



(12) PATENT

(19) NO

(11) 341306

(13) B1

NORGE

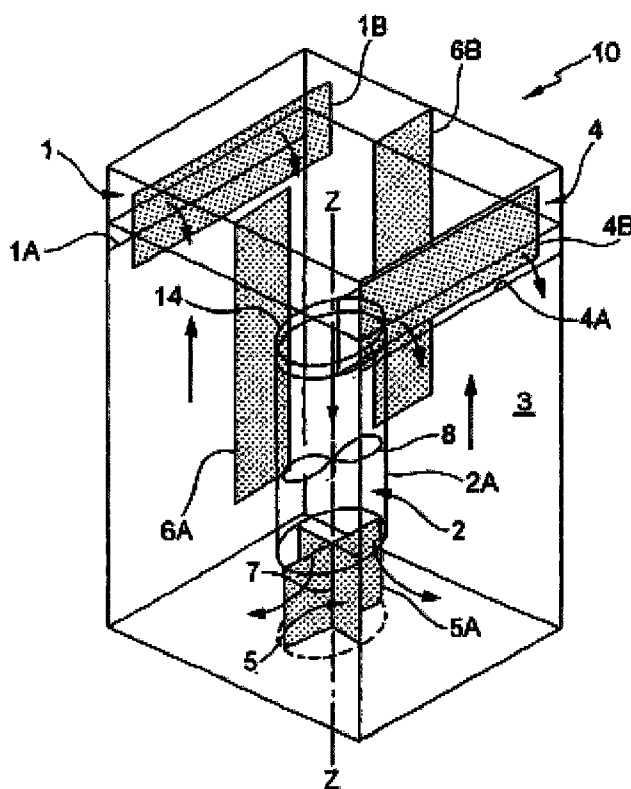
(51) Int Cl.
B01D 21/01 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20062495	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2004.12.21 PCT/FR2004/03323
(22)	Inng.dag	2006.05.31	(85)	Videreføringsdag	2006.05.31
(24)	Løpedag	2004.12.21	(30)	Prioritet	2003.12.22, FR, 03 15161
(41)	Alm.tilgj	2006.09.20			
(45)	Meddelt	2017.10.02			
(73)	Innehaver	Veolia Water Solutions & Technologies Support, Immeuble L'Aquarène, 1, place Montgolfier, FR-94410 SAINT- MAURICE, Frankrike			
(72)	Oppfinner	Karim Essemiani, 9, rue des Longs Prés, FR-92100 BOULOGNE BILLANCOURT, Frankrike			
(74)	Fullmektig	Valéry Ursel, 7, rue Paul Verlaine, FR-94410 SAINT MAURICE, Frankrike			
		Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og reaktor for flokkuleringsbehandling
(56)	Anførte publikasjoner	US 4303517 A
(57)	Sammendrag	

Fremgangsmåte for flokkulerings- og separasjonsbehandling av et råfluid som skal behandles og som inneholder forurensninger i suspensjons, kolloidal eller oppløst form, hvori råfluidet som skal behandles sirkuleres med et flokkuleringsreagens i en flokkuleringsbeholder og den flokkulerte blanding sirkuleres i et separasjonsområde. Oppfinnelsen er karakterisert ved at et sentralt område er definert i flokkuleringsbeholderen ved hjelp av et fullstendig neddykket strømningslederør, og en turbulent aksial utstrømning av blandingen bestående av råfluidet som skal behandles og flokkuleringsmidlet bevirkes i det nevnte sentrale område; idet utstrømningen fordeles vinkelmessig (5) ved hjelp av en statisk anordning som motvirker rotasjonen av den nevnte utstrømning-blandingens sirkuleres i et perifert område (3) og en fraksjon av den nevnte blanding føres mot separasjonsområdet.



I – Det tekniske område for oppfinnelsen

Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte og en reaktor for flokkulerings-
behandling av et råfluid som skal behandles, særlig anvendbare innenfor området
av behandling av vann fra industriprosesser, for behandling av drikkevann og
5 behandling fra kommunalt eller industrielt spillvann.

II – Teknikkens stand

Forskjellige behandlinger av fluid, særlig innenfor området av vann-
behandling, innebærer at et råfluid eller hovedfluid som skal behandles blandes
10 med et sekundært fluid eller en sekundær strømning, for å omsette den
sekundære strømning med bestanddelene i hovedfluidet; dette sekundære fluid
inneholder i praksis et flokkuleringsmiddel og oftest et kornformet materiale hvorpå
de flokker som skal resultere fra innvirkningen av flokkuleringsmidlet med for-
urensningene i fluidet som skal behandles skal danne seg; man snakker i praksis
15 om en fysisk-kjemisk behandling av ballasterte flokker; disse blandinger og
reaksjoner mellom fluider realiseres vanlig i åpne reaktorer med innebygd om-
røringsutstyr på en vertikal aksling og aksial strømning.

En fysisk-kjemisk reaksjon innebærer i prinsippet at det eller de sekundære
fluider dispergeres i råfluidet som skal behandles, med intensiv sammenblanding,
20 deretter en reaksjonsperiode (gjørne så kort som mulig) med en svak sammen-
blandingsintensitet (i forhold til trinnet med intensiv blanding) med trinn som
generelt fører til anvendelse av flere beholdere eller reaktorer i serien.

Forekomsten av mulige kortslutninger ("by-pass") mellom innløpet og
utløpet av beholderne, så vel som ufullstendig praktisk utnyttelse av volumet av
25 disse, og som lett påvises ved hjelp av en matematisk simulering forbundet med
fysiske modeller, fører vanlig til en økning av størrelsen av disse reaktorer og/eller
at det anvendes supplerende kraftige røreverk. Dette medfører imidlertid en
økning av investeringsomkostningene og det samme for driftsomkostningene. På
klassisk måte er det videre vanlig å søke å anordne innløpet og utløpet av en gitt
30 beholder i så stor avstand fra hverandre som mulig, for eksempel et innløp i lav
posisjon ved en ende av beholderen og utløpet i høy posisjon ved en andre ende
av beholderen, men dette viser seg besværlig når man vil montere flere beholdere
i serie.

Videre, for å unngå å bringe den flytende masse i sirkulasjon, vanlig benevnt "vortex", som er kjent å være skadelig for effektiviteten av sammenblandingen, er det blitt foreslått å anordne vertikale skilleplater (ledeplater) mot sideveggene (jfr. boken "Mixing in the chemical industry" – Sterbacek og Tausk, Pergamon Press, 1965, pp 278-301). Ifølge dette dokument tillater vertikale skilleplater å øke turbulensen (og følgelig sammenblandingen) på betingelse av at størrelsen av skilleplatene utgjør mellom 0,056 og 0,12 av diameteren av røreverket og det foretrekkes at skilleplatene er mer orientert i strømningsretningen enn mot veggene. Dette dokument nevner også faktisk, av historiske grunner, et platekors tildannet av to vertikale vegger montert på bunnen i nærheten av røreverket, men det er angitt at prosessen da er vanskelig å styre og hurtig fører til en tilstopning med faste partikler fra sirkulasjonsvæsken. Det er også angitt at veggene medfører en økning av energiforbruket.

I tilfellet av beholdere med stor dybde er det kjent å anordne drivanordninger (mobilier) i beholdervolumet, langs akslingen av røreverket, for å øke den fraksjon av volumet som settes i turbulens; det er imidlertid erkjent at man ønsker å unngå å tilføye overliggende drivanordninger ved å plassere et konsentrisk rør (strømningslederør) omkring drivanordningen idet denne er montert ved utløpet av dette rør (jfr. den nevnte bok fra 1965). Et slikt strømningslederør virker på samme måte som et sugerør som bidrar til å øke den fraksjon av volumet som sammenblandes og har den fordel at det tillater en intern resirkulasjon. Denne sugerørsvirkning er imidlertid ofte assosiert med en rotasjonsbevegelse av typen "vortex".

