

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 773061 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 773061

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
B01D

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 14.10.1977

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 14.10.1977

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 19.04.1978

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

18.10.1976 US 734471

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Pall Corporation, 30 Sea Cliff avenue, Glen Cove, NY 11542, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •McKey, Paul, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 •Jensen, Jr., Niels C., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Toimintavarmalla automaattisella jakson säädöllä varustettu adsorbenttijakotislauskolonni ja menetelmä

Adsorbentfraktioneringskolonn och förfarande med funktionssäker cykelkontroll

Pall Corporation, 30 Sea Cliff Avenue, Glen Cove, New York 11542,
Yhdysvallat

Menetelmä ja laite kaasun kuivaimiksi

Toimintavarmalla automaattisella jakson säädöllä varustettu adsorbenttijakotisläuskolonni ja menetelmä - (Adsorbentfraktioneringskolonn och förfarande med funktionssäker cykelkontroll)

Sikkatiivikuivaimia on ^amerkkinoitu useita vuosia, ja niitä käytetään laajalti kautta maailman. Tavanomainen tyyppi koostuu kahdesta sikkatiivikerroksesta, joista toista regeneroidaan toisen ollessa kuivausjaksossa. Kuivattava kaasu johdetaan toisen sikkatiivikerroksen läpi yhteen suuntaan kuivausjaksossa ja sen jälkeen, kun sikkatiivin voidaan odottaa adsorboineen niin paljon kosteutta, että on olemassa vaara, ettei poistokaasulla enää ole toivottavaa alhaista kosteuspitoisuutta, ryhdytään tulokaasua ennalta määrätyn aikavälin jälkeen johtamaan toiseen kerrokseen ja käytetty kerros regeneroidaan kumentamalla ja/tai evakuoimalla ja/tai johtamalla tyhjennyspoistokaasua sen läpi yleensä vastavirtauksena.

Nykyään markkinoilla olevat sikkatiivikuivaimet ovat pääasiassa kahta tyyppiä, lämmöllä uudelleen aktivoitava kuivain, jos-

sa käytetään lämpöä käytetyn sikkatiivin regenerointiin kuivausjakson lopussa, ja lämmötön kuivain, jossa lämpöä ei käytetä käytetyn sikkatiivin regenerointiin kuivausjakson lopussa, vaan jossa käytetään kuivan kaasun yleensä kuivausjaksossa olevasta kerroksesta tulevan poistokaasun tyhjennysvirtausta, joka johdetaan käytetyn kerroksen läpi alhaisemmalla paineella. Kierrätys tapahtuu nopeasti, jotta adsorptiolämpö säilyisi ja voisi auttaa käytetyn kerroksen regeneroinnissa. Tyhjennyskaasun käyttö kuivattavan kaasun johtopainetta alemmassa paineessa tapahtuvaan regenerointiin ei kuitenkaan ole rajoittunut lämmöttömiin kuivaimiin, vaan sitä on useita vuosia käytetty lämmön avulla uudelleen aktivoitavissa sikkatiivikuivaimissa ennen lämmöttömän tyyppin markkinoille tuloa.

Molemmissa kuivaimissa käytetään määrääkäsia kuivaus- ja regenerointijaksoja, joiden kesto on yleensä sama, jolloin jaksojen pituus määrätään käytettävissä olevan sikkatiivin tilavuuden ja tulokaasun kosteuspitoisuuden mukaan. Jakson aika määrätään aina huomattavasti lyhyemmäksi, mitä käytännössä, jotta varmistetaan, että poistokaasun kosteuspitoisuus aina täyttää järjestelmän vaatimukset. Kuivausjakson edistyessä sikkatiivikerros tulee asteittain yhä enemmän kyllästetyksi tulopäästä poistopäätä kohti ja pystyy entistä vähemmän adsorboimaan tulokaasun sen läpi kuljettamaa kosteutta. Kosteuden poisto tulokaasusta on riippuvainen kaasun virtausnopeudesta ja adsorboivan aineen kosteuden adsorptionopeudesta sekä kosteuspitoisuudesta samoin kuin kerroksessa olevan kaasun lämpötilasta ja paineesta. Sikkatiivin adsorptionopeus saattaa alentua sitä mukaa kuin sikkatiivi täyttyy. Koska tulokaasun kosteuspitoisuus harvoin on vakio, sikkatiivikerroksella asetettava vaatimus voi vaihdella, joskus melko nopeastikin ja joskus melko laajojenkin rajojen puitteissa. Määräaikaisen kuivausjakson on sen tähden aina oltava kyllin lyhyt, jotta kosteuden poistolle jää turvallinen marginaali tulokaasun kosteuspitoisuuden ollessa suurimmillaan. Tästä johtuen määräaikaisen jakson on usein oltava melko lyhyt, jotta se varmasti päättyy, ennen kuin jäljellä käytettävissä oleva kerroksen kosteuspitoisuus saavuttaa liian alhaisen tason. Tämä merkitsee tietysti sitä, ettei kerroksen kosteustehoa voida keskinkertaisessa jaksossa käyttää kunnolla hyväksi.

Regenerointia varten kuumennettavan sikkatiivin kestoikä on suuressa määrin riippuvainen regeneroinnin toistoista. Alalla on hyvänä peukalosääntönä, että sikkatiivikerros kelpaa vain tiettyyn määrään regenerointeja. Kerroksen tehollinen ikä lyhenee ilmeisesti tällöin aina, kun kosteustehoa ei käytetä tehokkaasti hyväksi kuivausjakson aikana. Koska kerroksen hyötytehoa ei voida täysin käyttää hyväksi kunkin kuivausjakson aikana sekä lämmöllä uudelleen aktivoitavissa kuivaimissa että lämmöttömissä kuivaimissa, on sikkatiivikerroksen tilavuuden oltava suurempi kuin mitä muuten tarvittavan varatehon aikaansaamiseksi olisi tarpeen, jotta tulo-kaasun satunnaiset äärikosteustasot saadaan adsorboiduksi määrällä- kaisen kuivausjakson aikana.

Kosteustehon epätäydellinen hyväksikäyttö aiheuttaa myös huomattavaa tyhjennyskaasun hukkaa kunkin jakson aikana. Tyhjennyskaasu erotetaan normaalisti poistokaasusta käytetyn kerroksen regenerointia varten ja se alentaa vastaavasti poistokaasun saantoa. Joka kerran, kun kerros siirretään kuivausjaksosta regenerointijaksoon, kerroksen astian tilavuutta vastaava tilavuus tyhjennyskaasua poistuu pakostakin ja joutuu hukkaan. Lyhyt jakso merkitsee suurempia tyhjennyskaasun häviöitä kuin pitkä jakso.

Tällaiset häviöt ovat erityisen suuria lämmöttömissä kuivaimissa, jotka vaativat useammin tapahtuvaa kierrätystä. Lämmöllä uudelleen aktivoitavan ja lämmöttömän kuivaimen valinnan sanelee- kin usein tarvittava uudelleenkierrätysten lukumäärä. US-patentissa n:o 2 944 627 kuvataan lämmötöntä kuivainta, joka edustaa parannusta US-patentissa n:o 2 800 197 ja brittiläisissä patenteissa n:ot 633 137 ja 677 150 kuvattuihin kuivaimiin verrattuna. US-patentissa 2 944 627 esitetään, että desorptiojakso voisi hyvin nopean adsorption ja desorption välisen kierrätyksen avulla ao. vyöhykkeissä tehokkaasti käyttää hyväksi adsorptiolämpöä käytetyn sikkatiivin regenerointia varten. Tämän patentin mukaisesti adsorptiojaksossa käytetään korkeintaan 2-3 minuutin aikoja, edullisesti alle minuutin aikoja, ja erittäin edullisesti alle 20 sekunnin aikoja. Tällaiset jaksoajat ovat tietysti lyhyempiä kuin US-patentissa n:o 2 800 197 käytetty aika, joka on n. 30 minuuttia tai yli, kuten kuviosta 2 käy ilmi, tai lyhyempiä kuin brittiläisen

patentin n:o 633 137 jaksoajat 5-30 minuuttia. Brittiläisessä patentissa n:o 677 150 esitetään, ettei adsorptio- ja desorptiojaksojen välttämättä tarvitse olla yhtä pitkiä.

US-patentin n:o 2 944 627 mukaisen järjestelmän haittana on kuitenkin kussakin jaksossa menetetty erittäin huomattava tyhjenyskaasun määrä. Tämä häviö on huomattavasti suurempi esim. 10 sekunnin jaksoajassa verrattuna brittiläisen patentin n:o 633 137 5-30 minuuttiin ja US-patentin n:o 2 800 197 30 minuuttiin tai sitäkin pidempään aikaan. US-patentin n:o 2 944 627 lyhyissä jaksoissa sikkatiivikerroksen tehoa käytetään tietysti hyvin vähän hyväksi. Jos lämpöä ei kuitenkaan lainkaan käytetä sikkatiivin regeneroinnin aikaansaamiseksi, on entistäkin tärkeämpää, ettei adsorboivan aineen kosteuspitoisuus adsorptiojaksossa alita tiettyä vähimmäisarvoa, sillä muuten on mahdotonta tehokkaasti regeneroida adsorboivaa ainetta regenerointijaksossa.

Kuivainten poistojohtoon on sijoitettu kosteusmittareita mittaamaan poistokaasun kastepisteitä. Koska tällaiset laitteet reagoivat hitaasti ja melko huonosti alhaisiin kastepisteisiin, niitä ei ole käytetty eikä niitä voida käyttää kuivaimen kierrätyksen mittaukseen, kun tavoitteena on alhaisen kastepisteen tai suhteellisen kosteuden omaava poistokaasu, sillä, kun mittari on mitannut poistokaasun kosteuden, rintama on jo murtautunut kerroksen läpi.

US-patentti n:o 3 448 561 esittää kaasujen kuivausmenetelmän ja -laitteen, joiden avulla sikkatiivikerroksen kosteuspitoisuutta voidaan tehokkaasti käyttää hyväksi, koska kerros regeneroidaan ainoastaan sen kosteuskuormituksen sitä vaatiessa. Tämän ansiosta käytössä päästään optimaaliseen tehoon. Kunkin adsorptiojakson aikana sorboiva aine voidaan saattaa rajakosteuspitoisuuteen, jossa regenerointi voidaan suorittaa vallitsevissa regenerointiolosuhteissa, käytettiinpä laitteessa lämpöä tai alennettua painetta tai ei. Em. patentin mukaisesti tämä saadaan aikaan toteamalla kosteusrintaman eteneminen kerroksessa, sellaisena kuin kuivattavan kaasun kosteuspitoisuus sen ilmaisee, ja keskeyttämällä kuivausjakso aina, kun rintama on saavuttanut ennalta määrätyn pisteen kerroksessa, ennen kuin se murtautuu kerroksen läpi. Tämä

voidaan suorittaa automaattisesti sovittamalla sikkatiivikerrokseen kuivattavan kaasun kosteuspitoisuutta mittaava laite ja kosteuspitoisuuteen reagoiva laite kuivausjakson keskeyttämiseksi aina, kun tässä pisteessä saavutetaan kuivattavan kaasun ennalta määrätty kosteuspitoisuus.

Kosteusrintaman eteneminen sikkatiivikerroksessa sen adsorboidessa kosteutta asteittain on tuttu ilmiö sikkatiivikuivaimissa, ja sitä käsitellään lukuisissa patenteissa, esim. US-patentissa n:o 2 944 627. Kuivausjakson suurimman osan aikana sorboiva aine sorboi tehokkaasti kosteutta sen yli kulkevasta kaasusta. Kun sikkatiivin sorptioteho lähestyy nollaa, sen yli johdetun kaasun kosteuspitoisuus kuitenkin nousee jyrkästi. Jos kaasun kosteuspitoisuus, kastepiste tai suhteellinen kosteus mitataan ja siitä piirretään käyrä ajan suhteen, tämä kosteuspitoisuuden yleensä äkillinen nouse havaitaan käyrän jyrkkyyden muutoksena, ja tällöin kasvava kosteuspitoisuus nopeasti lähestyy tulokaasun kosteuspitoisuutta. Tulokseksi saatu käyrän S-muotoinen osa edustaa itse asiassa kosteusrintama^m ja, jos tätä tarkkaillaan kerroksen pituuden suhteen, havaitaan sen etenevän kerroksen tulopäästä sen poistopäähän sitä mukaa kuin adsorptiojakso edistyy. Tarkoituksena on jakson päättäminen, ennen kuin rintama tai käyrän jyrkkyyden muutos saavuttaa kerroksen loppupään, koska nousu on sen jälkeen niin nopeaa, että liian kostean poistokaasun poistumista tuskin voidaan estää.

Patentin n:o 3 448 561 keksinnön mukaisesti tämä estetään havaitsemalla rintaman eteneminen riittävän kaukana poistopäästä sijaitsevassa kerroksen pisteessä, niin että kuivausjakso voidaan päättää, ennen kuin rintama saavuttaa poistopään. Suoritustapa käy parhaiten ilmi patentin kuvioista 1-8.

Useimmissa järjestelmissä on tietysti tärkeää, ettei märkää poistokaasua milloinkaan poisteta, vaikka kosteuden anturielementti ei jostain syystä toimisikaan. Sen tähden US-patentin kosteusilmaisimeen on yhdistetty järjestelmä, jossa kosteuden anturielin ulottuu ajoitetun sykliohjauksen yli.

Jos kosteuden anturielementtiä käytetään sikkatiivikerroksesta otetulla kaasulla, anturi saattaa likaantua, jolloin sen toi-

minta häiriintyy. Jos anturi tässä tapauksessa lukisi epäpuhtauden kosteudeksi, virhe johtaisi kuivausjakson lyhentämiseen eikä sen pidentämiseen. Jos likaantuminen on kyllin voimakasta, niin että anturin toiminta häiriintyy ja anturi antaa virheellisen kosteuslukeman, kuivausjaksoa lyhennetään tällöin ja sen päättyessä kerros vaihdetaan regenerointijaksolle. Koska anturi ei sen jälkeen enää likaantumisesta johtuen pysty toteamaan kuivaa ilmaa, hälytysmerkki annetaan mahdollisesti ajoitetun jaksosäädön alkaessa toimia ja järjestelmä palaa ennalta määrättyyn määräaikaaiseen jaksoon.

Tällä tavoin saadaan aikaan luotettava mekanismi, joka takaa jatkuvan toiminnan hyväksyttävän ajoitetun jakson puitteissa, vaikka kosteuden anturielementti olisikin yllä kuvatulla tavalla likaantunut.

Anturi voi kuitenkin vioittua muistakin syistä, tai siihen liittyvän sähkövirtapiirin tai sähköliitännän toiminta voi häiriintyä. Tässä tapauksessa anturi ei havaitsisi märkää ilmaa, mistä johtuen kuivain ei toimisi, kun kosteaa ilmaa poistuu sikkaatiivikerroksesta. Tällaisen vaarallisen tilanteen ei voida antaa jatkua.

Keksinnön mukaisesti saadaan aikaan ehdottoman varma järjestelmä, joka takaa tällaisessa tapauksessa jatkuvan toiminnan hyväksyttävän ajoitetun jakson puitteissa anturin tai siihen liittyvän sähkövirtapiirin tai sähköliitännän mahdollisesta toimintahäiriöstä huolimatta ja estää kostean ilman poistumisen kerroksesta.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä ensimmäisen kaasun konsentraatiota sen ja toisen kaasun seoksessa alennetaan sen ~~raja-~~^{raja-arvon} enimmäiskonsentraation alapuolelle toisessa kaasussa saattamalla seos kosketukseen sellaista sorboivaa ainetta olevan kerroksen kanssa, jolla on ensisijainen affiniteetti ensimmäiseen kaasuun, ja kuljettamalla seos kerroksen toisesta päästä toiseen, adsorboimalla ensimmäinen kaasu siihen, niin että muodostuu poistokaasu, jonka ensimmäisen kaasun konsentraatio on enimmäisarvon alapuolella, ja muodostamalla kerrokseen ensimmäisen kaasun konsentraatiogradientti, joka asteittain pienenee toisesta päästä toiseen ad-

sorption jatkuessa, ja ensimmäisen kaasun kasvava konsentraatio toisessa kaasussa muodostaa konsentraatiorintaman, joka asteittain etenee kerroksessa toisesta päästä toiseen sitä mukaa kuin sen sorptioteho alenee, toteamalla rintaman eteneminen kerroksessa ja keskeyttämällä sen jälkeen kaasumaisen seoksen johtaminen kosketukseen kerroksen kanssa, ennen kuin rintama voi poistua kerroksesta ja ennen kuin ensimmäisen kaasun ~~raja-~~^{raja-}enimmäiskonsentraatio toisessa kaasussa ylitetään. Anturin tai anturipiirin vioittuminen tai toimintakyvyttömyys voidaan havaita johtamalla anturiin ajoittain niin lyhyin välein, ettei virtauksessa oleva sikkatiivikerros pääse tyhjenemään, kosteaa ilmaa kuivaimen tuloaukosta. Jos anturi ei reagoi ilman kosteuteen, annetaan hälytysmerkki, jolloin kuivain voidaan valinnaisesti automaattisesti vaihtaa määrääaikaiselle jakso toiminnalle.

