

(19) **DANMARK**



(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **150535 B**



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Patentansøgning nr.: 4625/77

(51) Int.Cl.⁴: **B 01 D 53/26**

(22) Indleveringsdag: 17 okt 1977

(41) Alm. tilgængelig: 19 apr 1978

(44) Fremlagt: 23 mar 1987

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 18 okt 1976 US 734471

(71) Ansøger: *PALL CORPORATION; 30 Sea Cliff Avenue, Glen Cove, New York 11542, US.

(72) Opfinder: Paul Michael *McKey; US, Niels Chris *Jensen Jr.; US.

(74) Fuldmægtig: Ingeniørfirmaet Budde, Schou & Co

(54) **Fremgangsmåde og apparat til formindskelse af
koncentrationen af vanddamp i en blanding med
en anden gasart**

0

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til formindskelse af koncentrationen af vanddamp i en blanding med en anden gasart og af den i indledningen til krav 1 angivne art.

5

Tørringsanlæg med tørremidler har været markedsført i mange år og er i udstrakt anvendelse verden over. Den sædvanlige type er opbygget af to tørremiddellag, af hvilke det ene regenereres, mens det andet befinder sig i en tørringscyklus. Gasarten, som skal tørres, ledes gennem det ene tørremiddellag i én retning under tørringscyklen, og efter et forud fastlagt tidsinterval, når tørremidlet kan forventes at have adsorberet så megen fugtighed, at der er risiko for, at det krævede lave fugtighedsniveau for udstrømningsgassen ikke kan imødekommes, omstilles indstrømningsgassen til det andet lag, og det brugte lag regenereres ved opvarmning og/eller ved evakuering og/eller ved sædvanligvis i modstrøm at lede en skylleafgangsgas derigennem.

Tørremiddeltørreanlæg, som i dag er på markedet, er af to hovedtyper, en varmereaktiverbar type, ved hvilken der tilføres varme til regenerering af det brugte tørremiddel ved afslutningen af tørringscyklen, og et opvarmningsfrit tørringsanlæg, ved hvilket der ikke tilføres varme til regenerering af det brugte tørremiddel ved afslutningen af tørringscyklen, men som er baseret på anvendelsen af en skyllestrøm af tør gas, sædvanligvis afgangsgas fra det lag, der befinder sig i en tørringscyklus, som ledes gennem det brugte lag ved et lavere tryk, og hvor der anvendes hurtige cyklussskift for at bevare adsorptionsvarmen med henblik på at medvirke til regenereringen af det brugte lag. Anvendelsen af en skyllegas til regenerering ved et lavere tryk end ledningstrykket for den gas, som tørres, er imidlertid ikke begrænset til opvarmningsfrie tørreanlæg, men har været anvendt i opvarmningsreaktiverede tørremiddeltørreanlæg i mange år før fremkomsten af den opvarmningsfrie type.

0 Begge typer tørreanlæg drives med tørrings- og re-
genereringscykler med fast tidsvarighed, sædvanligvis samme
tidsvarighed, idet længden af cyklerne fastlægges svaren-
de til det til rådighed stående volumen af tørremiddel og
5 fugtighedsindholdet i den indstrømmende gas. Cyklustiden
er uvægerligt fastlagt til et lang mindre tidsrum end det,
som ville kunne tillades, med henblik på at sikre, at fug-
tigheden af afgangsgassen altid tilfredsstiller systemkra-
vene. Efterhånden som tørringscyklen skrider frem, bliver
10 tørremiddellaget progressivt mere og mere mættet fra ind-
strømningsenden mod udstrømningsenden og mindre og mindre
i stand til at adsorbere fugtighed, som føres derigennem
af den indstrømmende gas. Fjernelsen af fugtighed fra den
indstrømmende gas afhænger af gassens strømningshastighed,
15 hastigheden af fugtighedsadsorption og fugtighedsindhol-
det i adsorptionsmidlet såvel som temperaturen og trykket
af gassen inden i laget. Adsorptionshastigheden for tørre-
midlet kan aftage, efterhånden som tørremidlet bliver oppla-
det. Eftersom fugtighedsindholdet i en indstrømmende gas
20 sjældent er konstant, kan de krav, der stilles til tørre-
middellaget, variere, undertiden temmelig hurtigt og under-
tiden indenfor temmelig vide grænser. Følgelig må en tør-
ringscyklus med fast tidslængde altid være kort nok til at
frembyde en sikker margin for fugtighedsfjernelse ved mak-
25 simalt fugtighedsindhold i den indstrømmende gas, og det-
te betyder, at en cyklus med fast tidsvarighed ofte må væ-
re temmelig kort for at sikre, at den er afsluttet, før den
til rådighed stående, tilbageværende fugtighedskapacitet
hos laget når et for lavt niveau.

30 Dette betyder naturligvis at lagets fugtighedskapa-
citet ved en gennemsnitscyklus ikke kan udnyttes godt.

Levetiden for et tørremiddel, som opvarmes med hen-
blik på at regenerere det, er i betydeligt omfang afhængig
af regenerationshyppigheden. Det er indenfor det pågældende
35 område en tommelfingerregel, at et tørremiddellag kun er an-
vendeligt til et vist antal regenereringer. Det vil derfor

0

være klart, at den effektive levetid for et lag afkortes unødvendigt, når fugtighedskapaciteten ikke udnyttes effektivt under hver tørringscyklus. Ydermere betyder den om-
stændighed, at man ikke kan opnå fuld udnyttelse af den ef-
fektive lagkapacitet under hver cyklus både ved opvarm-
ningsreaktiverede og opvarmningsfri tørreanlæg, at volumi-
net af tørremiddellaget med henblik på at tilvejebringe den
reservekapacitet, som er nødvendig for at adsorbere ekstre-
me men lejlighedsvis fugtighedsniveauer hos indstrømnings-
gassen under den faste tidsperiode for tørringscyklen, må
være større, end hvad der ellers ville være nødvendigt.

Ineffektiv udnyttelse af fugtighedskapaciteten fører ligeledes til et betragteligt tab af skyllegas ved hver cyklus. Skyllegassen aftages normalt fra afgangsgassen med
henblik på regenerering af et brugt lag og formindsker mængden af afgangsgas tilsvarende. Hver gang et lag overføres
fra tørringscyklus til regenereringscyklus, kasseres nødvendigvis et volumen skyllegas lig med det fri volumen af
den laget indeholdende beholder og går tabt. Korte cyklus-
perioder betyder større skylletab end lange cyklusperioder.

Sådanne tab er specielt store ved opvarmningsfrie tørreanlæg, som kræver langt hyppigere cyklussskift. Valget mellem et opvarmningsregenereret og et opvarmningsfrit tørringsanlæg er i virkeligheden ofte dikteret af den nødvendige cyklushyppighed. I USA-patentskrift nr. 2.944.627 er omhandlet et opvarmningsfrit tørringsanlæg, som angiveligt repræsenterer en forbedring i forhold til de nogle år tidligere i USA-patentskrift nr. 2.800.197 og i de britiske patentskrifter nr. 633.137 og nr. 677.150 omhandlede. I det
førstnævnte patentskrift er påvist, at desorptionscyklen ved meget hurtig cyklussskift mellem adsorption og desorption i de pågældende zoner effektivt kan udnytte adsorptionsvarmen til regenerering af brugt tørremiddel. Patentskriftet angiver følgende anvendelse af tidsrum for adsorptionscyklen, som ikke overstiger 2 eller 3 minutter, for-
trinsvis mindre end 1 minut og meget hensigtsmæssigt min-

0

dre end 20 sekunder. Disse cyklustider er naturligvis kortere end de i USA-patentskrift nr. 2.800.197 omhandlede, som er af størrelsesordenen 30 minutter eller mere som vist i diagrammet i patentskriftets fig. 2, eller de i britisk patentskrift nr. 633.137 omhandlede cyklustider i området
5 fra 5 minutter til 30 minutter. I britisk patentskrift nr. 677.150 er vist, at cyklustiderne for adsorption og desorption ikke nødvendigvis behøver at være lige store.

Ulempen ved det i det førstnævnte USA-patentskrift
10 omhandlede system er imidlertid det meget betragtelige skyllegasvolumen, som går tabt ved hver cyklus, og dette tab er meget større ved en cyklustid på f.eks. 10 sekunder sammenlignet med de i britisk patentskrift nr. 633.137 omhandlede cyklustider på fra 5 til 30 minutter og de i
15 USA-patentskrift nr. 2.800.197 omhandlede cyklustider på 30 minutter eller mere. Ved de i det førstnævnte patentskrift omhandlede korte cyklustider udnyttes kapaciteten af tørremiddellag naturligvis kun lidt, men når der ikke tilføres varme til at bevirke regenerering af tørremid-
20 let, bliver det mere vigtigt ikke at drive fugtighedsindholdet hos adsorptionsmidlet ud over et vist minimum under adsorptionscyklus, idet det ellers vil blive umuligt at regenerere adsorptionsmidlet effektivt under regenerationscyklen.

25 Tørringsanlæg har været forsynet med fugtighedsdetektorer i afgangsledningen med henblik på at måle dugpunktet af afgangsgassen. På grund af deres langsomme reaktion og relative ufølsomhed over for lave punkter har sådanne anordninger imidlertid ikke været anvendt og kan
30 ikke anvendes til bestemmelse af cyklustiderne for et tørringsanlæg, når der tilstræbes en afgangsgas med lavt dugpunkt eller lav relativ fugtighed, idet fronten er brudt gennem laget på det tidspunkt, detektoren afføler fugtighed i afgangsgassen.

35 USA-patentskrift nr. 3.448.561 omhandler en fremgangsmåde og et apparat til tørring af gasarter, som gør

0 det muligt effektivt at udnytte fugtighedskapaciteten hos
tørremiddellaget ved kun at bevirke regeneration af dette,
når fugtighedsindholdet i laget gør dette nødvendigt, og
derved opnå en optimal effektivitet i brugen. Under hver
5 adsorptionscyklus kan adsorptionsmidlet bringes til den
grænsefugtighedskapacitet, ved hvilken regenereringen kan
udføres under de forhåndenværende regenerationsbetingelser,
hvad enten disse omfatter eller ikke omfatter tilførsel af
varme og med eller uden anvendelse af et formindsket tryk.
10 Dette muliggøres ifølge patentskriftet ved afføling af
fremadskridningen af fugtighedsfronten inden i laget, såle-
des som denne fremgår af fugtighedsindholdet af den gas,
som tørres, og afbrydelse af tørringscyklus, når fronten
har nået et forud fastlagt punkt i laget, kort før den
15 trænger ud af laget. Dette kan gøres automatisk ved i tør-
remiddellaget at tilvejebringe midler til afføling af fug-
tighedsindholdet i den gas, som tørres, og organer der i
afhængighed af fugtighedsindholdet afbryder tørringscyklus,
når der ved dette punkt er opnået et forud fastlagt fugtig-
20 hedsindhold i den gas, som tørres.

Fremadskridningen af fugtighedsfronten i et lag af
tørremiddel, mens det gradvist adsorberer fugtighed, er et
velkendt fænomen indenfor området og er omhandlet i adskil-
lige patentskrifter, eksempelvis USA-patentskrift nr.
25 2.944.627. Under den største del af tørringscyklus adsor-
berer adsorptionsmidlet effektivt fugtighed fra gas, som
føres over det. Når adsorptionskapaciteten hos tørremid-
let nærmer sig nul, stiger imidlertid fugtighedsindholdet
hos gassen, som ledes over det brat. Hvis fugtighedsindhol-
30 det, dugpunktet eller den relative fugtighed af gassen må-
les og afsættes i forhold til tiden, vil denne sædvanlige,
pludselige stigning af fugtighedsindholdet bemærkes som
en ændring af hældningskoefficienten, og det voksende fug-
tighedsindhold nærmer sig derpå hurtigt fugtighedsindholdet
35 i den indstrømmende gas. Den fremkomne, S-formede del af
denne kurve repræsenterer i virkeligheden fugtighedsfron-

0

ten, og hvis denne observeres i forhold til længden af laget, vil den vise sig at skride frem fra lagets indstrømningsende til dets afgangsende, efterhånden som adsorptionscyklus skrider frem. Hensigten er at afslutte cyklus, før fronten eller ændringen af kurvens hældningsko-

5 efficient når enden af laget, idet stigningen derefter sker så hurtigt, at afgivelse af uønsket fugtig afgangsgas næppe kan forhindres. Ifølge USA-patentskrift nr. 3.448.561 forhindres dette ved afføling af frontens fremskridning

10 ved et punkt i laget, som ligger i tilstrækkelig afstand fra afgangsenden til at tillade afslutning af tørringscyklus, før fronten når afgangsenden. Hvorledes dette gøres, ses bedst af patentskriftets fig. 1 til 8.

Ved de fleste systemer er det selvfølgelig vigtigt,

15 at der aldrig afgives fugtig afgangsgas, selv om fugtighedsføleelementet skulle svinge af en eller anden grund. Følgelig omhandler det sidstnævnte USA-patentskrift et system i kombination med fugtighedsføleren, hvor fugtighedsføleelementet er indrettet til at overlejlres en tids-

20 bestemt cyklusstyring.

For såvidt fugtighedsføleelementet påvirkes af gas, som udtages fra tørremiddellaget, foreligger der en mulighed for forurening af føleren med påfølgende fejl. Hvis i så fald forureningen afføles som fugtighed af føleren,

25 vil fejlen virke til at afkorte tørringscyklus og ikke forlænge den. Hvis forureningen er tilstrækkelig kraftig til at bevirke, at føleren svinger og giver anledning til falsk fugtighedsaflysning, vil laget ved afslutningen af tørrecyklus, som under disse omstændigheder af-

30 kortes, omstilles til regenereringscyklus, og derpå vil, eftersom føleren aldrig afføler tør luft som følge af forureningen, alarmen sluttelig blive udløst, så at den tidsbestemte cyklusstyring træder i drift, og systemet omstilles til den forud fastlagte tidscyklus.

35 På denne måde tilvejebringes en fejlsikker mekanisme til forsikring af fortsat drift med en acceptabel

0 tidscyklus til trods for den ovennævnte forurening af fugtighedsfølerelementet.

