

NORGE

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 131799



(51) Int. Cl.²

B 01 D 53/24
B 01 D 59/20

STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

(21)	Patentsøknad nr.	2172/71
(22)	Inngitt	08.06.71
(23)	Løpedag	08.06.71
(41)	Søknaden alment tilgjengelig fra	11.01.72
(44)	Søknaden utlagt og utlegningsskrift utgitt	28.04.75
(30)	Prioritet begjært fra:	10.07.70 USA, nr. 53712

-
- (71)(73) WIKDAHL, Nils Anders Lennart,
Bråvallavägen 42,
Djursholm, Sverige.
- (72) Søkeren.
- (74) A/S Oslo Patentkontor Dr.ing. K.O. Berg.
- (54) Fremgangsmåte og anordning for separering av gassblandinger i fraksjoner med forskjellig molekyl- eller atomvekt.

Teoretisk er det lett å foreslå fremgangsmåter for separering av gassblandinger i fraksjoner med forskjellig molekyl- eller atomvekt, men i praksis er det temmelig vanskelig å utforme disse metoder eller utøve dem i funksjonsdyktig apparatur. Da komponentene skiller seg i molekylvekt, kan de separeres etter masse. Eftersom molekylene eller atomene er forskjellige, er det også mulig å separere dem i et elektrisk eller magnetisk felt og trekke fordel av de forskjellige egenskaper i slike felt som de forskjellige typer av molekyler eller atomer oppviser. Således kan f.eks. isotoper med spesielt kjernespinnskiltes ut forutsatt at en atomstråle av det aktuelle element kan fremstilles og atomene har et fra null forskjellig elektronisk spinn i grunntilstanden. Andre anordninger som påvirker ionstråler kan

tenkes, slik som massefiltre, som utnytter fokuseringsvirkningen på ionene i et elektrisk kvadrupolarfelt. Et overlagret høyfrekvensfelt kan sette ioner med en viss masse i resonans og kaste dem ut fra strålen. Elektriske felt er lettere å opprettholde enn magnetfelt, og en samling av mange parallelt virkende stråler kan lett arrangeres. Dette er imidlertid bare laboratoriemetoder, og de passer ikke for anvendelse i stor målestokk på grunn av omkostningene og det nødvendige utstyr.

Forskjellen i masse foranlediger en forskjell i diffusjonshastighet, og dette forhold er tilpasset kommersielt ved separering eller anriking av isotoper, særlig uran. Man lar da gassblandingen støte mot en porøs membran, i hvilken porene er tilstrekkelig små til å tillate molekylstrømning, og de lettere molekyler passerer derved hurtigere gjennom porene enn de tyngre. Blandingen kan således separeres ved at den får strømme langs membranens overflate; den del som passerer igjennom, anrikes med hensyn på den lettere komponent, og den del som ikke passerer, anrikes med den tyngre komponent. Når det gjelder U235 og U238 er endringen i fraksjonens konsentrasjon meget liten for begge isotoper, slik at mange separeringstrinn er nødvendig.

Gassentrifugen har en roterende sylinder med ringformede innløpsåpninger i den ene ende. Gassen samles i den andre ende av sylindren i to ringformede avløp. De tyngre komponenter konsentreres til det ytre ringformede avløp og de lettere komponenter til det indre ringformede avløp. Det er også mulig på forskjellige måter å la gassen sirkulere to ganger gjennom rotoren, hvorved den bringes til å passere langs periferien i den ene retning og gjennom en sone med mindre radius i den andre retning. Imidlertid påpeker Avery, Physics Bulletin, 1970, side 17 - 21 (januar 1970) at med nuværende maskinelle begrensninger for slikt utstyr, er størrelsen av den enkelte maskin sådan at separeringskapasiteten er av en helt annen størrelsesorden enn fra et trinn i et diffusjonsanlegg, og et av sentrifuger bestående, for praktisk bruk beregnet anrikingsanlegg ville behøve hundretusentalls maskiner. Dette betyr at metoder må utvikles for masseproduksjon av maskiner og komponenter til lave omkostninger, og dette medfører igjen et stort konstruksjonsproblem. Avery

påpeker at selv om gass-sentrifugen kanskje er teknisk mulig, så gjenstår det imidlertid å se om den kommer til å bli praktisk, ettersom omkostningsindikasjonene er meget usikre, da den ikke er blitt prøvet annet enn eksperimentelt i liten målestokk.