Eräässä keksinnön edullisessa menetelmässä käytetään sikkatiivikerrosta, jota regenerointijakson aikana kuumennetaan adsorboidun kosteuden poistamiseksi. Tässä menetelmässä lämmön käyttö tähän tarkoitukseen on kuitenkin rajoitettu kerroksen korkean kosteuspiitoisuuden omaaviin osiin, jolloin regeneroinnissa säästetään aikaa ja vältetään myös turhalta lämmön käytöltä osissa, joissa sitä ei tarvita. Tässä edullisessa suoritusmuodossa lämpöä käytetään ainoastaan kerroksen siinä osassa, jossa sorboiva aine on adsorboinut kosteutta 20 % tai enemmän kosteuskapasiteetistaan ja edullisesti 50 % tai enemmän tästä kapasiteetistaan.

Tätä keksintöä voidaan myös soveltaa järjestelmiin, joissa koko sikkatiivikerrosta kuumennetaan regeneroinnin aikaansaamiseksi, järjestelmiin, joissa lämpöä ei käytetä regeneroinnin aikaansaamiseksi, järjestelmiin, joissa regenerointi suoritetaan alennetussa paineessa, ja järjestelmiin, joissa käytetään tyhjennyskaasuvirtaa, sekä järjestelmiin, joissa yksi tai useampia näitä tunnusmerkkejä yhdistetään.

Koska regenerointijakson ei tarvitse olla eikä se useimmissa tapauksissa myöskään ole yhtä pitkä kuin kuivausjakso, voidaan keksinnön erään lisätunnusmerkin mukaisesti regeneroitava kerros sulkea, ja kuumennus, tyhjennys, poisto tai mikä tahansa käytetty regenerointijärjestelmä keskeyttää, kun regenerointi on päättynyt.

Jakson jäljellä olevaa aikaa voidaan käyttää esim. regeneroidun kerroksen jäähdytykseen, niin että se on adsorption kannalta sopivassa ja tehokkaassa lämpötilassa, kun tulokaasua aletaan uudelleen johtaa kerrokseen.

Keksinnön mukaisessa kuivauslaitteessa on oleellisina komponentteina jaksottainen ja edullisesti vastavirtaregenerointiin sovitettu sorbenttikerros, yksi tai useampia anturilaitteita kerroksessa, jotka ilmaisevat kosteusrintaman saapumisen riittävän kaukana kerroksen poistopäästä olevaan pisteeseen, niin että jakso voidaan päättää, ennen kuin rintama voi poistua kerroksesta, johto kostean tulokaasun johtamiseksi anturilaitteeseen, niin että saadaan selville, pystyykö anturilaitte havaitsemaan siinä olevaa vesihöyryä, ja laite hälytysmerkin antamiseksi, kun anturi ei pysty havaitsemaan tällaista vesihöyrytulokaasua.

Valinnaaisesti laitteeseen kuuluu laite toiminnan vaihtamiseksi määräaikaiseksi jaksotoiminnaksi, kun tällainen hälytys annetaan.

Laitteeseen voi myös kuulua siihen regeneroinnin aikana lämpöä kohdistava laite. Tällaisen laitteen toiminta rajoittuu edullisesti ainoastaan sorbenttikerroksen siihen osaan, jolla on korkea kosteuspitoisuus, noin 20 % sen kosteuskapasiteetista tai sen yli, kuivausjakson lopussa, ts. ainoastaan siihen osaan, jonka kanssa tulokaasu ensimmäiseksi joutuu kosketukseen kuivaus- tai adsorptiojakson aikana. Tässä tapauksessa sorbenttikerroksen loppuosaa ei kuumenneta regeneroinnin aikana, eikä siinä siis ole kuumennuslaitteita. Kerroksen tilavuuden kuumentamaton osa voi niin ollen olla halutun suuruinen. Tavallisesti kerroksen tilavuudesta kuumennetaan $1/4 - 3/4$, edullisesti $1/3 - 2/3$.

Itse asiassa tällaisen kerroksen kuumentamaton osa muodostaa varakerroksen, jota ei normaalissa kuivausjaksossa kenties lainkaan tarvita ja jossa sorboiva aine joka tapauksessa pyrkii adsorboimaan ainoastaan suhteellisen pienen osan alle 20 % kosteuskapasiteetistaan. Tällaista osaa tarvitaan kuitenkin liian korkean kosteuspitoisuuden omaavan poistokaasun poistoa varten siltä varalta, ettei kosteutta ole riittävästi adsorboitu kerroksen kuumennuslaitteella varustetussa osassa. Kerroksen varaosan kosteuden ad-

sorptiotehoa käytetään niin vähän, että tyhjennysvirtaus regeneroi varasorbentin riippumatta siitä, onko tyhjennysvirtausta kuumennettu vai ei. Tällöin tyhjennysvirtauksen tästä osasta kuljettama kosteus poistetaan tehokkaasti kerroksesta sen kuljettua kerroksen kuumennetun osan läpi.

Vaikka keksinnön mukainen laite voi koostua yhdestä sikkatiivikerroksesta, edullisessa laitteessa käytetään kahta sikkatiivikerrosta, jotka on sijoitettu tarkoituksenmukaisiin säiliöihin, jotka on yhdistetty kuivattavan kaasun vastaanottojohtoihin ja kuivatun poistokaasun poistojohtoihin.

Kuivauslaitteeseen voi myös kuulua säätö- tai kuristusventtiili paineen alentamiseksi regeneroinnin aikana ja monikanavaisia venttiilejä tulokaasuvirran kierrättämiseksi kerrosten välissä ja niistä tulevan poistokaasuvirran vastaanottamiseksi. Laitteeseen voi lisäksi kuulua annostus- tai kuristusventtiili kuivatun poistokaasun osan ohjaamiseksi tyhjennyskaasuna vastavirtaan regeneroitavan kerroksen läpi.

Kosteuden anturilaitte voi todeta kaasun kosteuden missä tahansa sikkatiivikerroksen osassa. Joissakin kuivaimissa, kuten lämmöttömissä kuivaimissa, joissa sikkatiivikerroksen kokonaiskosteustaso on hyvin alhainen kuivausjaksoa kohti, saattaa olla suotavaa sijoittaa sondi hyvin lähelle tulopäätä, esim. sellaiselle etäisyydelle tulopäästä, joka vastaa $1/50$ kerroksen pituudesta, kerroksen puoliväliin asti. Jotta estettäisiin liian suuren kosteuspitoisuuden omaavan poistokaasun läpimurto, saavutetaan yleensä parhaat tulokset korkeintaan n. 45 m/min virtausnopeuksilla, jos kaasusta otetaan näyte pisteessä, joka sijaitsee kerroksen poistopäästä sellaisen välimatkan päässä, joka on n. $2/3 - 1/50$ kerroksen pituudesta. Jos kosteuden anturilaitte kuitenkin reagoi riittävän nopeasti tai jos poistokaasun sallittu kosteuspitoisuus on riittävän korkea, anturi voidaan sijoittaa kerroksen poistoaukon läheisyyteen.

Jossain määrin anturilaitteen sijoitukseen kerroksessa vaikuttaa poistokaasun virtausnopeus kerroksessa, joka antaa anturille aikaa reagoida kosteuspitoisuuteen, ennen kuin kosteusrintama murtautuu kerroksen läpi. Yleensä mitä suurempi virtausnopeus on,

sitä kauemmaksi kerroksen poistopäästä olisi anturlaite sijoitettava, jotta kosteusrintama varmasti havaitaan riittävän ajoissa, niin ettei se pääse poistumaan kerroksesta eikä joudu käsittelyn alaiseen järjestelmään.

Kosteuden anturilaitteen tyyppi ja sen kaasun koetussondin sijoitus kerrokseen valitaan siten, että kuivattavan kaasun kosteustaso voidaan havaita ajoissa merkin antoa varten, ennen kuin kosteusrintama voi poistua kerroksesta. Tietyn järjestelmän vaatima varmuusmarginaali voidaan helposti määrätä empiirisesti hankkimalla tietoja ja piirtämällä patentin n:o 3 448 561 kuviossa 1 tai 2 esitetyt käyrät käytettävää tiettyä järjestelmää varten. Alan ammattimies voi tehdä tämän ilman muuta.

Kosteuden ilmaisulaite voi olla mitä tahansa tunnettua tyyppiä. Laitteeseen kuuluu yleensä tuntosondi tai kaasunäytteenotto-putki tai -johto, jonka toinen pää avautuu sikkatiivikerrokseen tai kammioon ja toinen pää ilmakehään, jolloin molempien päiden väliin on sijoitettu kosteuden anturikomponentti, joka reagoi positiivisesti kaasun kosteuspitoisuuteen. Kun sikkatiivikammio on ilmakehän painetta korkeammassa paineessa, varmistetaan kaasun virtaus anturiin. Kuristusventtiiliä voidaan käyttää tällaisen virtauksen ohjaukseen. Jos sikkatiivikammiossa vallitsee ilmakehän painetta alempi paine, voidaan pumppua käyttää kaasun johtamiseksi anturiin.

Kosteuspitoisuuden reagoiva anturi voi olla sähköinen, mekaaninen tai kemiallinen anturi tai näiden yhdistelmä. Se sovitaan edullisesti kosteuspitoisuuteen reagoiden ohjaamaan sopivia venttiilejä, niin että se päättää kuivausjakson ja kytkee tulo- ja poistokaasut säiliöstä toiseen, kun poistokaasussa saavutetaan ennalta määrätty enimmäiskosteuspitoisuus.

Aika, joka tarvitaan, jotta poistokaasun kosteuspitoisuus saavuttaa ennalta määrätyn tason, on suoraan korreloitunut sorboivan aineen kosteuskapasiteettiin ja kosteuspitoisuuteen. Kaasun edetessä sikkatiivikerroksen yli sen kosteuspitoisuus alenee asteittain sikkatiivin kosteuden adsorptionopeuden mukaan. Koska sikkatiivin kosteuden adsorptionopeus on riippuvainen kosteuskapasiteetista, kaasun paineesta, kaasun lämpötilasta ja virtausnopeu-

desta, on ilmeistä, että tulokaasun määrätyllä lämpötilalla ja paineella saavutetaan poistokaasun ennalta määrätty kosteustaso ainoastaan, kun myös sorboivan aineen kosteuskuormitus on saavuttanut ennalta määrätyn tason. Kuivausjakson pituutta voidaan niin ollen keksinnön mukaisesti säätää jokseenkin tarkalleen sorboivan aineen kosteuspitoisuuden tai -kuormituksen mukaisesti, jolloin sen kosteuskapasiteettia voidaan tehokkaasti käyttää hyväksi jokaisessa kuivausjaksossa ilman läpimurron vaaraan.

Keksinnön mukaiset sikkatiivikuivaimet toimivat niin ollen sikkatiivin ennalta määrätyn kosteuskuormituksen mukaisesti kunkin kuivausjakson aikana. Tämä merkitsee siis sitä, että jos tulokaasun kosteustaso vaihtelee, kuivausjakson pituutta säädetään myös automaattisesti sitä vastaten. Tästä on seurauksena, ettei kuivausjaksoa päätetä, ennen kuin se on välttämätöntä, jolloin sikkatiivin tarpeettomat regeneroinnit jäävät pois. Tällöin on myös tarpeetonta käyttää sikkatiivin varakapasiteettia. Koska kuivausjakso on riippuvainen käytetyn sikkatiivitilavuuden kosteuskapasiteetista, aikaisempaa pienempi sikkatiivimäärä on nyt riittävä. Samalla kunkin jakson aikana menetetyn tyhjennyskaasun määrä pidetään mahdollisimman pienenä. Itse asiassa keksinnön mukaiset sikkatiivikuivaimet ajoittavat automaattisesti kuivausjaksonsa tulokaasun kosteuspitoisuuden niille asettaman vaatimuksen mukaan.

Regenerointijakson ei toisaalta tarvitse olla eikä se edullisesti olekaan automaattisesti ajallisesti yhtä pitkä kuin kuivausjakso. Koska kuivausjaksoa voidaan päin vastoin kuin useimmisissa kuivaimissa tarpeen mukaan hyvin huomattavasti pidentää, regenerointijakso on ajallisesti säädetty päättymään, kun regenerointi on loppuun suoritettu, vaikka kuivausjakso vielä jatkuisikin. Tämä takaa myös sen, ettei tyhjennysvirtausta eikä kerroksen kuumennukseen käytettyä energiaa mene hukkaan, kun niitä ei enää tarvita. Regenerointijakso voidaan kytkeä kosteusanturiin, niin että se päättyy kuivausjakson päättyessä, jos tämä tapahtuu ennen ajoitetun regenerointijakson päättymistä, tai anturi voidaan kytkeä regenerointijakson ajastimeen, niin että se ei päättä kuivausjaksoa, ennen kuin regenerointi on suoritettu loppuun. Näiden kahden järjestelmän edullisuus riippuu järjestelmän olosuhteista.

Keksinnön mukaisesti voidaan käyttää minkä tahansa tyyppistä kosteustason anturikomponenttia tai anturia. Eräessä tunnetussa tyyppissä käytetään litiumkloridikennoa kaasun kosteuden mittaamiseksi. Tämä kenno reagoi kaasun kosteuspitoisuuden muutoksiin sähkövastuksen muutoksilla sähkönsäilytyskykyyn. Tämän mukaisesti annetaan sähkömerkki, kun kaasun kosteuspitoisuus on saavuttanut ennalta määrätyn tason. Tätä merkkiä käytetään kytkemään venttiili, joka ohjaa tulokaasun tuloa toiseen kerrokseen, ja ohjaamaan tulokaasu toiseen kerrokseen jakson päättämiseksi, samalla kun tyhjennyskaasun virtausta muutetaan, niin että käytetty kerros voidaan nyt regeneroida.

Toisen tyyppinen kosteusanturi, jota voidaan käyttää, on US-patentin n:o 3 167 734 kosteusanturielementti. Tähän laitteeseen kuuluu lieriömäinen tukielin, jossa on sen kanssa yhtenäinen rengasmainen laipoitettu pohjaosa, jossa on ensimmäinen sähköliitäntänapa ja toinen sähköliitäntänapa, ja tukielimen päällä oleva muovikalvo, joka on elektrolyyttistä ja hygroskooppista ainetta. Muovikalvon läpi tapahtuu massaionointi kalvon joutuessa kosteudelle alttiiksi. Tämä aiheuttaa sähköreaktion, joka siirretään ensimmäisen ja toisen sähköjohtimen välityksellä venttiilin ohjauskytkimen läpi.

US-patentin n:o 2 943 245 mukainen sähköhygrometrijärjestelmä on myös käyttökelpoinen. Se perustuu hygroskooppisen kalvon kykyyn muuttaa sähkövastustaan välittömästi kaasun kosteuspitoisuuden mikromuutosten mukaan. Tämä ilmaisee 1,5 - 97 %:in suhteellisia kosteuksia.

Toinen käyttökelpoinen anturityyppi käyttää Peltierin jäähdytysvaikutusta jäähdyttämään rodiumilla päällystetty peili kastepisteeseen, jolloin jähmeässä olotilassa oleva optinen järjestelmä mittaa ja säätää suhteellisesti peilin jäähdytysnopeutta, niin että peili jäähtyy kaasun kastepisteeseen, ja seuraa jatkuvasti tätä kastepistettä. Tämä laite ilmaisee - 73,3 - +37,8°C:n kastepisteitä.

Elektrolyyttisessä kennotyyppissä käytetään epoksipatruunaa, joka sisältää lasiputken, jonka läpi kaasu kulkee. Kaksi platinalankaa on kierretty kaksoiskierteeksi putken sisäpinnoille, jolloin

niiden välinen tila on päällystetty P_2O_5 :lla. Kun kosteus kostuttaa P_2O_5 :n, lankoihin kohdistettu jännite kehittää mitattavan sähkövirran. Veden elektrolyysi regeneroi kennoa jatkuvasti.

Infrapunaaisia analyysaattoreja voidaan myös käyttää. Kahta samanlaista ^{Ni-}nikromihehkulankaa käytetään infrapunaisen säteilyn lähteinä. Näistä hehkulangoista tulevat säteet kulkevat yhdensuuntaisten kennojen läpi, joista toinen on näytekenno ja toinen vertailukenno. Todettava kaasu adsorboi ja pienentää siten näytekennosta todettavaa säteilysädetä. Tämä muunnetaan sähkömerkiksi, joka on verrannollinen kahden säteen väliseen eroon, ja kun tämä on kalibroitu, voidaan todettavan kaasun määrät määrittää. Tämä tyyppi pystyy vesihöyryn ohella toteamaan myös hiilidioksidin, hiilimonoksidin, metaanin, ammoniakin, metyleenikloridin, etaanin, sykloheksaanin, rikkidioksidin, etyleenin jne. 0-100 %:n konsentraatioalueilla.

Keksinnön mukaista laitetta havainnollistetaan oheisissa piirustuksissa, joissa

kuvio 1 esittää kaaviollisesti keksinnön mukaista kaksikerroksista, lämmöllä uudelleen aktivoitavaa sikkatiivikuivainta,

kuvio 2 esittää yksityiskohtaisesti kuvion 1 mukaisen lämmöllä uudelleen aktivoitavan kuivaimen kosteusanturin virtapiiriä,

kuvio 3 esittää kaaviollisesti keksinnön mukaisen kaksikerroksisen, lämmöllä uudelleen aktivoitavan sikkatiivikuivaimen toista tyyppiä,

kuvio 4 esittää kaaviollisesti keksinnön mukaisen kaksikerroksisen, lämmöllä uudelleen aktivoitavan sikkatiivikuivaimen kolmatta tyyppiä,

kuvio 5 esittää kaaviollisesti keksinnön mukaista kaksikerroksista lämmötöntä sikkatiivikuivainta, ja

kuvio 6 esittää kaaviollisesti keksinnön mukaisen kaksikerroksisen, lämmöttömän sikkatiivikuivaimen toista tyyppiä.