Føleren kan imidlertid også svinge af andre grunde, eller det elektriske kredsløb eller den elektriske
5 forbindelse dermed kan svinge. I så fald vil føleren ikke afføle fugtig luft, og tørreanlægget vil derfor ikke omstilles, når fugtig luft forlader tørremiddellaget, hvilket frembyder en farlig tilstand, som man ikke kan tillade at fortsætte.

10 Formålet med den foreliggende opfindelse er at tilvejebringe et fejlsikkert system, som i så tilfælde sikrer fortsat drift ved en acceptabel tidscyklus til trods for svigt af føleren eller det elektriske kredsløb eller de elektriske forbindelser med dette og derved forhindrer, at
15 fugtig luft forlader laget.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved en fremgangsmåde af den i indledningen til krav 1 angivne art, der er ejendommelig ved de i kravets kendetegnende del angivne foranstaltninger. Ved således med forholdsvis korte inter-
20 valler at afprøve sondens og det med denne forbundne kredsløbs reaktionsdygtighed overfor fugtig gas sikrer man sig, at tørremiddellaget kan udnyttes optimalt som beskrevet foran, når sonden og kredsløbet fungerer fejlfrit til påvisning af fugtighed i gassen, mens man ved fejlfunktionering af disse dele, hvor der ved afprøvning af sonden på
25 denne måde ikke registreres fugtig gas, ud fra en alarm for denne fejlfunktionering kan afbryde tørringsprocessen eller omstille den til at foregå med en fast cyklustid som beskrevet foran.

30 Fortrinsvis afbrydes i så fald den gasformige blandings passage i kontakt med laget automatisk efter et forud fastlagt tidsinterval, der er kortere end det, der er nødvendigt for, at koncentrationsfronten forlader laget.

Yderligere foranstaltninger i forbindelse med frem-
35 gangsmåden ifølge opfindelsen er angivet i de uselvstændige

0

krav 3 til 10.

5

Opfindelsen angår endvidere et apparat til udøvelse af fremgangsmåden og af den i indledningen til krav 11 angivne art, hvilket apparat er ejendommeligt ved det i den kendetegnende del af krav 11 angivne.

Yderligere udførelsesformer for og foretrukne træk hos apparatet ifølge opfindelsen er angivet i de uselvstændige krav 12 til 17.

10

Opfindelsen skal i det følgende beskrives nærmere, idet der henvises til tegningen, på hvilken

fig. 1 skematisk viser et tørreapparat ifølge opfindelsen med to lag opvarmningsreaktiverbart tørremiddel,

fig. 2 i enkeltheder fugtighedsfølerkredsløbet i det i fig. 1 viste varmereaktiverbare tørreapparat,

15

fig. 3 skematisk en anden udførelsesform for et med to lag varmereaktiverbart tørremiddel forsynet tørreapparat ifølge opfindelsen,

20

fig. 4 skematisk en anden udførelsesform for et tørreapparat ifølge opfindelsen med to lag varmereaktiverbart tørremiddel,

fig. 5 skematisk et opvarmningsfrit tørreapparat ifølge opfindelsen med to lag tørremiddel, og

25

fig. 6 skematisk en anden udførelsesform for et opvarmningsfrit tørreapparat ifølge opfindelsen med to lag tørremiddel.

30

Det i fig. 1 og 2 viste tørreapparat er sammensat af et par tørremiddeltanke 31 og 32. Disse tanke er anbragt lodret. Hver af tankene indeholder et lag 40 af et tørremiddel såsom silicagél. I tankene 31, 32 er lige ledes tilvejebragt påfyldnings- og udtømningsåbninger 8, 9 til påfyldning i og udtømning af tørremiddel fra tankene.

35

Den er tilvejebragt et omfattende system af ledninger, som forbinder de to tanke med henblik på indføring af tilgangsgas, som indeholder fugtighed, der skal fjernes, og til afgivelse af tør afgangsgas, som er befriet for fugtighed efter at have passeret gennem tørreapparatet, samt

0

de nødvendige ventiler til omstilling af strømmingen af tilgangs- og afgangsgas til og fra hver af tankene. Dette system omfatter en tilførselsledning 26, der er udstyret med en tilførselstrykmåler 20. Ledningen 26 leder den fugtige
5 tilgangsgas gennem en sidestrømningsdrøvleventil 10 til en firegangs tilgangsomstillingsventil 1. Denne ventil retter strømmingen af tilgangsgas til en af to tilførselsledninger 23 og 24, som fører tilgangsgassen til toppen af hver af tankene.

10

Ved bunden af hver tank findes en siunderstøtning 7 for tørremiddel fremstillet af et sintret rustfrit stål-gitter, som tilbageholder tørremiddellaget 40 i tankene 31 og 32. Afgangsledningen 28 og 29 fra bunden af henholdsvis tankene 31 og 32 fører til en firegangs afgangsomstillings-
15 ventil 21. Ventilerne 1 og 21 betjenes sammen af en trykluftcylinder 14. Stemplet i cylinderen 14 bevæges frem og tilbage af trykluft styret af solenoideventiler 15, 16.

15

Anbragt i hver af afgangsledningerne 28 og 29 findes en filtersi 6, som er udtagelig, og som ligeledes er fremstillet af sintret rustfrit trådvæv. Disse virker til
20 at tilbageholde eventuelle tørremiddelpartikler, som ellers kunne føres ud fra laget 40 forbi tørremiddelunderstøtningen 7, med henblik på at holde afgangsventilen 21 og den øvrige del af systemet fri for sådanne partikler.
25 Fra ventilen 21 strækker sig afgivelsesledningen 25 for den afgående tørre gas, som leverer den tørrede afgangsgas fra tørreapparatet til det system, som forsynes hermed. I ledningen 25 findes en afgangstrykmåler 20'.

25

Anbragt inden i hver af tankene ved et punkt tilnærmelsesvis 15 cm over afgangsledningerne 28 og 29 findes
30 hvert sted den ene af et par gassonder 50 og 51 for fugtighedsafføling, som udtager en gasprøve i laget ved dette punkt og leder denne som vist i fig. 2 via ledninger 52 og 53 forbi vælgerventiler 54 og 55 til en ledning 56 og
35 derfra til en føler 57 til bestemmelse af fugtighedsindholdet i gasprøven, hvorefter ledningen 56 afluftes gennem

0

et filter 58 og en drøvleventil 59 til atmosfæren.

Fugtighedsaffølingssonderne 50 og 51 er rør, ved hvis ender der er tilvejebragt et antal huller 49 til indtrængning af gas, som passerer gennem laget.

5

Drøvleventilen begrænser strømmingen i ledningerne 52, 53 og 56 til det minimale niveau for fugtighedsafføling, ca. 15 l/min. Føleren er indstillet til at reagere over for et fugtighedsniveau ved et punkt svarende til X eller Y i den efterstående tabel I med henblik på at forhindre fugtighedsfronten i at forlade laget. Hvis f.eks. det maksimale atmosfæriske dugpunkt, som kan tolereres i afgangsgassen, er -62°C , er føleren indstillet til at påvise og reagere ved et dugpunkt på fra -40°C til -17°C afhængigt af følerens følsomhed. Den viste føler er af lithium-chloridcelletypen, men en hvilken som helst anden føler-type kan anvendes.

10

Der er tilvejebragt en ikke vist tidsstyring til aktivering af ventilerne 15 og 16 ved slutningen af et forud fastlagt tidsinterval. Hvis det ikke var for føleren, ville tidsstyringen automatisk aktivere en af disse ventiler til omstilling af ventilerne 1 og 21 via luftcyllinderen 14 ved afslutningen af dette tidsinterval. Føleren 57 er imidlertid forbundet med et ikke vist elektrisk kredsløb, som, når føleren afføler tør luft, tillader tidsstyringen at fuldende dens cyklus, og derpå afbryder den, før den kan aktivere nogen af ventilerne 15 og 16. Disse aktiveres derfor ikke, før føleren afføler fugtig luft med et forud fastlagt fugtighedsindhold, hvorefter tidsstyringen startes igen, og den ene af ventilerne 15 eller 16 omgående aktiveres til samtidig omstilling af ventilerne 1 og 21. På den anden side kan føleren ikke afslutte en cyklus, før tidsstyringen har udmålt det forud fastlagte cyklusinterval. Dette forhindrer omstyring, før regenerationen er afsluttet.

20

30

35

Som bemærket er der i ledningerne 52 og 53 indskudt to solenoideventiler 54 og 55. Disse aktiveres ligeledes af

0 tidsstyringen. Begge ventiler er lukket under den første
del af en tørringscyklus, mens det nyligt regenererede
lag stadig er varmt. Den til det i drift værende lag føren-
de ventil åbnes, efter at laget er afkølet. Den ventil,
5 som fører til det lag, der regenereres, holdes lukket under
regenereringen.

For at føleren kan blokere tidsstyringen, må fø-
leren afføle tør luft. Hvis den ikke afføler tør luft, får
tidsstyringen lov til at styre omstillingen. Dette betyder
10 at en forlænget cyklustid i virkeligheden er udelukket,
hvilket betyder, at systemet af en eller anden grund ikke
fungerer rigtigt. Derfor er der i kredsløbet indført en
alarm, som aktiveres, hvis en føler afføler fugtig luft på
et forud fastlagt tidspunkt under en behovcyklus fra om-
15 stillingen af tilførsels- og afgangsventilerne 1 og 21
til fuldførelsen af en tidsstyringscyklus.

Det fejlsikre affølerafprøvningssystem ifølge op-
findelsen omfatter en ledningsforbindelse 45 for fugtig
gas, som løber fra tilgangen 26 for fugtig gas direkte
20 til ledningen 56, der fører til føleren 57. Strømningen
gennem ledningen 45 styres af en solenoideventil 46, som
normalt er lukket, undtagen når funktionsdygtigheden af
følerkredsløbet skal afprøves på en måde, som skal beskri-
ves i det følgende.

25 Det i fig. 1 og 2 viste tørreapparat er indrettet
til at regenerere et brugt tørremiddellag med en opvarmet
tilgangsskyllegas. Med henblik herpå er der tilvejebragt en
dampopvarmer 5, som med en ledning 33 er forbundet med
tilgangsledningen 26 for fugtig gas og via en ledning 34
30 med afgangsventilen 21. Der kan anvendes en hvilken som
helst type opvarmningsanordning, f.eks. en gasvarmer, e-
lektrisk varmer eller varmtvandsvarmer. En måledyse 2, som
er udstyret med en parallelt anbragt strømningsindikator
3, formindsker trykket i ledningen 33 til opvarmningsanord-
35 ningen 5, mens drøvleventilen 10 begrænser strømningen i
ledningen 26, således at der afgrenes en vis mængde til-

0

gangsgas til skylning til ledningen 33, og en begrænset portion af den fugtige tilgangsgas afgrenes således hele tiden gennem ledningen 33 til dampopvarmeren 5. En solenoideventil 17 styrer damptilstrømningsventilen 4 til opvarmningsanordningen, som er lukket, når tørreapparatet ikke er i drift. Fra opvarmningsanordningen 5 fører ledningen 34 til firegangs afgangsomstillingsventilen 21, hvorfra den opvarmede skyllegas føres til bunden af den ene eller den anden tank via ledninger 28 eller 29.

10

En tilbageføringsledning 35 strækker sig fra tilgangsomstillingsventilen 1 til tilgangsledningen 26 med henblik på tilbageføring af skyllegas, som skal tørres, således at der ikke går nogen skyllegas tabt. Ledningen 35 omfatter en køler 11, en vandfraskiller 12 og en automatisk vandudskiller 13 med henblik på fjernelse af så meget vand som muligt fra den fugtige skyllestrøm, før den ledes tilbage med henblik på tørring og genanvendelse. Der kan tilføjes en temperaturmåler i ledningen 34 til påvisning af temperaturen af skyllegassen med henblik på styring af skyllevarmen.

20

Tørreapparatet virker på følgende måde: våd tilgangsgas med et ledningstryk på 0,2 til 2 atmosfære indføres gennem ledningen 26 til firegangsomstillingsventilen 1, hvor den afgrenes til en af tankene 31 eller 32. Hvis tanken 31 befinder sig i tørringscyklus, er firegangsomstillingsventilen 1 indstillet til at afgrene tilgangsgassen gennem ledningen 23 til toppen af tanken 31. Tilgangsgassen passerer i retning nedad gennem laget 40 til bunden, idet fugtigheden herunder adsorberes af tørremidlet, og den tørre gas passerer gennem tørremiddelunderstøtningen 7 og filteret 6 til og gennem afgangsledningen 28, gennem firegangsafgangsomstillingsventilen 21 til afgangsledningen 25, hvorfra den forlader tørreapparatet.

30

Under gassens strømning gennem laget 40 afføles vandindholdet af den gas, som strømmer i laget, kontinuerligt af sonden 50, idet gas med en hastighed på 15 l/min via hullerne 49 og sonderøret 50 ledes gennem ledningen 52

35

0

og den åbne ventil 54 til føleren 57, hvorefter den udluftes til atmosfæren.

Samtidig afgrenes en portion af tilgangsgassen gennem ledningen 33 til dysen 2 og derfra til dampopvarmeren 5, hvor den opvarmes til en forholdsvis høj temperatur af størrelsesordenen 100°C til 250°C, og den føres derpå gennem ledningen 34 til firegangsventilen 21, som afgrener den til ledningen 29, hvorfra den trænger ind i bunden af den anden tank 32, forbi tørremiddellaget 40 i denne tank og bortledes fra tanken gennem ledningen 24. Denne fører den til ventilen 1, som afgrener den til ledningen 35, forbi køleren 11, hvor vandet kondenseres og fjernes ved separatoren 12 og vandudskilleren 13, og til tilgangsledningen 26, hvor den igen slutter sig til tilgangsstrømmen med henblik på tørring. Der udluftes således ingen skyllegas til atmosfæren.