Innenfor området av vannbehandling, særlig når dette vedrører flokkuleringstrinnet, er det allerede for eksempel i dokumentet FR 2 553 082 foreslått å forsyne et reaksjonskammer med en sentral sone utstyrt med en heliks med aksial oppstigende strømning og en perifer sone omkring denne sentrale sone. Vannet som skal behandles, og hvortil eventuelt de nødvendige reaksjonskomponenter er tilsatt og hvortil det slam som er oppnådd tidligere ved behandlingen, innføres ved bunnen av den sentrale sone mens et tilsetningsstoff som for eksempel en polymer innføres i denne sone. Det etableres en intern resirkulasjon hvor den perifere sone utgjør en sone med sakte flokkulasjon. En slik sentral sone er definert ved et vertikalt rør anbrakt i en parallelepipedisk omhylling slik at man kan si at denne sentrale sone er dobbell. Blandingen passerer deretter i en mellom-

liggende omhylling før den passerer inn i separasjonssonen. Man kan bemerke at en slik arkitektur innebærer anvendelse av et stort antall soner.

Man kjenner videre ifølge dokumentet WO-98/14258 et anlegg hvori en sentral omhylling for intern resirkulasjon omfatter et sentralt rør hvori det er
5 anbrakt en eller flere helikser for aksial oppstigende bevegelse, et innløp for kornformet materiale og et innløp for flokkuleringsmiddel. Råfluidet som skal behandles innføres ved bunnen av dette rør, passerer ved overløp over i ringromssonen og deretter inn i den sentrale sone, alt ettersom størrelsen av flokkene på nytt stiger opp i røret for å kunne resirkuleres eller gå inn i den perifere klarings-
10 sone. Heliksen medfører akkurat tilstrekkelig turbulens til å opprettholde faststoffene i suspensjon uten å skjære dem i stykker, noe som kan føre til en langsomtvirkende blanding som vil være skadelig for ytelsen.

III – Tekniske problemer og løsninger ifølge oppfinnelsen

15 Formålet for oppfinnelsen er å tilveiebringe en kombinasjon av forbedret kompaktet, effektivitet og moderate omkostninger, uansett om dette betraktes fra et utstyrssynspunkt eller et driftssynspunkt.

Et formål for oppfinnelsen er således en flokkuleringsreaktor hvori takket være et (eller flere) røreverk og separasjonen av soner med forskjellig omrørings-
20 intensitet, reaksjonskinetikken mellom et råfluid som skal behandles og et flokkuleringsmiddel (og eventuelt et kornformet materiale som utgjør et ballastmateriale for flokkuleringen) forbedres, idet den nyttige volumdel i reaktoren økes mens faren for "by-pass" (det vil si at det ikke skjer sirkulasjon mellom de forskjellige soner med forskjellig omrøringsintensitet) hvor en moderat driftkraft ofres
25 til fordel for omrøringen.

Et ytterligere formål for oppfinnelsen er en fremgangsmåte for flokkuleringssepareringsbehandling av et fluid som skal behandles og som med plassbehov for én eneste beholder kombinerer to soner med forskjellig omrøringsintensitet og som maksimerer turbulensen for et gitt energinivå og for en gitt tid for kontakt-
30 behandlingen.

Et ytterligere subsidiært formål for oppfinnelsen er å lette sammenføyningen av flere reaktorer, av samme type eller ikke, ved konstruksjonstidspunktet eller senere, med en lik eller forskjellig størrelse.

Oppfinnelsen tilveiebringer for dette først og fremst en fremgangsmåte for flokkuleringsbehandling av et råfluid som skal behandles og som inneholder forurensninger enten i oppsløst, kolloidal eller oppløst form, hvori:

- man bringer råfluidet som skal behandles til å sirkulere med et reaktivt flokkuleringsmiddel i en flokkuleringsbeholder slik at det oppnås en flokkulert blanding hvori forurensningene danner flokkene,

- man bringer denne flokkulerte blanding til å sirkulere i en separeringssone hvor man separerer denne flokkulerte blanding i en klaret effluent og slam omfattende de nevnte flokker,

10 karakterisert ved at:

- i flokkuleringsbeholderen avgrenses ved hjelp av et fullstendig neddykket strømningslederør en sentral sone hvori man ved hjelp av omrøring 8 frembringer en turbulent aksial strømning av blandingen av råfluid som skal behandles og flokkuleringsmidlet i en aksial retning av dette strømningslederør,

15 - denne strømning fordeles 5 vinkelmessig ved hjelp av en statisk anordning som virker mot rotasjonen av denne strømning og som er anbrakt ved utløpet av dette strømningslederør,

- denne blanding tillates å sirkulere i en perifer sone 3 som omgir denne sentrale sone, i en motsatt strømningsretning, inntil den går inn i den sentrale sone, og

20 - en fraksjon av denne blanding føres til separasjonssonen.

Det bemerkes at oppfinnelsen således foreskriver å kombinere en avgrensning av den sentrale sone, med høy omrøringsintensitet, overfor en perifer sone med mindre omrøringsintensitet, med en vinkelmessig fordeling av utstrømningen som kommer ut fra den sentrale sone, takket være en statisk anordning som motvirker rotasjonen av fluidet ved utløpet av strømningslederøret, slik at turbulensene maksimeres og dødsonene som har unnsloppet sirkulasjonen indusert i volumet av den sentrale og perifere sone minimeres. Det er nemlig tidligere påvist at en statisk anordning for å hindre en roterende strømning er blitt sløyet på grunn av at den er vanskelig å styre, og den er bare blitt foreslått i kombinasjon med et røreverk; den fagkyndige har da ikke hatt noen grunn til å tenke at et slikt statisk element kunne bidra til å løse det tekniske problem. Heller ikke kunne det tenkes at det ville være av interesse å anvende en slik statisk anordning i kombinasjon

med et strømningslederør, selv med et forbilde av kjente løsninger som anvender et strømningslederør i en flokkuleringssone.

Ifølge foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen kombineres eventuelt:

- man opprettholder strømmingen i den sentrale sone med en strømnings-
5 mengde på mellom 1 og 20 ganger den innførte strømningsmengde av råfluidet som skal behandles, idet denne tilsvarer en tilstrekkelig resirkulasjon for å redusere farene for kortslutning ("by-pass") og innføring av tilstrekkelig turbulenser for å sikre en god blanding uten å måtte ty til et meget stort energiforbruk,
- man oppdeler den perifere sone i minst én perifer oppstrømssone som
10 kommuniserer med innløpet for råfluid som skal behandles i flokkuleringsbeholderen, og en perifer nedstrømssone som kommuniserer med utløpet av den flokkulerte blanding, slik at råfluidet som behandles og som går inn i flokkuleringsbeholderen tvinges til å passere minst én gang gjennom den sentrale sone før det passerer mot separasjonssonen; dette bidrar godt til å unngå kortslutninger uten
15 forbruk av signifikant energi og uten å medføre et stort antall resirkulasjonssykluser,
- man frembringer aksial turbulent strømning i blandingen i en vertikal retning; dette tilsvarer en klassisk konfigurasjon som i seg selv lett styres,
- man frembringer aksial turbulent vertikal strømning ved omrøring i den
20 midtre del av den sentrale sone, noe som bidrar til å oppnå en god oppstigende bevegelse ved innløpet til den sentrale sone og en god sammentrykning ved utløpet av denne, og da med en vinkelmessig fordeling ved dette utløp, uten at dette krever mer enn ett røreverk,
- man frembringer en aksial turbulent strømning av blandingen i en ned-
25 stigende bevegelse og man foretar en vinkelmessig fordeling av blandingen stort sett minst to tredjedeler av høyden mellom utløpsnivået for den sentrale sone og bunnivået av flokkuleringsbeholderen; det bør bemerkes at dette er motsatt den hittil anvendte retning, når det iverksettes en intern resirkulasjon i en flokkulerings-
sone; mer nylige simuleringsstudier har imidlertid vist at dette er fullstendig
30 realistisk, i motsetning til det som tidligere har vært ansett av den fagkyndige, nemlig at det frembringes en nedsynkende bevegelse i kombinasjon med en statisk anordning for vinkelmessig fordeling, uten å medføre en ubeleilig tilstopning av denne statiske anordning med flokker under deres dannelse eller vekst; man velger nemlig en nedsynkende retning for å unngå at det fremskaffes bølger på

overflaten som følge av innførte turbulenser, med fordel på bunnen av beholderen for å frembringe en hurtig endring av strømningsretningen av blandingen mellom den sentrale sone og den perifere sone.