Det har vært foreslått å benytte de treghetseffekter som stammer fra forskjellen i masse, i en gass-sentrifuge uten anvendelse av bevegelige deler. En ganske nær for hånden liggende metode er å la gassen rotere i en syklon, i hvilken man skulle kunne vente seg at de tyngre molekyler skulle diffundere utover og de lettere innover mot sentrum av syklonen. Imidlertid fordres for å opprettholde en syklon en viss innadrettet strömning av gassblanding, og på grunn av det konstante forhold mellom diffusjon og kinematisk viskositet, blir sluttresultatet at begge komponenter beveger seg mot sentrum, om enn med forskjellige hastigheter.

Nöller og Mürtz, *Naturwissenschaften* 1958 45 (16), sidene 382-383 oppnådde en viss separering, men de hadde vanskeligheter med turbulensen ved høye verdier på Reynoldstall. Resultatet ble at denne metode ikke ble ansett som attraktiv, og det oppnådde separeringsresultat ble maksimalt betraktet som likeverdig med diffusjonsmetodens, men ettersom kraftforbruket er høyt, så oppnås ingen gevinst med sentrifugering i sammenligning med gassdiffusjon. Således har London oppgitt i sitt skrift *Separation of Isotopes* (London, George Newnes Limited) at ettersom hele prosessen ikke er enklere enn diffusjonsmetoden, er det ikke sannsynlig at den frembyr noen fordel.

Avery, *Physics Bulletin* 1970, sidene 17 - 21 påpeker at gass-sentrifugen ble prøvet som en del av U.S. Manhattan-prosjektet, men det ble gassdiffusjonsmetoden som ble antatt å være mere praktisk, og USAEC antyder at man stadig foretrekker å anvende diffusjonsmetoden fremfor å gå over til en ny fremgangsmåte.

Ifølge oppfinnelsen foreslås det en fremgangsmåte for separering av gassblandinger i komponentfraksjoner med forskjellig molekyl- eller atomvekt i en syklon med minst ett innløp for gassblanding, et første utløp for utföring av en første fraksjon

med lavere molekyl- eller atomvekt og et annet utløp for utføring av en annen fraksjon med høyere molekyl- eller atomvekt, som kjennetegnes ved at gassblandingen utsettes for sentrifugalkraften i en syklon med en diameter som ikke overstiger 5 mm, ved et absolutt trykk ved innløpet på mellom 5 og 1000 mm Hg og et trykkforhold mellom trykket og innløpet og det første utløp på en verdi av 1,5 til 10.

Om gasskomponentene har helt forskjellig molekyl- eller atomvekt, kan det være mulig å tilveiebringe god separering i ett syklontrinn. Imidlertid om de ligger ganske nær hverandre med hensyn til molekyl- eller atomvekt, kan det bli nødvendig å gjenta prosessen i flere trinn, og gjenvinne fraksjonen med den høyere eller lavere molekylvekt hver gang fra den aktuelle del av syklonen og derpå tilbakeføre den til et annet syklontrinn. Ved separering av isotoper, f.eks. ved separering av U235 fra U238, kan det bli nødvendig å anvende flere hundre syklontrinn for å få en tilfredsstillende anrikning av den lette fraksjon i syklonen.

Oppfinnelsen vedrører videre en syklonseparator for utførelse av ovennevnte fremgangsmåte, hvilken separator er av det slag som omfatter et hus som har et separeringskammer med sirkulært tverrsnitt og med en spissende og en basisende, idet separeringskammeret har i aksial retning i det minste delvis varierende diameter og fortrinnsvis konisk form, og hvor separeringskammeret videre har dels i det minste et gassinnløp gjennom huset ved basisenden, anordnet for tangential gasstilførsel fra utsiden av huset til kammeret, for å tilveiebringe en gasshvirvelstrøm i kammeret fra basis- mot spissenden, dels et aksialt utløp gjennom huset ved basisenden av kammeret, dels et aksialt utløp ved spissenden av kammeret, idet der ifølge oppfinnelsen foreslås at separeringskammerets største diameter er mindre enn 5 mm, fortrinnsvis mindre enn 2 mm, og at kammerets lengde er mindre enn 200 mm.