Tørreapparatet fortsætter i denne cyklus, indtil føleren 57 i gassen, som tørres i tanken 31, har affølt det forud fastlagte fugtighedsniveau, ved hvilket fronten er ved at forlade laget, hvorpå tidsstyringen gentilsluttes og aktiverer ventilen 15 til at bevæge stemplet i cylinderen 14 og omstille ventilerne 1 og 21 180°. Dette afgrener tilgangsgassen, der strømmer ind gennem ledningen 26, fra ledningen 23 til ledningen 24, således at den trænger ind ved toppen af den anden tank 32, og afgrener skyllestrømmen til bunden af tanken 31 via ledningen 28. Gassen fra dampopvarmeren 5 ledes nu gennem tilførselsledningen 28 ved bunden af tanken 31, hvorefter den passerer i retning opad gennem tanken 31 strømmer ud ved toppen af tanken og ledes gennem ledningen 23 og ventilen 1 til ledningen 35 og derpå ledningen 26. Ventilen 54 er på dette tidspunkt lukket og afspærrer ledningen 52 til føleren 57. Ventilen 55 og ledningen 53 åbnes først efter at gassen i tanken 32 er kold, hvorefter føleren kan afføle fugtigheden i gassen i tanken 32. Denne cyklus fortsætter derpå indtil føleren 57 har affølt det forud fastlagte fugtighedsindhold i gassen i tanken 32, hvorpå tidsstyringen igen

0

sættes i funktion, og ventilerne 1 og 21 drejes 180° til deres oprindelige stilling, og den første cyklus gentages.

Fra tid til anden fortrinsvis med regulære intervaller af en varighed, der er kortere end den tid, der er
5 nødvendig til mætning af et lag i drift med fugtighed, åbnes solenoideventilen 46, og solenoideventilerne 54, 55 lukkes. Dette tillader fugtig gas at strømme fra tilførslen 26 for fugtig gas direkte til føleren 57.

Hvis føleren og det dermed forbundne elektriske
10 kredsløb signalerer luften som fugtig, vil tørreapparatet fortsætte i normal drift, idet det fra tid til anden omstilles svarende til den af føleren afgivne indikation. Hvis føleren derimod ikke reagerer som fugtig, omstilles tørreapparatet automatisk til drift med fast tidscyklus,
15 og en ikke vist alarm aktiveres og signalerer tilstanden.

Det i fig. 3 viste tørreapparat er sammensat af et par tanke 60 og 61, som hver ved den ene ende har en tilførsel 62 og 63 og ved den anden ende en afgang 64 og 65. Anbragt tværs over afgangene i hver af tankene findes rustfri stålunderstøtningssier 66, som er fremstillet af trådvæv eller perforeret stålplade, og hvis formål er at tilbageholde tørremiddelpartikler i tankene.
20

Tankene er fyldt med tørremiddel i to lag 68 og 69, hvoraf det første bufferlag 68 strækker sig tilnærmelsesvis over $1/6$ af lagets længde og er opbygget af aktiveret aluminiumoxid, og det andet lag 69, som udgør den øvrige del af laget, er opbygget af silicagél. Det aktiverede aluminiumoxid har en større modstand mod frit vand end silicagél, og det tjener derfor som en buffer for silicagélen
25 ved lagenes indstrømningsender.

Anbragt ved indstrømningsenden af hvert lag og strækkende sig tilnærmelsesvis over halvdelen af lagets længde findes et arrangement af langstrakte varmeelementer 70, i det foreliggende tilfælde i et antal af otte. Disse er anbragt med jævne mellemrum over laget. Det vil imidlertid
35 forstås, at der kan anvendes et større eller mindre

0 antal elementer i afhængighed af deres varmekapacitet.
Varmeelementernes indstrømningsender er forsynet med elek-
triske forbindelser 71, som forløber gennem væggene af
tankene 60 og 61 og er forbundet med det elektriske sy-
5 stem på en sådan måde, at varmeelementerne tilsluttes,
når laget omstilles til regenereringscyklus, og afbrydes
ved udløbet af en forud fastlagt tid, der er tilstrække-
lig til regenerering af tørremidlet, og som kan være kor-
tere end varigheden af en tørringscyklus eller være lig
10 med varigheden af denne afhængigt af den tid, som er nød-
vendig for at aktivere fugtighedsføleren 57 via sonderne
50 og 51 i fig. 2, som er placeret lige under varmeelemen-
terne i hvert af lagene 67. Føleren 57 er forbundet med
et kredsløb med en tidsstyring nøjagtigt som ved det i
15 forbindelse med fig. 1 beskrevne apparat.

Det fejlsikre følerafprøvningssystem ifølge opfin-
delsen omfatter en ledningsforbindelse 45 til fugtig gas,
som løber fra tilførslen 26 for fugtig gas direkte til den
ledning 56, som fører til føleren 57. Strømningen gennem
20 ledningen 45 styres af en solenoideventil 46, som normalt
er lukket, undtagen når funktionsdygtigheden af følerkreds-
løbet skal afprøves på en måde, som skal beskrives i det
følgende.

Tankene 60 og 61 er indbyrdes forbundet af et sy-
25 stem af ledninger med henblik på at sikre levering af til-
gangsgas, som skal tørres, til tilførslen til et af lagene
og bortledning af tørret gas fra afgangene fra lagene, og
med ledninger til at lede en afgrenet skyllestrøm fra af-
gangen til bunden af hvert lag med henblik på regenerering
30 og udlede den til atmosfæren, efter at den har forladt top-
pen af laget. Dette system er sammensat af en tilførsels-
ledning 80 for fugtig gas, som leder fugtig gas til en fi-
regangssolenoideomstillingsventil 81 og derpå gennem en-
ten en ledning 82 eller 83 til toppen af henholdsvis tan-
35 kene 60 og 61. Lignende ledningsforbindelser 84 og 85
strækker sig mellem afgangene fra de to tanke. Strømmen
langs disse ledninger til en afgangsledning 86 styres af

0 kontraventiler 87 og 88. En anden ledning 89 fører fra forbindelse mellem ledningerne 84 og 85 til en skyllemålev ventil 90, som styrer rumfanget af den skyllestrøm, der afledes fra afgang for tør gas med henblik på regenerering af tørremiddellaget under regenereringscyklen. Ledningen 89
5 fører skyllestrømmen gennem en trykreducerende dyse 91 til en af to ledninger 92, 93 og kontraventiler 94 og 95 og til afgangene 64 og 65 fra tankene 60 og 61. En udluftningsledning 96 for skyllestrømmen fører fra firegangsventilen
10 81 forbi en skyllestrømsudstrømningsventil 97 med henblik på udluftning af skyllestrømmen til atmosfæren.

Hvis tanken 60 befinder sig i tørringscyklus og tanken 61 i regenereringscyklus er virkemåden af tørreapparatet som følger: fugtig gas ved et ledningstryk på fra
15 1,7 til 25 atmosfære tilføres gennem ledningen 80 og afgrenes af ventilen 81 til ledningen til tanken 60, og den passerer derpå i retning nedad gennem lagene 68 og 69 forbi sonden 50 til afgang 64, hvorpå den via ledningen 84 ledes gennem ventilen 87 til afgangsledningen 86. Ventilerne 88 og 94 forhindrer strømning i henholdsvis ledningerne 85 og 92. En del af afgangsgassen styret af skylleventilen 90 ledes derpå gennem ledningen 89 og gennem dysen 91, hvor dens tryk formindskes til atmosfæretryk på grund af den åbne afgangsventil 97, til ledningen 93, gennem kontraventilen 95, idet ventilen 94 forhindrer strømning i ledningen
25 92, til bunden 65 af den anden tank 61, som befinder sig i regenerationscyklus, og den passerer derefter i retning opad gennem laget til tilførslen 63 og derpå gennem ledningen 83 til firegangsomstillingsventilen 81 og udluftes til
30 atmosfæren gennem skylleafgangsledningen 96 og ventilen 97.

Arrangementet af varmeelementer 70 i tanken 61, som regenereres, aktiveres, og tørremiddellaget udtørres, idet det udsættes for skyllestrømmen i det tidsrum, der er nødvendigt for fuldt ud at regenerere tørremidlet. Dette
35 tidsrum kan være betragteligt mindre end tørrecyklustiden, da det naturligvis ikke er bestemt af en fast tidscyklus, men

0 af fugtighedsniveauet i gassen i laget. Følgelig er varme-
elementerne 70 tidsstyret således, at de kun er aktiverede
i et tidsrum, der er nødvendigt for at fuldføre regenererin-
gen af tørremidlet, og når dette tidsrum er udløbet, afbry-
5 des de automatisk. Gasskyllestrømmen fortsættes kun i et
tidsrum, der er tilstrækkeligt til at køle tørremiddella-
get til rumtemperatur, ved hvilken temperatur adsorptionen
er mere effektiv, og derpå afbrydes også den automatisk ved
lukning af skylleafgangsventilen 97, hvorpå det brugte lag
10 igen sættes under tryk, således at det er parat til den
næste cyklus. Normalt er fra 1/2 time til 2 timer passende
til at bevirke en fuldstændig regenerering af et brugt lag,
hvis laget opvarmes af varmeelementerne til en temperatur
inden for området 100-250°C. Andre temperaturer og tids-
15 rum kan imidlertid naturligvis anvendes afhængig af det
anvendte tørremiddel.

En del af gassen i tanken 60 udtages gennem hul-
lerne 49 i sonden 50 og derfra via ledningen 52 til føleren
57. Når føleren 57 har affølt det forud fastlagte fugtigheds-
20 indhold i denne gas, sættes tidsstyringen igen i funktion
og omstiller firegangsomstillingsventilen 81 således, at
den omleder tilgangsgassen til ledningen 83 til toppen af
den anden tank 61 under tørringscyklus og åbner skylleaf-
gangsventilen 97. Skyllestrøm passerer nu gennem ledningen
25 89, dysen 91 og ledningen 92 og gennem ventilen 94 til bun-
den af tanken 60, som nu befinder sig i regenerationscy-
klus. På det tidspunkt ventilen 91 omstilles, tilsluttes
varmeelementerne 70 i laget 60 og opvarmer laget med hen-
blik på reaktivering af tørremidlet, og ventilen 54 lukkes
30 og afspærrer føleren 57 fra gassen i tanken 60, og ventilen
55 åbnes og forbinder føleren 57 med tanken 61. Denne cyklus
fortsætter, indtil føleren 57 afføler det forud fastlag-
te fugtighedsniveau i tanken 61, hvorpå ventilerne 81, 97,
54 og 55 igen omstilles, og cyklus gentages.

35 Fra tid til anden med regelmæssige intervaller af
forud fastlagt varighed åbnes solenoideventilen 46 og so-

0

lenoideventilerne 54, 55 lukkes. Dette tillader fugtig gas at strømme fra tilførslen 80 for fugtig gas direkte til føleren 57.

5 Hvis følgeren og det hermed forbundne elektriske kredsløb signalerer luften som fugtig, vil tørreapparatet fortsætte i normal drift, og omstillingen vil ske ifølge den af føleren afgivne indikation. Hvis føleren imidlertid ikke reagerer som fugtig, omstilles tørreapparatet automatisk til drift med fast cyklustid, og der afgives en alarm
10 til signalering af tilstanden.

Det i fig. 4 viste tørreapparat er sammensat af et par tørremiddeltanke 131 og 132. Disse tanke er anbragt lodret. Hver tank indeholder et lag 140 af et tørremiddel såsom silicagél. I tankene 131, 132 er ligeledes tilvejebragt
15 åbninger 106, 111 for påfyldning i og udtagning af tørremiddel fra tankene.

Der er tilvejebragt et udstrakt system af rørledninger, som forbinder de to tanke med henblik på indledning af tilgangsgas, som indeholder fugtighed, der skal fjernes,
20 og til afgivelse af tør afgangsgas, som er befriet for fugtighed efter at have passeret gennem tørreapparatet, og med de nødvendige ventiler til omstilling af strømmen af tilgangs- og afgangsgas til og fra hver af tankene. Dette system omfatter en tilførselsledning 126, som leder den fugtige tilgangsgas til en firegangsomstillingsventil 101. Ven-
25 tilen 101 omstilles med lufttryk via en cylinder 144 og styret af solenoideventiler 145, 146, som styres af en tidsstyring nøjagtigt som ved det i forbindelse med fig. 1 beskrevne apparat. Ventilen 101 retter strømmen af tilgangsgas til den ene af to tilførselsledninger 123 og 125, som
30 fører tilgangsgassen til toppen af hver af tankene. En skylleafgangsledning 103 strækker sig til en skylleafgangsventil 114 og udluftes derpå til atmosfæren. Ventilen 114 aktiveres af en cylinder 147, som styres af en solenoide-
35 ventil 148.

0

Ved bunden af hver tank findes en siunderstøtning 112 for tørremiddel, og som er fremstillet af sintret rustfrit ståltrådvæv, der tilbageholder tørremiddellaget 140 i tankene 131, 132. Afgangsledninger 128 og 129 fra bunden af henholdsvis tankene 131 og 132 fører til en afgangsledning 125 for tør gas. Anbragt i hver afgangsledning 128 og 129 findes en filtersigte 113 som er udtage-
lig og er fremstillet af sintret rustfrit trådvæv. Disse virker til at tilbageholde eventuelle tørremiddelpartik-
ler, som ellers ville kunne føres ud fra laget 140 forbi
tørremiddelunderstøtningen 112, med henblik på at holde den
øvrige del af systemet rent for sådanne partikler. Ligele-
des findes der i hver af ledningerne 128, 129 afgangskon-
traventiler 120, 121.

15

Anbragt inden i hver af tankene ved et punkt til-
nærmelsesvis 15 cm over afgangsledningerne 128, 129 findes
gassonder 50, 51 til afføling af fugtighed som vist i fig.
2, og som udtager gasprøver i laget ved dette punkt, og
som vist i fig. 2 ledes de udtagne prøver via ledninger
52, 53 forbi vælgerventiler 54, 55 til ledningen 56 og der-
på til en føler 57 med henblik på bestemmelse af fugtigheds-
indholdet deri, hvorefter de via ledningen 56 gennem filte-
ret 58 og drøvleventilen 59 udledes til atmosfæren. De to
solenoidventiler 54, 55 aktiveres af en tidsstyringsanord-
ning nøjagtigt som beskrevet i forbindelse med det i fig.
1 viste apparat. Ventilerne afspærrer gasstrømning til fø-
leren under regenerering af en tank.