I dette tilfelle med nedsynkende bevegelse foretrekkes det at:

5 - man foretar en vinklet fordeling av blandingen hovedsakelig over hele høyden mellom nivået for den sentrale sone og nivået for bunnen av flokkuleringsbeholderen, noe som garanterer en vinkelmessig fordeling av hele strømningen som kommer ut av strømningslederøret,

10 - man anbringer strømningslederøret som avgrenser den sentrale sone på en slik måte at dets nedre ende som danner utløpet befinner seg vis-à-vis bunnen av flokkuleringsbeholderen i en avstand på mellom $1/3$ og $2/3$ av den midlere lengde av dette rør; dette bidrar til å oppnå en inversjon i strømningsretningen uten stor fare for en ubeleilig bremsing av denne strømning,

15 - man anordner strømningslederøret som avgrenser den sentrale sone på en slik måte at dets øvre ende som danner innløpet befinner seg vis-à-vis det frie overflatenivå for innholdet i flokkuleringsbeholderen i en avstand på mellom $1/3$ og $2/3$ av den midlere lengde av dette rør, noe som bidrar til å sikre en effektiv tilførsel til strømningslederøret uten å innføre ubeleilige overflatebevegelser,

20 - man oppdeler denne perifere sone i en øvre del av dens høyde og i minst én perifer oppstrømssone som kommuniserer med innløpet for råfluidet som skal behandles i flokkuleringsbeholderen, og en periferisk nedstrømssone som kommuniserer med utløpet av den flokkulerte blanding, slik at råfluidet som skal behandles og som går inn i flokkuleringsbeholderen tvinges til å passere minst én gang gjennom den sentrale oppstrømssone før den passerer gjennom
25 separasjonssonen, noe som på en spesielt enkel måte tillater å oppnå de tidligere nevnte fordeler vedrørende driften, på generell måte forårsaket av en slik oppdeling,

30 - man gjennomfører denne oppdeling på hovedsakelig den øvre halvdel av denne høyde, noe som tilsvarer en tilstrekkelig høyde for å minimere farene for omgåelse av denne sentrale sone.

Ifølge ytterligere foretrukne karakteristikker ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen;

- man bringer råfluidet som skal behandles til å gå inn i og man bringer utløpet av den flokkulerte blanding til å passere ut i høyde med innløpssonen for

strømningslederøret; dette bidrar til å tillate installasjoner montert i serie for gjennomføring av fremgangsmåten, og bidrar med en effektiv styring av fluidet som skal behandles mot den sentrale sone så vel som av blandingen som har sirkulert i den perifer sone,

- 5 - flokkuleringsmidlet er en naturlig polymer, uorganisk polymer eller syntetisk polymer;
 - det reaktive flokkuleringsmiddel hvormed man blander råfluidet som skal behandles i flokkuleringsbeholderen innføres i fluidet som skal behandles oppstrøms i denne beholder,
- 10 - som variant innføres det reaktive flokkuleringsmiddel hvormed det råfluid som skal behandles blandes, i flokkuleringsbeholderen, for eksempel mellom innløpet til flokkuleringsbeholderen og innløpet for strømningslederøret; det anbefales imidlertid at det reaktive flokkuleringsmiddel innføres i den sentrale sone, foretrukket i grensen av denne sentrale sone, slik at det sikres en meget hurtig
- 15 blanding med fluidet som skal behandles; denne effekt forsterkes når man injiserer i det minste en del av det reaktive flokkuleringsmiddel i en ring ved omkretsen av innløpet til den sentrale sone, koaksialt til strømningslederøret;
 - man blander videre til råfluidet som skal behandles, i flokkuleringsbeholderen, et pulverformet materiale, som foretrukket er et ballastmateriale som
 - 20 utgjøres av et uoppløselig kornformet materiale som er tyngre enn det råfluid som skal behandles, slik at det tjener til å ballastere flokkene under dannelselse eller under deres vekst; det dreier seg fordelaktig om en fin sand med kornstørrelse mellom 20 og 300 mikrometer, hvor prisen viser seg å være spesielt moderat,
 - man behandler slammet oppnådd ved utløpet av separasjonssonen og
 - 25 man gjenvinner ballastmaterialet som resirkuleres i flokkuleringsbeholderen, noe som tillater å ikke tape det pulverformede materiale i slammet som bringes til rejekt ved utløpet av separasjonssonen, under reduksjon av volumet av dette rejekt,
 - råfluidet som skal behandles blandes på forhånd, før dets innføring i
 - 30 flokkuleringsbeholderen, med et koaguleringsmiddel, noe som bidrar til å få en større effektivitet ved den endelige separasjon når råfluidet som skal behandles er det vann som skal behandles; i dette tilfelle blir vannet som skal behandles på forhånd før dets innføring i flokkuleringsbeholderen blandet med et koagulerings-

middel omfattende et uorganisk salt, som for eksempel et salt av jern eller aluminium,

- separasjonen gjennomføres ved avsetning eller ved en variant ved flotasjon, fordelaktig ved hjelp av hjelpeorganer for separasjon som plater, lameller, eller skrå eller vertikale rør; på avgjort fordelaktig måte innføres den flokkulerte blanding på tangentiell måte i separasjonssonen slik at det tillegges en "vortex"-effekt som kommer i tillegg til avsetningseffekten; separasjonen forbedres for en gitt behandlingstid, eller akselereres for et gitt separasjonsnivå.

Ved et ytterligere aspekt av oppfinnelsen foreslås for gjennomføring av fremgangsmåten ifølge en foretrukket gjennomføringsmåte, en reaktor bestemt for en flokkuleringsbehandling av et råfluid som skal innføres og som er fylt med forurensninger i suspensjonsform, kolloidal eller oppløst form, omfattende en beholder utstyrt med minst ett innløp for fluid og minst ett utløp for fluid, og minst én flokkuleringssone i det utfellingsbad hvor fluidet som skal behandles blandes med et flokkuleringsmiddel for å danne flokker, omfattende:

- et strømningslederør, åpent ved sine to ender og anbrakt vertikalt slik at det er fullstendig neddykket i utfellingsbadet i beholderen under opprettholdelse av en avstand til bunnen av denne beholderen, under avgrensning av en sentral sone vis-à-vis en perifer sone, idet den sentrale og den periferiske sone kommuniserer med hverandre ved de to ender av dette rør, idet den perifere sone kommuniserer med innløpet og utløpet for fluid,

- et røreverk med vertikal aksling anbrakt i dette rør slik at det genererer en aksial turbulent bevegelse i en vertikal retning,

- et platekors dannet av flere vertikale vegger som strekker seg horisontalt fra en felles skjæringslinje, hovedsakelig plassert i forlengelsen av røreverkaksen nedstrøms fra denne, slik at strømmingen fra røret fordeles vinkelmessig mot den perifere sone.

En slik reaktor har fordeler angitt i det foregående i tilfellet av en gjennomføring av fremgangsmåten med en turbulent vertikal nedsynkende bevegelse.