Syklonseparatorer ifølge oppfinnelsen kan utformes i et hvilket som helst passende materiale som er motstandsdyktig mot angrep

eller korrosjon fra gassblandingene som skal separeres under herskende driftsvilkår. Metaller, som f.eks. rustfritt stål og aluminium, samt nikkel- og kromlegeringer, kan anvendes. Hvis ikke metallet kan støpes, er det imidlertid vanskelig å forme det i de meget små størrelser som kreves for oppfinnelsen. Keramikk, glass og plastmateriale som er sterkt, holdfast mot trykk og formbestandig ved de gasstrykk det her gjelder, er derfor å foretrekke. Slike materialer kan formes eller støpes ved presstøpning eller sprøytstøpning til ønskede former og kan massefremstilles uten tap. Materialer slik som glass, porselen, nylon, polytetrafluoreten, polyester, polycarbonat, polyetylen, polypropylen, syntetisk gummi, fenolformaldehyd, karbamidformaldehyd, og melaminformaldehydharpikser er passende, likeså polyoxymetylen- og klorotrifluoretylenpolymerer.

I den utførelsesform av syklonseparatoren som med fordel anvendes, strekker en rørformet skjerm seg fra basisutløpet inn i kammeret til et punkt bortenfor gassinnløpet eller -innløpene for å avbøye gasstrømmen fra basisutløpet og lette initieringen av gasshvirvelen ved basisenden og derfra gjennom kammeret mot spissenden. Den tangentiale innretning av ett eller flere gassinnløp bibringer gassblandingen som innføres, en syklon- eller hvirvelbevegelse. Innløpene skal, hvis der er flere enn ett, være jevnt fordelt, hvorved en ensartet hvirvelstrøm fås. Vanligvis er det tilstrekkelig med to til seks gassinnløp. Når gassen innføres i kammeret med høy hastighet, tvinges den av de buede vegger i separeringskammeret inn i en hvirvel som spiralformet strømmes mot spissenden eller avløpsenden for den perifere del av kammeret.

I overensstemmelse med oppfinnelsen er det blitt fastslått at det ikke er mulig effektivt å avskille gasskomponenter etter deres molekyl- eller atomvekt, hvis kammeret har større diameter enn 5 mm, og eftersom de syklonkamre som hittil er anvendt i andre sammenheng, har vært betydelig større, er dette antageligvis en av grunnene til at syklonseparasjoner ikke tidligere er anvendt for dette formål. Hvis syklonen er større enn 5 mm i diameter, beveger begge komponenter seg inn mot syklonens sen-

trum altfor hurtig til å tillate effektiv separering, og man begynner å støte på de problem som ble iakttatt av London. Følgelig vil man med den beskjedne størrelse unngå de vanskeligheter som man tidligere hadde innenfor dette område ved anvendelse av gass-syklonseparatorer.

Den koniske form på separeringsrommet (og syklonen) er av stor betydning for separeringseffektiviteten. Separeringskammeret må avta i diameter mot spissenden for å redusere syklonens radius og øke sentrifugalkraften. Den koniske form er derfor vesentlig. Separeringskammeret kan utformes som en rett konus med rettlinjett generatrise fra basisenden til spissenden. Det kan også være delvis sylindrisk og konusformet ved spissenden. Konusen behøver ikke å være jevn eller ha rettlinjett generatrise. Konvekst og konkavt krummede generatriser kan anvendes med konstant, økende eller minskende krumning. Diameteren kan avta kontinuerlig eller trinnvis mot spissenden. Således er en mangfoldighet av konusformer mulige, og hvilken form som velges er avhengig av de herskende spesielle betingelser for den separering som skal gjennomføres, og kan bestemmes ved forsøk.

Det er også viktig å ha et trykkfall mellom gassinnløpet og spiss- og basisavløpene tilstrekkelig stort til å tilveiebringe en økning av gasshastigheten, når gassen nærmer seg området med mindre diameter i konusen. Dette gir maksimal sentrifugalkraft for separering i området med minste radius. Eftersom trykket faller, omdannes trykkenergien eller trykkehøyden til hastighets- høyde, og hastigheten øker. Således fås energien som behøves for akselerere partiklene, fra trykkfallet, og anvendes også for å øke separeringseffekten.