Det i fig. 4 viste tørreapparat er beregnet til at
regenerere et brugt tørremiddellag med en skyllestrøm af
opvarmet tilgangsgas. Til dette formål er der tilvejebragt
en elektrisk opvarmningsanordning 115, som ved en ledning
133 er forbundet med en omløbsledning 134, som strækker
sig mellem ledningerne 128, 129 og omfatter et par skylle-
strømkontraventiler 105, 107 og et par udluftningsventi-
ler 104, 108. En anden omløbsledning 135 med en trykpålæg-
ningsventil 102 forløber mellem de to ender af ledningen

35

0

134. En skylleblæser 118 leverer atmosfærisk luft via en blæsesugefilterlyddæmper 119 til opvarmningsanordningen 115.

5 Det fejlsikre følerafprøvningssystem ifølge opfindelsen omfatter en ledningsforbindelse 45 for fugtig gas, som løber fra tilførslen 126 for fugtig gas direkte til den ledning 56, som fører til føleren 57. Strømningen gennem ledningen 45 styres af solenoideventilen 46, som normalt er lukket, undtagen når funktionsdygtigheden af følerkredsløbet skal afprøves på den måde, som skal beskrives
10 i det efterstående.

Tørreapparatet virker på følgende måde: fugtig tilgangsgas med et ledningstryk på 1,7 til 25 atmosfære indføres gennem ledningen 126 til firegangsomstillingsventilen 101, hvor det ledes til en af tankene 131, 132. Hvis
15 tanken 131 befinder sig i tørringscyklus, er firegangsomstillingsventilen 101 indstillet til at afgrene tilgangsgassen gennem ledningen 123 til toppen af tanken 131. Tilgangsgassen passerer i retning nedad gennem laget 140 til
20 bunden, idet fugtigheden herunder adsorberes på tørremidlet, og den tørre afgangsgas passerer gennem tørremiddelunderstøtningen 112 og filteret 113 til og gennem afgangsledningen 128 til afgivelsesledningen 125, hvor den forlader tørreapparatet, idet ventilerne 121, 105, 102 og 104 er
25 lukkede og forhindrer gassen i at trænge i ledningerne 129, 134 og 135 eller udluftes til atmosfæren.

Mens gassen strømmer gennem laget 140 afføles vandindholdet i gassen, som strømmer i laget, kontinuerligt af sonden 50, idet gas med en hastighed på 15 l/min
30 via hullerne 49 og sonderøret 50 ledes gennem ledningen 52 og den åbne ventil 54 til føleren 57, hvorefter den udluftes til atmosfæren. Samtidig tilføres en strøm af skyllegas af blæseren 118 til opvarmningsanordningen 115, hvor den opvarmes til en temmelig høj temperatur af størrelsesordenen 110°C til 250°C, og den føres derpå af ledningen
35 133 til omløbsledningen 134. Ventilen 105 er lukket, hvil-

0 ket afgrener skyllegassen forbi ventilen 107 i ledningen
134 til bunden af den anden tank 132 og forbi tørremiddel-
understøtningen 112, hvorefter den passerer i retning op-
ad gennem tørremiddellaget 140 i denne tank og forlader
5 tanken gennem ledningen 124. Denne fører til ventilen 101,
som afgrener skyllegassen til ledningen 103 og forbi ven-
tilen 114, hvor den brugte skyllegas udluftes til atmos-
færen.

Tanken 132 fortsætter i denne cyklus indtil en
10 tidsstyring, som er indstillet på et forud fastlagt tids-
interval, efter hvilket regenereringen er fuldstændig, af-
giver et signal til blæseren 118 og opvarmningsanordnin-
gen 115, som afbrydes, og derpå til solenoideventilen 148,
som aktiverer cylinderen 147, der lukker skyllegasafgangs-
15 ventilen 114. Tidsstyringen åbner derpå den solenoidebe-
tjente trykpålningsventil 102. Dette gør det muligt i-
gen at sætte tanken 132 under tryk. Når føleren 57 i den
gas, som tørres i tanken 131, har affølt det forud fast-
lagte fugtighedsniveau, ved hvilket fronten er ved at for-
20 lade laget, lukkes ventilen 102 og solenoideventilen 146
aktiveres til omstilling af cylinderen 144 og dermed drejes
omstillingsventilen 101 180°, således at den omstiller til-
gangsgassen, der strømmes ind gennem ledningen 126, fra
ledningen 123 til ledningen 124, således at den trænger
25 ned i toppen af den anden tank 132. Afluftningsventilen
104 åbnes derpå. Efter et tilstrækkeligt tidsrum, sædvan-
ligvis ca. 1 minut, til aflutningen af gassen i tanken 131
gennem afluftningsventilen 104 i tilstrækkeligt omfang til
at reducere trykket i tanken til i det væsentlige atmos-
30 færetryk, lukkes afluftningsventilen 104, og skylleluft-
afgangsventilen 114 åbnes. Nu strømmes en skyllestrøm via
ledningen 134 forbi ventilen 105 til bunden af tanken 131
og passerer i retning opad gennem denne, forlader den ved
toppen af tanken og udluftes til atmosfæren gennem lednin-
35 gen 123, ventilen 101, ledningen 103 og ventilen 114. Ven-
tilen 54 lukkes på det tidspunkt ventilen 101 omstilles og
afspærrer ledningen 52 til føleren 57. Efter at tanken 132
er blevet afkølet, åbnes ventilen 55 og ledningen 53, så-

0

ledes at føleren kan afføle fugtighed i gassen i tanken 132. Denne cyklus fortsættes derpå indtil føleren 57 har affølt det forud fastlagte fugtighedsniveau i gassen i tanken 132, hvorpå ventilerne alle stilles tilbage i deres oprindelige stilling i trin, som tillader en mellem-
5 liggende trykpålægning, og udluftningstrin som forklaret i det foranstående, og den første cyklus gentages.

Fra tid til anden med regelmæssige intervaller af forud fastlagt varighed åbnes solenoideventilen 46 og solenoideventilerne 54, 55 lukkes. Dette tillader fugtig gas
10 at strømme fra tilførslen 126 for fugtig gas direkte til føleren 57.

Hvis føleren og det hermed forbundne elektriske kredsløb signalerer luften som fugtig, fortsætter tørre-
15 apparatet i normal drift ved den af føleren afgivne indikation. Hvis føleren imidlertid ikke reagerer som fugtig, omstilles tørreapparatet automatisk til drift med fast cyklus, og der signaleres en alarmtilstand.

I det i fig. 5 viste tørreapparat anvendes der
20 ikke varme til at bevirke regenerering af det brugte tørremiddel.

Tørreapparatet er sammensat af to tanke 231 og 232, som er udstyret med passende ledningsforbindelser til levering af fugtig tilgangsgas og tør afgangsgas til og fra
25 hver af tankene og med åbninger 220 og 221 til henholdsvis udtømmning og påfyldning af tørremiddel. Tørremidlet 113 understøttes på sigteunderstøtninger 208 i hver af tankene. Styling af strømmingen af fugtig tilgangsgas fra tilførselsledningen 230 sker ved hjælp af ventiler 201 og 199,
30 som dirigerer strømmingen af tilgangsgassen enten til en ledning 198 eller til en ledning 189 og derfra til bunden af tankene 231, 232.

Tør afgangsgas forlader tankene via en af ledningerne 241 eller 242, som begge er forbundet med afgang
35 233 for tør gas. I hver ledning findes et renseligt filter af sintret rustfrit ståltrådsvæv 207 og en kontraventil 200, 204.

0

En tværledning 244 shuntforbinder afgangsledningerne 241, 242 og er udstyret med to kontraventiler 205, 245 på hver sin side af en parallel ledning 246, der strækker sig til afgangsledningen 233. I ledningen 246 findes en tryk-
5 reducerende dyse 212, over hvilken trykket reduceres til atmosfæretryk, når skyllegasafgangsventiler 202 eller 225 er åbne, samt en skyllegasindstillingsventil 203 til indstilling af strømmingen gennem ledningen 246. Denne styrer voluminet af den skyllestrøm, som afledes fra afgangsgassen
10 med henblik på regenerering af den brugte tank, og som kan aflæses af en skyllestrømindikator 211.

En omløbsledning 215 er ført uden om skyllestrømdysen 212 og indstillingsventilen 203 med henblik på trykpålægning styret af en ventil 217. En anden ledning 216
15 forløber mellem ledningerne 198 og 189 og er forsynet med skylleluftudluftningsventiler henholdsvis 202 og 225, som i åben tilstand udlufter skylleluft til atmosfæren gennem udstødningslyddæmpere 209 i en ledning 226.

Ved punkter tilnærmelsesvis 15 cm fra afgangsen i
20 hver af tankene findes et par fugtighedsaffølingssonder 50, 51 som vist i fig. 2. Fugtighedsindholdende gas ledes via ledningerne 52, 53 til en fugtighedsføler 57, som påviser fugtighedsniveauet i gassen og reagerer herpå, når et forud fastlagt fugtighedsniveau er nået, og som styrer den tids-
25 styring, der styrer operationen af ventilerne 201, 199 og ligeledes skylleluftudluftningsventilerne 202, 225 og trykpålægningsventilen 217.

Det fejlsikre følerafprøvningssystem ifølge opfindelsen omfatter en ledningsforbindelse 45 for fugtig gas, som forløber fra tilførslen 230 for fugtig gas direkte til
30 den ledning 56, som fører til føleren 57. Strømning gennem ledningen 45 styres af solenoideventilen 46, som normalt er lukket, undtagen når funktionsdygtigheden for følerkredsløbet skal afprøves på en måde, der skal beskrives i det
35 følgende.

0 Hvis den venstre tank befinder sig i tørringscyklus og den højre tank i regenereringscyklus, sker driften af tørreapparatet som følger: våd tilgangsgas ved f.eks. 7 atmosfære og med en strømningshastighed på 8,5 m³ min og mættet ved 27°C kommer fra tilførslen 230 til
5 ledningen 198, passerer ventilen 201 og trænger ind ved bunden af den første tank 231 og bevæger sig derpå i retning opad gennem det deri værende lag af tørremiddel 213 f.eks. silicagél, forbi fugtighedsaffølingssonden 50 til
10 afgangen og derfra gennem filteret 207, ledningen 241, idet kontraventilen 245 forhindrer, at gassen trænger i ledningen 244, og gennem kontraventilen 200 til afgangsledningen 233 for tør gas. Afgangsgassen afgives her ved et tryk på 7 atmosfære og i en mængde på 7,5 Nm³/min og med et dugpunkt på -65°C. Kontraventilen 204 forhindrer, at den tørre gas trænger ind i ledningen 242. Resten af den tørre afgangsgas, 1 m³/min i dette tilfælde, afledes gennem
15 ledningen 246 fra enden af ledningen 241 ved afgang og føres forbi ventilen 203 og dysen 212, hvor dens tryk reduceres til atmosfæretryk, og derpå gennem ledningen 244 til toppen af den anden tank 232, som befinder sig i regenerationscyklus. Skyllestrømmen passerer i retning nedad gennem tørremiddellaget 213 og strømmer ved bunden ud i ledningen 216 og passerer derpå gennem skylleluftafgangsventilen 225 til ledningen 216 og lyddæmperne 209, hvor
20 den udluftes til atmosfæren.
25

 Eftersom det tidsrum, som hvert lag vil befinde sig i tørringscyklus, normalt er langt større end det tidsrum, der er nødvendig for at regenerere det brugte lag, er
30 skyllegasudluftningsventilerne 202, 225 tidsstyrede således, at de kun aktiveres i det tidsrum, der er nødvendigt for fuldstændig regenerering af tørremidlet. Når dette tidsrum er udløbet, afspærres de automatisk, og trykpålægningsventilen 217 åbnes automatisk. Dette sker ved hjælp af en
35 tidsstyring som ved det i forbindelse med fig. 1 omtalte apparat.

0 Den ovennævnte cyklus fortsætter indtil fugtigheds-
føleren 57 via sonden 50 har påvist det forud fastlagte
fugtighedsniveau i gassen i tanken 231, hvorpå tidsstyrin-
gen igen sættes i funktion og først lukker ventilen 217,
5 derpå åbner ventilen 199, derpå lukker ventilerne 200, 201
og 205, og derpå åbner ventilen 204, således at fugtig til-
førselsgas, som strømmer ind gennem tilløbet 230, passerer
gennem ledningen 189 til tanken 232, mens tør afgangsgas
nu kan passere fra toppen af tanken 232 til leveringsled-
10 ningen 233 for tør gas, og indtrængning af tør gas i led-
ningerne 241 og 244 fra ledningen 242 forhindres. Strømnin-
gen af skyllegas i tværledningen 244 vendes nu, og skylle-
gassen strømmer i ledningen 244 gennem ventilen 245 til
toppen af tanken 231, som befinder sig i regenererings-
15 cyklus, og derefter i retning nedad gennem laget til led-
ningen 198, og derfra gennem ventilen 202 og ledningen 216,
ledningen 226 og lyddæmperne 209, hvor den udluftes til
atmosfæren. Denne cyklus fortsætter, indtil den forud
fastlagte cyklustid for regenerering er udløbet, hvorpå
20 tidsstyringen lukker skyllegasafgangsventilen 202 og åbner
trykpålægningsventilen 217 med henblik på igen at sætte
tanken 231 under tryk. Systemet fortsætter med tanken 232
i tørringscyklus, indtil fugtighedsføleren 57 via sonden
51 i tanken 232 afføler det forud fastlagte fugtighedsni-
25 veau i gassen i dette lag, hvorpå tidsstyringen igen sæt-
tes i funktion, ventilerne reverseres, og cyklus begynder
igen.