Ved foretrukket apparatur ifølge oppfinnelsen, men som er analoge til dem som er nevnt i det foregående i forbindelse med oppfinnelsen:

- strømningslederøret har et konstant tverrsnitt som bidrar til å sikre en hurtig gjennomstrømning av blandingen,

- strømningslederøret har en sylindrisk form (i den snevre mening av betegnelsen, det vil si at dets tverrsnitt er en sirkel), noe som tilsvarer en spesielt enkel struktur; som variant er tverrsnittet regelmessig polygonalt, etc...,

- røreverket er anbrakt hovedsakelig midt i rørets høyde og bidrar til en god deltagelse i strømningen,

- strømningslederøret har en diameter mellom 102% og 120% av røreverkdiameteren, noe som sikrer en god sammenblanding i hele seksjonen av strømningslederøret,

- den hydrauliske diameter av den sentrale sone er mellom 40% og 60% av den midlere utstrekning av flokkuleringssonen dannet av den sentrale sone og den perifere sone,

- røreverket er plassert og bevegesstyres slik at det genererer en synkende vertikal bevegelse i røret, idet platekorset er anbrakt mellom bunnen av strømningslederøret og bunnen av beholderen,

- røret har en nedre ende plassert vis-à-vis bunnen av beholderen i en avstand på mellom $1/3$ og $2/3$ av dets diameter,

- røret har en øvre ende plassert vis-à-vis nivået av overflaten av badet inneholdt i beholderen i en avstand på mellom $1/3$ og $2/3$ av dets diameter,

- avstanden mellom den nedre ende av røret og bunnen av beholderen, og avstanden mellom den øvre ende av røret og nivået for badet utgjør minst omtrent 50% av diameteren av røret,

- platekorset har en høyde stort sett lik minst $2/3$ av avstanden mellom den nedre ende av røret og bunnen av beholderen,

- platekorset har en høyde stort sett lik avstanden mellom den nedre ende av røret og bunnen av beholderen,

- de vertikale vegger av platekorset strekker seg horisontalt over en avstand som stort sett omfatter $3/4$ til $5/4$ av rørradien, noe som sikrer at den hele eller nesten den hele mengde av den flokkulerte blanding fordeles vinkelmessig; på preferert måte strekker de vertikale vegger av platekorset seg horisontalt over en avstand hovedsakelig lik radien av strømningslederøret,

- platekorset omfatter fire vegger fordelt med 90° omkring aksene av strømningslederøret, noe som tilsvarer en spesielt enkel konstruksjon (to plater krysser hverandre i rett vinkel),

- to av veggene er anbrakt på tvers av den retning som råfluidet som skal behandles ankommer i i flokkuleringsbeholderen, noe som bidrar til en god fordeling av strømmingen,

- de vertikale vegger deler den perifere sone, mellom innløpssonen og utløpssonen, over i det minste en del av den totale høyde som separerer bunnen av beholderen og utfellingsbadets overflate, noe som bidrar til å sikre at råfluidet som skal behandles passerer i det minste én gang gjennom strømningslederøret,

- de vertikale vegger strekker seg over en avstand som utgjør mellom 40% og 60% av denne totale høyde, noe som er et godt kompromiss vis-à-vis høyden, for å sikre en god effektivitet uten å ha forbrukt mye av skilleplatenes overflate,

- reaktoren inneholder minst to vertikale skilleplater som strekker seg hovedsakelig over den øvre halvdelen av beholderen, mellom strømningslederøret og fluidinnløpet henholdsvis fluidutløpet, slik at fluidet som skal behandles tvinges til å passere minst én gang gjennom den sentrale sone mellom fluidinnløpet og fluidutløpet; det er faktisk i den høyere del, i nivået for innløpet til strømningslederøret at veggene er mest effektive,

- disse vertikale vegger strekker seg over en høyde mellom nivået for hovedfluidinnløpet og røreverknivået,

- de vertikale vegger strekker seg like fra periferien av den perifere sone til røret, noe som sikrer en god deling av den perifere sone,

- inngangssonen og utgangssonen er anordnet i nærheten av overflatenivået og er hver utstyrt med en plate anbrakt på tvers i forhold til innløpet henholdsvis utløpet, slik at det dannes et overløp, som bidrar til å sikre en stadig tilførsel av fluid som skal behandles, og for å unngå ubeleilige bevegelser ved overflaten av badet,

- reaktoren omfatter videre et injeksjonsrør for reaktivt flokkuleringsmiddel, forbundet til en kilde for reaktivt flokkuleringsmiddel,

- dette injeksjonsrør for reaktivt flokkuleringsmiddel er anbrakt mellom innløpet for fluid som skal behandles og innløpet av strømningslederøret; foretrukket omfatter reaktoren et ringformet injeksjonsrør for reaktivt flokkuleringsmiddel anbrakt koaksialt til innløpet av strømningslederøret,

- reaktoren omfatter videre et injeksjonsrør for pulverformet materiale, forbundet til en kilde for pulverformet materiale,

- denne kilde for pulverformet materiale er en kilde for fin sand,

- beholderen omfatter en eneste sone omfattende et rør, men oppfinnelsen omfatter også det tilfelle hvor en og samme beholder omfatter flere sidestilte flokkuleringssoner.

Oppfinnelsen omfatter også et anlegg for behandling av et fluid, omfattende en reaktor av den ovennevnte type og en separasjonssone forbundet til utløpet av denne reaktor.

På foretrukket måte:

- denne reaktor omfatter et injeksjonsrør for pulverformet materiale, forbundet til en kilde for pulverformet materiale, og separasjonssonen omfatter et utløp tilpasset for å motta slam omfattende flokkene og som er forbundet til et gjenvinningsanlegg for det pulverformede materiale, idet kilden for det pulverformede materiale er forbundet til dette gjenvinningsanlegg,

- separasjonssonen er en klarings (avsetnings) sone anbrakt nedstrøms fra beholderen,

- separasjonssonen er en klarings (avsetnings) sone anbrakt omkring beholderen.

Ved en helt spesielt interessant kombinasjon ifølge oppfinnelsen er således strømningslederøret anbrakt over et platekors, hvor de to anordninger fordelaktig har den samme diameter, i det minste omtrentlig. Den forutsatte pumperetning er nedover for å tillate innføring av en eller flere sekundære strømninger eller fluider ved overflaten, slik at det sikres en permanent styring av deres injeksjon. De store hastighetsgradienter dannet i den nedre del av beholderen (produksjon av turbulent kinetisk energi) takket være platekorset gir fordelene av å unngå dannelsen av avsetningssoner, slik den fagkyndige ville vurdere å utelukke slike horisontale vegger på bunnen for å unngå slike avsetningssoner.

Den kombinerte effekt av disse anordninger fører til å omvandle en hoveddel av denne radielle komponent av røreverkets heliks til en aksial komponent som signifikant da øker pumpeytelsen for det samme kraftforbruk.

Forskjellige bemerkninger fortjener å nevnes i forbindelse med foretrukne utførelsesformer av oppfinnelsen;

- Nærværet av de to fullstendig avgrensede soner med radikalt forskjellige blandingsintensiteter tillater i den samme beholder å realisere funksjoner som vanlig nødvendiggjør to beholdere med forskjellig blandingsintensitet.

- Anvendelse av en eneste beholder som inneholder to soner med forskjellig blandingsintensitet tillater å realisere de to funksjoner med et eneste røreverk i stedet for to røreverk.

5 - Med identisk bruksvolum kan det totale volum av den eneste beholder være signifikant mindre enn dette volum av to beholdere forbundet med hverandre, på grunn av reduksjon av dødsoner som skyldes en bedre kontroll av blandingsintensiteten og dennes homogenitet.

10 - Ved lik behandlingseffektivitet kan for et likt forbruk av reaktiv komponent og den samme pumpeytelse energiforbruket nedsettes ved omvandling av en stor del av den radielle strømning til aksial strømning.

15 - I beholdere med stor dybde som vanlig anvender flere overliggende drivanordninger (mobilier) tillater nærværet av strømningslederøret assosiert med sitt platekors oppnåelse av den samme hydrauliske effekt med en eneste drivanordning og et mindre forbruk av elektrisk energi, både ved undertrykkingen av selve kraftforbruket i supplerende drivanordninger så vel som ved gevinsten oppnådd i effektivitet takket være det nye konsept.

20 - De vertikale skillevegger kan enkelt være to stykker som fullstendig dekker rommet mellom strømningslederøret og beholderen og som bare er anbrakt over den øvre halvdel av væskehøyden; i dette tilfelle er skilleveggene større og kortere enn som angitt i litteraturen. I horisontalt plan er de parallelle til innløpsveggene og følgelig utløpet.

- Platekorset har foretrukket en diameter lik diameteren av strømningslederøret og en høyde omfattende rommet mellom strømningslederøret og bunnen av beholderen.