Dette innebærer også at den maksimale separeringseffektivitet oppnås i det område av syklonen hvor radien er liten, istedenfor ved syklonens periferi, og det er i dette område den maksimale separeringseffekt behøves, i grensesjiktet mellom den sentrale del og de perifere områder, hvor gasstrømmen mot spiss- og basisavløpene har forskjellige retninger. Dette betyr at det sentrale område er det område, hvor de tyngre partikler har størst sjanse til å bli kastet ut, om de er kommet så langt, og

dette hjelper til å sikre at de ikke blir værende i den sentrale strøm i basisavløpsområdet.

Gassen kan tilføres gjennom gassinnløpet via en dyse, et munnstykke eller en åpning, som delvis omdanner trykkehøyde til hastighetshøyde. Det er spesielt fordelaktig ved initiering av syklonen. Det fordres nemlig høye gasshastigheter ved gassinnløpet, for derved økes separeringshastigheten.

Gassblandingens innløpshastighet kan ved herskende temperatur være i det minste den samme som lydets hastighet, og den kan være flere ganger denne hastighet, hvis ønskelig, men da er det nødvendig med spesiell utformning av gassinnløpene. Det er mulig å anvende lavere hastigheter enn denne, avhengig av hvilken gass det gjelder, og dette kan bestemmes ved eksperimenter i hvert enkelt tilfelle. Separeringseffekten ved et gitt trykfall, er også i en viss utstrekning avhengig av selve innløpene, deres form, antall og innbyrdes avstand. Hvis det gjennom innløpene fås en helt jevn strømming rundt periferien, er det mulig å arbeide med relativt lave gassinnløpshastigheter, under lydshastigheten.

Frengangsmåten kan utføres ved en hvilken som helst passende temperatur. Små temperaturvariasjoner er ikke avgjørende. Driftstemperaturen velges normalt slik at alle komponenter som skal avskilles, befinner seg i gassform. For visse materialer kan dette innebære relativt høye temperaturer, mens når det gjelder materialer som normalt er i gassform ved vanlig værelses-temperatur, kan normal værelsestemperatur anvendes. I noen tilfelle er meget lave temperaturer å foretrekke. Generelt bør driftstemperaturen ligge mellom omkring -50 og 500°C , og fortrinnsvis mellom omkring -20 og 300°C .

I det tilfelle da gassblandingen skal behandles i flere syklontrinn, er det fordelaktig å anvende en oppstilling av syklonseparatorer, ordnet i kaskade i to serier. En anvendelig typisk kaskade beskrives av Avery, Physics Bulletin (1970), side 18. Basisfraksjonen fra hvert syklontrinn avskilles og sammenføres i en serie med spissfraksjonen fra et etterfølgende separeringstrinn,

og dette gjentas i hvert trinn helt til seriens slutt, mens spissfraksjonene i den andre serie avskilles og sendes igjennom med basisfraksjonene fra et efterfølgende trinn. Hvilken som helst anordning av syklonseparatorer og tilbakeføring kan anvendes. På denne måte behøver ikke noe av materialet å gå tapt, og eventuelt kan alle separeringskomponenter gjenvinnes, hvis ønskelig.

Fig. 1 viser et lengdesnitt gjennom en typisk konisk syklonseparator, som kan anvendes ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen.

Fig. 2 er et snitt efter linjen 2-2 i fig. 1, og viser syklonseparatoren i tverrsnitt med de perifere deler og sentrale deler av hvirvelstrømmen.

Fig. 3 viser skjematisk et typisk system for en anordning av syklonseparatorer, kaskadekoblet i en gruppe a, i hvilken fås en økning av konsentrasjonen av de komponenter som anrikes i basisfraksjonen, og en gruppe b, i hvilken fås en økning av konsentrasjonen av de komponenter som anrikes i spissfraksjonen.