Sædvanligvis udføres tørringscyklus med gas ved et
overatmosfæretryk af størrelsesordenen 1 til 25 atmosfære.
30 Dysen 212 i tværledningen 246 i kombination med skyllegas-
afgangsventilerne 202 og 225 sikrer, at regenerationscy-
klus udføres ved et tryk, som er betragteligt reduceret i
forhold til det tryk, ved hvilken adsorptionscyklus udføres.

For at sikre regenerering af det brugte lag under
35 regenereringscyklus, er det tidsrum, som tilmåles ved tids-
styring, og rumfanget af skyllestrømmen indstillet svaren-

0

de til rumfanget af tørremiddel, det fugtighedsniveau ved hvilket cyklus afsluttes, og det tryk, ved hvilket adsorptionen sker, med henblik på at sikre at regenereringen kan blive fuldstændig inden for den tilmålte cyklustid. Uopvar-

5 mede tørreapparater arbejder under ligevægtsbetingelser, og ligevægtsbetingelserne må opretholdes under alle de betingelser, som tørreapparatet blive underkastet under brugen.

Fra tid til anden og fortrinsvis med regulære intervaller af forud fastlagt varighed åbnes solenoideventilen

10 46, og solenoideventilerne 54, 55 lukkes. Dette tillader fugtig gas at strømme fra tilgangen 230 for fugtig gas direkte til føleren 57.

Hvis føleren og det dermed forbundne elektriske kredsløb signalerer luften som fugtig, fortsætter tørre-

15 apparatet i normal drift med omstilling af lagene svarende til den af føleren afgivne indikation. Hvis føleren derimod ikke reagerer som fugtig, omstilles tørreapparatet automatisk til drift med fast cyklustid, og en alarm signalerer tilstanden.

20 Ved det i fig. 6 viste tørreapparat anvendes der ikke varme til at bevirke regenerering af det brugte tørremiddel, og der anvendes en dampejektor til at reducere trykket til under det atmosfæriske under regenerering.

Tørreapparatet er sammensat af to tanke 331 og 332,

25 som er udstyret med passende ledningsforbindelser til levering af fugtig tilgangsgas og tør afgangsgas til og fra hver af tankene, og med åbninger 320 og 321 til henholdsvis påfyldning og udtagning af tørremiddel. Tørremidlet 313 understøttes på siunderstøninger 308 i hver af tankene.

30 Styling af strømmingen af fugtig tilgangsgas fra en tilførselsledning 330 sker ved hjælp af ventiler 301 og 299, som retter strømmen af tilgangsgas til enten en ledning 298 eller en ledning 289 og derfra til bunden af tankene 331, 332.

35 Tør afgangsgas forlader tankene via en af ledningerne 341 og 432, der begge er forbundet med en afgang 333

0

for tør gas. I hver ledning findes et renseligt filter 307 af rustfrit ståltrådsvæv og en kontraventil 300, 304.

En tværledning 344 shuntforbinder afgangsledningerne 341, 342 og er udstyret med to kontraventiler 305, 345 på hver sin side af en parallelledning 346, der strækker sig til udgangsledningen 333. I ledningen 346 findes en trykreducerende dyse 312, over hvilken trykket reduceres til under atmosfæretryk, når en af skylleluftafgangsventilerne 302 eller 325 er åben, og en skylleluftindstillingsventil 303 til indstilling af strømmingen gennem ledningen 346. Denne styrer rumfanget af skylleluftstrømmen, som afledes fra afgangsgassen med henblik på regenerering af den brugte tank, og som kan aflæses på en skyllestrøm-indikator 311.

15

En omløbsledning 315 er ført uden om skyllestrømdysen 312 og indstillingsventilen 303 med henblik på pålægning af tryk på en regenereret tank styret af en ventil 317. En anden ledning 316 forløber mellem ledningerne 289 og 289 og er udstyret med skylleluftafgangsventiler henholdsvis 302 og 325, som styrer udluftningen af skyllestrømmen til atmosfæren gennem en dampejektor 309 i en ledning 326.

20

Ved punkter tilnærmelsesvis 15 cm fra afgangsen i hver tank findes et par fugtighedsaffølingssonder 50, 51 som vist i fig. 2 med huller 49 til indtrængning af gas, som passerer gennem tørremiddellaget i hver af tankene. Den fugtige gas ledes nøjagtig som beskrevet i forbindelse med fig. 2 via ledninger 52, 53 til en fugtighedsføler 67, som reagerer herpå, når et forud fastlagt fugtighedsniveau er nået, og som styrer den tidsstyring, der styrer driften af ventilerne 301, 299 og ligeledes skylleluftafgangsventilerne 302, 225 og trykpålægningsventilen 317.

30

Det fejlsikre følerafprøvningssystem ifølge opfindelsen omfatter en ledningsforbindelse 45 for fugtig gas, som forløber fra tilførslen 330 for fugtig gas direkte til den ledning 56, som fører til føleren 57. Strømmingen

35

0 gennem ledningen 45 styres af solenoideventilen 46, som normalt er lukket, undtagen når funktionsdygtigheden af følerkredsløbet skal afprøves på en måde, som skal beskrives i det følgende.

5 Hvis den venstre tank befinder sig i tørringscyklus og den højre tank i regenereringscyklus, foregår driften af tørreapparatet på følgende måde: våd tilgangsgas med f.eks. et tryk på 1,7 atmosfære og en strømningshastighed på $8,5 \text{ m}^3/\text{min}$ tilføres gennem tilgangen 330 til ledningen
10 298, passerer ventilen 301 og trænger ind ved bunden af den første tank 331 og strømmer derpå i retning opad gennem laget af tørremiddel 313, f.eks. silicagél, forbi fugtighedsaffølingssonden 50 til afgang og derfra gennem filteret 307, ledningen 341, idet kontraventilen 345 for-
15 hindrer indtrængning i ledningen 344, og gennem kontraventilen 300 til afgangsledningen 330 for tør gas. Afgangsgassen afgives her ved 1,7 atmosfære og med en strømningshastighed på $7,5 \text{ m}^3/\text{min}$. Kontraventilen 304 forhindrer indtrængning af tør gas i ledningen 342. Den øvrige del af
20 den tørre afgangsgas, i det foreliggende eksempel $1 \text{ m}^3/\text{min}$, afledes gennem ledningen 346 fra enden af ledningen 341 ved afgang og føres forbi ventilen 303 og dysen 312, hvor dens tryk formindskes som følge af dampejektoren 309's udsugningsvirkning til under atmosfæretryk, i det forelig-
25 gende tilfælde til 0,35 atmosfære, og skyllegassen føres derpå gennem ledningen 344 til toppen af den anden tank 332, som befinder sig i regenerationscyklus. Skyllestrømmen passerer i retning nedad tørremiddellaget 313 og strømmer ved bunden ind i ledningen 316 og passerer derefter
30 gennem skylleluftafgangsventilen 325 til ledningen 326 og ejektoren 309, hvor den udsuges til atmosfæren.

Ved afslutningen af et forud fastlagt tidsrum lukkes skylleventilen 325 og trykpålningsventilen 317 af tidsstyringen som beskrevet i forbindelse med det i fig. 5 viste
35 apparat.

0

Denne cyklus fortsætter, indtil fugtighedsføleren 57 via sonden 50 har påvist det forud fastlagte fugtighedsniveau i gassen i tanken 331, hvorpå tidsstyringen igen sættes i funktion og først lukker trykpålningsventilen 317, åbner ventilen 299, derpå lukker ventilen 301 til omstilling af strømmingen fra bunden af tanken 331 til bunden af tanken 332 via ledningen 289, lukker ventilerne 300 og 305 og derpå åbner ventilen 304, således at den tørre afgangsgas nu kan passere fra toppen af tanken 332 til afangsledningen 333 for tør gas, og indtrængning af tør gas i ledningerne 341 og 344 fra ledningen 342 forhindres. Strømmingen af skyllegas i tværledningen 344 reverseres nu, og skyllegassen strømmer i ledningen 344 gennem ventilen 345 til toppen af tanken 331, som befinder sig i regenereringscyklus, og derfra i retning nedad gennem laget til ledningen 298 og videre gennem ledningen 316, gennem den åbne skylleluftafgangsventil 302, ledningen 326 og dampejektoren 309, hvor den udsuges til atmosfæren. Cyklus fortsætter nøjagtig som beskrevet i forbindelse med det i fig. 5 viste apparat, hvorefter ventilerne reverseres, og cyklus begynder igen.

Sædvanligvis udføres tørringscyklus med gas ved atmosfæretryk eller derover af størrelsesordenen 1 til 25 atmosfære. Dysen 312 i tværledningen 346 i kombination med dampejektoren 309 og afgangsventilerne 302 og 325 sikrer, at regenereringscyklus udføres ved et tryk, som er betragteligt reduceret i forhold til det, hvorved adsorptionscyklus gennemføres, f.eks. ved et tryk fra 0,04 til 1 atmosfære.

Fra tid til anden med regelmæssige intervaller af forud fastlagt varighed åbnes solenoideventilen 46, og solenoideventilerne 54, 55 lukkes. Dette tillader fugtig gas at strømme fra tilgangen 330 for fugtig gas direkte til føleren 57.

Hvis føleren og det hermed forbundne elektriske kredsløb signalerer luften som fugtig, fortsætter tørreap-

0 paratet i normal drift, idet det skifter mellem lagene i
overensstemmelse med den af føleren afgivne indikation.
Hvis føleren derimod ikke reagerer som fugtig, omstilles
tørreapparatet automatisk til drift med fast cyklustid,
5 og en alarm signalerer tilstanden.

For at sikre regenerering af det brugte lag under
regenereringscyklus indstilles det af tidsstyringen til-
delte tidsrum sammen med voluminet af skyllestrømmen sva-
rende til rumfanget af tørremiddel, det fugtighedsniveau,
10 ved hvilket cyklus afbrydes, og det tryk, ved hvilket de-
sorptionen sker, med henblik på at sikre, at regenereringen
kan blive fuldstændig indenfor den tildelte cyklustid. Uop-
varmede tørreapparater arbejder under ligevægtsbetingelser, som
må opretholdes under alle de forhold, som tørreapparatet
15 kan blive underkastet under brugen.

Som følge af, at fugtighedsfølelementer er varme-
følsomme, er det hensigtsmæssigt at afspærre den ledning,
som fører til føleren fra laget, hvis laget er opvarmet med
henblik på regenerering. Det er altid hensigtsmæssigt lige-
20 ledes at afspærre ledningen til det lag, som ikke er i
drift. Med henblik herpå er der som vist på tegningen sæd-
vanligvis tilvejebragt en solenoideventil i den ledning,
som fører fra den fugtighedsafføjlende sonde til følerele-
mentet, og denne ventil kan være indrettet til at blive
25 lukket automatisk, når den gas, som når den, befinder sig
ved eller over en forud fastlagt temperatur, og til at åb-
nes automatisk, når temperaturen er aftaget til under den-
ne temperatur.

Tørresystemerne ifølge opfindelsen kan anvendes
30 med en hvilken som helst type tørremiddel, der er indret-
tet til at adsorbere fugtighed fra gasarter. Aktiveret car-
bon, aluminiumoxid, silicagél, magnesiumoxid, forskellige
metaloxider, ler, valkejord, benkul og Mobilbeads og lig-
nende fugtighedsadsorberende sammensætninger kan anvendes
35 som tørremiddel.

0

Molekylsigter kan ligeledes anvendes, eftersom disse i mange tilfælde har fugtighedsfjernende egenskaber. Denne klasse af materialer omfatter zeoliter, både naturligt forekommende og syntetiske, i hvilke porerne kan
5 varierere i diameter fra en størrelsesorden på nogle Ångstrøm til fra 12 til 15 Å eller mere. Chabasit og analcit er repræsentative, naturlige zeoliter, som kan anvendes. Syntetiske zeoliter, som kan anvendes, omfatter de i USA-patentskrifterne nr. 2.442.191 og nr. 2.306.660 omhand-
10 lede. Alle disse materialer er velkendte som tørremidler, og detaljerede beskrivelser heraf findes i litteraturen.

De tørreapparater, der er beskrevet og vist på tegningen, er alle indrettet til at regenereres ved en skyllestrøm, som passerer i modstrøm i forhold til den fugtige
15 tilgangsgas. Dette er, som det er velkendt, den mest effektive måde at udnytte et tørremiddellag. Efterhånden som en fugtig gasart passerer gennem et tørremiddellag i den ene retning, aftager fugtighedsindholdet i tørremidlet progressivt, og normalt vil den mindste fugtighedsmængde væ-
20 re blevet adsorberet ved lagets udgangsende. Det er selvfølgelig kun en sund teknisk praksis at indføre regenererings- skyllegas fra udgangsenden, således at man undgår at drive fugtighed fra den fugtigste del af laget til den mere tørre del af laget og derved forlænge den nødvendige regene-
25 reringscyklustid. Hvis skyllestrømmen indledes ved udgangsenden, vil den der forekommende fugtighed, selv om den kun forekommer i små mængder, blive fjernet af skyllestrømmen og ført i retning mod lagets mere fugtige ende. Laget regenereres derfor progressivt fra udgangsenden, og al fugtigheden transporteres den mindst mulige afstand gennem laget,
30 før den forlader dette ved indgangsenden.

Ikke desto mindre kan det for nogle formål være hensigtsmæssigt at lade skyllestrømmen forløbe i samme retning som tilgangsstrømmen. Ifølge opfindelsen er det
35 muligt at bringe fugtighedsindholdet hos tørremidlet op på et meget højt niveau, langt højere end det normalt er

0 muligt, på grund af den beskyttende virkning af det fugtighedsaffølgende element, som gør det muligt at afbryde strømmen ved et tidspunkt, der er mere præcist afmålt i forhold til fugtighedsniveauet, end det hidtil har været
5 muligt. Følgelig vil det i mange tilfælde, hvis laget gennemgående er bragt tilnærmelsesvis til mætningspunktet, gøre lille forskel om skyllestrømmen kommer ind ved indstrømningsenden eller ved udstrømningsenden, og begge driftsmåder er taget i betragtning ved opfindelsen, selv om modstrømsregenerering naturligvis foretrækkes i de fleste tilfælde.
10

De på tegningen viste tørreapparater anvender hver én fugtighedsaffølgende sonde pr. tank. Det er imidlertid også muligt at anvende to, tre eller flere sådanne sonder
15 pr. tank. Dette vil sikre drift af anordningen til trods for svigt af én eller flere sonder i gruppen. De fugtighedsaffølgende sonder kan placeres ved forskellige niveauer i tørremiddellaget, således at man kan følge fugtighedsfrontens progressive passage gennem laget. Som tidligere anført bevæger fugtighedsfronten under tørringscyklus sig
20 gradvis fra lagets tilgangsende i retning mod lagets udgangsende. Derfor vil passagen af fronten naturligvis aktivere en sonde fjernere fra afgangsenden tidligere end en sonde nærmere ved afgangsenden. To sonder, som er adskilt
25 fra hinanden af en betydelig afstand, vil aktiveres til forskellige tidspunkter, og denne omstændighed kan anvendes til at aktivere forskellige trin i cyklus såsom regenerering og trykpålægning til forskellige tidspunkter.