25 - En optimal ytelsesgevinst kan oppnås ved den foreliggende reaktor, basert på den fordelaktige sammenstilling av strømningslederøret, skilleplater ved overflaten og platekors, innløpssoner og utløpssoner, posisjonering av røreverket og injeksjonsmåter for sekundære fluider.

30 IV – Beskrivelse av oppfinnelsen

Formål, karakteristikker og fordeler ved oppfinnelsen fremgår av den følgende beskrivelse, gitt som ikke-begrensende illustrerende eksempel, med henvisning til de vedføyde tegninger hvori:

- figur 1 er et prinsippskjema i perspektiv av en reaktor ifølge en foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen,

- figur 2 er et skjema av denne reaktor sett ovenfra,

- figur 3 er et prinsippskjema av et anlegg for behandling av vann som anvender en reaktor ifølge figurene 1 og 2,

- figur 4 er et prinsippskjema sett fra oversiden av en ytterligere reaktor, ifølge en variant av reaktoren i figurene 1 og 2,

- figur 5 er et prinsippskjema, sett fra oversiden, av en ytterligere reaktor, med enda en ytterligere variant av reaktoren i figurene 1 og 2,

figur 6 er et skjematisk riss av et utførelseseksempel av et anlegg ifølge figur 3, og

figur 7 er et skjematisk riss av enda et ytterligere utførelseseksempel av et anlegg ifølge figur 3.

Form av reaktoren

Reaktoren vist i figurene 1 og 2 med henvisningstallet 10 har rektangulær form for å lette anbringelsen av flere reaktorer av den samme type i serie. Som en ikke vist variant kan denne reaktor være kvadratisk, som kan være gunstig når man tar symmetrien i den sentrale sone (se det foregående) i betraktning.

Det bør bemerkes at de fleste anordninger beskrevet i det følgende like godt kan anvendes i sirkulære reaktorer (se figur 5), som også er dekket ved oppfinnelsen, idet de oppnådde resultater er praktisk identiske.

Generelt inneholder reaktoren 10 i det foretrukne eksempel som her betraktes:

- En innløpssone for fluid 1 hvorigjennom et råfluid som skal behandles ankommer, ofte i en turbulent strømning, og hvori en første reaktiv komponent er blitt injisert, som for eksempel et reaktivt koaguleringsmiddel av en hvilken som helst passende kjent type.

- En sentral sone 2, i det indre av et rør 2A som tjener som strømningslederør, med høyt energitap, generert ved hjelp av et røreverk 8 eller hvor det i stedet for dispersjonen like godt kunne anvendes den totale blanding av råfluid som skal behandles og minst ett reaktivt flokkuleringsmiddel; i forlengelsen av dette rør er et platekors 5 anbrakt.

- En perifer sone 3 (utenfor strømningslederøret) med lite energitap hvor den ønskede flokkulering oppnås.

- En utløpssone for fluid 4 som fordelaktig tillater tap av energien fra sammenblandingen og den ensartede fordeling av det flokkulerte blandede fluid som her kommer ut over hele bredden av beholderen, for å favorisere faststoff-
væskeseparasjonen i en eventuell etterfølgende separasjonsreaktor.

- En samling av vertikale skillevegger 6A og 6B som danner ledeplater som minimerer "by-pass" mellom innløpet og utløpet og forbedrer effektiviteten av behandling.

For å lette sammenkjeding (initial eller til slutt) av flere behandlingstrinn basert på det samme prinsipp, er innløpet og utløpet av hver reaktor anbrakt hovedsakelig i det samme nivå, foretrukket i den øvre del, hovedsakelig i høyde med innløpet til strømningslederøret, her ved overflaten; denne plassering tillater videre å minimere dynamisk "by-pass" og tillate evakuering av eventuelle flokkuleringsmidler mot nedstrømssiden, for eksempel ved å heve beholderbad-nivået over overløpet omfattende fluidutløpet, eller ved modifikasjon av posisjonen av dette overløp.

Innløpssone 1

Råfluidet som skal behandles, også benevnt effluent, innføres i hver reaktor enten ved overflaten (som vist i figur 1), fordeles over hele bredden (ved hjelp av eventuelt oversvømt overløp 1A, i praksis dannet av den nedre kant av spalteåpningen som definerer innløpet i reaktorveggen), enten (i en ikke vist variant) neddykket, eller punktvis (ved den fri overflate under fylling).

Generelt kan den punktvis innføring velges i tilfellet av en eneste reaktor eller i tilfellet av en første reaktor i serie, idet kommunikasjonen mellom to påfølgende reaktorer foretrukket gjennomføres ved avrenning.

En vannlås-skilleplate 1B (eller platedyse som frembringer en hevertvirkning) kan avgrense innløpssonen eller inngangen vis-à-vis resten av reaktoren. Denne vannlås-skilleplate tillater å spre den turbulente kinetiske energi oppstrøms, hovedsakelig i tilfellet av punktvis innløp, så vel som å endre strømningsretning (vertikal i stedet for horisontal).

En første reaktiv komponent, for eksempel et koaguleringsmiddel (for eksempel et uorganisk salt, som et salt av jern eller aluminium) kan innføres i

denne sone med sterk turbulens for å lette dens dispersjon. Innføringsmåtene for denne reaktive komponent (eller eventuelt andre reaktive komponenter) avhenger av innføringsmåten for råfluidet som skal behandles: injeksjon i et eller flere punkter over hele bredden av innløpssonen.

5

Sentral sone 2

Det dreier seg om sonen med maksimal turbulens som befinner seg i det indre av strømningslederøret hvor den intime blanding av de forskjellige bestanddeler gjennomføres.

10

Anvendelsen av strømningslederøret tillater anvendelse av bare ett røreverk 8 med aksling, uavhengig av væskedybden.

Røret har en symmetriakse z-z og har foretrukket et konstant tverrsnitt, fordelaktig sylindrisk her med sirkulær form (det vil si sylindrisk i den vanlige betydning av betegnelsen), men kan ha andre former, for eksempel polygonal.

15

Dette rør, fullstendig neddykket i beholderbadet er foretrukket vertikalt (aksen z-z er da vertikal), så vel som skrå retninger (eller endog horisontale) er mulig, hvis den generelle konfigurasjon av reaktorsammenstillingen omfattende dennes innløp/utløp gjør dette ønskelig.

20

Som det er vist i figur 4 kan flere røreverk utstyrt med strømningslederør installeres i den samme beholder, alt etter behovene og hvis lengde- og bredde-dimensjonene av beholderen tillater dette. Valget av antallet av røreverk som skal anordnes i hver retning (lengderetning eller tverretning) avhenger av forholdet mellom diameteren av de bevegelige deler av disse røreverk og deres tilsvarende utstrekning, idet selve den maksimale diameter er en funksjon av høyden av væsken.

25

På spesiell fordelaktig måte styres dette røreverk slik at det frembringes en vertikal synkende strømning.

30

Pumpeytelsen av røreverksammenstillingen, som fordelaktig representerer 1 til 20 ganger strømningsmengden for sirkulasjonen (mellom innløpet og utløpet) innsuges på toppen av røret 2A (eller rørkanalen) og trykkes mot bunnen av reaktoren og følger da en nedover retning. Denne anordning tillater å injisere den eller de reaktive komponenter ved overflaten, punktvis eller gjennom et ringformet perforert rør, koaksialt til røret 2A, plassert ved innløpet til dette, skjematisk vist ved henvisningstallet 14. Gjennom dette perforerte rør injiseres et reaktivt

flokkuleringsmiddel, men denne injeksjon kan som variant gjennomføres ved innløpet, mellom innløpet og den sentrale sone, særlig ved rørrinnløpet.

Røreverket 8 er fordelaktig anbrakt midt i høyden av røret og dette rør har foretrukket en diameter på mellom 102% og 120% av diameteren av røreverket.

5 Denne diameter er fordelaktig høyst lik 60% eller minst lik 40% av den største horisontale dimensjon av den perifere sone, foretrukket omtrent 50%. Den hydrauliske diameter av denne sentrale sone utgjør mellom 40% og 60% av den midlere utstrekning av beholderen.