Kuvioiden 1 ja 2 kuivain muodostuu kahdesta sikkatiivisäiliöstä 31 ja 32. Nämä säiliöt on sijoitettu pystyasentoon. Kumpikin säiliö sisältää sikkatiivin, kuten piihappogeelin muodostaman kerroksen 40. Säiliöissä 31, 32 on myös sikkatiivin täyttö- ja poistoaukot 8, 9 säiliöiden täyttämiseksi sikkatiivillä ja sen poistamiseksi niistä.

Kuivaimeen kuuluu laaja johtojärjestelmä, joka yhdistää molemmat säiliöt poistettavaa kosteutta sisältävän tulokaasun sisäänjohtamiseksi ja kuivan poistokaasun poistamiseksi, josta kosteus on poistettu sen kuljettua kuivaimen läpi. Tarpeelliset venttiilit kytkevät tulo- ja poistokaasun virtauksen kumpaankin säiliöön ja niistä pois. Tähän järjestelmään kuuluu tulojohto 26, jossa on tulopainemittari 20. Johto 26 johtaa tulokaasun sivuvirtakuristusventtiiliin 10 kautta nelitietulokytkentäventtiiliin 1. Tämä venttiili ohjaa tulokaasuvirran jompaan kumpaan tulojohtoon 23 ja 24, jotka johtavat tulokaasun kummankin säiliön yläosaan.

Kummankin säiliön pohjalla on sikkatiivin seulatuki 7, joka on tehty sintratusta ruostumattomasta teräsverkosta ja joka pitää sikkatiivikerroksen 40 säiliössä 31 ja 32. Poistojohdot 28 ja 29 johtavat säiliöiden 31 ja 32 pohjasta nelitiepoistokytkentäventtiiliin 21. Venttiilejä 1 ja 21 käyttää yhdessä paineilmasylinteri 14. Sylinteriä 14 liikuttaa edestakaisin ilman paine, jota solenoidiventtiilit 15, 16 säätelevät.

Kumpaankin poistajohtoon 28 ja 29 on sijoitettu suodatusseula 6, joka on poistettavissa ja myös tehty sintratusta ruostumattomasta lankaverkosta. Tämän tehtävänä on pidättää mahdolliset sikkatiivihiuksaset, jotka muuten saattaisivat kulkeutua pois kerroksesta 40 sikkatiivituen 7 ohi, ja pitää poistovenktiili 21 ja järjestelmän muut osat vapaina tällaisista hiukkasista. Venttiilistä 21 lähtee kuivan kaasun poistajohto 25, joka kuljettaa kuivatun poistokaasun kuivaimesta järjestelmään, jossa sitä käytetään. Johdossa 25 on poistopainemittari 20'.

Kumpaankin säiliöön on sijoitettu n. 15 cm poistajohtojen 28 ja 29 yläpuolelle kaksi kosteuden toteavaa kaasusondia 50 ja 51, jotka ottavat kaasusta näytteen tässä kohdassa ja kuljettavat sen, kuten kuviosta ²/₃ käy ilmi, johtojen 52 ja 53 kautta valinta-venttiilien 54 ja 55 ohi johtoon 56 ja siitä anturiin 57 näytteen kosteuspitoisuuden määrittämiseksi, minkä jälkeen johto 56 kulkee suodattimen 58 ja kuristusventtiiliin 59 kautta ilmakehään.

Kosteussondit 50 ja 51 ovat putkia, joiden päässä on useita reikiä 49, joiden läpi kerroksen läpi johdettava kaasu tulee sisään.

Kuristusventtiili rajoittaa johtojen 52, 53 ja 56 virtaus-
ta minimitasoon kosteuden mittausta varten eli noin $2,5 \text{ m}^3/\text{mi-}$
nuutti. Tämä anturi on säädetty reagoimaan esim. taulukon 1 pistei-
den X tai Y kosteustasoon, jotta kosteusrintaman poistuminen k~~ier-~~
roksesta saadaan estetyksi. Jos poistokaasun sallittu korkein il-
makehän kastepiste on esim. $-62,2^\circ\text{C}$, anturi säädetään toteamaan
 $-40 - -17,8^\circ\text{C}$:n kastepiste ja reagoimaan siihen riippuen anturin
herkkyystä. Esitetty anturi on litiumkloridikennotyyppiä, mutta
muunkin tyyppisiä antureja voidaan käyttää.

Ajastin, jota ei ole esitetty, käynnistää venttiilit 15 ja
16 ennalta määrätyn aikavälin lopussa. Jos anturia ei olisi, ajas-
tin käynnistäisi automaattisesti jomman kumman näistä venttiileis-
tä venttiilien 1 ja 21 kytkemiseksi ilmasylinterin 14 välityksellä
tämän aikavälin päätyttyä. Anturi 57 on kuitenkin kytketty sähkö-
virtapiiriin, jota ei ole esitetty, ja joka anturin tunnustelles-
sa kuivaa ilmaa, antaa ajastimen päättää jaksonsa ja katkaisee sen
sen jälkeen, ennen kuin se voi käynnistää kumpaakaan venttiiliä 15
ja 16. Näitä ei siis käynnistetä, ennen kuin anturi toteaa ennalta
määrätyn kosteuspitoisuuden omaavan kostean ilman, minkä jälkeen
ajastin käynnistetään uudelleen ja jompi kumpi venttiili 15 tai
16 käynnistetään välittömästi venttiilien 1 ja 21 samanaikaista
kytkentää varten. Anturi ei toisaalta voi päättää jaksoa, ennen
kuin ajastin on antanut ennalta määrätyn jaksovälin kulua loppuun.
Tämä estää uuden jakson aloittamisen, ennen kuin regenerointi on
suoritettu loppuun.

Kuten mainittiin, johtojen 52 ja 53 välille on sijoitettu
kaksi solenoidiventtiiliä 54 ja 55. Ajastin käynnistää myös nämä.
Molemmat venttiilit ovat suljettuina kuivausjakson ensimmäisen osan
aikana, kun vasta regeneroitu kerros on vielä kuuma. Virtauksessa
olevaan kerrokseen johtava venttiili avataan, kun kerros on jääh-
tynyt. Regeneroitavaan kerrokseen johtava venttiili pidetään sul-
jettuna regeneroinnin aikana.

Jotta anturi voisi sulkea pois ajastimen, anturin on todet-
tava kuiva ilma. Jos se ei totea kuivaa ilmaa, ajastin saa säätää
jaksoa. Tämä merkitsee sitä, että jaksoajan pidennys on itse asias-
sa suljettuna, mikä vuorostaan merkitsee sitä, ettei järjestelmä

jostain syystä toimi kunnolla. Tästä syystä virtapiiriin asetetaan hälytys, joka toimii, jos anturi toteaa kosteaa ilmaa tarvejakson ennalta määrätyissä pisteissä tulo- ja poistoventtiilien 1 ja 21 kytkemisestä ajastinjakson loppuun asti.

Keksinnön mukaiseen ehdottoman varmaan anturijärjestelmään kuuluu kostean kaasun johtoliitäntä 45, joka kulkee kostean kaasun tuloaukosta 26 suoraan anturiin 57 johtavaan johtoon 56. Johdon 45 läpi tapahtuvaa virtausta säättää solenoidiventtiili 46, joka on normaalisti suljettuna paitsi silloin, kun anturipiirin toimintakykyä testataan seuraavassa selitettävällä tavalla.

Kuvioiden 1 ja 2 kuivain on tarkoitettu regeneroimaan käytetty sikkatiivikerros kuumennetun tulokaasun tyhjennyksen avulla. Tähän tarkoitukseen käytetään höyrykuumenninta 5, joka on johdolla 33 yhdistetty kostean kaasun tulojohtoon 26 ja johdolla 34 poistoventtiiliin 21. Mitä tahansa kuumennintyyppiä voidaan käyttää, esim. kaasu-, sähkö- tai kuumavesikuumenninta. Annostusaukko 2, jossa on sivuvirtausmittari 3, alentaa kuumentimeen 5 johtavan johdon painetta, kun taas kuristusventtiili 10 rajoittaa johdon 26 virtausta ja ohjaa osan tulokaasusta tyhjennystä varten johtoon 33. Tällöin kostean tulokaasun rajoitettu osa ohjataan aina johdon 33 kautta höyrykuumentimeen 5. Solenoidiventtiili 17 säättää kuumentimeen johtavaa höyryn tuloventtiiliä 4, joka on suljettuna aina, kun kuivain on suljettuna. Kuumentimesta 5 johto 34 johtaa nelitiekäyt-kentäpoistoventtiiliin 21, josta kuumennettu tyhjennyskaasu kier-rätetään jomman kumman säiliön pohjaan johtojen 28 ja 29 kautta.

Palautusjohto 35 ulottuu tulokäyt-kentäventtiilistä 1 tulojoh-toon 26 kuivattavan tyhjennyskaasun uudelleen kierrättämiseksi, niin ettei tyhjennyskaasua mene hukkaan. Johtoon 35 kuuluu jäähdy-tin 11, vedenerotin 12 ja automaattinen vesilukko mahdollisimman suuren vesimäärän poistamiseksi kosteasta tyhjennyskaasuvirrasta ennen sen uudelleen johtamista kuivaukseen ja uudelleen käyttöön. Johtoon 34 voidaan lisätä lämpömittari, joka mittaa tyhjennyskaa-sun lämpötilan sen lämmön säätöä varten.

Kuivain toimii seuraavasti: Kosteaa tulokaasua johdetaan si-sään johdon paineessa n. 207 - 2 068 kPa johdon 26 kautta nelitie-kytkentäventtiiliin 1, josta se johdetaan jompaan kumpaan säiliöön

31 tai 32. Jos säiliö 31 on kuivausjaksossa, nelitiekyskentäventtiili 1 säädetään ohjaamaan tulokaasu johdon 23 kautta säiliön 31 yläosaan. Tulokaasu kulkee alaspäin kerroksen 40 kautta pohjaan, jolloin kosteus adsorboituu sikkatiiviin. Kuiva kaasua kulkee sikkatiivituen 7 ja suodattimen 6 kautta poistojohtoon 28 ja sen sekä nelitiekyskentäventtiilin 21 kautta poistojohtoon 25, jossa se poistuu kuivaimesta.

Kaasun virratessa kerroksen 40 läpi, sondi 50 toteaa jatkuvasti sen vesipitoisuuden. Kaasua johdetaan nopeudella $2,5 \text{ m}^3/\text{min}$ reikien 49 ja sondiputken 50 kautta johdon 52 ja avoimen venttiilin 54 läpi anturiin 57, josta se poistuu ilmakehään.

Samanaikaisesti tulokaasun osa ohjataan johdon 33 kautta aukkoon 2 ja siitä höyrykuumentimeen 5, jossa se kuumennetaan melko korkeaan lämpötilaan eli n. $100-250^\circ\text{C}$:seen. Sen jälkeen se johdetaan johdon 34 kautta nelitievventtiiliin 21, joka ohjaa sen johtoon 29, josta se joutuu toisen säiliön 32 pohjaan tämän säiliön sikkatiivikerroksen ohi ja poistuu säiliöstä johdon 24 kautta. Tämä johtaa sen venttiiliin 1, joka ohjaa sen johtoon 35 jäähdyttimen 11 ohi, jossa vesi lauhdutetaan ja erotetaan erottimessa 12 ja lukossa 13, ja tulojohtoon, jossa se yhtyy tulovirtaukseen kuivausta varten. Tyhjennyskaasua ei siis lainkaan poistuu.

Kuivain jatkaa tällä jaksolla, kunnes anturi 57 on todennut säiliössä 31 kuivattavassa kaasussa ennalta määrätyn kosteustason, jossa rintama on poistumaisillaan kerroksessa, minkä jälkeen ajastin käynnistyy ja käynnistää venttiilin 15, joka liikuttaa edestakaisin sylinterin 14 mäntää, joka kääntää venttiilit 1 ja 21 seuraavaan 180° :n asentoon. Tämä ohjaa johdon 26 kautta tulevan tulokaasun johdosta 23 johtoon 24 ja sitä kautta säiliön 32 yläosaan sekä ohjaa tyhjennysvirtauksen säiliön 31 pohjaan 31 johdon 28 kautta. Höyrykuumentimesta 5 tuleva kaasua johdetaan nyt tulojohdon 28 kautta säiliön 31 pohjaan, josta se kulkee ylöspäin säiliön 31 läpi poistuen säiliön yläosasta. Kaasua johdetaan johdon 23 ja venttiilin 1 kautta johtoon 35 ja siitä johtoon 26. Venttiili 54 on tällöin suljettuna ja sulkee anturiin 57 johtavan johdon 52. Venttiilit 55 ja 53 avautuvat vasta, kun säiliössä 32 oleva kaasua on jäähtynyt, minkä jälkeen anturi voi todeta säiliössä 32 olevan

kaasun kosteuden. Tätä jaksoa jatketaan sen jälkeen, kunnes anturi 57 on todennut ennalta määrätyn kosteustason säiliössä 32 olevassa kaasussa, minkä jälkeen ajastin käynnistetään vielä kerran, venttiilit 1 ja 21 käännetään 180° alkuasentoonsa ja ensimmäisen jakso toistetaan.

Ajoittain, edullisesti säännöllisin välein, joiden kesto on lyhyempi kuin virtauksessa olevan kerroksen tyhjentymiseen vaadittu aika, solenoidiventtiili 46 avataan ja solenoidiventtiilit 54, 55 suljetaan. Tämän ansiosta kostea kaasu voi virrata kostean kaasun tulojohdosta 26 suoraan anturiin 57.

Jos anturi ja siihen yhdistetty sähkövirtapiiri antavat merkin, että ilma on kosteaa, kuivain jatkaa normaalitoimintaansa vaihtaen jaksojaan ajoittain anturin antaman osoittaman mukaan. Jos anturi ei reagoi kosteaan ilmaan, kuivain vaihdetaan automaattisesti määräaikaiseen jaksotoimintaan ja hälytyslaite käynnistetään, jota ei ole esitetty ja joka ilmoittaa vallitsevan tilan.

Kuviossa 3 esitetty kuivain muodostuu kahdesta säiliöstä 60 ja 61, joiden kummankin toisessa päässä on tuloaukko 62 ja 63 ja toisessa päässä poistoaukko 64 ja 65. Kummankin poistoaukon yli on sijoitettu ruostumattomat terästukiseulat 66, jotka on tehty lankaverkosta tai rei'itetystä teräslevystä ja joiden tarkoituksena on pitää sikkatiivihiukkaset säiliöissä.

Säiliöt täytetään sikkatiivillä kahtena kerroksena 68 ja 69, jolloin ensimmäinen puskurikerros 68 ulottuu noin 1/6:lle kerroksen pituudesta ja muodostuu aktivoituneesta alumiinioksidista. Toinen kerros, joka koostuu piihappogeelistä, muodostaa kerroksen loppuosan. Aktivoituneella alumiinioksidilla on suurempi vapaan veden vastus kuin piihappogeelillä, niin että se toimii piihappogeelin puskurina kerrosten tulopäissä.

Kummankin kerroksen tulopäihin on sijoitettu joukko pitkänomaisia kuumennuselementtejä 70, jotka ulottuvat suunnilleen kerroksen puoleen väliin ja joiden määrä tässä tapauksessa on kahdeksan. Nämä on sijoitettu tasavälein kerrokseen. On kuitenkin selvää, että käytettyjen elementtien määrä voi olla pienempi tai suurempi niiden lämpökapasiteetin mukaan. Kuumentimien tulopäissä on sähköliitännät 71, jotka ulottuvat säiliöiden 60 ja 61 seinien läpi ja

jotka on yhdistetty sähköjärjestelmään, niin että kuumentimet kytetään päälle, kun kerros kytketään regenerointijaksolle, ja suljetaan ennalta määrätyn ajan lopussa, joka on riittävä sikkatiivin regeneroinnin suorittamiseksi. Aika voi olla lyhyempi kuin kuivausjakson kesto tai yhtä pitkä kuin kuivausjakson pituus riippuen ajasta, joka tarvitaan kosteusanturin 57 aktivoimiseksi kuviossa 2 esitettyjen sondien 50 ja 51 välityksellä, jotka on sijoitettu aivan kummankin kerroksen 67 kuumentimien alapuolelle. Anturi 57 on kytketty piiriin ajastimen kanssa aivan kuten kuvion 1 laitteessa.

Keksinnön mukaiseen ehdottoman varmaan ^a anturijärjestelmään kuuluu kostean kaasun johtoliitäntä 45, joka kulkee kostean kaasun tuloaukosta 26 suoraan anturiin 57 johtavaan johtoon 56. Johdon 45 läpi tapahtuvaa virtausta säättää solenoidiventtiili 46, joka on normaalisti suljettuna, paitsi silloin, kun anturivirtapiirin toimintakykyä testataan seuraavassa selitettävällä tavalla.