Det er således muligt at anvende en sonde ved et
30 punkt, som er placeret i betragtelig afstand fra lagets afgangsende, f.eks. halvvejs nede i laget, til påvisning af fronten til et tidspunkt A under cyklus og til f.eks. at aktivere afbrydelsen af opvarmningselementer i det lag, som regenereres, således at disse afbrydes tidligt nok til at
35 sikre afkøling af laget i regenereringscyklus, før dette indsættes i en tørringscyklus. En anden, mellemliggende

0

sonde kan anvendes til at aktivere lukningen af skylleluft-afgangsventiler og til igen at sætte det regenererede lag under tryk. Den tredje sonde ved den fjerneste ende af laget kan aktivere omstilling af cyklusomstillerne og afslut-

5 te tørringscyklus. I dette tilfælde er der naturligvis ikke behov for nogen tidsstyring, og regenereringscyklustiden fastlægges ikke af en tidsstyring men af føleren.

10

Sonden i tørremiddellaget kan være beliggende ved en hvilken som helst dybde indenfor lagets diameter, men afstanden fra afgangsen afhænger af gashastigheden og temperaturen, som påvirker vandringshastigheden og konturen af fugtighedsfronten i laget. Andre faktorer, som er omtalt i det foranstående, er fugtighedsindholdet i tilgangsgassen og det fugtighedsindhold eller -niveau, ved hvilket

15 fugtighedsføleren aktiveres.

20

Det fugtighedsfølende element kan være indrettet til at påvise et hvilket som helst ønsket fugtighedsniveau. Imidlertid er instrumenter til påvisning af meget lave dugpunkter eller relative fugtigheder temmelig dyre, så normalt vil instrumentet være indrettet til at påvise et fugtighedsindhold svarende til et dugpunkt i området over ca. -35°C , fordi pålidelige og billige anordninger til påvisning af fugtighedsindhold i dette område er tilgængelige. Der findes imidlertid også tilgængeligt udstyr til på-

25 visning af dugpunkter under -75°C , og sådant udstyr kan anvendes, hvis dette er ønskeligt eller nødvendigt. Fugtighedsniveauet for den tørre afgangsgas fra tørremiddellaget svarer normalt til et dugpunkt under -90°C ved lagets afgangsende.

30

Den nøjagtige beliggenhed af sonden i laget bestemmes af én af to faktorer, længden af tidsrummet til regenerering af laget og forhindring af gennembrydning af afgangsgas med høj dugpunkt. Det er klart, at sonden må placeres og indstilles således, at sonden afføler et højt dugpunkt,

35 før afgangsgassens dugpunkt bliver for højt, og under de mest ugunstige betingelser for tilgangsstrømningshastighed,

0 fugtighed og temperatur. Dette kan gøres som vist i fig. 1 i
USA-patentskrift nr. 3.448.561. Sonden må imidlertid også
placeres således, at den mængde vand, der er nødvendig for
at mætte laget tilstrækkeligt til at aktivere følerelemen-
5 tet, kan desorberes i den foreliggende regenereringscyklus-
tid. Således må i et tørreapparat såsom et apparat af den
uopvarmede type, hvor regenereringstiden vokser uforholds-
mæssigt med forøget vandindhold i laget, sonden flyttes
nærmere til indgangen, og laget må betragtes som brugt ved
10 et lavere samlet fugtighedsindhold i laget end ved et op-
varmet tørreapparat.

Som anført i det foregående og tagende de ovennævnte
faktorer i betragtning kan den rigtige placering af son-
den med henblik på at påvise fugtighedsfronten i rette tid
15 til at afslutte en tørringscyklus under hvilke som helst
givne adsorptionsbetingelser fastlægges empirisk, idet man
tilvejebringer og i et diagram optegner data for dugpunkt
versus tid eller relativ fugtighed versus tid for tørre-
apparatet som vist i fig. 1 i ovennævnte patentskrift.

20 De følgende eksempler repræsenterer en foretrukken
driftsmåde for et tørresystem ifølge opfindelsen:

Eksempel 1.

Et varmereaktiverbart tørreapparat med to lag af
25 den i fig. 4 viste art med to tørremiddellag, som er 135
cm lange og 30 cm i diameter, og som i et første lag ved
indstrømningsenden indeholder 4,5 kg aktiveret aluminium-
oxid og i et andet lag 67 kg silicagél anvendtes til tør-
ring af luft med 90% relativ fugtighed, temperaturer på fra
30 38 til 21°C og et tilførselstryk på 6,6 atmosfære. Luftens
overfladebestrygende strømningshastighed var 15 m pr. mi-
nut. Der var anbragt to fugtighedsfølere X og Y, som var
aktiverbare ved ca. 3% relativ fugtighed, i laget, X 30 cm
og Y 15 cm fra lagets udstrømningsende, og en fugtigheds-
35 føler Z var anbragt ved afgang fra laget. I efterstående
tabel I er angivet data for fire tørringscykler, der blev

0

udført under anvendelse af dette apparat under disse betingelser. I hvert tilfælde afsluttedes tørringscyklus, når føleren Y blev alarmeret.

5

Tabel I

Cyklus	Tilførselstemp. (°C)	Tid indtil alarm ved følere, timer		Afgangsgassens dugpunkt °C			
		X	Y	Kort efter start	På det tidspunkt X alarmerede	På det tidspunkt Y alarmerede	
10	1	38	5	6	-68	-68	-64
	2	32	7,5	9,1	-74	-74	-74
	3	27	12	14,5	-77	-77	-77
15	4	21	18,8	21,8	-85	-85	-85

Det vil fremgå af disse data, at fugtighedsfølerne X og Y hver alarmerede på et tidspunkt, hvor tørringscyklus afsluttes ved et sikkert fugtighedsniveau i afgangsgassen. Det vil ligeledes være klart ud fra de forskellige cykustider, at føleren gjorde det muligt at afpasse cykluslængden således, at den svarede til variationer i fugtighedsniveauet for tilgangsluften, og således at bevare tørremidlets levetid ved at nedskære antallet af regenereringer væsentligt. Hvis dette tørreapparat med henblik på at sikre afgivelse af afgangsgas med det rigtige fugtighedsniveau havde været drevet med fast tidscyklusinterval, ville det have været nødvendigt at fastsætte cyklusintervallet til 5 1/2 time for at forhindre gennembrydning ved 38°C, idet fugtighedsniveauet for afgangsgassen, hvis cyklusintervallet havde været større, kunne have overskredet kravene. Cyklostiden udstrækkes til så meget som 22 timer, hvis der tilføres luft ved 21°C og med tilsvarende mindre fugtighed. Det er klart, at hvis tilgangsluftens fugtighedsindhold formindskes yderligere, kan cyklostiden forøges tilsvarende. Tider så store som 300 timer og mere er mulige.

0

Med henblik på at simulere svigt af følerne X og Y installeredes defekte følere. Følerafprøvningskredsløbet indstilledes således, at solenoideventilen 46 var indrettet til at blive åbnet med intervaller på 5 timer og til at forblive åben i 90 sekunder, idet den gav adgang for fugtig luft fra tilførslen for fugtig luft til føleren under dette tidsrum. En tidsstyring var indrettet til at åbne ventilen 46 og dermed ledningen 45 hver 5. time.

10 Efter aktivering med ventilen 46 åben kunne føleren X og Y ikke påvise fugtig luft. Følgelig aktiveredes alarmkredsløbet efter 60 sekunder, hvorefter solenoideventilen 46 blev lukket og tørreapparatet omstillet til drift med fast cyklustid.

Derpå blev følerne X, Y igen installerede, således at de var funktionsdygtige, og det elektriske kredsløb blev tilbagestillet. Tørreapparatet fortsatte med at tørre tilgangsgas i 5 timer, hvorpå afprøvningskredsløbet igen trådte i funktion med henblik på at afprøve funktionsdygtigheden af føleren X og Y. Solenoideventilen 46 blev åbnet, og fugtig luft tilledtes gennem ledninger 45 og 56 til føleren. Denne gang påviste følerne den fugtige tilstand, hvilket viste at de var funktionsdygtige, hvorefter tørreapparatet forblev i den føleraktiverede driftstilstand.

25 Eksempel 2.

Et varmereaktiverbart tørreapparat med to lag af den i fig. 4 viste art og med to tørremiddellag 135 cm lange og 30 cm i diameter, som indeholdt i et første lag ved tilførselsenden 4,5 kg aktiveret aluminiumoxid og i et andet lag 67 kg silicagél anvendes til tørring af luft med en luftfugtighed på 90%, en temperatur på 38°C og et tilførselstryk på 6,6 atmosfære. Strømningsmængden var 7,8 Nm³/min svarende til en overfladebestrygende strømningshastighed på 15 m/min. Tolv fugtighedsfølere A til L, som var bragt med indbyrdes mellemrum på fra 7,5 til 15 cm som angivet i tabel II, og som affølte mellem 5 og 50% relativ

35

0 fugtighed, var anbragt i laget. En fugtighedsføler M var an-
 bragt ved afgangen fra laget. Disse følere anvendtes til at
 påvise koncentrationsgradientes fremskriden fra tilgangen
 til laget til udgangen fra laget ved måling af gassens re-
 5 lative fugtighed ved hvert punkt. Afgangsgassens fugtighed
 i ppm i afhængighed af tiden er angivet i tabel III.

Tabel II

10	<u>cm fra tilgang</u>	<u>Føler</u>
	7,5	A
	15	B
	22,5	C
	30	D
15	37,5	E
	45	F
	52,5	G
	67,5	H
	82,5	I
20	97,5	J
	112,5	K
	127,5	L
	135 (afgang)	M

25

30

35

0

Tabel III

	<u>Tid, timer og minutter</u>	<u>Fugtighedsindhold i afgangsgas ppm</u>
5	0:00	2.1
	0:30	2.1
	1:00	2.1
	1:30	2.1
	2:00	2.1
10	2:40	2.1
	3:05	2.1
	3:30	2.1
	4:00	2.1
	4:30	2.0
15	5:00	2.0
	5:05	2.0
	5:10	2.0
	5:15	2.0
	5:20	2.0
20	5:25	2.0
	5:30	2.2
	5:35	3.0
	5:45	8.0
	5:50	14.0
25	6:00	31.0
	6:10	65.0
	6:20	130
	6:30	215

30 Det bemærkes, at gennembrudspunktet for afgangsgassen forekom tilnærmelsesvis 5 timer og 30 minutter efter prøvens begyndelse. Det er klart, at alle tolv følere blev aktiveret til et tidspunkt, der var tidligt nok til at forhindre gennembrud, og at hver af følerne kunne anvendes på et hvilket som helst punkt i laget til afføling

35 af koncentrationsgradienten ved dette punkt. Cyklus kunne

0

således have været afsluttet ved et hvilket som helst tidspunkt, som måtte være nødvendigt for at sikre afgivelse af afgangsgas med det rigtige fugtighedsniveau.

Selv om opfindelsen i det foranstående er beskrevet med principal vægt på et tørremiddeltørreapparat og en fremgangsmåde til tørring af gasarter, vil det være klart for en fagmand, at apparatet med passende valg af adsorptionsmiddel kan anvendes til separation af en eller flere gasformige komponenter fra en gasformig blanding. I så fald kan den adsorberede komponent ligeledes fjernes fra adsorptionsmidlet ved anvendelse af varme og valgfrit tillige ved reduktion af trykket under regenerering. Således kan fremgangsmåden anvendes til separation af hydrogen fra en strøm af petroleumhydrocarbon og andre gasblandinger, som indeholder hydrogen, til separation af oxygen fra nitrogen, til separation af olefiner fra mættede hydrocarboner og lignende separationsprocesser. En fagmand på området vil kende adsorptionsmidler, som kan anvendes til disse formål.

I mange tilfælde kan adsorptionsmidler, som er anvendelige til fjernelse af fugtighed fra luft, ligeledes anvendes til fortrinsvis at adsorbere en eller flere gaskomponenter fra en blanding af sådanne. Dette gælder adsorptionsmidler som aktiveret carbon, glasuld, adsorptionsbomuld, metaloxider og ler såsom attapulgit og bentonit, valkejord, benkul og naturlige og syntetiske zeoliter. Zeoliter er specielt effektive til fjernelse af nitrogen, hydrogen og olefiner såsom ethylen eller propylen fra en blanding med propan og højere paraffinhydrocarboner, eller buten og højere olefiner. Selektiviteten af en zeolit er afhængig af materialets porestørrelse. Den tilgængelige literatur angiver den selektive adsorptionsevne hos de tilgængelige zeoliter, således at valget af et materiale til et specielt formål er forholdsvis simpelt, og det udgør ikke nogen del af den foreliggende opfindelse. I nogle tilfælde kan adsorptionsmidlet anvendes til at separere et antal materialer i et enkelt gennemløb. Aktiveret aluminium-

0

oxid vil f.eks. adsorbere både vanddamp og carbondioxid i modsætning til Mobilbeads, som i en sådan blanding kun vil adsorbere vanddamp.

5

De til dette formål anvendte apparater vil være de samme som de i fig. 1 til 6 inklusive viste og i det foranstående beskrevne apparater, og fremgangsmåden er ligeledes som beskrevet passende modificeret med hensyn til forholdet mellem de komponenter, som skal separeres, driftstryk og temperatur samt rumfanget af det til rådighed stående adsorptionsmiddel.