Syklonseparatoren i fig. 1 og 2 har et hus 1 med seks gassinnløp 2 tangentielt anordnet ved basisenden 3 av det koniske separeringskammer 5. Gassavløpet 4 for den perifere del av syklonen ligger ved spissenden 9 av det koniske separeringskammer 5, og gassavløpet 6 for basisdelen av syklonen ved basisenden av kammeret. Den indre del av røret 7 strekker seg innover fra konusens basis, og avgrenser en ringformet sone 8, i hvilken gassinnløpene 2 munner ut. Gassinnløpene 2 initierer på grunn av at de er anbragt tangentielt, en hvirvelstrøm vist ved den skruespiralformede pil omkring den ringformede sone 8, som avgrenses av den indre ende av røret 7. Den således dannede hvirvelstrøm fortsetter langs konusens periferi mot utløpet 4, og fra denne bane kastes komponentene med høyere molekyl- eller atomvekt ut til syklonens perifere del, mens komponentene med lavere molekyl- eller atomvekt føres mot den sentrale del av syklonen. Materialet i den sentrale del av syklonen føres i motsatt retning eller mot utløpet 6. Det finnes således innbyrdes motsatt rettede strømmer av materiale fra de indre og

ytre deler av syklonen, og dette fremmer effektiv separering og forlenger dessuten separeringssonen betydelig.

Under separeringen beveger gassblandingen seg, hvilken kommer inn via innløpene 2, i en hvirvel langs kammerets periferi og danner en perifer strøm mot utløpet 4. Samtidig dannes et kjerneparti i sentrum av syklonen med en gasstrøm i motsatt retning eller mot basisavløpet 6. Trykket i dette kjerneparti er lavere enn trykket ved innløpet 2. På denne måte avgår gass med lavere molekylvekt fra syklonseparatoren via utløpet 6 og gass med høyere molekylvekt forlater separatoren via utløpet 4.

Et system av i to grupper a og b kaskadekoblede syklonseparatorer av foran beskrevet slag, hvilke i hver gruppe danner et antall i serie anordnede separeringstrinn, kan ha den form som vises i fig. 3. Gassblandingen kommer her inn i innløpet for den første syklonseparator I, via en kompressor C, hvor den blandes med spissfraksjonen fra syklonseparatoren IIa og basisfraksjonen fra syklonseparatoren IIb. Serie a konsentrerer eller anriker med henblikk på en lettere komponent. Basisfraksjonen uttas ved basisen av separatoren I, og passerer til neste separator IIa i serien sammen med spissfraksjonen fra separatoren IIIa; føres derfra som basisfraksjon til separatoren IIIa sammen med spissfraksjonen fra separatoren IVa; føres derfra som basisfraksjon til separatoren IVa sammen med spissfraksjonen fra separatoren Va; føres derfra som basisfraksjon til separatoren Va sammen med spissfraksjonen fra separatoren VIa, samt fra denne som basisfraksjon til separatoren VIa.

suksessivt

På denne måte blir basisfraksjonene/mer og mer konsentrert med henblikk på den lettere komponent, og til slutt fjernes den lettere fraksjon fra systemet ved separatoren VIa i slutten av serien.

Serie b konsentrerer med henblikk på den tyngre komponent. Spissfraksjonen fra separatoren I uttas gjennom spissavløpet og passerer via kompressoren C til separatoren IIb sammen med basisfraksjonen fra separatoren IIIb; spissfraksjonen uttas herfra og tilføres separatoren IIIb sammen med basisfraksjonen fra

separatoren IVb; spissfraksjonen uttas fra separatoren IIIb og tilføres separatoren IVb sammen med basisfraksjonen fra separatoren Vb; spissfraksjonen fra separatoren IVb tilføres separatoren Vb sammen med basisfraksjonen fra separatoren VIb; spissfraksjonen fra separatoren Vb uttas fra denne og tilføres separatoren VIIb. Således blir spissfraksjonene suksessivt konsentrert med henblikk på den tyngre komponent.

Spesielt fordelaktige utførelsesformer av oppfinnelsen vil bli beskrevet i efterfølgende eksempler.

