gjennom ledningene 31, 9 og 32, komprimert og gjennom ledningene 9', 32', 35' og 35 tilført den tredje beholder 3, slik at også denne tömmes til nivået a gjennom ledningene 36 og 28 samt 37 og 30. Etter stengning av ventilene 23, 24 ved hjelp av PC 43c og ventilen 19 og etter åpning av ventilene 18, 20, 26 og 25 innledes nå den fjerde tömmeperiode (D).

Gass blir av kompressoren 5 suget inn gjennom ledningen 31, 35, 32 og eventuelt også 9, komprimert og tilført den fjerde be-

holder 4 gjennom ledningene 9', 32', 35', 38' og 38. Flytende metan unnviker over ledningene 39 og 28 samt 40 og 30 til ekspansjonsbeholderen 8, inntil nivået a blir registrert også i beholderen 4 ved hjelp av PC 43d og ventilene 26 og 25 stenges.

Kompressorens 5 sugetrykk holdes ved hjelp av en ikke vist regulator under alle tömmeperiodene på lagringstrykket for det flytende metan som vanligvis ligger ved 1 ata, altså tilnærmet atmosfæretrykk.

Etter avsluttet tömmeprosess står således bare beholderen 4 under overtrykk, mens alle de andre beholdere befinner seg under lagringstrykk.

Endelig skal bemerkes at gjennom ledningen 42 transporteres flytende metan til land, mens gjennom ledningen 7 kan gassformet metan leveres til land eller tas ut derfra. Pumper som er nødvendige for dette formål, er ikke vist i eksemplet på tegningen.

En sikkerhetsventil 41 beskytter beholderen 8 mot overtrykk.

Ved hjelp av et talleksempel skal den ovenfor beskrevne fremgangsmåte forklares nærmere ennå en gang, spesielt med tanke på fordelingen av beholdervolumene på de enkelte tömmeperioder.

Det totale lagringsvolum for de fire beholdere 1, 2, 3, 4 beløper seg til 10^5 m^3 . Lagringstrykket for det flytende metan antas å være 1 ata, lagringstemperaturen 112 K. Til tömning anvendes et overtrykk på 2 ato.

Først skal nå beregnes det volum av gassmengden under normalbetingelser som er påkrevet for å tömme alle beholdere, idet det antas at den siste tömmeperiode omfatter 12,3 % av hele beholdervolumet, dvs. 12.300 m^3 .

Etter tömningen befinner seg altså i alle beholdere en gassmengde under et trykk på 1 ata og ved en temperatur på 112 K. Dette gir $10^5 \times \frac{273}{112} = 2,44 \times 10^5 \text{ Nm}^3$. Hertil adderes nå volumet av en ytterligere gassmengde som befinner seg i beholderen 4 som hører til den siste tömmeperiode og under et trykk som er forhøyet med 2 ata. Dette tilleggsvolum beregnes som følger

$$\frac{12,3}{100} \times 2,44 \times 10^5 \times 2 \text{ ata} = 6 \times 10^4 \text{ Nm}^3.$$

Således blir volumet for den totale gassmengde nødvendig for tömning $3,04 \times 10^5 \text{ Nm}^3$.

Sammenlignet hermed ville det vel en tömning i samsvar

132442

6

med teknikens stand kreves et gassvolum på $7,32 \times 10^5 \text{ Nm}^3$.

I de enkelte tømmeperioder tømmes nå følgende beholder-volumer:

1. tømmeperiode:

$$3,04 \times 10^5 \times \frac{112}{273} \times \frac{1}{3} = 4,15 \times 10^4 \text{ m}^3 \text{ tankinnhold.}$$

2. tømmeperiode:

2/3 derav, da det av den i beholderen under 3 ata foreliggende gassmengde bare står til disposisjon for den annen tømmeperiode den del som svarer til et trykk på 2 ata. Det blir fölgelig i den annen tømmeperiode transportert $2,77 \times 10^4 \text{ m}^3$ flytende metan.

3. tømmeperiode:

2/3 av det i den annen tømmeperiode transporterte metan = $1,85 \times 10^4 \text{ m}^3$.

4. tømmeperiode:

2/3 av den tredje tømmeperiode = $1,23 \times 10^4 \text{ m}^3$.

Summen av den mengde flytendeggjort gass som er transportert i alle fire tømmeperioder, blir således 10^5 m^3 .

For at en mest mulig jevn metanmengde pr. tidsenhet kan transporteres må de beholdere som hörer til de senere tømmeperioder, tømmes hurtigere. Dette oppnås ved å öke tverrsnittet av transportledningene for disse beholdere.

Fremgangsmåten lar seg også utföre med inert gass, f.eks. nitrogen.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte ved trinnvis tømming av et antall lagringsbeholdere for flytendegjort gass som står under lagringstrykk, f.eks. på et tankskip, ved å føre inn komprimert gassformet lagringsmedium eller inert gass i beholderne i suksessive perioder, k a r a k - t e r i s e r t ved at i den første tømmeperiode tømmes en første del av beholderne, at i den annen tømmeperiode blir det nå gassformede innhold av beholdernes første del suget ut, komprimert og tilført en annen del av beholderne for deres tømming og at denne fremgangsmåte eventuelt gjentas med ytterligere tømmeperioder inntil alle beholdere er tømt og bare den siste del av beholderne i den siste tømmeperiode står under overtrykk.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at den første del av beholderne i den første tømmeperiode omfatter så mange beholdere at den gassmengde som inneholdes under overtrykk i disse, er lik den gassmengde som inneholdes under overtrykk i den siste del av beholderne i siste tømmeperiode pluss den i de resterende beholdere under lagringstrykk inneholdte gassmengde.

3. Anordning til utførelse av fremgangsmåten ifølge et av kravene 1 og 2, k a r a k t e r i s e r t ved at hver beholder på i og for seg kjent måte har ledninger for gasstilførsel (9, 32, 35, 38), transport av væske (29, 34, 37, 40) og instrumentledninger (27, 33, 36, 39), idet alle de beholdere som hører til en tømmeperiode, med sine gasstilførselsledninger (9) er styrbart, fortrinnsvis automatisk styrbart tilkopleet både inngangen og utgangen av minst én kompressor (5).

4. Anordning ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t ved at gasstilførselsledningene for alle beholdere er tilkopleet kompressorens utgang og bare de som hører til en siste tømmeperiode (D), er styrbart, fortrinnsvis automatisk styrbart tilkopleet kompressorens (5) inngang.

5. Anordning ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t ved at beholdernes ledninger for væsketransport og instrumenter i hver tømmeperiode er styrbart, fortrinnsvis automatisk styrbart forbundet med en ekspansjonsbeholder og at ekspansjonsbeholderens (8) damprom står styrbart i forbindelse med kompressorens (5) inngang.

132442