10

Det vil imidlertid forstås, at fremgangsmåden er specielt anvendelig til tørring af gasarter, og at dette er den foretrukne udførelsesform for opfindelsen.

15

Apparatet kan omfatte organer til tilførsel af varme under regenerering. Sådanne organer er fortrinsvis begrænset alene til den del af adsorptionslaget, som har et højt fugtighedsindhold af størrelsesordenen 20% af dets fugtighedskapacitet eller mere ved afslutningen af en tørringscyklus, dvs. alene til den del, som først kommer i berøring med den indstrømmende gas under en tørrings- eller adsorptionscyklus. I dette tilfælde opvarmes den øvrige del af adsorptionslaget ikke under regenereringen, og der er følgelig ikke tilvejebragt opvarmningsorganer heri. Den uopvarmede del af lagets rumfang kan følgelig være så stor som ønsket. Sædvanligvis opvarmes fra 1/4 til 3/4 af lagets volumen, fortrinsvis fra 1/3 til 2/3 af voluminet.

20

25

Den uopvarmede del af et sådant lag udgør faktisk et reservelag, som under en normal tørringscyklus overhovedet ikke er nødvendig, og i hvilket adsorptionsmidlet i hvert tilfælde er tilbøjelig til kun at adsorbere en forholdsvist lille brøkdel af dets fugtighedskapacitet, mindre end 20%, men som er til stede med henblik på at forhindre afgivelse af afgangsgas med uønsket stort fugtighedsindhold for det usandsynlige tilfælde, at fugtigheden ikke i tilstrækkelig grad er adsorberet i den del af laget, som er forsynet med opvarmningsorganer. Fugtighedsadsorptionskapa-

30

35

0

citeten af lagets reservedel anvendes så lidt, at reserve-adsorptionsmidlet regenereres af skyllestrømmen, hvad enten skyllestrømmen er opvarmet eller ikke, og eventuel fugtighed, som fra denne del føres af skyllestrømmen derigennem, fjernes naturligvis effektivt fra laget efter passage
5 gennem den opvarmede del af dette.

Selv om apparatet ifølge opfindelsen kan bestå af ét tørremiddellag, anvender det foretrukne apparat et par tørremiddellag, som er anbragt i passende beholdere, der
10 er forbundet til ledningerne til modtagelse af tilstrømmende gas, som skal tørres, og afgivelse af udstrømmende, tørret gas.

Tørreapparatet kan ligeledes omfatte en kontraventil eller drøvleventil med henblik på formindskelse af tryk-
15 ket under regenerering og flerkanalventiler til omstilling af strømmingen af tilgangsgas mellem lagene og til modtagelse af strømmen af afgangsgas fra disse. Yderligere kan det omfatte en afmålings- eller drøvleventil til afledning af en del af den tørrede afgangsgas som skyllegas i modstrøm
20 gennem det lag, som regenereres.

Fugtighedsaffølingsorganet kan afføle gasfugtighed ved en hvilken som helst del af tørremiddellaget. I nogle tørreapparater såsom opvarmningsfrie tørreapparater, som arbejder ved meget lave totale fugtighedsniveauer hos tørremiddellaget pr. tørringscyklus, kan det være ønskeligt at
25 anbringe sonden meget nær ved tilførslen, f.eks. fra en $1/5$ af lagets længde fra tilførslen til halvt ind i laget. Med henblik på optimale resultater er det sædvanligt ved strømningshastigheder på indtil 50 m/min for sikring af,
30 at en gennembrydning af afgangsgas med uønsket stort fugtighedsindhold forhindres, at gassen udtages ved et punkt indenfor området fra $2/3$ til $1/5$ af længden af laget fra afgangs- eller -strømningsenden. Hvis fugtighedsføleorganet reagerer tilstrækkelig hurtigt eller det tilladelige
35 fugtighedsindhold i afgangsgassen er tilstrækkelig højt, kan det imidlertid anbringes i umiddelbar nærhed af lagets

0 afgangsåbning. I et vist omfang er placeringen af affølings-
organet i laget bestemt af afgangsgassens strømningshastig-
hed gennem laget, således at føleren får tid til at reagere
på fugtighedsindholdet heri, før fugtighedsfronten bryder
5 gennem laget. I almindelighed bør affølingsorganet anbrin-
ges des længere fra lagets afgangsende, jo højere strøm-
ningshastigheden er, således at man sikrer, at fugtigheds-
fronten påvises tilstrækkelig tidligt til at forhindre, at
den forlader laget og trænger ind i det system, som kondi-
10 tioneres.

Arten af fugtighedsfølingsanordningen og placerin-
gen af dens gasprøveudtagningssonde i laget vælges med hen-
blik på at påvise et fugtighedsniveau i den gas, som tør-
res, i tide til at give et signal, før fugtighedsfronten kan
15 forlade laget. Den sikkerhedsmargen, som kræves for et be-
stemt system, kan let bestemmes empirisk ved for det sær-
lige system, som skal anvendes, at tilvejebringe data og
optegne kurver som de i fig. 1 eller 8 i USA-patentskrift
nr. 3.448.561 viste. Dette kan gøres af en fagmand uden no-
20 gen opfinderisk indsats.

Fugtighedspåvisningsanordningen kan være af en
hvilken som helst kendt type. Anordningen omfatter sæd-
vanligvis en affølingssonde eller et gasprøveudtagningsrør
eller en ledning, som er åben mod tørremiddellaget eller
25 kammeret ved den ene ende og mod atmosfæren ved den anden
ende og med en fugtighedsafføllende komponent eller føler
mellem de to ender, som reagerer positivt over for fugtig-
hedsindhold i en gasart. Gastilstrømningen til føleren sik-
res, når tørremiddelkammeret befinder sig ved et overatmos-
30 færisk tryk. Der kan anvendes en drøvleventil til styring
af denne strømning, normalt til det for fugtighedspåvisning
nødvendige minimum. Hvis tørremiddelkammeret befinder sig
ved underatmosfærisk tryk, kan der anvendes en pumpe til at
lede gassen til føleren.

35 Den på fugtighedsindholdet reagerende føler kan
være elektrisk eller mekanisk eller kemisk eller en hvilken

0

som helst kombination af disse, men fortrinsvis indrettet til i afhængighed af fugtighedsindholdet at afgive et signal eller styre et passende ventilarrangement, således at den afslutter tørringscyklus og omstiller tilgangs- og afgangsgasserne fra den ene tank til den anden, 5 når det forud fastlagte maksimale fugtighedsniveau i afgangsgassen er nået.

Den nødvendige tid, for at fugtighedsindholdet i afgangsgassen når det forud fastlagte niveau, er direkte 10 korreleret med adsorptionsmidlets fugtighedskapacitet og fugtighedsindhold. Efterhånden som gassen bevæger sig frem over længden af tørremiddellaget, formindskes dens fugtighedsindhold progressivt, afhængigt af tørremidlets fugtighedsadsorptionshastighed. Eftersom tørremidlets fugtighedsadsorptionshastighed 15 afhænger af fugtighedskapaciteten, gastrykket, temperaturen og gassens strømningshastighed, vil det være klart, at for en given temperatur og et givet tryk hos tilgangsgassen vil det forud fastlagte fugtighedsniveau for afgangsgassen først blive nået, 20 når fugtighedsindholdet i adsorptionsmidlet ligeledes har nået et forud fastlagt niveau. Det er følgelig ifølge opfindelsen muligt at indstille længden af tørringscyklus næsten præcist i overensstemmelse med fugtighedsindholdet i adsorptionsmidlet, og således effektivt udnytte dettes fugtighedskapacitet i hver tørringscyklus uden dog at indføre 25 nogen risiko for gennembrud.

Tørringsmiddeltørreapparatet ifølge opfindelsen arbejder følgelig til et forud fastlagt fugtighedsindhold i tørremidlet under hver tørringscyklus. Dette betyder, at 30 hvis fugtighedsniveauet hos tilgangsgassen varierer, vil længden af tørringscyklus ligeledes automatisk blive indstillet tilsvarende. Resultatet er, at en tørringscyklus ikke afsluttes, før dette er nødvendigt, og at unødvendige regenereringer af tørremidlet elimineres. Det bliver ligeledes unødvendigt at opbygge en reservekapacitet af tørremiddel. Eftersom tørringscyklus afhænger af fugtigheds-

 35

0 kapaciteten af det udnyttede tørremiddelvolumen, vil et mindre tørremiddelvolumen end det, der tidligere krævedes, nu være tilstrækkeligt. Samtidig holdes det rumfang af skyllemiddel, som går tabt under hver cyklus, på et absolut minimum.
5 mem. I virkeligheden afpasser tørreapparatet ifølge opfindelsen automatisk tiden for tørringscyklus svarende til det behov, der stilles af fugtighedsindholdet i tilgangsgassen, og tørreapparaterne ifølge opfindelsen betegnes følgelig som "behovcyklustørreapparater".

10 Regenereringscyklus behøver ikke at være og er fortrinsvis ikke automatisk af samme tidslængde som tørringscyklus. I modsætning til de fleste tørreapparater er, eftersom tørringscyklus kan forlænges i meget høj grad efter behov, regenereringscyklus tidsstyret, således at den afsluttes når regenereringen er fuldført, selv om tørringscyklus fortsætter. Dette sikrer ligeledes, at skyllestrømmen og energi, der anvendes til eventuel opvarmning af laget, ikke går til spilde, når der ikke længere er brug herfor. Regenerationscyklen kan knyttes til fugtighedsføleren,
15 således at den afsluttes, når tørringscyklen afsluttes, hvis dette sker før den tidsstyrede regenerationscyklus er fuldført, eller føleren kan være knyttet til tidsstyringen for regenerationscyklus, således at den bliver inaktiv og afslutter tørringscyklus, indtil regenerationen er fuldført. Hvilket af disse to systemer, der må foretrækkes,
20 afhænger af systembetingelserne.

En hvilken som helst type af fugtighedsniveauaffølende komponent eller føler kan anvendes i apparatet ifølge opfindelsen. En type, som er velkendt, udnytter en lithiumchloridcelle til afføling af fugtigheden i en gasart,
30 og reagerer på ændringer heri ved ændringer i den elektriske ledningsmodstand. Følgelig afgives et elektrisk signal, når fugtighedsindholdet i gassen har nået det forud fastlagte niveau, og dette signal udnyttes til at omstille den ventil, som styrer tilledningen af tilgangsgas til det ene
35 lag og omleder tilgangsgassen til det andet lag med henblik

0

på at afslutte cyklus, idet den samtidig ændrer strømmingen af skyllegas, således at det brugte lag atter kan regenereres.

En anden type fugtighedsføler, som kan anvendes, er omhandlet i USA-patentskrift nr. 3.167.734. Denne anordning
5 omfatter et cylindrisk understøtningsselement med et i ét stykke hermed udformet, ringformet, udflanget basisparti, som har en første elektrisk terminal og en anden elektrisk terminal, og hvor en plastfilm på understøtningsselementet omfatter et elektrolytisk og hygroskopisk materiale. Når
10 plastfilmen udsættes for fugtighed, sker der en masseionisering gennem plastfilmen, og dette medfører en elektrisk reaktion, som via den første og den anden elektriske leder overføres til ventilomstyringen.

Det i USA-patentskrift nr. 2.943.245 omhandlede elektriske hygrometersystem, som er baseret på evnen hos
15 en hygroskopisk film til at ændre dens elektriske modstand omgående med mikroændringer i fugtighedsindholdet af en gasart, er ligeledes anvendeligt. Systemet påviser relative fugtigheder på fra 1,5 til 97%.

En anden anvendelig type anvender Peltier-køleeffekten til afkøling af et rhodiumbelagt spejl til dugpunktet, og et solid state-optisk system afføler og proportionalstyrer afkølingshastigheden for spejlet, idet det bevirker afkøling af spejlet til gassens dugpunkt og kontinuerligt registrerer dette dugpunkt. Dette system påviser dugpunkter fra -73 til 38°C .
25

En elektrolytisk celletype anvender en epoxypatron, som indeholder et glasrør, gennem hvilket gassen føres. To platintråde er viklet i en dobbeltspiral på rørets indvendige overflade, idet et mellemrum mellem dem er beklædt med P_2O_5 . Når dette stof befugtes, frembringes en målelig strøm af et over trådene pålagt potential. Cellen regenereres kontinuerligt ved elektrolyse af vandet.
30

Infrarøde analysatorer kan ligeledes anvendes. To
35 ens nikkelchrom filamenter anvendes som kilder for infrarød stråling. Stråler fra disse filamenter bevæger sig gen-

0 nem parallelle celler, hvoraf den ene er prøvecelle og den
anden en sammenligningscelle. Den gas, som skal undersøges,
absorberer og formindsker derved strålingen i prøvecellen.
Dette omsættes til et elektrisk signal, som er proportio-
5 nalt med forskellen i de to stråler, og som, når det er
kalibreret, muliggør bestemmelsen af mængden af gas, som
skal påvises. Denne type er i stand til ikke blot at afføle
vanddamp men ligeledes carbondioxid, carbonmonoxid, methan,
ammoniak, methylenchlorid, ethan, cyclohexan, sulfurdioxid,
10 ethylen og andre stoffer over et område på fra 0 til 100%'s
koncentration.

15

20

25

30

35

0

P a t e n t k r a v .