Eksempel 1

De syklonseparatorer som ble anvendt i dette forsøk, var av den type som vises i fig. 1 og 2. Disse separatorer ble anvendt for å separere kulldioksyd fra luft i blandinger av tilnærmelsesvis konstant sammensetning, inneholdende 8,5 volum% CO_2 . Gassen strømmet fra et forråd gjennom en reduksjons- og reguleringsventil, en overtrykksbeskyttelse, et filter, og en strømningsmåler av venturi-typen til en syklonseparatorbeholder med tre fra hverandre adskilte kamre, ett for tilførsel av blandingen til separatorene og to for oppsamling av de fraksjoner som avgår fra separatorene. De to fraksjoner fra syklonene ble ført gjennom strømningsmåler og reguleringsventiler til en vakuumpumpe, mens en del ble ført gjennom ventilene til en gassanalysator. Gasstrykkene i syklonseparatorbeholderens kamre ble målt med kvikksølvmanometer for absolutt trykk.

Forskjellen i CO_2 -innhold mellom de to fraksjoner fra syklonene ble registrert ved hjelp av en infrarød-analysator og en tilkoblet potensiometerskriver.

Forsøket ble utført med en 2 mm syklonseparator. Denne separator hadde en konisitet (definert som diameteren av basis dividert med minste-diameteren ved spissen) på 1:10 og tre eller seks jevnt fordelte innløpsåpninger med rektangulært tverrsnitt, 0.6 mm x 0.3 mm. Forsøket ble utført i tre serier med basis- og spiss-avløp 0.75 resp. 1.0 mm i to av seriene samt 1.0 resp. 1.0 mm i den tredje serie. De verdier som ble oppnådd ved forsøket, fremgår av tabellene I-III.

TABELL I

SYKLON- SEPARATOR	P innlöp mm torr	P avlöp for lettere fraksjon (mm Hg)	P avlöp for tyngre fraksjon (mm Hg)	Mol % CO ₂	Ström- ning	Separerings- faktor	Strömnings- fordelings- faktor
Antall innløps- åpninger	90.0	15.0	13.0	8.35	0.50	0.0542	0.663
	90.0	15.0	15.0	8.35	0.50	0.0539	0.647
	90.0	15.0	17.0	8.35	0.50	0.0532	0.653
Basisavlöp diameter (mm)	90.0	15.0	19.0	8.35	0.50	0.0524	0.653
	90.0	15.0	21.0	8.35	0.50	0.0516	0.644
	90.0	15.0	30.0	8.35	0.49	0.0443	0.596
Spissavlöp diameter (mm)	90.0	18.0	14.0	8.35	0.50	0.0544	0.672
	90.0	18.0	16.0	8.35	0.50	0.0528	0.665
	90.0	18.0	18.0	8.35	0.50	0.0524	0.657
	90.0	18.0	20.0	8.35	0.50	0.0511	0.652
	90.0	18.0	22.0	8.35	0.48	0.0513	0.640
	90.0	18.0	24.0	8.35	0.50	0.0499	0.645
	90.0	18.0	26.0	8.35	0.50	0.0488	0.627
	90.0	18.0	30.0	8.35	0.49	0.0443	0.525
	90.0	22.0	16.0	8.35	0.50	0.0523	0.670
	90.0	22.0	20.0	8.35	0.50	0.0514	0.666
	90.0	22.0	22.0	8.35	0.50	0.0515	0.669
	90.0	22.0	24.0	8.35	0.50	0.0514	0.650
	90.0	22.0	26.0	8.35	0.50	0.0487	0.645
	90.0	25.0	18.0	8.35	0.48	0.0489	0.724
	90.0	25.0	20.0	8.35	0.48	0.0484	0.718
	90.0	25.0	22.0	8.35	0.48	0.0499	0.711
	90.0	25.0	24.0	8.35	0.48	0.0483	0.708
	90.0	25.0	26.0	8.35	0.48	0.0479	0.683
	90.0	25.0	28.0	8.35	0.48	0.0470	0.667

Separeringsfaktoren defineres av ligningen $\frac{x_{\text{spiss}} - x_{\text{basis}}}{x_{\text{inn}}(1 - x_{\text{inn}})}$

hvor x er molfraksjon i dette tilfelle av kuldioksyd, i gassen. Jo større separeringsfaktoren er desto effektivere blir separeringen. Strømningsfordelingsfaktoren defineres på basis av molstrømningen av den innkommende gass, som forlater syklonseparatorene gjennom spissavløpet. Det er av disse data innlysende at god separering ble oppnådd.