Rørets nedre ende er fordelaktig plassert vis-à-vis bunnen i en avstand på 10 mellom 1/3 og 2/3 av rørdiameteren og dette er det samme som avstanden mellom overflaten og nivået for den øvre ende av røret. Disse avstander er fordelaktig omtrent 50% av rørdiameteren.

Platekorset 5 anbrakt under strømningslederøret er tildannet av flere vertikale vegger 5A som strekker seg fra en felles skjæringslinje 7 hovedsakelig 15 anbrakt i forlengelsen av aksene Z-Z for røreverket. Dette er en statisk anordning som motvirker opprettholdelsen av rotasjonen av strømmingen som kommer ut av strømningslederøret; anordningen tillater å kanalisere strømmingen og oppdele denne vinkelmessig i flere like deler og hindrer dannelsen av en sirkelstrømning på bunnen av apparatet. Undertrykkingen av denne radielle effekt forårsaker da 20 parallelt økningen av den aksiale effekt for pumpeytelsen uten økning av energiforbruket. Dette unngår også at det foregår akkumulering av partikler inne i krokene som dannes av platekrysset.

Platekrysset har fordelaktig en diameter på mellom 75% og 175% av rørdiameteren. Dets vegger strekker seg over en vesentlig del (minst 2/3) av 25 høyden av bunnen av beholderen og rørutløpet, foretrukket over stort sett hele denne høyde.

Platekrysset er her tildannet av fire vegger forbundet i rett vinkel (det vil si 90°) hvor to vegger foretrukket er anordnet på tvers av strømningsretningen mellom beholderens innløp og utløp. I en ikke vist variant kan dette platekryss 30 omfatte et forskjellig antall skilleplater, bare tre eller i motsetning dertil heller fem skilleplater.

Perifer sone 3

Plassert på utsiden av strømningslederøret er denne perifere sone karakterisert ved oppstigende bevegelse av den pumpede væske (godt blandet, men bare under forløpet av flokkuleringen), med liten hastighet og turbulens, så vel som en sterk homogenitet som tillater å gjennomføre de ønskede prosesser i løpet av en minimert tid.

Plasseringen av skilleplatene 6A og 6B (ledeplater eller "baffles" på engelsk) ved overflaten, på tvers av den tversgående strømning, fører til undertrykkingen av rotasjonsbevegelsen som dannes i overflaten så vel som foretrukket kanalisering av hele fluidmengden som går inn mot strømningslederøret, som garanterer at råfluidet som skal behandles passerer minst én gang gjennom dette rør for å bli blandet med den resirkulerte strømning og de injiserte reaktive komponenter.

Disse vertikale skilleplater strekker seg bare over en del av høyden av den sentrale sone, og da høyden av beholderbadet, foretrukket over 40% til 60% av denne, fordelaktig over en øvre halvdel av beholderbadet (fremfor alt, som i det viste tilfellet, hvor innløpet og utløpet er i den øvre del). Platene strekker seg fordelaktig mellom overflaten og det nivå hvori røreverket i strømningslederøret er anbrakt.

I en ikke vist variant kan disse vegger være mer tallrike, for eksempel i et antall av tre (nemlig fire (eller endog mer)) vegger plassert vinkelmessig fordelt på eventuell regelmessig måte mellom innløpet og utløpet.

Utløpssonen 4

Denne sone er plassert motsatt innløpssonen, foretrukket i den samme høyde og den omfatter fordelaktig en vannlåsskilleplate 4B og et oversvømt utløp 4A som generelt dekker hele bredden av reaktoren.

Anordnet i en optimal avstand og ved en passende neddykningsdybde tillater disse anordninger ved adopsjon av en passende oppstigningshastighet å minimere "by-pass" og spre ugunstige turbulenser i nedstrømningsbehandlingen av reaktoren (for eksempel når en faseseparasjon er ønskelig).

En passende deling av rommet mellom vannlåsskilleplaten og nedstrømsveggen (ikke vist) tillater å sikre at en strømningsmengde er jevnt fordelt over hele lengden av utløpet.

Spesifikke konfigurasjoner

Reaktoren i figurene 1 og 2 etterfølges fordelaktig av en separasjonssone. Forskjellige anvendelseskonfigurasjoner er mulig.

5 Figur 3 representerer reaktoren 10 etterfulgt av en slik separasjonssone skjematisk vist ved henvisningstallet 100.

Det skal selvfølgelig forstås at alt etter behovene er det mulig å montere flere reaktorer som den som er vist i figurene 1 og 2 i serie.

10 I denne figur 3 befinner innløpet seg til venstre, etter en eventuell injeksjonsledning 11 for reaktivt koaguleringsmiddel, i en skravert sone, som skjematiserer den del av den perifere sone hvor den oppstigende strømning er vinkelmessig avgrenset av skilleplatene 6A og 6B og hvor det foretas blanding med det ankommende råfluid som skal behandles. I den sentrale åpne sone er det med henvisningstallet 14 skjematisert injeksjon av det reaktive flokkulerings-
15 middel (fra en kilde 14A for flokkuleringsmiddel), og med henvisningstallet 15 injeksjon av et eventuelt pulverformet materiale (fra en kilde 15A for pulverformet materiale). Etter flokkulering går fluidet som kommer ut av den høyre del av den perifere sone som er vist skravert ut og går på nytt inn i separasjonssonen. I denne separasjonssone separeres det flokkulerte fluid i en klaret effluent og slam
20 inneholdende flokkene dannet i reaktoren 10.

Råfluidet som skal behandles er foretrukket vann, og dette vann er i prinsippet forhåndskoagulert ved injeksjon gjennom ledningen 11 eller i en oppstrømsbeholder, av et reaktivt koaguleringsmiddel som for eksempel et salt av jern eller aluminium. Tilførselen i denne beholder gjennomføres ovenfra eller neden-
25 fra.

På fordelaktig måte injiseres det pulverformede materiale for å begünstige dannelsen av flokker fra forurensninger enten i suspendert, kolloidal eller oppløst form inneholdt i råfluidet som skal behandles. Dette materiale er foretrukket et ballastmateriale bestående av et kornformet materiale som er uoppløselig (eller
30 meget lite oppløselig) i vann og tyngre enn råfluidet som skal behandles. På foretrukket måte er dette materiale sand med kornstørrelse fordelaktig mellom 20 og 300 mikrometer.

Figur 4 representerer en ytterligere reaktor 10' som i den samme beholder ikke lenger inneholder ett, men tre strømningslederør kombinert i en statisk

anordning som for eksempel platekorset i figurene 1 og 2. Med "flokkulerings-sonen" betegnes sonen som dannes i forening av hver sentrale sone avgrenset av et rør og den perifere sone som omgir røret, og man kan da si at reaktoren i figur 4 omfatter flere flokkuleringssoner, anordnet i parallell mellom innløpet (øverst på tegningen) og utløpet (nederst, på den samme tegning).

Figur 5 representerer en ytterligere reaktor 10" lignende reaktoren i figurene 1 og 2, med unntagelse av at beholderveggen er sylindrisk, og at det flokkulerte fluid går ut av denne beholder ved å passere over en stor del av dens periferi. De laterale avbøyingsskilleplater er her i et antall av 4, benevnt 6"A til 6"D, og avgrenser en øvre del av de fire deler derav hvor en del (den som er plassert øverst på tegningen) er reservert for innløpet av råfluidet som skal behandles, mens de tre andre tillater et utløp av det flokkulerte fluid.

Generelt kommer flokkene dannet på grunn av den intense blanding i strømningslederøret til å vokse i den perifere mindre omrørte sone, med partiell resirkulering i strømningslederøret før de til slutt sendes mot avsetningssonen.