1. Fremgangsmåde til i en blanding af vanddamp med en anden gasart at formindske koncentrationen af vanddamp i den anden gasart til under en maksimal grænsekoncentration, ved hvilken fremgangsmåde blandingen
- 5 ledes i kontakt med og fra en første ende til en anden ende af et lag af et adsorptionsmiddel med en fremherskende affinitet for vanddampen, og på hvilket vanddampen adsorberes til dannelse af en gasformig udstrømning
- 10 med en vanddampkoncentration under den maksimale, og hvor der i laget dannes en vanddampkoncentrationsgradient, der, efterhånden som adsorptionen fortsætter, aftager progressivt fra den første ende til den anden, og en voksende vanddampkoncentration i den anden gasart, som danner en
- 15 koncentrationsfront, der progressivt avancerer i laget fra den første ende til den anden ende efterhånden, som adsorptionsevnen derfor aftager, afføling af i det væsentlige den forreste kant af fronten i laget ved prøveudtagning af gasblandingen i laget og ved afføling i en sonde,
- 20 de, om denne prøve er fugtig eller tør i forhold til et forud fastlagt grænsevanddampindhold i gassen i et forud fastlagt punkt i laget, som ligger tilstrækkelig langt fra lagets ende til at forhindre, at fronten forlader laget, k e n d e t e g n e t ved, at:
- 25 a) der fra tid til anden udtages prøver af fugtig gas fra tørreapparatets tilførsel, hvilke prøver føres til sonden, idet det af dennes reaktion registreres, om gassen er fugtig eller tør,
- 30 b) hvis gassen føles som fugtig, ledes gasblandingen fortsat i kontakt med laget af adsorptionsmiddel med påvisning af fremadskridningen af hovedsagelig den forreste kant af fronten i laget ved prøveudtagning af den gasformige blanding i dette og afføling af denne som værende fugtig eller tør i forhold til et forud fastlagt grænsevanddampindhold i et forud fastlagt punkt i laget,
- 35 som ligger tilstrækkelig langt fra dets ende til at

0

forhindre fronten i at forlade laget, idet man ophører med at lede gasblandingen i kontakt med laget, før fronten kan forlade dette, og den maksimale grænsekoncentration af vanddamp i den anden gasart overskrides, og

5

c) hvis gassen ved svigt af føleren, som afføler fugtighedsindholdet, føles som tør, ophører man med at lede gasblandingen i kontakt med laget, før fronten kan forlade laget.

10

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g - n e t ved, at den gasformige blandings passage i kontakt med laget automatisk afbrydes efter et forud fastlagt tidsinterval, der er kortere end det, der er nødvendigt for, at koncentrationsfronten forlader laget.

15

3. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g - n e t ved desorption af vanddamp fra laget ved, at en gasskyllestrøm med lav vanddampkoncentration ledes i kontakt med laget, hvorefter adsorptions- og desorptionscyklerne gentages i rækkefølge, idet der ledes fugtig luft fra tørreapparatets tilførsel til føleren mindst én gang under hver cyklus.

20

4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g - n e t ved fjernelse af adsorberet vanddamp fra laget ved en temperatur, der er tilstrækkeligt forhøjet til at desorbere vanddampen.

25

5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g - n e t ved fjernelse af adsorberet vanddamp fra laget ved et tryk, som er lavere end det tryk, ved hvilket adsorptionen foregår.

30

6. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g - n e t ved fjernelse af adsorberet vanddamp fra laget ved et tryk, der er lavere end atmosfærens.

35

7. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g - n e t ved anvendelse af to lag af adsorberende materiale, hvoraf et første benyttes i en cyklus for adsorption af vanddamp, mens det andet befinder sig i en cyklus for desorption af vanddampen ved hjælp af en skyllestrøm, som omfatter afgangsgas fra det første lag, idet man leder

0

fugtig luft fra tørreapparatets tilførsel til føleren mindst én gang under hver cyklus.

8. Fremgangsmåde ifølge krav 7, kendes det g -
n e t ved, at det lag, som befinder sig i en desorptions-
5 cyklus, udsættes for skyllestrømmen ved rumtemperatur.

9. Fremgangsmåde ifølge krav 7, kendes det g -
n e t ved, at det lag, som befinder sig i en desorptions-
cyklus, udsættes for skyllestrømmen ved en temperatur, der
er tilstrækkeligt forhøjet til at medvirke til desorptio-
10 nen af vanddampen.

10. Fremgangsmåde ifølge krav 7, kendes det g -
n e t ved, at det lag, som befinder sig i en desorptions-
cyklus, udsættes for skyllestrømmen ved et tryk, der er
mindre end det, der hersker ved adsorptionscyklen.

11. Apparat til udøvelse af fremgangsmåden ifølge
krav 1 og omfattende en beholder med et kammer (31) til et
lag (40) af adsorptionsmiddel med fremherskende affinitet
for vanddamp, en ledning (28) til afgivelse af afgangsgas
fra en fraførselsende af laget (40), sondeorganer (50,51)
20 i laget med en beliggenhed til prøveudtagning fra gasar-
ten med henblik på afføling af dennes vanddampindhold for
at bestemme den i det væsentlige forreste kant af fronten
ved et forud fastlagt punkt, som er tilstrækkeligt langt
fra lagets (40) fraførselsende til at forhindre frontens
25 forreste kant i at forlade laget (40), en føler (57) i
gasstrømningsforbindelse med sonden (50) med henblik på
afføling af vanddampkoncentrationen i den anden gasart
ved sonden og afgivelse af et hertil svarende signal ved en
forud fastlagt vanddampkoncentration, en ventil (1) til af-
30 brydelse af den indstrømmende gasstrøm som reaktion på sig-
nalet fra føleren (57), en ledning (45) til tilførsel af
fugtig tilstrømningsgas til føleren (57), og en ventil
(46) til afbrydelse af tilførslen af fugtig tilstrømnings-
gas til føleren (57), kendes det g n e t ved indretnin-
35 ger til åbning af ventilen (46) fra tid til anden med hen-
blik på at lede fugtig gas til føleren (57) for at kontrol-
lere dennes evne til at reagere på vanddamp, og signalind-

0

retninger, som træder i funktion, når føleren (57) ikke afføler fugtig gas som fugtig.

12. Apparat ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t ved organer (1) til afbrydelse af gastilstrømningen som reaktion på signalet for, at føleren er ude af stand til at bestemme nævnte vanddamp.

13. Apparat ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t ved to beholdere (31,32), som begge indeholder kamre til et lag (40) af adsorberende materiale, og som begge har ledninger (23,28,24,28) til tilførsel af tilstrømmende gas og til afgivelse af bortstrømmende gas, sondeorganer (50 ell. 51) i en central del af laget i gasstrømningsforbindelse med et affølingsorgan (57) samt organer (1,21) til cyklisk ændring af lagenes driftsform med faste tidsintervaller, og aktiveret ved et signal, der angiver at føleren er ude af stand til at bestemme nævnte vanddamp.

14. Apparat ifølge krav 13, k e n d e t e g n e t ved, at organer (21) til ændring af driftsformen også afleder en del af afgangsgassen fra den ene beholder til den anden beholder med henblik på skyllestrømningsdesorption af adsorberet vanddamp fra laget (40).

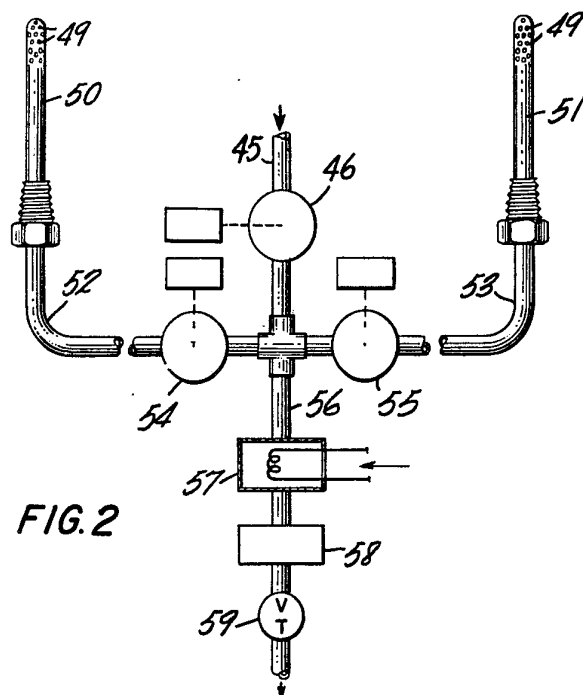
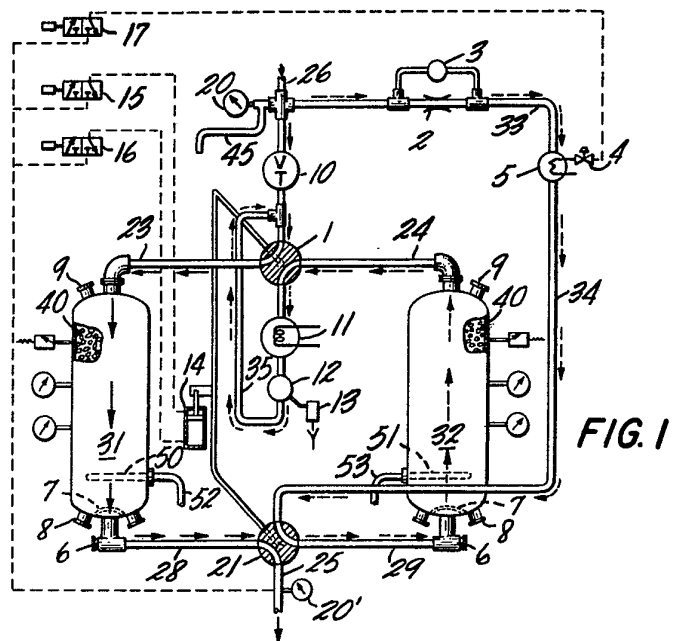
15. Apparat ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t ved midler (70) til opvarmning af adsorptionslaget i beholderen til en temperatur, som er tilstrækkeligt forhøjet til at medvirke til desorptionen.

16. Apparat ifølge krav 15, k e n d e t e g n e t ved, at opvarmningsmidlerne (70) er indrettet til kun at opvarme den del af laget, der har adsorberet til mindst 20% af sin adsorptionsevne.

17. Apparat ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t ved midler til under desorptionen at reducere trykket til under trykket under adsorption.

Fremdragne publikationer:

DE offentliggørelsesskrift nr. 1544105
US patenter nr. 3448561, 3976451.



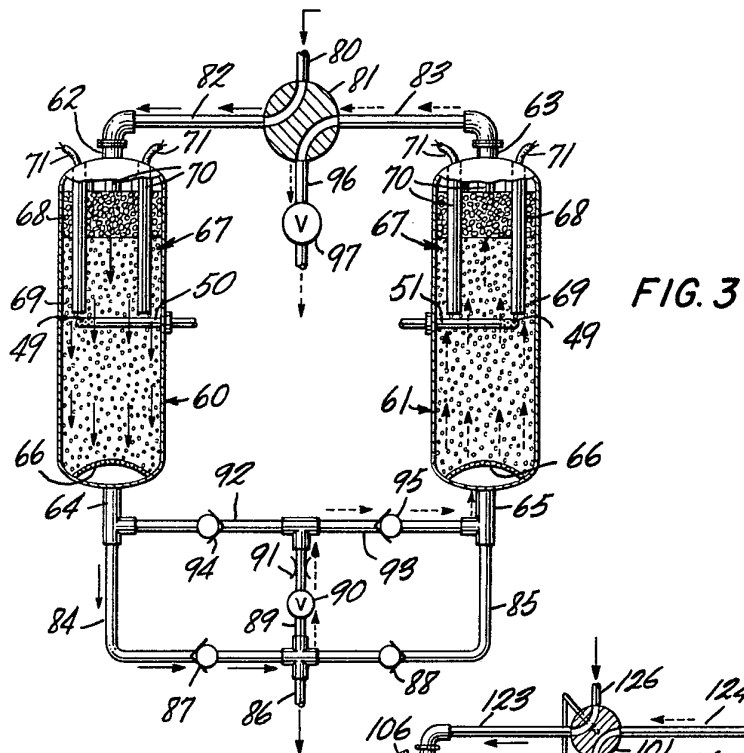
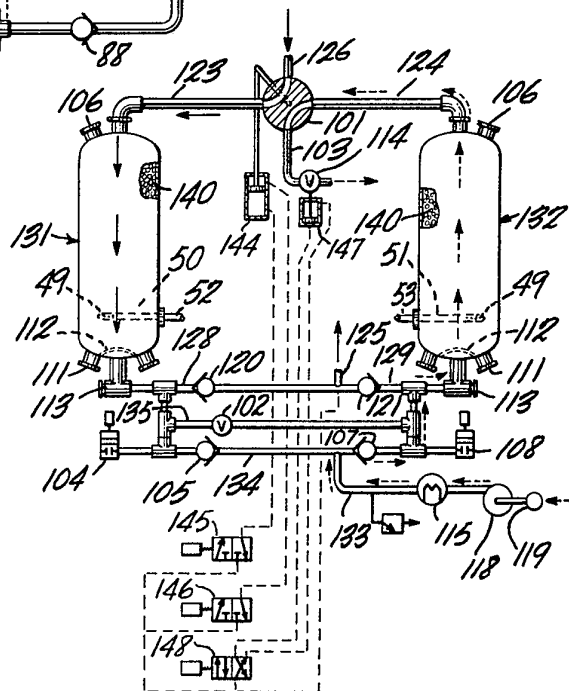


FIG. 4



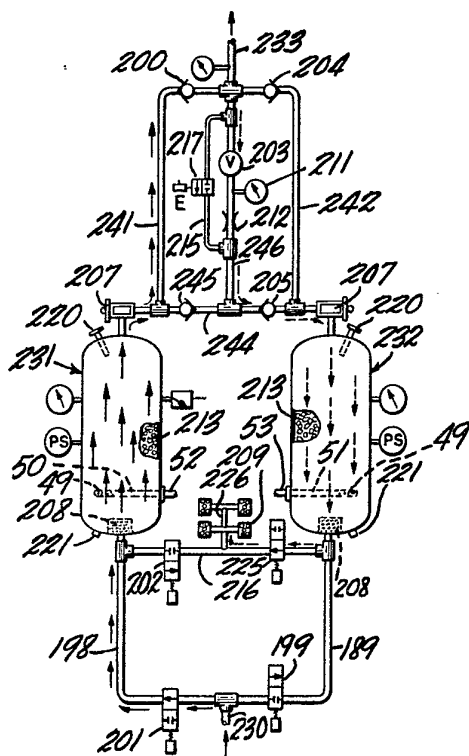


FIG. 5

FIG. 6