Syklonseparasjoner ifølge oppfinnelsen er anvendelige ved separering av gassblandinger i deres komponenter med hensyn til molekylvekt eller atomvekt. Det er mulig på denne måte å separere i dampform isotoper av skiftende element i form av gassforbindelser, som etter separering kan behandles for å gjenvinne elementene i en hvilken som helst ønsket form, inkluderende elementært metall. Det er mulig for eksempel å separere U235 fra U238 i de blandinger av disse, som f.eks. uranhexafluorid.

Eksempel 2

Isotopene U235 separeres fra U238 i uranhexafluoridgass i overensstemmelse med følgende fremgangsmåte.

For separeringen anvendes en anordning bestående av 310 trinn i en oppstilling med et strømnings skjema ifølge diagrammet i fig. 3. Hvert separeringskammer har 2 mm maksimal diameter ved innløpsåpningen samt 1.0 mm diameter ved basisavløpet og ved spissavløpet. Separeringskamrene er koniske, som vist i fig. 1 og 2, med en lengde på 10 mm. Innløpstrykket er 90 mm torr; gasstrykket i basis- og spissavløpene er 15 mm torr. Trykkforholdet er 4. Gassens innløpshastighet i separeringskamrene er den samme som lydens hastighet.

Gassblandingen som innføres i det første separeringstrinn inneholder 99,3% U238 og 0.7% U235. I hvert av a-gruppens separeringstrinn anrikes basisfraksjonen på U235. Gassen som uttas fra separeringstrinnet 250 (regnet fra innløpstrinnet) av basisfraksjonsgruppen, er anrikt på U235 opptil 3%, og gassen som fås fra spissfraksjonsgruppen av syklonseparatorene, inneholder

nesten all U238 og en meget liten mengde, 0.2% av U235.

Syklonseparatorene ifølge oppfinnelsen kan også anvendes som molekylseparatortrinn i et gasskromatograf - massespektrometer-system. Slike system kombinerer to fysisk-kjemiske metoder, hvor molekylseparatoren ifølge oppfinnelsen kan anvendes. Gasskromatografi er en særdeles effektiv metode for separering av komponenter av organiske blandinger av tilstrekkelig lettflyktighet og termisk stabilitet, mens massespektrometri er en hensiktsmessig metode for identifisering av disse komponenter. Den direkte tilførsel av separerte gassformige komponenter fra gasskromatografikolonnen via syklonseparatorer ifølge oppfinnelsen til massespektrometeret medfører et høyt forhold mellom prøve- og bæregassanrikning. De anvendte gasskromatografi- og massespektrometre kan være av konvensjonell type. Et passende system er f.eks. LKB-gasskromatograf-massespektrometer-systemet, som omfatter et enkeltfokuserende massespektrometer. Som bæregass anvendes helium, dvs. prøven injiseres gjennom den gasskromatografiske kolonne med helium.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for å separere gassblandinger i komponentfraksjoner med forskjellig molekyl- eller atomvekt i en syklon med minst ett innløp (2) for gassblandingen, et første utløp (6) for utføring av en første fraksjon med lavere molekyl- eller atomvekt og et annet utløp (4) for utføring av en annen fraksjon med høyere molekyl- eller atomvekt, k a r a k t e r i s e r t v e d at gassblandingen utsettes for sentrifugalkraften i en syklon med en diameter som ikke overstiger 5 mm, ved et absolutt trykk ved innløpet på mellom 5 og 1000 mm Hg og et trykkforhold mellom trykket ved innløpet og det første utløp på en verdi av 1,5 til 10.

2. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at separeringen utføres i en konisk syklon.