I utførelseseksemplet i figur 6 er avsetningssonen en separasjonsbeholder 100' uavhengig av flokkuleringsreaktoren 10; denne beholder omfatter da hjelpeorganer for avsetningen skjematisk vist med henvisningstallet 110 og som her utgjøres av skrå lameller (som variant er disse organer utelatt); til slutt blir slammet, separert fra den klarede effluent som i praksis oppnås ved overhelling fra separasjonsbeholderen, her pumpet ved hjelp av en pumpe 112 forbundet med en rørledning til et element 113, i praksis en hydrosyklon eller et hvilket som helst annet system i stand til å sikre separasjonen, i stand til å gjenvinne en signifikant del av det kornformede materiale inneholdt i dette slam, i hvilket tilfelle dette element 113 utgjør en del av kilden for det pulverformede materiale (selvfølgelig består materialet injisert i flokkuleringsreaktoren delvis av dette gjenvunde materiale, og består delvis av nytt materiale).

Dette pulverformede materiale som danner ballastmaterialet er fullstendig inert (som sand, granatsand, etc...) eller et aktivt materiale (som for eksempel aktivt kull i pulverform, eller harpiksmateriale), som forklarer hvorfor det er blant "de reaktive behandlingskomponenter" når det dreier seg om sand. Som angitt i det foregående kan dette materiale innføres sammen med det forhånds koagulerte fluid, enten i oppstrømssonen for røreverkommring, foretrukket oppe i et koaksialt strømningslederør for røreverket. Injeksjonen av et ballastmateriale

tillater at det i en eneste beholder med to effektive soner for eksempel gjennomføres den ballasterte flokkuleringsbehandling angitt i franske patenter FR 2627704 og FR 2719234 tilsvarende av en prosess benevnt "Actiflo" med eller uten lameller), som således minsker den totale etableringsomkostning, mens forbruket av omrøringsenergi minskes. Platekorset angitt ved den foreliggende oppfinnelse tillater i samsvar med forsøk gjennomført i forbindelse med oppfinnelsen og i motsetning til det som har kunnet forutsees av den fagkyndige, takket være en bedre omrøringseffektivitet, å minimere avsetningene av ballastsand på bunnen av omrøringsbeholderen.

Figur 7 viser et ytterligere behandlingsanlegg for råfluid som skal behandles, typisk behandling av vann. Dette anlegg skiller seg hovedsakelig fra anlegget i figur 6 ved det forhold at separasjonssonen her er en beholder 100" som ikke lenger befinner seg nedstrøms fra, men omkring flokkuleringsbeholderen 10; konfigurasjonen av reaktoren er den samme som i figur 6, og injeksjonen av pulverformet materiale anvender som i figur 6 materialet gjenvunnet fra slammet pumpet fra bunnen av den nevnte beholder 100". I dette eksempel er det ingen hjelpeorganer for avsetningen som for eksempel lameller, men slike kan eventuelt anordnes.

I en ikke vist variant anvender avsetningssonen ikke lenger en avsetning (hvor den klarede effluent er lettere enn rejetslammet), men anvender et prinsipp med flotasjon hvor rejektet flyter opp til overflaten av den klarede effluent; også her kan det anordnes organer for å fremme separasjonen.

Innløpet av det flokkulerte fluid i separasjonssonen kan også her fordelaktig være tangentielt slik at det utnyttes en "vortex" effekt som kommer i tillegg til avsetningseffekten.

Sammenligningsstudie av den nye konfigurasjon i forhold til den klassiske konfigurasjon ved hjelp av modellisasjon

En evaluering av fordelene ved oppfinnelsen foretas ved hjelp av et studium av områdene av hastighet, turbulensgradient og fordelinger av oppholdstider, ved hjelp av datasimulering av dynamikken av flytende fluider (Fluent Inc.).

To konfigurasjoner ble undersøkt på basis av de samme operasjonsbetingelser, som er forskjellige som angitt i det følgende:

1 - Påvisning av fordelene ved et innløp/utløp ved overflaten, under anvendelse av en kortere rotasjonsakse og et platekors.

Tabell 1 viser fordelene oppnådd ved tilpasning av en klassisk konfigurasjon A, med innløp og utløp for effluenten oppe og/eller nede, og en konfigurasjon B i samsvar med visse aspekter av oppfinnelsen, nemlig innløp og utløp i samme høyde, nærvær av en platedyse og en vannlåsskilleplate, kort rotasjonsaksling og platekors anbrakt på bunnen av beholderen; man iakttar at de maksimale og midlere verdier for områdene av hastighet og turbulensgradient er høyere og mer homogene med den nye konfigurasjon B.

Av betydning ved den nye konfigurasjon er:

- økning av effektiviteten av blandingen ved det samme energiforbruk;
- maksimal utnyttelse av volumet i beholderen;
- reduksjon av "by-pass";
- lettere arrangering i serie;
- eliminasjon av vibrasjonsproblemer i rotasjonsakslingen ved reduksjon av dens lengde;
- reduksjon av oppholdstiden;
- eliminasjon av faren for preferert kanalisering i beholderen ved å skape en sone for spredning av den kinetiske energi ved utløpet;

2-Påvisning av fordelene ved koplingen av platekorset, strømningslederøret og ledeplatene

Tabell 2 viser fordelene oppnådd ved kontinuerlig gjennomføring i en klassisk konfigurasjon C med et enkelt røreverk og en konfigurasjon D med en beholder utstyrt med en drivanordning (mobiler), et platekors, et strømningslederør over platekorset og to ledeplater som støtter strømningslederøret.

Analysen av områdene for hastighet og turbulensgradient ved hjelp av data-simulasjon av dynamikken i flytende fluider viser at for de samme operasjonsbetingelser at:

- De maksimale og midlere verdier for områdene av hastighet og turbulensgradient er større og mer homogene med den nye konfigurasjon D.

- Det skapes to meget distinkte soner: en kraftig omrørt sone med hastighetsnivå og hastighetsgradient som er meget høye i det indre av strømningslederøret og i høyde med platekorset, samt en mer svakt omrørt sone ved siden av strømningslederøret.

Av betydning for den nye konfigurasjon er:

- økning av effektiviteten av blandingen med det samme energiforbruk;
- etablering av to distinkte blandingssoner avhengig av blandingsintensiteten.

Dette tillater å sikre en hurtig og effektiv blanding av en reaktiv komponent og fluidet i den intenst omrørte sone, og en optimal sirkulasjonstid i sonen med mindre intens omrøring for innvirkning av reaksjonskomponenten.

- etablering av en kraftig omrørt sone i forbindelse med platekorset. Dette tillater å bringe faste partikler som er blitt avsatt tilbake i suspensjon, eller å øke luftgrenseflaten i tilfellet av en gass-væskestrømning.

- reduksjon av "by-pass".

- reduksjon av oppholdstiden.

3-Påvisning av fordelene ved tilsetning av den reaktive komponent ved toroidal injeksjon omkring strømningslederøret (henvisningstallet 14 i figur 3)

En enkel grafisk simulasjon av fordelingen av en reaktiv komponent viser at dispergeringen er bedre og hurtigere med en toroidal injeksjonsanordning enn med en punktvis injeksjon.

Tabell 1

Parametere	Forhold A/B	Gevinst for B
Oppholdstid/midlere oppholdstid	0,9	+9%
Blandingstid/midlere oppholdstid	0,79	+20%
Blandingsgrad etter 1 minutt	0,62	+40%
Midlere hastighet (m/s)	0,42	+60%
Midlere turbulensgradient (s^{-1})	0,21	+80%

Tabell 2

Parametere	Forhold C/D	Gevinst for D
Oppholdstid/midlere oppholdstid	0,956	+4%
Blandingstid/midlere oppholdstid	0,861	+14%
Blandingsgrad etter 15 minutter	1	0%
Midlere hastighet (m/s)	0,17	+83%
Midlere turbulensgradient (s^{-1})	0,044	+96%

P a t e n t k r a v (PCT)

1. Fremgangsmåte for flokkulerings- og separasjonsbehandling av et råfluid som skal behandles og som inneholder forurensninger i suspensjons, kolloidal eller oppløst form, hvori:

- råfluidet som skal behandles sirkuleres med et reaktivt flokkuleringsmiddel i en flokkuleringsbeholder slik at det oppnås en flokkulert blanding hvori forurensningene danner flokkene,