Säiliöt 60 ja 61 on yhdistetty toisiinsa johtojärjestelmällä, joka takaa kuivattavan tulokaasun syötön kummankin kerroksen tulopäähän ja kuivatun kaasun poiston kummankin kerroksen poistopäästä. Tässä järjestelmässä on johdot, jotka johtavat poistokaasusta erotetun tyhjennyskaasun jomman kumman kerroksen pohjaan regenerointia varten ja poistavat sen ilmakehään sen poistuttua kummankin kerroksen yläpäästä. Tämä järjestelmä koostuu kostean kaasun syöttöputkesta 80, joka johtaa kostea kaasua nelitjesolenoidi-kytkentäventtiiliin 81 ja sen jälkeen jomman kumman johdon 82 tai 83 kautta säiliöiden 60 ja 61 yläosaan. Samanlaiset johtoliitännät 84 ja 85 on kahden säiliön poistopäiden välillä. Virtausta näitä johtoja pitkin poistojohtoon 86 säättävät säätöventtiilit 87 ja 88. Toinen johto 89 johtaa johtojen 85 ja 86 liitoskohdasta tyhjennyskaasun annostusventtiiliin 90, joka säättää kuivasta poistokaasusta erotetun tyhjennyskaasun määrää kuivauskerroksen regenerointia varten regenerointijakson aikana. Johto 89 johtaa tyhjennyskaasuvirran paineenalennusaukon 91 kautta jompaan kumpaan johtoon 92, 93 ja säätöventtiileihin 94 ja 95 sekä säiliöiden 60 ja 61 poistoaukkoihin 64 ja 65. Tyhjennyskaasun poistojohto 96 johtaa nelitieväventtiilistä 81 tyhjennyskaasun poistovenäventtiiliin 97 ohi ja poistaa tyhjennyskaasun ilmakehään.

Jos säiliö 60 on kuivausjaksossa ja säiliö 61 regenerointijaksossa, kuivain toimii seuraavasti: Venttiili 81 ohjaa johdon 80 kautta tulevan kostean kaasun johdon paineessa 172 - 2 413 kPa säiliöön 60 johtavaan johtoon 82. Tämän jälkeen kaasu kulkee alaspäin kerrosten 68 ja 69 läpi sondin 50 ohi poistoaukkoon 64, josta se johdetaan johdon 84 välityksellä venttiilin 87 kautta poistojohtoon 86. Venttiilit 88 ja 94 estävät virtauksen johdoissa 85 ja 92. Osa poistokaasusta johdetaan sen jälkeen tyhjennysventtiilin 90 säätämänä johdon 89 ja aukon 91 kautta, jossa sen paine alenee ilmakehän paineeseen avoimen poistoventtiilin 97 vaikutuksesta, johtoon 93 ja säätöventtiilin 95 kautta (venttiili 94 estää virtauksen johdossa 92) regenerointijaksossa olevan toisen säiliön 61 pohjalle. Täältä se kulkee johdon 83 kautta nelitiektyöntäventtiiliin 8a ja poistuu ilmakehään tyhjennyspoisto johdon 96 ja venttiilin 97 kautta.

Regeneroitavana olevan säiliön 61 kuumentimet kytketään ja sikkatiivikerros kuivataan kohdistamalla siihen tyhjennyskaasun virtausta, niin kauan kuin sikkatiivin regenerointi sitä vaatii. Tämä aika voi olla huomattavasti lyhyempi kuin kuivausjakson aika, joka ei tietysti määräydy kiinteän ajanjakson mukaan, vaan kerroksen kaasun kosteustason mukaan. Kuumentimet 70 ajoitetaan niin ol-
len olemaan kytkettyinä ainoastaan sikkatiivin täydellisen regeneroinnin vaatiman ajan. Kun tämä aika on kulunut umpeen, kuumentimet suljetaan automaattisesti. Kaasun tyhjennysvirtausta jatketaan ainoastaan niin kauan, että sikkatiivikerros on jäähtynyt huoneen lämpötilaan, jossa adsorptio on tehokkaampi. Tällöin tyhjennysvirtauskin katkaistaan automaattisesti sulkemalla tyhjennyspoistoventtiili 97, jolloin käytetty kerros paineistetaan uudelleen ja valmistetaan seuraavaa jaksoa varten. Normaalisti 1/2 - 2 tuntia riittää käytetyn kerroksen täydellisen regeneroinnin suorittamiseen, jos kerros kuumennetaan kuumennuselementeillä n. 100-250°C:n lämpötilaan. Muita lämpötiloja ja aikoja voidaan kuitenkin myös käyttää riippuen käytetystä sikkatiivista.

Osa säiliön 60 kaasusta poistetaan reikien 49 kautta sondiin 50 ja siitä johdon 52 kautta anturiin 57. Kun anturi 57 on todennut tässä kaasussa ennalta määrätyn kosteuspitoisuuden, käyn-

nistetään ajastin uudelleen, joka kytkee nelitiekytkentäventtiiliin 81, joka ohjaa tulokaasun kuivausjaksossa olevan toisen säiliön 61 yläosaan johtavaan johtoon 83, ja avaa poistovennttiiliin 97. Tyhjennysvirta kulkee nyt johdon 89, aukon 91 ja johdon 92 kautta venttiiliin 94 kautta säiliön 60 pohjaan, joka säiliö on nyt regenerointijaksossa. Samalla, kun venttiili 81 kytketään, kytketään kerroksen 60 kuumentimet, jotka kuumentavat kerroksen sikkatiivin uudelleen aktivoimiseksi, ja venttiili 54 suljetaan, jolloin se katkaisee anturin 57 yhteyden säiliön 60 kaasuun, ja venttiili 55 avataan, jolloin se yhdistää anturin 57 säiliöön 61. Tämä jakso jatkuu, kunnes anturi 57 toteaa ennalta määrätyn kosteustason säiliössä 61, minkä jälkeen venttiilit 81, 97, 54 ja 55 kytketään uudelleen ja jakso toistetaan.

Solenoidiventtiili 46 avataan ja solenoidiventtiilit 54, 55 suljetaan ajoittain säännöllisin välein, jolla on ennalta määrätty kesto. Tämän ansiosta kostea kaasu voi virrata kostean kaasun tulojohdosta suoraan anturiin 57.

Jos anturi ja siihen yhdistetty sähkövirtapiiri antavat merkin, että ilma on kostea, kuivain jatkaa normaalitoimintaansa ja jaksojen vaihto tapahtuu anturin antaman osoittaman mukaan. Jos anturi ei kuitenkaan reagoi kosteaan ilmaan, kuivain vaihdetaan automaattisesti määräaikaaiseen jaksotoimintaan ja tilaa osoittava hälytysmerkki annetaan.

Kuvion 4 kuivain muodostuu kahdesta sikkatiivisäiliöstä 131 ja 132. Nämä säiliöt on sijoitettu pystyasentoon. Kumpikin säiliö sisältää sikkatiivin, kuten pihappogeelin muodostaman kerroksen 140. Säiliössä 131, 132 on myös sikkatiivin täyttö- ja poistoaukot 106, 111 säiliöiden täyttämiseksi sikkatiivilla ja sen poistamiseksi niistä.

Kuivaimeen kuuluu laaja johtojärjestelmä, joka yhdistää molemmat säiliöt poistettavaa kosteutta sisältävän tulokaasun sisäänjohtamiseksi ja kuivan poistokaasun poistamiseksi, josta kosteus on poistettu sen kuljettua kuivaimen läpi. Tarpeelliset venttiilit kytkevät tulo- ja poistokaasun virtauksen kumpaankin säiliöön ja niistä pois. Tähän järjestelmään kuuluu tulojohto 126, joka johdtaa kostean tulokaasun nelitiekytkentäventtiiliin 101. Venttiili

101 kytketään ilman paineen avulla sylinterin 144 välityksellä, jota ohjaavat solenoidiventtiilit 145, 146, joita säätää ajastin aivan kuten kuvion 1 mukaisessa laitteessa. Venttiili 101 ohjaa tulokaasuvirran jompaan kumpaan tulojohtoon 123 ja 124, jotka johtavat tulokaasun kummankin säiliön yläosaan. Tyhjennyspoistojohto 103 ulottuu tyhjennyspoistovenktiiliin 114 ja johtaa sen jälkeen ilma-kehään. Venttiilin 114 käynnistää sylinteri 147, jota säätää solenoidiventtiili 148.

Kummankin säiliön pohjalla on sikkatiivin seulatuki 112, joka on tehty sintratusta ruostumattomasta teräslankaverkosta ja joka pitää sikkatiivikerroksen ¹⁴⁰104 säiliöissä 131, 132. Poistojohdot 128 ja 129 johtavat säiliöiden 131 ja 132 pohjasta kuivan kaasun poistojohtoon 125. Kumpaankin poistojohdossa 128 ja 129 on sijoitettu suodatusseula 113, joka on poistettavissa ja joka on tehty sintratusta ruostumattomasta lankaverkosta. Tämän tehtävänä on pidättää mahdolliset sikkatiivihiuksat, jotka muuten saattaisivat kulkeutua pois kerroksesta 140 sikkatiivituen 112 ohi, ja pitää järjestelmän muut osat vapaina tällaisista hiukkasista. Kummassakin johdossa 128, 129 on myös poistosäätöventtiilit 120, 121.

Kumpaankin säiliöön on, kuten kuviossa 2, sijoitettu n. 15 cm poistojohdossa 128, 129 yläpuolelle kosteuden toteavat kaasusondit 50, 51, jotka ottavat kerroksen kaasusta näytteen tässä kohdassa, ja kuten kuviosta 2 käy ilmi, kuljettavat sen johtojen 52, 53 kautta valintaventtiilien 54, 55 ohi johtoon 56 ja siitä anturiin 57 sen kosteuspitoisuuden toteamiseksi, minkä jälkeen johto 56 kulkee suodattimen 58 ja kuristusventtiilin 59 kautta ilma-kehään.

Ajoituslaite käynnistää kaksi solenoidiventtiiliä ⁵⁴54, 55 aivan kuten kuvion 1 mukaisessa laitteessa. Ne katkaisevat kaasuvirran anturiin säiliön regeneroinnin aikana.

Kuvion 4 kuivain on tarkoitettu käytetyn sikkatiivikerroksen regenerointiin kuumennetun tulokaasun tyhjennyksen avulla. Tätä tarkoitusta varten käytetään sähkökuumenninta 115, joka on yhdistetty johdolla 133 sivujohtoon 133, joka kulkee johtojen 128, 129 välillä ja johon kuuluu kaksi tyhjennysvirtauksen säätöventtiiliä 105, 107 ja kaksi poistovenktiiliä 104, 108. Toinen sivu-

johto 135, jossa on uudelleenpaineistusventtiili 102, ulottuu johdon 134 molempien päiden väliin. Tyhjennyspuhallin 118 syöttää ilmakehän ilmaa puhaltimen imusuodatinvaimentimen 119 kautta kuumentimeen 115.

Keksinnön mukaiseen ehdottoman varmaan anturijärjestelmään kuuluu kostean kaasun johtoliitäntä 45, joka kulkee kostean kaasun tuloaukosta 26 suoraan anturiin 57 johtavaan johtoon 56. Johdon 45 läpi tapahtuvaa virtausta säättää solenoidiventtiili 46, joka on normaalisti suljettuna paitsi silloin, kun anturipiirin toimintakykyä testataan seuraavassa selitettävällä tavalla.

Kuivain toimii seuraavasti: Kostea tulokaasua johdetaan sisään johdon paineessa 172 - 2 068 ^{kPa} johdon 126 kautta nelitiektytkentäventtiiliin 101, josta se johdetaan jompaan kumpaan säiliöön 131, 132. Jos säiliö 131 on kuivausjaksossa, nelitiektytkentäventtiili 101 säädetään ohjaamaan tulokaasu johdon 123 kautta säiliön 131 yläosaan. Tulokaasu kulkee alaspäin kerroksen 140 läpi pohjaan, jolloin kosteus adsorboituu sikkatiiviin. Kuiva poisto-kaasu kulkee sikkatiivituen 112 ja suodattimen 113 kautta poistojohtoon 128 ja sen kautta poistojohtoon 125, josta se poistuu kuivaimesta venttiilien 121, 105, 102 ja 104 ollessa suljettuina ja estäessä kaasun joutumisen johtoihin 129, 134 ja 135 tai poistumisen ilmakehään.

Kaasun virratessa kerroksen 140 läpi, sondi 50 toteaa jatkuvasti kerroksessa virtaavan kaasun vesipitoisuuden. Kaasua johdetaan nopeudella $2,3 \text{ m}^3/\text{minuutti}$ reikien 49 ja sondiputken 50 kautta johdon 52 ja avoimen venttiilin 54 läpi anturiin 57, josta se poistuu ilmakehään.

Samanaikaisesti puhallin 118 syöttää tyhjennyskaasuvirtaa kuumentimeen, jossa se kuumennetaan melko korkeaan lämpötilaan eli n. $100\text{--}250^\circ\text{C}$:seen. Sen jälkeen se johdetaan johdon 133 kautta sivujohtoon 134. Venttiili 105 suljetaan, joka ohjaa tyhjennyksen johdon 134 venttiilin 107 ohi toisen säiliön 132 pohjaan sikkatiivituen 112 ohi, minkä jälkeen kaasu kulkee ylöspäin tämän säiliön sikkatiivikerroksen 140 läpi ja poistuu säiliöstä johdon 124 kautta. Tämä johtaa sen venttiiliin 101, joka ohjaa sen johtoon 103 venttiilin 114 ohi, jossa käytetty kaasu poistuu.

Säiliö 132 jatkaa tätä jaksoa, kunnes ajastin, joka on säädetty ennalta määrätylle aikavälille, jonka jälkeen regenerointi on suoritettu loppuun, lähettää merkin puhaltimeen 118 ja kuumentimeen 115, jotka suljetaan, ja sen jälkeen solenoidiventtiiliin, joka käynnistää sylinterin, joka sulkee tyhjennyspoistovenktiiliin 114. Ajastin avaa sen jälkeen solenoidikäyttöisen uudelleenpaineistusventtiiliin 102. Tämä saattaa kerroksen 132 uudelleen paineen alaiseksi. Kun anturi 57 on todennut säiliössä 131 kuivattavassa kaasussa ennalta määrätyn kosteustason, jossa rintama on poistumaisillaan kerroksesta, venttiili 102 suljetaan ja solenoidiventtiili 146 käynnistetään sylinterin 144 liikuttamiseksi edestakaisin ja venttiiliin 101 siirtämiseksi seuraavaan 180^o:n asentoon, jolloin johdon 126 kautta tuleva tulokaasu ohjataan johdosta 123 johtoon 124 ja sitä kautta säiliön 132 yläosaan. Poistovenktiili 104 avataan sen jälkeen. Riittävän ajan, yleensä noin minuutin kuluttua, jotta säiliön 131 kaasu ehtii poistua poistovenktiiliin 104 kautta riittävässä määrin säiliön paineen alentamiseksi pääasiassa ilmakehän paineeseen, poistovenktiili 104 suljetaan ja tyhjennyspoistovenktiili 114 avataan. Nyt tyhjennysvirtaus jatkuu johdon 134 kautta venttiiliin 105 ohi säiliön 131 pohjaan, kulkee ylöspäin säiliön 131 läpi, poistuu säiliön yläosasta ja poistuu ilmakehään johdon 123, venttiiliin 101, johdon 103 ja venttiiliin 114 kautta. Venttiili 54 suljetaan samalla, kun aikavenktiili 101 kytketään, joka sulkee anturiin 57 johtavan johdon 52. Kun säiliö 132 on jäähtynyt, venttiili 55 ja johto 53 avataan, niin että anturi voi todeta säiliön 132 kaasun kosteuden. Tätä jaksoa jatketaan sen jälkeen, kunnes anturi 57 on todennut ennalta määrätyn kosteustason säiliön 132 kaasussa, minkä jälkeen kaikki venttiilit palautetaan alkuasentoonsa vaiheissa, jotka mahdollistavat välillä tapahtuvan uudelleen paineistuksen, ja poistovaiheissa, minkä jälkeen ensimmäinen jakso toistetaan.

Ajoittain säännöllisin välein, joilla on ennalta määrätty kesto, solenoidiventtiili 46 avataan ja solenoidiventtiilit 54, 55 suljetaan. Tämän ansiosta kostea kaasu voi virrata kostean kaasun tuloaukosta suoraan anturiin 57.

Jos anturi ja siihen yhdistetty sähkövirtapiiri antavat mer-

kin, että ilma on kosteaa, kuivain jatkaa normaalia toimintaansa anturin antaman osoittaman mukaan. Jos anturi ei kuitenkaan reagoi kosteaan ilmaan, kuivain vaihdetaan automaattisesti määräaikaan jaksotoimintaan ja tilaa osoittava hälytysmerkki annetaan.

Kuviossa 5 esitetyssä kuivaimessa ei käytetä lämpöä käytetyn sikkatiivin regeneroinnin suorittamiseen.

Kuivain muodostuu kahdesta säiliöstä 231 ja 232, joissa on sopivat johtoliitännät kostean tulokaasun ja kuivan poistokaasun johtamiseksi kumpaankin säiliöön ja niistä pois sekä sikkatiivin täyttö- ja poistoaukot 220 ja 221. Sikkatiivi 213 on tuettu seula-tukiin 208 kummassakin säiliössä. Kostean kaasun tulovirtausta tulojohdosta 230 säättävät venttiilit 201 ja 199, jotka ohjaavat tulokaasuvirran joko johtoon 198 tai johtoon 189 ja edelleen säiliöiden 231, 232 pohjaan.