3. Fremgangsmåte som angitt i ethvert av kravene 1 - 2, karakterisert ved at separeringen utføres i en syklon med en diameter som ikke overstiger 2 mm.
4. Fremgangsmåte som angitt i ethvert av kravene 1 - 3, karakterisert ved at separeringen utføres på i og for seg kjent måte ved en gasshastighet som ved herskende temperatur er i det minste den samme som lydets hastighet.
5. Syklonseparator for utførelse av fremgangsmåten som angitt i ethvert av kravene 1 - 4, forsynt med et hus (1) som har et separeringskammer med sirkulært tverrsnitt og med en spissende (4) og en basisende (3), idet separeringskammeret har i aksial retning i det minste delvis varierende diameter og fortrinnsvis konisk form, og hvor separeringskammeret videre har dels i det minste et gassinnlöp (2) gjennom huset ved basisenden, anordnet for tangential gasstilførsel fra utsiden av huset til kammeret, for å tilveiebringe en gasshvirvelström i kammeret fra basis- mot spissenden, dels et aksialt utlöp (6) gjennom huset ved basisenden av kammeret, dels et aksialt utlöp (4) ved spiss- enden av kammeret, karakterisert ved at separeringskammerets (1) störste diameter er mindre enn 5 mm, fortrinnsvis mindre enn 2 mm, og at kammerets lengde er mindre enn 200 mm.

(56) Anførte publikasjoner:

US patent nr. 2765918 (210-512), 3160490 (62-38), 3173273 (62-5)
"Die Naturwissenschaften", vol. 45, (1958) p. 382-3.

131799

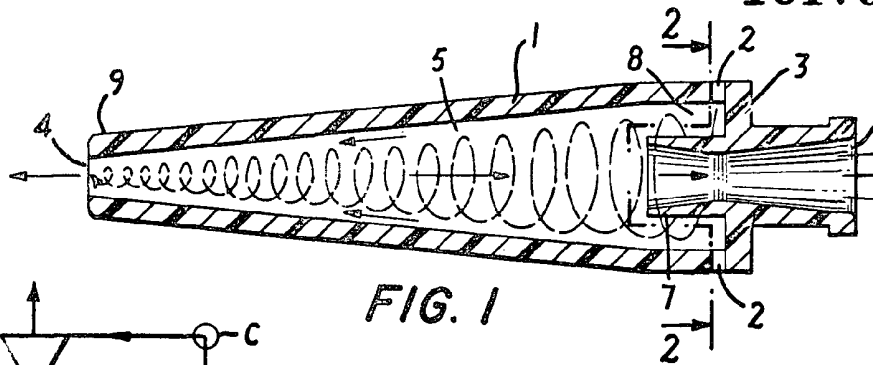


FIG. 1

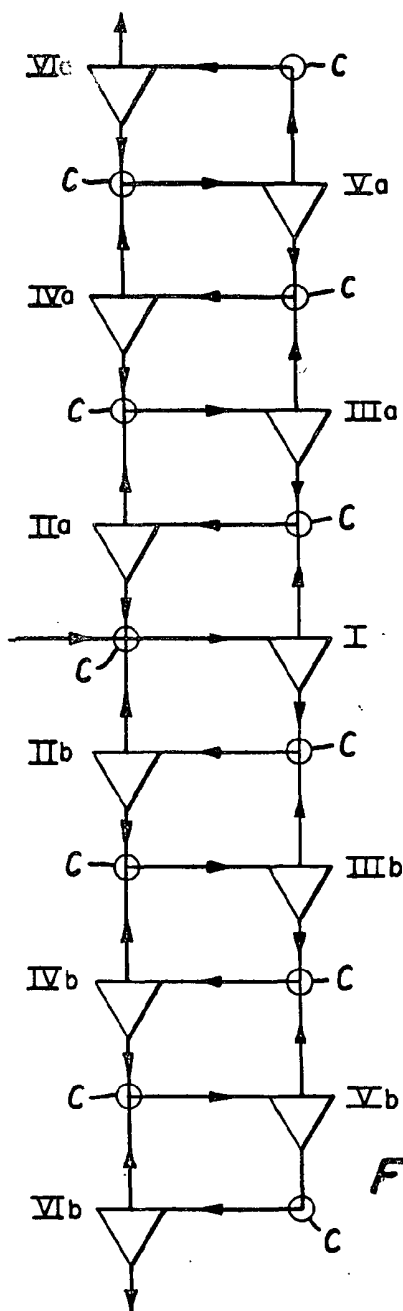


FIG. 3

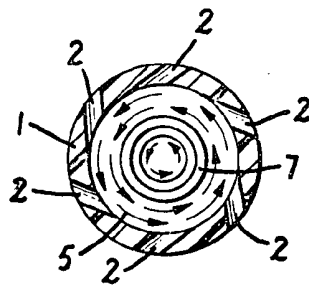


FIG. 2