Kuiva poistokaasu poistuu säiliöistä jomman kumman johdon 241 tai 242 kautta, jotka on molemmat yhdistetty kuivan kaasun poistojohdoon 233. Kummassakin johdossa on puhdistettava, sintrastusta ruostumattomasta teräslankaverkosta 207 tehty suodatin ja säätöventtiilit 200, 204.

Poikkijohto 244 yhdistää poistojohdot 241, 242, ja siinä on kaksi säätöventtiiliä 205, 245 poistojohdosta 233 ulottuvan yhden-suuntaisen johdon 246 kummallakin puolella. Johdossa 246 on paineenalennusaukko 212, jonka ulkopuolella paine alennetaan ilmakehän paineeseen tyhjennyspoistovenktiilien 202 ja 225 ollessa avattuina, ja tyhjennyksen säätöventtiili 203, joka annostelee johdon 246 kautta tapahtuvaa virtausta. Tämä säättää poistokaasusta erotetun tyhjennysvirran tilavuutta käytetyn säiliön regeneroimiseksi, mikä luetaan tyhjennysvirran osoittimesta 211.

Sivujohto 215 ohittaa tyhjennysvirta-aukon 212 ja säätöventtiilin 203 venttiilin 217 säättämää uudelleen paineistusta varten. Toinen johto 216 ulottuu johtojen 198 ja 189 väliin, ja siinä on tyhjennyspoistovenktiilit 202 ja 205, jotka avoimina ollessaan poistavat tyhjennyskaasun ilmakehään johdon 226 poistovaimentimien 209 kautta.

Noin 15 cm:n kummankin säiliön tulopäästä on kaksi kosteuden toteavaa sondia 50, 51 kuten kuviossa 2. Kosteuspitoista kaa-

sua johdetaan johtojen 52, 53 kautta kosteusanturiin 57, joka toteaa sen kosteustason ja reagoi siihen, kun ennalta määrätty kosteustaso on saavutettu, sekä säätää ajastinta, joka säätää venttiilien 201, 199 toimintaa sekä myös tyhjennyspoistuventtiilejä 202, 225 ja uudelleenpaineistusventtiiliä 217.

Keksinnön mukaiseen ehdottoman varmaan anturijärjestelmään kuuluu kostean kaasun johtoliitäntä 45, joka kulkee kostean kaasun tuloaukosta 26 suoraan anturiin 57 johtavaan johtoon 56. Johdon 45 läpi tapahtuvaa virtausta säätää solenoidiventtiili 46, joka on normaalisti suljettuna paitsi silloin, kun anturipiirin toimintakykyä testataan seuraavassa selitettävällä tavalla.

Jos vasemman puoleinen säiliö on kuivausjaksossa ja oikean puoleinen säiliö regenerointijaksossa, kuivain toimii seuraavasti: Kosteaa tulokaasua, jonka paine on esim. n. 689 kPa ja virtausnopeus $1\,425\text{ m}^3/\text{minuutti}$ ja joka on kyllästetty n. 27°C :ssa, tulee tulojohdon 230 kautta johtoon 198, kulkee venttiilin 201 läpi ja joutuu ensimmäisen säiliön 231 pohjaan ja siitä ylöspäin sikkatiivi-, esim. pihappogeelikerroksen 213 läpi, kosteuden toteavan sondin 50 ohi poistoaukkoon, ja siitä suodattimen 207 ja johdon 241 kautta (säätöventtiili 245 estää pääsyn johtoon 244) sekä säätöventtiilin 200 kautta kuivan kaasun poistojohtoon 233. Poisto-kaasu poistetaan siitä paineessa 689 kPa ja nopeudella $1\,238\text{ m}^3/\text{minuutti}$, kastepisteen ollessa $-73,3^\circ\text{C}$. Säätöventtiili 204 estää kuivan kaasun pääsyn johtoon 242. Kuivan poistokaasun loppuosa, $187\text{ m}^3/\text{minuutti}$, johdetaan johdon 246 kautta venttiilin 203 ja aukon 212 ohi, jossa sen paine alennetaan ilmakehän paineeseen, ja sen jälkeen johdon 244 kautta toisen säiliön 232 yläosaan, joka on regenerointijaksossa. Tyhjennysvirta kulkee alaspäin sikkatiivikerroksen 213 läpi ja poistuu pohjasta johtoon 216, minkä jälkeen se kulkee tyhjennyspoistuventtiilin 225 kautta johtoon 226 ja vaihtimisiin 209, joista se poistuu ilmakehään.

Koska kummankin kerroksen kuivausjaksossa oloaika on normaalisti paljon pidempi kuin käytetyn kerroksen regenerointiin tarvittava aika, tyhjennyspoistuventtiilit 202, 225 on ajoitettu niin, että ne toimivat ainoastaan sen ajan, joka tarvitaan sikkatiivin regeneroinnin loppuun suorittamiseen. Kun tämä aika on kulunut, ne

suljetaan automaattisesti ja uudelleenpaineistusventtiili 217 avautuu automaattisesti. Tämän suorittaa ajastin kuten kuvion 1 mukaisessa laitteessa.

Tämä jakso jatkuu, kunnes kosteusanturi 57 on sondin 50 välityksellä todennut ennalta määrätyn kosteustason säiliön 231 kaasussa, minkä jälkeen ajastin käynnistetään uudelleen. Se sulkee ensin venttiilin 217, avaa sitten venttiilin 199 ja sulkee venttiilit 202, 201, 205, minkä jälkeen se avaa venttiilin 204, niin että tulojohdon 230 kautta tuleva kostea tulokaasu kulkee johdon 189 kautta säiliöön, samalla, kun kuiva poistokaasu voi nyt kulkea säiliön 232 yläosasta kuivan kaasun poistojohtoon 233. Kuivan kaasun pääsy johtoihin 241 ja 244 johdosta 242 on tällöin estetty. Tyhjennyskaasun virtaus poikkijohdossa 244 vaihtaa nyt suuntaa, ja tyhjennyskaasu virtaa johdossa 244 venttiilin 245 kautta regenerointijaksossa olevan säiliön 231 yläosaan ja sieltä alaspäin kerroksen läpi johtoon 198 ja edelleen venttiilin 202, sekä johdon 216, johdon 226 ja vaimentimien 209 läpi, joista se poistuu ilmakehään. Tämä jakso jatkuu, kunnes ennalta määrätty regenerointijakso on suoritettu loppuun, minkä jälkeen ajastin sulkee tyhjennyspoistovenktiilin 202 ja avaa uudelleenpaineistusventtiilin 217 säiliön 231 saattamiseksi uudelleen paineen alaiseksi. Tämä järjestelmä jatkuu kuivausjaksossa olevan säiliön 232 kohdalla, kunnes kosteusanturi 57 on säiliön 232 sondin 51 välityksellä todennut ennalta määrätyn kosteustason kerroksen kaasussa, minkä jälkeen ajastin käynnistetään uudelleen, venttiilit käännetään ja jakso aloitetaan uudelleen.

Yleensä kuivausjakso suoritetaan kaasun ollessa ilmakehän painetta korkeammassa paineessa, joka on n. 103 - 2 413 kPa. Poikkijohdon 246 aukko 212 yhdessä tyhjennyspoistovenktiilien 202 ja 225 takaa sen, että regenerointijakso suoritetaan paineessa, joka on huomattavasti alempi kuin paine, jossa adsorptiojakso suoritetaan.

Käytetyn kerroksen regeneroinnin varmistamiseksi regenerointijakson aikana ajastimen sallima aika ja tyhjennysvirtauksen tilavuus säädetään sikkatiivin tilavuuden mukaan, sen kosteustason mukaan, jossa jakso päätetään, ja sen paineen mukaan, jossa adsorp-

tio suoritetaan, niin että regenerointi varmasti saadaan loppuun suoritetuksi annetun jaksoajan puitteissa. Lämmöttömät kuivaimet toimivat tasapaino-olosuhteissa, jotka on säilytettävä kaikissa olosuhteissa, joihin kuivain voi käytön aikana joutua.

Ajoittain, edullisesti säännöllisin välein, joilla on ennalta määrätty kesto, solenoidiventtiili 46 avataan ja solenoidiventtiilit 54, 55 suljetaan. Tämän ansiosta kostea kaasu voi virrata kostean kaasun tuloaukosta 26 suoraan anturiin 57.

Jos anturi ja siihen yhdistetty sähkövirtapiiri antavat merkin, että ilma on kostea, kuivain jatkaa normaalia toimintaansa ja jaksojen vaihto tapahtuu anturin antaman osoittaman mukaan. Jos anturi ei kuitenkaan reagoi kosteaan ilmaan, kuivain vaihdetaan automaattisesti määräaikaiseen jaksotoimintaan ja hälytysmerkki ilmaisee vallitsevan tilan.

Kuviossa 6 esitetyssä kuivaimessa ei käytetä lämpöä käytetyn sikkatiivin regeneroimiseen, ja höyryejektoria käytetään alentamaan paine ilmakehän paineen alapuolelle regeneroinnin aikana.

Kuivain muodostuu kahdesta säiliöstä 331 ja 332, joissa on sopivat johtoliitännät kostean tulokaasun ja kuivan poistokaasun johtamiseksi kumpaankin säiliöön ja niistä pois sekä sikkatiivin täyttö- ja poistoaukot 320 ja 321. Sikkatiivi 313 on tuettu seula-tukiin 308 kummassakin säiliössä. Kostean kaasun tulovirtausta tulojohdosta 330 säättävät venttiilit 301 ja 299, jotka ohjaavat tulokaasuvirran joko johtoon 298 tai johtoon 289 ja edelleen säiliöiden 331, 332 pohjaan.

Kuiva poistokaasu poistuu säiliöistä jomman kumman johdon 341 tai 342 kautta, jotka on molemmat yhdistetty kuivan kaasun poistojohtoon 333. Kummassakin johdossa on puhdistettava, ruostumattomasta teräslankaverkosta tehty suodatin 307 ja säätöventtiilit 300, 304.

Poikkijohto 344 yhdistää poistojohdot 341, 342, ja siinä on kaksi säätöventtiiliä 305, 345 poistojohtoon 333 ulottuvan yhden-suuntaisen johdon 346 kummallakin puolella. Johdossa 346 on paineenalennusaukko 312, jonka ulkopuolella paine alennetaan ilmakehän painetta alempaan paineeseen tyhjennyspoistovenktiilien 302 ja 305 ollessa avattuina, ja tyhjennyksen säätöventtiili 303, joka

säätää johdon 346 kautta tapahtuvaa virtausta. Tämä säätää poisto-kaasusta erotetun tyhjennysvirran tilavuutta käytetyn säiliön regeneroimiseksi, mikä luetaan tyhjennysvirran osoittimesta 311.

Sivujohto 315 ohittaa tyhjennysvirta-aukon 312 ja säätöventtiilin 303 venttiilin säätämää 317 regeneroidun säiliön uudelleen paineistusta varten. Toinen johto 316 ulottuu johtojen 298 ja 289 väliin, ja siinä on tyhjennyspoistovennttiilit 302 ja 305, jotka säätävät tyhjennysvirran poistoa ilmakehään johdon 326 höyryejektorin 309 kautta.

Noin 15 cm:n päässä kummankin säiliön tulopäästä on kaksi kosteuden toteavaa sondia 50, 51 kuten kuviossa 2. Niissä on reiät 49 kummankin säiliön sikkatiivikerroksen läpi kulkevan kaasun sisääntuloa varten. Tämä kosteuspitoinen kaasu johdetaan johtojen 52, 53 kautta kosteusanturiin 57 aivan kuten kuviossa 2. Anturi reagoi siihen, kun siinä saavutetaan ennalta määrätty kosteustaso, ja säätää ajastinta, joka säätää venttiilien 301, 299 sekä myös tyhjennyspoistovennttiilien 302, 325 ja uudelleenpaineistusventtiilin 317 toimintaa.

Keksinnön mukaiseen ehdottoman varmaan anturijärjestelmään kuuluu kostean kaasun johtoliitaintä 45, joka kulkee kostean kaasun tuloaukosta 26 suoraan anturiin 57 johtavaan johtoon 56. Johdon 45 läpi tapahtuvaa virtausta säätää solenoidiventtiili 46, joka on normaalisti suljettuna paitsi silloin, kun anturipiirin toimintakykyä testataan tässä selitettävällä tavalla.

Jos vasemman puoleinen säiliö on kuivausjaksossa ja oikeanpuoleinen säiliö regenerointijaksossa, kuivain toimii seuraavasti: Kosteaa tulokaasua, jonka paine on esim. 172 kPa ja virtausnopeus $1\,425\text{ m}^3/\text{minuutti}$, tulee tulojohdon 330 kautta johtoon 298, kulkee venttiilin 301 läpi ja joutuu ensimmäisen säiliön 331 pohjaan, mistä se kulkee ylöspäin sikkatiivi- esim. piihappogeelikerroksen 313 läpi kosteuden toteavan sondin 50 ohi poistoaukkoon ja siitä suodattimen 307 ja johdon 341 kautta (säätöventtiili 345 estää pääsyn johtoon 344) sekä säätöventtiilin 300 kautta kuivan kaasun poistojohtoon 333. Poistokaasu poistetaan paineessa 172 kPa ja nopeudella $1\,247\text{ m}^3/\text{minuutti}$. Kuivan poistokaasun loppuosa, $178\text{ m}^3/\text{minuutti}$, johdetaan ulos johdon 346 kautta johdon 341 päästä vent-

tiilin 303 ja aukon 312 ohi, jossa sen paine alennetaan höyryejektorin poiston vaikutuksesta ilmakehän painetta alempaan paineeseen, joka tässä esimerkissä on n. 34 kPa, ja sen jälkeen johdon 344 kautta toisen säiliön 332 yläosaan, joka säiliö on regenerointijaksossa. Tyhjennysvirta kulkee alaspäin sikkatiivikerroksen 313 läpi ja poistuu pohjasta johtoon 316, minkä jälkeen se kulkee tyhjennyspoistovernttiilin 325 kautta johtoon 326 ja ejektoriin 309, josta se poistuu ilmakehään.

Ennalta määrätyn ajan lopussa ajastin sulkee tyhjennysventtiilin 325 ja avaa uudelleenpaineistusventtiilin 317 kuten kuvion 5 mukaisessa laitteessa.

Tämä jakso jatkuu, kunnes kosteusanturi 57 on sondin 50 välityksellä todennut ennalta määrätyn kosteustason säiliön 331 kaassussa, minkä jälkeen ajastin käynnistetään uudelleen. Se sulkee ensin uudelleenpaineistusventtiilin 317, avaa venttiilin 299, sulkee sitten venttiilin 301 virtauksen kääntämiseksi säiliön 331 pohjasta säiliön 332 pohjaan johdon 289 kautta, sulkee venttiilit 300 ja 305 ja avaa sen jälkeen venttiilin 304, niin että kuiva poistokaasu voi nyt kulkea säiliön 332 yläosasta kuivan kaasun poistojohdton 333, jolloin kuivan kaasun päästy johtoihin 341 ja 344 johdosta 342 on estetty. Tyhjennyskaasun virtaus poikkijohdossa 344 vaihtaa nyt suuntaa, ja tyhjennyskaasu virtaa johdossa 344 venttiilin 345 kautta regenerointijaksossa olevan säiliön 331 yläosaan ja sieltä alaspäin kerroksen läpi johtoon 298 ja edelleen venttiilin 316 kautta avoimen tyhjennyspoistovernttiilin 302, johdon 236 ja höyryejektorin 309 kautta, josta se poistuu ilmakehään. Tämä jakso jatkuu aivan kuten kuvion 5 mukaisessa laitteessa, minkä jälkeen venttiilit käännetään ja jakso alkaa uudelleen.

Yleensä kuivausjakso suoritetaan kaasun ollessa ilmakehän paineessa tai sitä korkeammassa paineessa, joka on n. 103 - 2 413 kPa. Poikkijohdon 236 aukko 312 yhdessä höyryejektorin 309 ja poistovernttiilien 302 ja 305 kanssa takaa sen, että regenerointijakso suoritetaan paineessa, joka on huomattavasti alempi kuin paine, jossa adsorptiojakso suoritetaan, esim. n. 3,5 - 103 kPa.

Ajoittain säännöllisin välein, joilla on ennalta määrätty kesto, solenoidivernttiili 46 avataan ja solenoidivernttiilit 54,

55 suljetaan. Tämän ansiosta kostea kaasu voi virrata kostean kaasun tuloaukosta 26 suoraan anturiin 57.

Jos anturi ja siihen yhdistetty sähkövirtapiiri antavat merkin, että ilma on kostea, kuivain jatkaa normaalia toimintaansa ja vaihtaa jaksoja anturin antaman osoittaman mukaan. Jos anturi ei kuitenkaan reagoi kosteaan ilmaan, kuivain vaihdetaan automaattisesti määräaikaiseen jaksotoimintaan ja hälytysmerkki ilmaisee vallitsevan tilan.

Käytetyn kerroksen regeneroinnin varmistamiseksi regenerointijakson aikana ajastimen sallima aika ja tyhjennysvirtauksen tilavuus säädetään sikkatiivin tilavuuden mukaan, sen kosteustason mukaan, jossa jakso päätetään, ja sen paineen mukaan, jossa adsorptio suoritetaan, niin että regenerointi varmasti saadaan suoritetyksi loppuun annetun jaksoajan puitteissa. Lämmöttömät kuivaimet toimivat tasapaino-olosuhteissa, jotka on säilytettävä kaikissa olosuhteissa, joihin kuivain voi käytön aikana joutua.

Koska kosteuden anturielementit ovat lämmönherkkiä, on suotavaa kytkeä irti anturiin johtava johto kerroksesta, jos kerros on kuumennettu regenerointia varten. Samoin on aina suotavaa sulkea virtauksesta poissa olevaan kerrokseen johtava johto. Tähän tarkoitukseen käytetään tavallisesti solenoidiventtiiliä, kuten piirustuksissa on esitetty, kosteuden toteavasta sondista anturielementtiin johtavassa johdossa. Tämä venttiili voidaan sulkea automaattisesti aina, kun siihen tuleva kaasu on ennalta määrättyssä tai sitä korkeammassa lämpötilassa, ja avata automaattisesti, kun lämpötila on laskenut tämän lämpötilan alapuolelle.

Keksinnön mukaisia kuivainjärjestelmiä voidaan käyttää minikä tahansa sorboivan aineen kanssa, joka soveltuu kosteuden sorptioon kaasuista. Sikkatiivina voidaan käyttää aktiivihiiltä, alumiinioksidia, piihappogeeliä, magnesiumoksidia, erilaisia metallioksideja, savia, kuop^husavea, luumustaa, "Mobilbeads" ja vastaavia kosteutta adsorboivia yhdisteitä.

Molekyylliseuloja voidaan myös käyttää, koska näillä on usein kosteutta poistavia ominaisuuksia. Näihin aineisiin kuuluvat seoliitit, sekä luonnossa esiintyvät että synteettiset, joiden huokosten halkaisija voi olla ^{12-15 Å} ~~4,2-4,5~~ nm ja ylikin. Kabasiitti ja

analsiitti ovat esimerkkejä luonnon seoliiteista, joita voidaan käyttää. Käyttökelpoisia synteettisiä seoliitteja on kuvattu US-patenteissa n:ot 2 442 191 ja 2 306 610. Kaikki nämä aineet ovat tunnettuja sikkatiiveina, ja niiden yksityiskohtia selityksiä löytyy kirjallisuudesta.

Kuvatut ja piirustuksissa esitetyt kuivaimet sopivat kaikki tyhjennysvirtauksen regenerointiin tyhjennyskaasun kulkiessa vastavirtaan kosteaan tulokaasuun nähden. Tämä on tunnetusta tehokkain tapa käyttää sikkatiivikerrosta hyväksi. Kostean kaasun kulkiessa sikkatiivikerroksen läpi yhteen suuntaan, sikkatiivin kosteuspitoisuus alenee asteittain, ja normaalisti vähin kosteusmäärä on adsorboitu kerroksen poistopäässä. Sen tähden on pelkästään tarkoituksenmukaista johtaa regeneroivaa tyhjennyskaasua sisään poistopäästä, niin ettei kosteutta työnnetä kerroksen kosteammasta osasta kerroksen kuivempaan osaan, mikä pidentäisi tarvittavaa regenerointijaksoaika. Jos tyhjennyskaasua johdetaan sisään poistopäästä, tyhjennysvirtaus poistaa siinä olevan kosteuden, vaikka sen määrä olisi pienikin, ja siirtää sen kerroksen kosteampaa päätä kohti. Niin ollen kerros regeneroidaan asteittain poistopäästä lähtien, ja kaikki kosteus kuljetetaan mahdollisimman lyhyen matkan yli kerroksen läpi ennen sen poistumista tulopäässä.

Joissakin tapauksissa saattaa silti olla suotavaa kuljettaa tyhjennysvirtaus samaan suuntaan kuin tulovirtaus. Keksinnön mukaisesti voidaan sikkatiivin kosteuspitoisuus nostaa hyvin korkealle tasolle kosteuden anturielementin suojaavan vaikutuksen ansiosta, mikä mahdollistaa virtauksen keskeyttämisen ajankohtana, joka on määrätty kosteuspitoisuuden mukaan tarkemmin kuin tähän asti on ollut mahdollista. Jos kerros on saatettu kauttaaltaan lähelle kyllästyspistettä, on useimmissa tapauksissa siten yhden-kevää, johdetaanko tyhjennysvirtaus sisään tulopäässä vai poistopäässä. Keksintö koskee molempia toimintatapoja, joskin vastavirta-regenerointi tietysti on useimmissa tapauksissa edullisempi.

Piirustuksissa esitetyssä kuivauslaitteessa käytetään yhtä koteuden toteavaa sondia säiliötä kohti. Kuitenkin voidaan säiliötä kohti käyttää myös kahta, kolmea tai useampaa sondia. Tämä takaa laitteen toiminnan, vaikka yhden tai useamman sondin toiminta

häiriintyisikin. Kosteuden toteavat sondit voidaan sijoittaa eri korkeuksille sikkatiivikerrokseen, niin että kosteusrintaman etenemistä kerroksen läpi voidaan seurata asteittain. Kuten edellä todettiin, kosteusrintama siirtyy kuivausjakson edistyessä asteittain tulopäästä kerroksen poistopäätä kohti. Rintaman eteneminen käynnistää sen tähden tietysti poistopäästä kauempana sijaitsevan sondin aikaisemmin kuin poistopäätä lähempänä sijaitsevan sondin. Kaksi huomattavan välimatkan päässä toisistaan sijaitsevaa sondia alkavat toimia eri aikoina. Tätä seikkaa voidaan käyttää jakson eri vaiheiden kuten regeneroinnin ja uudelleenpaineistuksen käynnistämiseen eri aikoina.

Huomattavan kaukana kerroksen poistopäästä, esim. kerroksen puolivälissä sijaitsevaa sondia voidaan niin ollen käyttää havaitsemaan rintama jakson ajankohtana A, jolloin regeneroitavan kerroksen kuumentimet suljetaan esim. niin aikaisin, että regenerointijaksossa olevan kerroksen jäähtyminen varmistetaan, ennen kuin kerros vaihdetaan kuivausjaksoon. Toista välisondia voidaan käyttää tyhjennyspoisteventtiilien sulkemiseksi ja regeneroidun kerroksen uudelleen paineistamiseksi. Kolmas kerroksen toisessa päässä sijaitseva sondi voi käynnistää jaksokytkimien kytkennän ja päättää kuivausjakson. Tässä tapauksessa ei tietystikään ajastinta tarvita, ja regenerointijakson määrää ajastimen sijasta anturi.

Sondi voi sijaita missä tahansa sikkatiivikerroksen syvyydessä, mutta etäisyys poistopäästä on riippuvainen kaasun nopeudesta ja lämpötilasta, jotka vaikuttavat kosteusrintaman kulkunopeuteen ja ääriiviivaan kerroksessa. Muita edellä mainittuja tekijöitä ovat tulokaasun kosteuspitoisuus ja kosteuspitoisuus tai -taso, jossa kosteusanturi alkaa toimia.

Kosteuden anturielementti voidaan sovittaa ilmaisemaan mikä tahansa haluttu kosteustaso. Hyvin alhaisia kastepisteitä tai suhteellisia kosteuksia ilmaisevat kojeet ovat kuitenkin melko kalliita, niin että normaalisti koje sovitetaan ilmaisemaan kosteuspitoisuutta, joka on n. $-34,4^{\circ}\text{C}$:n kastepisteen yläpuolella, koska tällä alueella olevia kosteustasoja ilmaisevia luotettavia ja huokeita laitteita on saatavissa. Kuitenkin on saatavissa myös laitteita, jotka ilmaisevat alle $-73,3^{\circ}\text{C}$:n kastepisteitä, ja näitä voi-

daan haluttaessa tai tarvittaessa käyttää. Sikkatiivikerroksesta tulevan kuivan kaasun kosteustaso ei normaalisti ole n. -90°C :n kastepisteen alapuolella kerroksen poistopäässä.

Sondin tarkan sijainnin kerroksessa määrää jompi kumpi kahdesta tekijästä, kerroksen regenerointiin käytettävän ajan pituus ja poistokaasun kastepisteen läpimurron estäminen. On selvää, että sondi on sijoitettava ja säädettävä niin, että se toteaa korkean kastepisteen, ennen kuin poistokaasun kastepiste nousee liian korkeaksi, tulevirtausnopeuden, kosteuden ja lämpötilan epäedullisissakin olosuhteissa. Tämä voidaan toteuttaa patentin n:o 3 448 561 kuviossa 1 esitetyllä tavalla. Sondi on kuitenkin myös sijoitettava niin, että vesimäärä, joka tarvitaan kyllästämään kerrosta riittävästi anturielementin käynnistämiseksi, voidaan desorboida käytettävissä olevan regenerointijaksoajan puitteissa. Niin ollen kuivaimessa, jossa regenerointiaika lisääntyy epäsuhteessa kerroksen kohonneeseen vesipitoisuuteen, kuten lämmöttömässä kuivaimessa, sondi siirretään lähemmäksi tulopäätä ja kerros katsotaan käytetyksi kerroksen kokonaiskosteuspitoisuuden ollessa alhaisempi kuin kuumennetussa kuivaimessa.

Kuten edellä on todettu, sondin oikea sijoitus kosteusrintaman toteamiseksi kuivausjakson päättämisen kannalta oikeana ajankohtana annetuissa adsorptio-olosuhteissa voidaan yllä mainitut tekijät huomioon ottaen määrätä empiirisesti käyttämällä kuviossa 1 esitetyn kuivauslaitteen kastepistettä tai suhteellista kosteutta koskevia tietoja ja esittämällä ne graafisesti.

Seuraavat esimerkit edustavat keksinnön mukaisen kuivausjärjestelmän erästä edullista toimintamenetelmää.

Esimerkki 1

Kuviossa 4 esitettyä tyyppiä olevaa kaksikerroksista, lämmöllä uudelleen aktivoitavaa kuivainta, jossa oli kaksi sikkatiivikerrosta, joiden pituus oli 1,4 m ja halkaisija 0,3 m ja jotka sisälsivät ensimmäisessä kerroksessa tulopään lähellä 4,5 kg aktivoitua alumiinioksidia ja toisessa kerroksessa 67 kg piihappogee-liä, käytettiin kuivaamaan ilmaa, jonka suhteellinen kosteus oli 90 %, lämpötila $38-21^{\circ}\text{C}$ ja tulopaine 621 kPa. Ilman virtausnopeus oli 15,2 m/minuutti. Kaksi kosteusanturia X ja Y, jotka alkoivat

toimia n. 3 %:n suhteellisessa kosteudessa, sijoitettiin kerrokseen, X 30,5 cm:n päähän ja Y n. 15 cm:n päähän kerroksen poistopäästä, ja yksi kosteusanturi Z sijoitettiin kerroksen poistopäähän. Seuraavassa esitetyt tiedot koskevat neljää kuivausjaksoa, jotka suoritettiin tätä laitetta näissä olosuhteissa käyttämällä, jolloin kuivausjakso kussakin tapauksessa päätettiin, kun anturi antoi hälytykset.

Taulukko I

Käyrä	Tulo- lämpö- tila (°C)	Anturien hälytykseen kuluva aika (h)		Poistokaasun kastepiste (°C)		
		X	Y	Ennen ajoa	X:n häly- tyshet- kellä	Y:n häly- tyshet- kellä
1	37,8	5	6	-68,4	-68,4	-64,4
2	32,2	7,5	9,1	-73,3	-73,3	-73,3
3	26,7	12	14,5	-77,2	-77,2	-77,2
4	21,1	18,8	21,8	-85	-85	-85

Näistä tiedoista käy ilmi, että kumpikin kosteusanturi X ja Y antoi hälytyksen ajankohtana, jossa kuivausjakso voitiin päättää poistokaasun kosteustason ollessa turvallinen. Jakson eri ajoista käy myös ilmi, että jakson pituutta voitiin anturin ansiosta säätää tuloilman kosteustason vaihtelun mukaan, jolloin sikkatiivin kestoikä voitiin säilyttää vähentämällä tuntuvasti regenerointien määrää. Jos tämä kuivain olisi toiminut määräaikaaisessa jaksossa, olisi oikean kosteuspitoisuuden omaavan poistokaasun poistamisen varmistamiseksi jaksoväli täytynyt säätää 5 1/2 tunniksi läpimurron estämiseksi 100°C:ssa, sillä jos jaksoväli olisi ollut suurempi, poistokaasun kosteuspitoisuus olisi saattanut ylittää vaatimukset. Jaksoaikaa voidaan pidentää jopa 22 tuntiin, jos ilman lämpötila on n. 21°C, jolloin kosteutta tulee sisään vastaavasti vähemmän. On selvää, että tuloilman kosteuspitoisuuden yhä aletessa jaksoaikaa pidennetään vastaavasti. Jopa 300 tunnin ja sitä pidemmät ajat ovat mahdollisia.

Anturien X ja Y toimintahäiriön simuloimiseksi käytettiin viallisia antureita. Anturin testauspiiri säädettiin niin, että solenoidiventtiili 46 sovitettiin avattavaksi viiden tunnin välein

ja jäämään auki 90 sekunniksi, jolloin se päästi kosteaa ilmaa kostean kaasun tulojohdosta anturiin tämän jakson aikana. Ajastin sovitettiin avaamaan venttiili 46 ja siten johto 45 joka viides tunti.

Käynnistytksen tapahtuessa ja venttiilin 46 ollessa avattuna, anturit X ja Y eivät todenneet kosteaa ilmaa. Hälytyspiiri käynnistettiin niin ollen 60 sekunnin kuluttua, minkä jälkeen solenoidiventtiili 46 suljettiin ja kuivain vaihdettiin määräaikaaiseen jaksotoimintaan.

Sen jälkeen anturit X, Y sijoitettiin uudelleen paikoilleen, niin että ne olivat toimintakykyisiä ja sähkövirtapiiri palautettiin. Kuivain kuivasi tulokaasua viiden tunnin ajan, minkä jälkeen testipiiri saatettiin jälleen toimintaan anturien X ja Y toimintakykyisyyden testaamiseksi. Solenoidiventtiili 46 avattiin ja kosteaa ilmaa johdettiin johdon 45 ja 56 kautta anturiin. Tällä kertaa anturit totesivat kostean tilan, mikä osoitti niiden olevan toimintakykyisiä, minkä jälkeen kuivain jatkoi anturin käynnistämää jaksotoimintaansa.

Esimerkki 2

Kuviossa 4 esitettyä tyyppiä olevaa kaksikerroksista, lämmöllä uudelleen aktivoitavaa kuivainta, jossa oli kaksi sikkatievierrosta, joiden pituus oli 1,4 m ja halkaisija 0,3 m ja jotka sisälsivät oksidia ja toisessa kerroksessa 67 kg piihappogeeliä, käytettiin kuivaamaan ilmaa, jonka suhteellinen kosteus oli 90 %, lämpötila 38°C ja tulopaine 621 kPa. Virtausnopeus oli 1 294 m³/minuutti, joka vastasi pintavirtausnopeutta 15,2 m/minuutti. Kerrokseen sijoitettiin taulukon II mukaisesti 7,5 - 15,2 cm:n välein kaksitoista kosteusanturia A-L, jotka totesivat 5-50 %:n suhteellisen kosteuden. Kosteusanturi M sijoitettiin kerroksen poistopäähän. Näitä käytettiin toteamaan konsentraatiogradientin eteneminen kerroksen tulopäästä poistopäähän mittaamalla kaasun suhteellinen kosteus kussakin pisteessä. Taulukossa III on esitetty poistokosteus miljoonasosina ajan mukaan.

Taulukko IICm tulopäästäAnturi

7,6
15,2
22,7
30,5
38,1
45,7
53,3
68,6
83,8
99,1
114,3
129,5
137,2 (poisto)

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M

Taulukko IIIAika, tuntia:minPoistokaasun kosteuspi-
toisuus (miljoonasosaa)

0:00
0:30
1:00
1:30
2:00
2:40
3:05
3:30
4:00
4:30
5:00
5:05
5:10
5:15
5:20
5:25

2,1
2,1
2,1
2,1
2,1
2,1
2,1
2,1
2,1
2,0
2,0
2,0
2,0
2,0
2,0
2,0

Taulukko II (jatkoa)

<u>Aika, tuntia:min</u>	<u>Poistokaasun kosteuspi- toisuus (miljoonasosaa)</u>
5:30	2,2
5:35	3,0
5:45	8,0
5:50	14,0
6:00	31,0
6:10	65,0
6:20	130
6:30	215

Havaitaan, että poistokaasun rikkoutumispiste sattuu noin 5 1/2 tunnin kuluttua kokeen alkamisesta. On ilmeistä, että kaikki kaksitoista anturia käynnistettiin riittävän aikaisin läpimurron estämiseksi ja että jokaista anturia voitiin käyttää kerroksen missä kohdassa tahansa toteamaan konsentraatiogradientin saapumisen tähän kohtaan. Jakso olisi siten voitu päättää missä tahansa pisteessä, joka olisi taannut oikean kosteuspiitoisuuden omaavan poistokaasun poistamisen.

Anturien X ja Y toimintahäiriön simuloimiseksi käytettiin viallisia antureita. Anturin testauspiiri säädettiin niin, että solenoidiventtiili 46 sovitettiin avattavaksi neljän tunnin välein ja jäämään auki 90 sekunniksi, jolloin se päästi kosteaa ilmaa kostean kaasun tulojohdosta anturiin tämän jakson aikana. Ajastin sovitettiin avaamaan venttiili 46 ja siten johto 45 joka neljäs tunti.

Käynnistuksen tapahtuessa ja venttiilin 46 ollessa avattuna, anturit X ja Y eivät todenneet kosteaa ilmaa. Hälytyspiiri käynnistettiin niin ollen 60 sekunnin kuluttua, minkä jälkeen solenoidiventtiili 46 suljettiin ja kuivain vaihdettiin määräaikaiseen jaksotoimintaan.

Sen jälkeen anturit X, Y sijoitettiin uudelleen paikoilleen, niin että ne olivat toimintakykyisiä, ja sähkövirtapiiri palautettiin. Kuivain kuivaisi tulokaasua viiden tunnin ajan, minkä jälkeen testipiiri saatettiin jälleen toimintaan anturien X ja Y toi-

mintakykyisyyden testaamiseksi. Solenoidiventtiili 46 avattiin ja kosteaa ilmaa johdettiin johdon 45 ja 56 kautta anturiin. Tällä kertaa anturit totesivat kostean tilan, mikä osoitti niiden olevan toimintakykyisiä, minkä jälkeen kuivain jatkoi anturin käynnistämää jaksotoimintaa.

Vaikka keksintöä onkin pääasiassa selitetty sikkatiivikuivaimeen ja kaasujen kuivausmenetelmään liittyen, on alan ammattimiehelle selvää, että tätä laitetta voidaan sopivan sorboivan aineen avulla käyttää yhden tai useamman kaasumaisen komponentin erottamiseksi kaasumaisesta seoksesta. Tällöin adsorboitu komponentti voidaan myös poistaa sorboivasta aineesta lämpöä käyttämällä ja valinnaisesti lisäksi painetta alentamalla regeneroinnin aikana. Menetelmää voidaan niin ollen käyttää erottamaan vetyä kiviöljyhiilivetyvirroista ja muista samaa sisältävistä kaasuseoksista, happea tyydestä, olefiineja kyllästetyistä hiilivedyistä jne. Alan ammattimies tuntee sorboivat aineet, joita voidaan käyttää tähän tarkoitukseen.

Usein sorboivia aineita, jotka ovat käyttökelpoisia kosteuden poistamiseen ilmasta, voidaan myös käyttää edullisesti adsorboimaan yhtä tai useampaa kaasukomponenttia sen seoksesta, kuten aktiivihiiltä, lasivillaa adsorboivaa puuvillaa, metallioksideja ja savia, kuten attapulgiittia ja bentoniittia, kuohusavea, luumustaa sekä luonnon ja synteettisiä seoliitteja. Seoliitit ovat erityisen tehokkaita erottamaan tyypeä, vetyä ja olefiineja, kuten etyleeniä ja propyleeniä, seoksesta, jossa on propaania ja korkeampia hiilivetyjä, tai buteenia ja korkeampia olefiineja. Seoliitin valinta riippuu aineen huokoskoosta. Kirjallisuudessa on esitetty käytettävissä olevien seoliittien adsorptiokyvyt, joten tiettyyn tarkoitukseen käytettävän aineen valinta on melko yksinkertainen eikä se muodosta tämän keksinnön osaa.

Joissakin tapauksissa sorboivaa ainetta voidaan käyttää useiden aineiden erotukseen yhden ajon aikana. Esim. aktivoitu alumiinioksidi pystyy adsorboimaan sekä kosteushöyryä että hiilidioksidia päin vastoin kuin "mobilbeads", joka adsorboi ainoastaan vesihöyryä tällaisesta seoksesta.

Tähän tarkoitukseen käytetään kuvioissa 1-6 esitettyä lai-

tetta ja edellä kuvattua menetelmää sopivasti muunneltuna erotettavien komponenttien suhteiden, käyttöpaineen ja lämpötilan sekä käytettävän sorboivan aineen tilavuuden mukaan.

On kuitenkin selvää, että menetelmä on erityisen käyttökelpoinen kaasujen kuivaukseen ja että tämä onkin keksinnön edullinen suoritusmuoto.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä vesihöyryn konsentraation alentamiseksi sen ja toisen kaasun seoksessa vesihöyryn ^(raja-arvon) ~~rajaenimmäiskonsentraation~~ alapuolelle toisessa kaasussa, jolloin seos saatetaan kosketukseen sellaista sorboivaa ainetta olevan kerroksen kanssa, jolla on ensisijainen affiniteetti vesihöyryyn, ja seos kuljetetaan kerroksen toisesta päästä toiseen, vesihöyry adsorboidaan siihen, niin että muodostuu poistokaasu, jonka vesihöyryn konsentraatio on ~~raja-arvon~~ alapuolella, ja muodostetaan kerrokseen vesihöyryn konsentraatiogradientti, joka asteittain pienenee toisesta päästä toiseen adsorption jatkuessa, ja vesihöyryn kasvava konsentraatio toisessa kaasussa muodostaa konsentraatorintaman, joka asteittain etenee kerroksessa toisesta päästä toiseen, sitä mukaa kuin sen sorptio-^{erikoisesta} teho alenee, todetaan rintaman pääasiassa etureunan eteneminen kerroksessa ottamalla kaasusta näyte ja määrittämällä sen vesihöyrypitoisuus kerroksen ennalta määrättyssä pisteessä, joka sijaitsee riittävän kaukana kerroksen päästä, niin että rintaman poistuminen kerroksesta estetään, ja keskeytetään sen jälkeen kaasumaisen seoksen johtaminen kosketukseen kerroksen kanssa, ennen kuin rintama ^{poistuu} voi poistua kerroksesta ja ennen kuin vesihöyryn ^{raja-arvo} ~~rajaenimmäiskonsentraatio~~ toisessa kaasussa ylitetään, t u n n e t t u siitä, että anturiin johdetaan ajoittain kosteaa ilmaa kuivaimen tuloaukosta, ^{anturiin johdetaan ajoittain kosteaa ilmaa} että pannaan merkille, jos anturi ei pysty toteamaan ilmaa ^{akso} kostekais, ja että keskeytetään kaasumaisen seoksen johtaminen kosketukseen kerroksen kanssa, ^{kosteus +} ennen kuin ^{poistuu} rintama voi poistua kerroksesta, anturia käynnistämättä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaasumaisen seoksen johtaminen kosketukseen kerroksen kanssa keskeytetään automaattisesti ennalta määrätyn aikavälin kuluttua, joka on lyhyempi kuin aikaväli, joka tarvitaan konsentraatorintaman poistumiseen kerroksesta.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vesihöyryä desorboidaan kerroksesta johtamalla kerroksen kanssa kosketukseen tyhjennyskaasuvirta, jossa on alhainen vesihöyryn konsentraatio, ja että adsorptio- ja desorptiojak-

sot sen jälkeen toistetaan peräkkäin, jolloin kosteaa ilmaa johdetaan kuivaimen tuloaukosta anturiin ainakin kerran kunkin jakson aikana.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t - t u siitä, että sorboitua vesihöyryä poistetaan kerroksesta kohotetussa lämpötilassa, joka on riittävä vesihöyryyn desorptioon.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t - t u siitä, että sorboitu vesihöyry poistetaan kerroksesta paineessa, joka on alhaisempi kuin paine, jossa adsorptio suoritetaan.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t - t u siitä, että sorboitu vesihöyry poistetaan kerroksesta ilmakseen painetta alemmassa paineessa.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t - t u siitä, että käytetään kahta sorbenttikerrosta, joista ensimmäinen on vesihöyryyn adsorptiojaksossa, kun taas toinen on vesihöyryyn desorptiojaksossa tyhjennysvirtauksen avulla, joka sisältää poistokaasua ensimmäisestä kerroksesta, jolloin kosteaa ilmaa johdetaan kuivaimen tuloaukosta anturiin ainakin kerran kunkin jakson aikana.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t - t u siitä, että desorptiojaksossa olevaan kerrokseen kohdistetaan tyhjennysvirtaus huoneen lämpötilassa.

9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t - t u siitä, että desorptiojaksossa olevaan kerrokseen kohdistetaan tyhjennysvirtaus kohotetussa lämpötilassa, joka on riittävä auttaakseen desorboimaan mainittua vesihöyryä.

10. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n - n e t t u siitä, että desorptiojaksossa olevaan kerrokseen kohdistetaan tyhjennysvirtaus adsorptiojakson painetta alemmassa paineessa.

11. *Patenttivaatimuksen 1 mukaisen menetelmän soveltamiseksi tarkoitettu*
(Laitte vesihöyryyn konsentraation alentamiseksi sen ja ^{raja-erään} toisen kaasun seoksessa vesihöyryyn ~~raja-~~ enimmäiskonsentraation alapuolelle toisessa kaasussa, t u n n e t t u siitä, että siinä on yhdistelmänä säiliö; siinä oleva kammio sellaista sorboivaa ainetta olevaa kerrosta varten, jolla on ensisijainen affiniteetti vesihöyryyn; johto poistokaasun poistamiseksi kerroksen poistopäästä;

Virta-energiä!

kerroksessa oleva sondilaitte, joka ottaa kaasusta näytteen sen vesihöyrypitoisuuden toteamiseksi ja rintaman etureunan toteamiseksi ennalta määrättyssä pisteessä, joka sijaitsee riittävän kaukana kerroksen päästä, niin että rintaman etureunan poistuminen kerroksesta estetään; anturilaitte, joka on kaasuvirtausyhteydessä sondin kanssa vesihöyryn konsentraation toteamiseksi toisessa kaasussa sondin kohdalla ja merkin antamiseksi vastauksena tähän vesihöyryn ennalta määrättyssä konsentraatiossa; laite kaasun tulovirran katkaisemiseksi vastauksena merkkiin; johto kostean tulokaasun johtamiseksi anturilaitteeseen, jotta saadaan selville anturilaitteen kyky todeta siinä oleva vesihöyry; ja laite merkin antamiseksi, kun anturi ei pysty toteamaan tällaista vesihöyrytulokaasua.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, t u n - n e t t u siitä, että siihen kuuluu laite kaasun tulovirran katkaisemiseksi vastauksena anturin toimintakyvyttömyyttä osoittavaan merkkiin.

13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, t u n - n e t t u siitä, että siihen kuuluu kaksi säiliötä, joissa kummasakin on kammiot sorbenttikerrosta varten ja johdot tulokaasun sisäänjohtamista varten ja poistokaasun poistamista varten; kerroksen keskiosassa oleva sondilaitte, joka on kaasuvirtausyhteydessä anturilaitteeseen; ja laite kerrosten kierrättämiseksi ennalta määrättyin aikavälein, jotka käynnistyvät anturin toimintakyvyttömyyttä osoittavan merkin jälkeen.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että kierrätyslaitte myös ohjaa osan poistokaasusta toisesta säiliöstä toiseen säiliöön sorboidun vesihöyryn tyhjennysvirtausdesorptiota varten kerroksesta.

15. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu laite säiliön sorbenttikerroksen kuumentamiseksi kohotettuun lämpötilaan, joka on riittävä auttaakseen desorboimaan sorboitua kaasua.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että kuumennuslaitte on sovitettu kuumentamaan ainoastaan kerroksen se osa, joka on sorboitu ainakin 20 %:iin sen sorboidun kaasun kapasiteetista.

17. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, t u n n e t -
t u siitä, että siihen kuuluu laite paineen alentamiseksi desorp-
tion aikana adsorptiopaineen alapuolelle.

18. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, t u n n e t -
t u siitä, että säiliössä ei ole kuumenninta.

Patentkrav:

1. Förfarande för reducering av koncentrationen av vattenånga i en blandning därav, med en andra gas under dess gränsmaximalkoncentration i den andra gasen, varvid blandningen ledes i kontakt med en bädd av sorbens med en primär affinitet för vattenånga och från den ena änden till den andra i bädden, vattenånga adsorberas på densamma för bildande av ett gasformigt utflöde med en koncentration av vattenånga under maximivärdet, en koncentrationgradient av vattenånga under maximivärdet, en koncentrationsgradient av vattenånga bildas i bädden som progressivt minskar från den ena änden till den andra allt efter som adsorptionen fortgår, och en ökande koncentration av vattenånga i den andra gasen bildar en koncentrationsfront, som progressivt framskrider i bädden från den ena ändan till den andra allt efter som sorptionskapaciteten minskar, avancerandet av i huvudsak den främre randen i fronten fronten detekteras i bädden genom provtagning av gasen och genom bestämning av dess halt av vattenånga på en förutbestämd punkt i bädden på ett tillräckligt avstånd från ändan i bädden för att hindra fronten från att lämna bädden och ledandet av den gasformiga blandningen i kontakt med bädden avbrytes, innan fronten kan lämna bädden och inangränsmaximikoncentrationen av vattenånga i den andra gasen kan överskridas, k ä n n e t e c k n a t därav, att våt luft tidvis tillföres givaren från inloppet i torkaren, att frånvaron av en reaktion till att luften är våt noteras och att ledandet av den gasformiga blandningen i kontakt med bädden avbrytes innan fronten kan lämna bädden utan aktivering av givaren.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att ledandet av den gasformiga blandningen i kontakt med bädden avbrytes automatiskt efter en förutbestämd tidsintervall, som är kortare än den som behövs för att koncentrationsfronten skall lämna bädden.

3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att vattenånga desorberas från bädden genom att leda en reningsström av gas med en låg koncentration av nämnda vattenånga i kontakt med bädden och att adsorptions- och desorptionscyklarna därefter upprepas efter varandra, varvid våt luft tillföres givaren från inloppet i torkaren åtminstone en gång under varje cykel.

4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att sorberad vattenånga avlägsnas från bädden vid en höjd temperatur, som är tillräcklig desorption av nämnda vattenånga.

5. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att sorberad vattenånga avlägsnas från bädden vid ett tryck, som är lägre än trycket vid vilket adsorptionen sker.

6. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att sorberad vattenånga avlägsnas från bädden vid ett tryck under atmosfärtrycket.

7. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att två bäddar av sorbens användes, av vilka den första befinner sig i en cykel för adsorption av vattenångan, medan den andra befinner sig i en cykel för desorption av vattenångan medelst en reningsström innehållande en avgas från den första bädden, varvid våt luft från inloppet i torkaren tillföres givaren åtminstone en under varje cykel.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att bädden i en desorptionscykel utsättes för reningsströmmen vid rumstemperatur.

9. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att bädden i en desorptionscykel utsättes för reningströmmen vid en höjd temperatur, som är tillräcklig för att bidra till desorption av nämnda vattenånga.

10. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att bädden i en desorptionscykel utsttes för reningsströmmen vid ett tryck under trycket för adsorptionscykeln.

11. Anordning för reducering av koncentrationen av vattenånga i en blandning därav med gas under dess gränsmximikoncentration i den andra gasen, k ä n n e t e c k n a d därav, att den i kombination omfattar ett kärl; en kammare däri för en bädd av sorbens med en primär affinitet för vattenångan; en ledning för avledande av avgas från en utloppsände i nämnda bädd, en sondanordning i bädden i ett läge för provtagning av gasen för avkännande av halten av vattenånga i densamma i syfte att detektera den främre randen i fronten på en förutbestämd punkt på ett tillräckligt avstånd från ändan i bädden för att hindra den främre randen från att lämna bädden; ett givarorgan i gasströmningsförbindelse med sonden för avkännande av koncentrationen i den andra gasen vid sonden och för avgivande av en signal som svar därpå vid en förutbestämd koncentration av vattenånga; en anordning för avstängning av inströmningen av gas på signalen; en ledning för tillförsel av gas som svar på signalen; en ledning för tillförsel av våt inströmningsgas

till givarorganet för bestämmande av givarorganets förmåga att detektera vattenånga i gasen; och en anordning för avgivande av en signal då givaren ej är i stånd att detektera sådan vattenånghaltig inströmningsgas.

12. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att den innefattar en anordning för avstängning av inströmningen av gas som svar på signalen att givaren är funktionsoduglig.

13. Anordning enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den innefattar ett par kärl, vilka båda uppvisar kamrar för en bädd av sorbens och ledningar för tillförsel av inströmningsgas och ledningar för avledande av avgas; en sondanordning i ett mittparti av bädden i gasströmningsförbindelse med ett givarorgan och en anordning för cyklring av bäddarna med bestämda mellanrum styrda av en signal, som indikerar att givaren är funktionsoduglig.

14. Anordning enligt patentkravet 13, k ä n n e t e c k n a d därav, att cykleringsanordningen även styr en del av avgasen från det ena kärlet till det andra för reningsströmningsdesorption av sorberad vattenånga från bädden.

15. Anordning enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den innefattar en anordning för uppvärmning av sorbensbädden i kärlet till en höjd temperatur, som är tillräcklig för att bidra till desorption av en sorberad gas.

16. Anordning enligt patentkravet 15, k ä n n e t e c k n a d därav, att uppvärmningsanordningen är anordnad att uppvärma endast den del av bädden som har sorberats till åtminstone 20% av dess kapacitet av sorberad gas.

17. Anordning enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den innefattar en anordning för sänkning av trycket under desorptionen under adsorptionstrycket.

18. Anordning enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att kärlet är utan värmare.

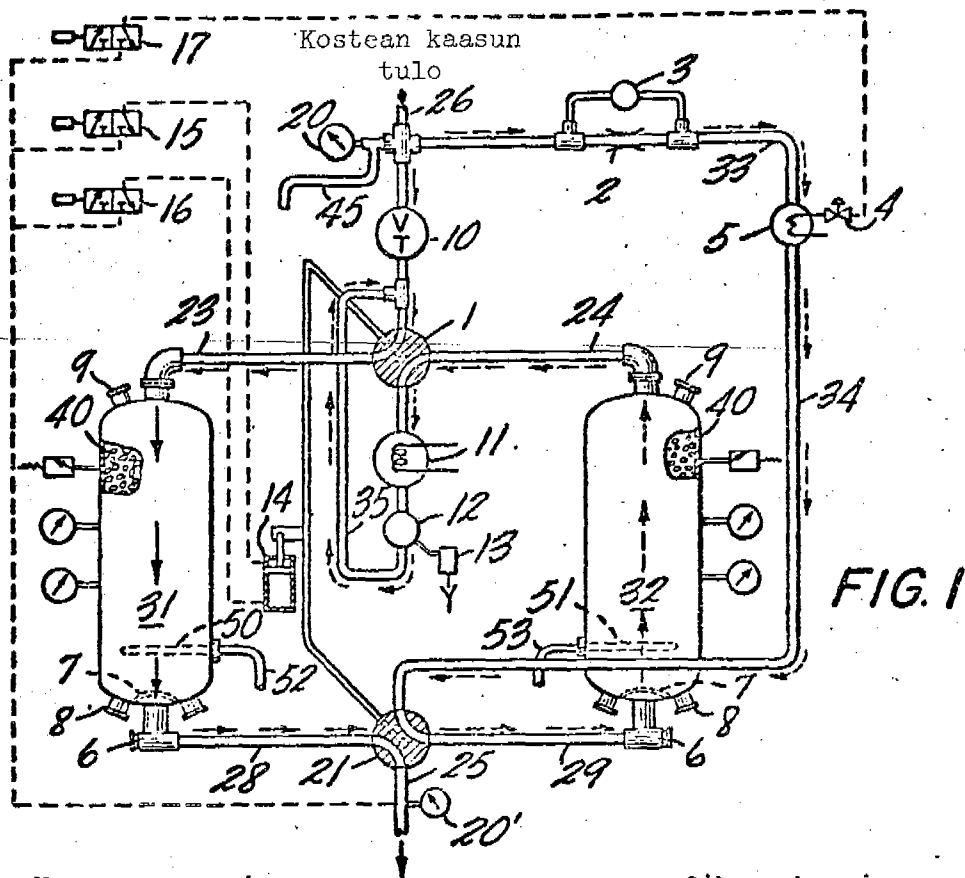


FIG. 1

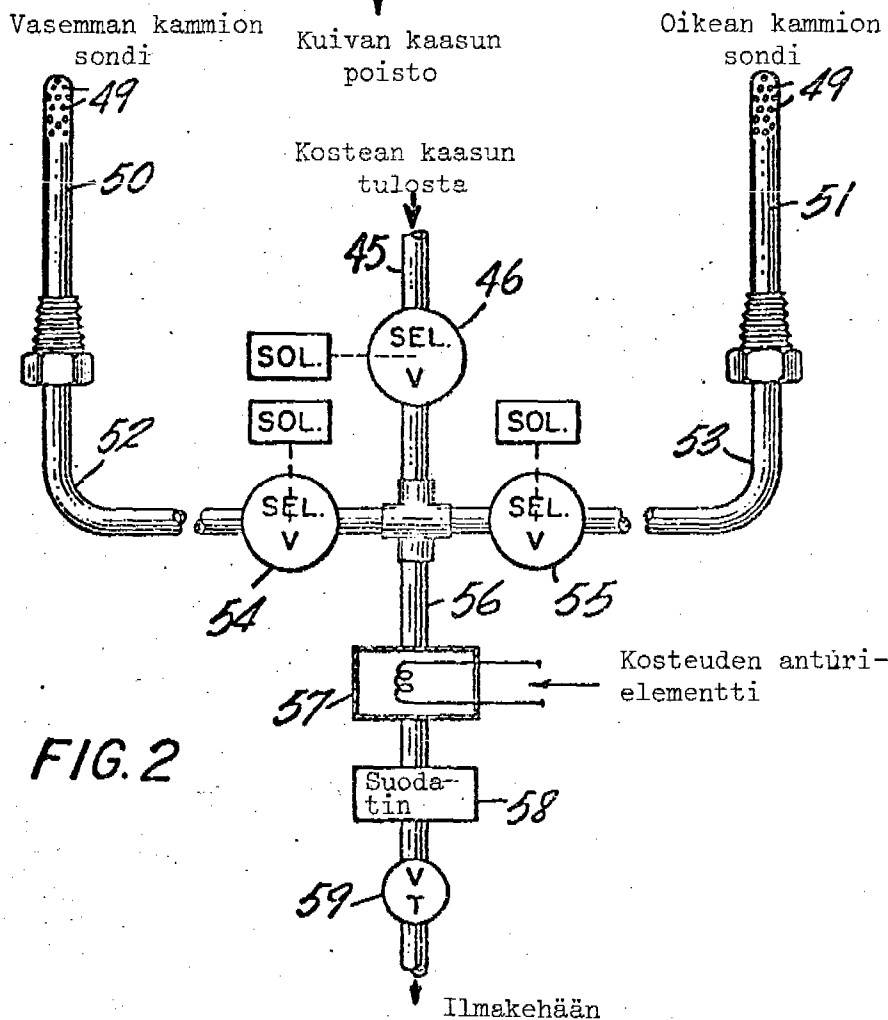


FIG. 2

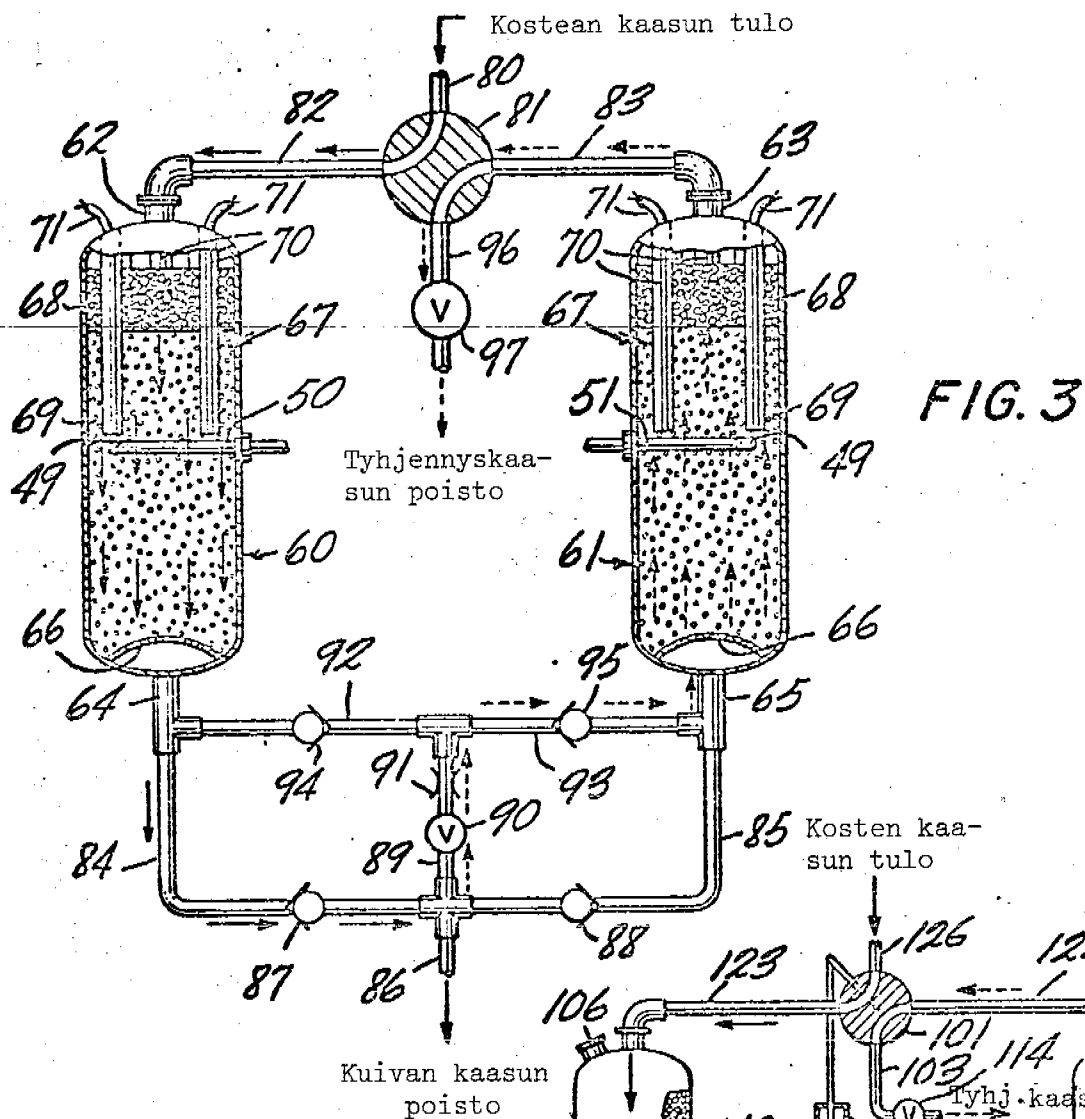
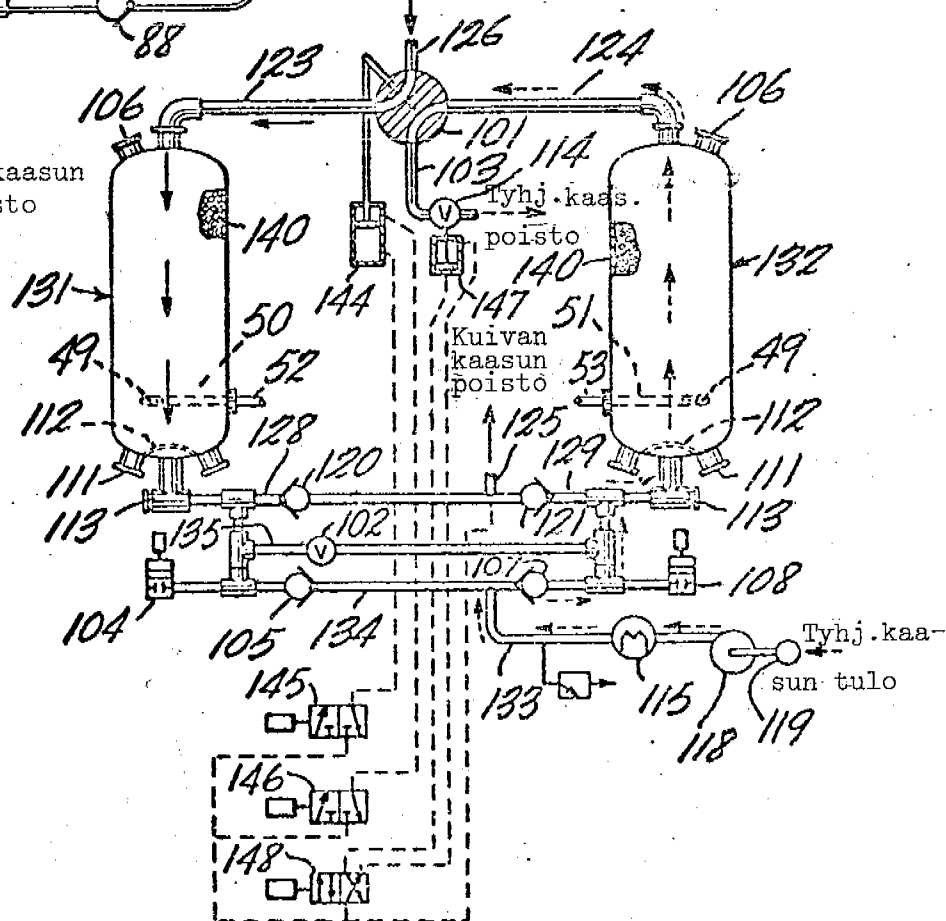


FIG. 4



Kuivan kaasun poisto

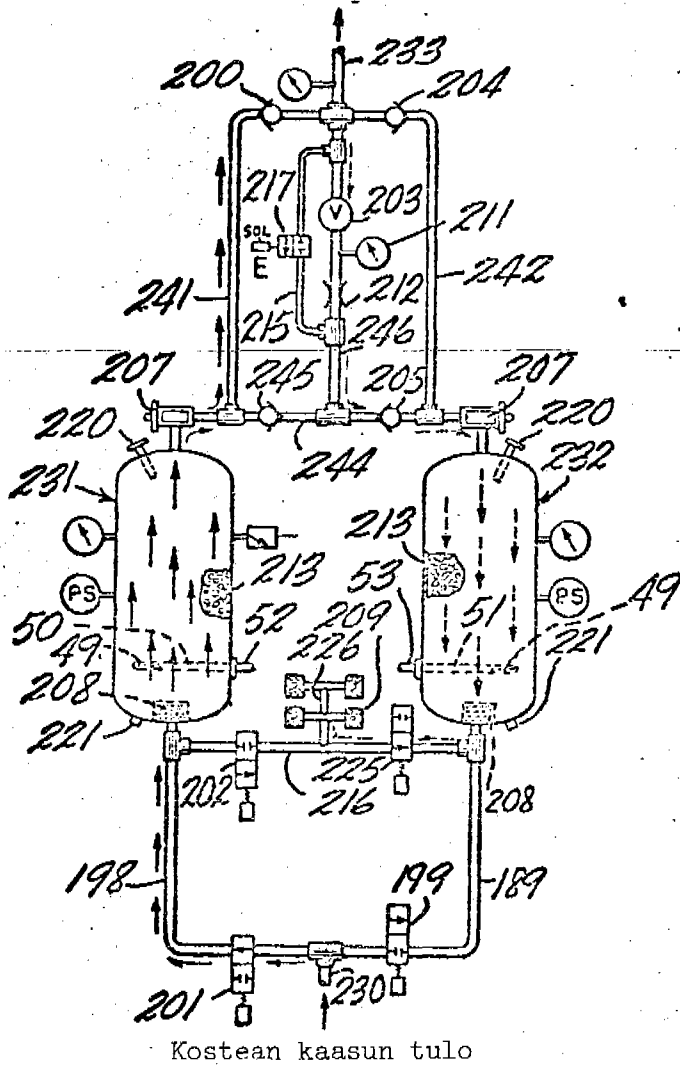


FIG. 5

Kuivan kaasun poisto

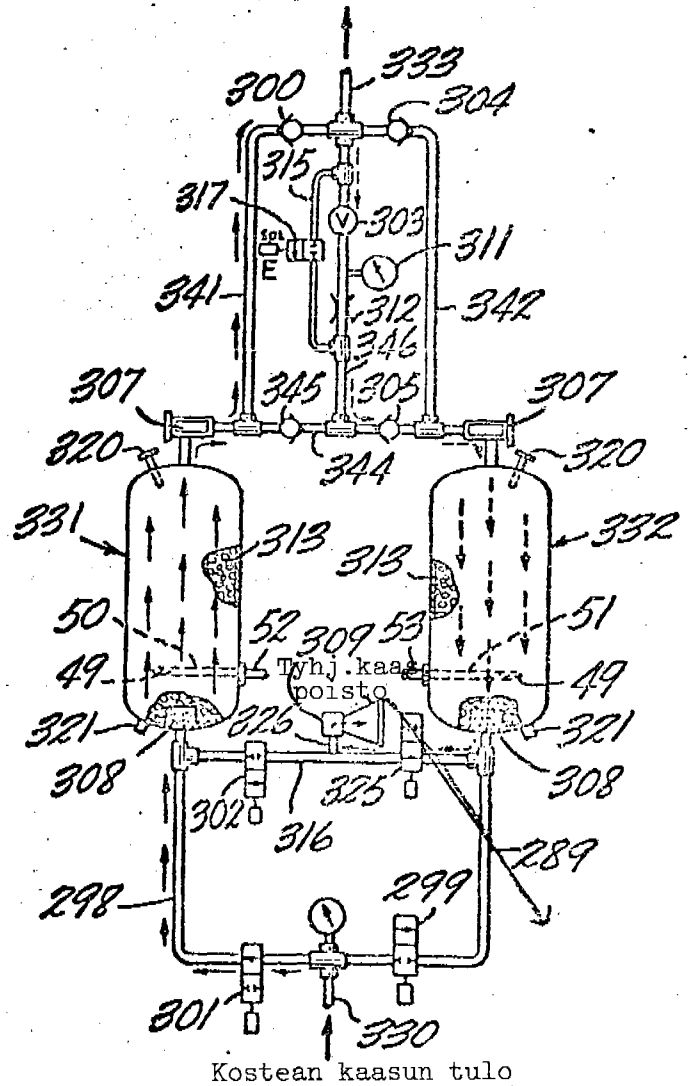


FIG. 6