- den flokkulerte blanding sirkuleres i en separasjonssone hvor den flokkulerte blanding separeres i en klaret effluent og slam inneholdende de nevnte flokker,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t:

- i flokkuleringsbeholderen avgrenses ved hjelp av et fullstendig neddykket strømningslederør en sentral sone hvori det ved hjelp av omrøring (8) frembringes en aksial turbulent strømning av blandingen av råfluid som skal behandles og flokkuleringsmidlet i en aksial retning av strømningslederøret,

- denne strømning fordeles (5) vinkelmessig ved hjelp av en statisk anordning som motvirker rotasjon av denne strømning og som er anbrakt ved utløpet av strømningslederøret,

- blandingen tillates å sirkulere i en perifer sone (3) som omgir den nevnte sentrale sone i en motsatt strømningsretning til innløpet til den sentrale sone, og

- en fraksjon av denne blandingen bringes til å passere til separasjonssonen.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, **k a r a k t e r i s e r t v e d a t** strømningen i den sentrale sone opprettholdes med en strømningsmengde som utgjør mellom 1 og 20 ganger strømningsmengden av det tilførte råfluid som skal behandles.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, **k a r a k t e r i s e r t v e d a t** den perifere sone i minst én oppstrøms perifer sone som kommuniserer med innløpet for råfluid som skal behandles i flokkuleringsbeholderen, og en nedstrøms perifer sone som kommuniserer med utløpet for den flokkulerte blanding, slik at råfluidet som skal behandles og som går inn i flokkuleringsbeholderen tvinges til å passere minst én gang gjennom den sentrale sone før den passerer til separasjonssonen.

4. Fremgangsmåte ifølge krav hvilket som helst av kravene 1 til 3, karakterisert ved at den aksiale turbulente strømning av blandingen bringes til å foregå i en vertikal retning.

5

5. Fremgangsmåte ifølge krav 4, karakterisert ved at den aksiale turbulente vertikale strømning frembringes ved omrøring (8) halvveis oppe i den sentrale sone.

10

6. Fremgangsmåte ifølge krav 5, karakterisert ved at den aksiale turbulente strømning av blandingen frembringes i en nedover rettet bevegelse og blandingen fordeles vinkelmessig hovedsakelig i en høyde av minst to tredjedeler av høyden mellom nivået for utløpet fra den sentrale sone og nivået for bunnen i flokkuleringsbeholderen.

15

7. Fremgangsmåte ifølge krav 6, karakterisert ved at den vinkelmessige fordeling av blandingen foretas hovedsakelig i hele høyden mellom nivået for den sentrale sone og nivået for bunnen av flokkuleringsbeholderen.

20

8. Fremgangsmåte ifølge krav 6 eller 7, karakterisert ved at strømningslederøret som avgrenser den sentrale sone plasseres slik at dets nedre ende som danner utløpet er plassert vis-à-vis bunnen av flokkuleringsbeholderen i en avstand på mellom $1/3$ og $2/3$ av den midlere diameter av røret.

25

9. Fremgangsmåte ifølge krav 8, karakterisert ved at strømningslederøret som avgrenser den sentrale sone anbringes slik at dets øvre ende som danner innløpet er plassert vis-à-vis nivået for den fri overflate av innholdet i flokkuleringsbeholderen i en avstand på mellom $1/3$ og $2/3$ av den midlere diameter av røret.

30

10. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 6 til 9, karakterisert ved at den perifere sone oppdeles i en øvre del av sin høyde og minst én oppstrøms perifer sone som kommuniserer med innløpet for råfluid som skal behandles i flokkuleringsbeholderen, og en nedstrøms perifer

sone som kommuniserer med utløpet for den flokkulerte blanding, slik at råfluidet som skal behandles og som går inn i flokkuleringsbeholderen tvinges til å passere minst én gang gjennom den sentrale sone før den går videre til separasjonssonen.

5 11. Fremgangsmåte ifølge krav 10, karakterisert ved at denne deling realiseres over hovedsakelig den øvre halvdel av den nevnte høyde.

12. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 4 til 11, karakterisert ved at råfluidet som skal behandles innføres og den
10 flokkulerte blanding utføres hovedsakelig i nivået for innløpssonen til strømningslederøret.

13. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 1 til 12, karakterisert ved at flokkuleringsmidlet er en naturlig, uorganisk eller
15 syntetisk polymer.

14. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 1 til 13, karakterisert ved at det reaktive flokkuleringsmiddel hvormed man blander råfluidet som skal behandles i flokkuleringsbeholderen innføres i fluidet
20 som skal behandles oppstrøms i denne beholder.

15. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 1 til 13, karakterisert ved at det reaktive flokkuleringsmiddel hvormed man blander råfluidet som skal behandles, innføres i flokkuleringsbeholderen.

25

16. Fremgangsmåte ifølge krav 15, karakterisert ved at det reaktive flokkuleringsmiddel innføres mellom innløpet til flokkuleringsbeholderen og innløpet til strømningslederøret.

30 17. Fremgangsmåte ifølge krav 15, karakterisert ved at det reaktive flokkuleringsmiddel innføres i den sentrale sone.

18. Fremgangsmåte ifølge krav 15, karakterisert ved at det reaktive flokkuleringsmiddel innføres ved grensen for den sentrale sone.

19. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved at minst én fraksjon av det reaktive flokkuleringsmiddel injiseres på annulær måte ved periferien av innløpet til den sentrale sone, koaksialt til strømningslederøret.

5

20. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 1 til 19, karakterisert ved at man i tillegg til råfluidet som skal behandles innfører et pulverformet materiale i flokkuleringsbeholderen.

10 21. Fremgangsmåte ifølge krav 20, karakterisert ved at det pulverformede materiale er et ballastmateriale som utgjøres av et uoppløselig kornformet materiale som er tyngre enn råfluidet som skal behandles.

15 22. Fremgangsmåte ifølge krav 21, karakterisert ved at ballastmaterialet utgjøres av en fin sand med kornstørrelse mellom 20 og 300 mikrometer.

20 23. Fremgangsmåte ifølge krav 21 eller 22, karakterisert ved at slammet oppnådd ved utløpet av separasjonssonen behandles for gjenvinning av ballastmaterialet som resirkuleres i flokkuleringsbeholderen.

24. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 1 til 23, karakterisert ved at råfluidet som skal behandles før dets innføring i flokkuleringsbeholderen blandes med et koaguleringsmiddel.

25

25. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 1 til 24, karakterisert ved at hovedfluidet er vann som skal behandles.

30 26. Fremgangsmåte ifølge krav 25, karakterisert ved at vannet som skal behandles før dets innføring i flokkuleringsbeholderen tilblandes et koaguleringsmiddel omfattende et uorganisk salt, som for eksempel et salt av jern eller aluminium.

27. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 1 til 26,

karakterisert ved at separasjonen gjennomføres ved hjelp av avsetning.

28. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 1 til 26,

5 karakterisert ved at separasjonen gjennomføres ved flotasjon.

29. Fremgangsmåte ifølge krav 27 eller 28, karakterisert ved at separasjonen gjennomføres ved hjelp av hjelpeanordninger for separasjonen som plater, lameller eller skrå eller vertikale rør.

10

30. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av kravene 27 til 29, karakterisert ved at den flokkulerte blanding innføres tangentielt i separasjonssonen slik at det tilføyes en "vortex" effekt i tillegg til avsetnings-effekten.

15

31. Reaktor for flokkuleringsbehandling av et råfluid som skal behandles og som inneholder forurensninger i suspensjons, kolloidal eller oppløst form, omfattende en beholder (10, 10', 10'') utstyrt med minst ett innløp for fluid og minst ett utløp for fluid og minst én flokkuleringssone i fluidbadet hvor fluidet som skal

20 behandles blandes med et flokkuleringsmiddel, omfattende:

- et strømningslederør (2A), åpent ved sine to ender og anbrakt vertikalt slik at det er fullstendig neddykket i fluidbadet i beholderen mens det er tilbake en avstand til bunnen av beholderen, under avgrensning av en sentral sone (2) vis-à-vis en perifer sone (3), idet den sentrale og den perifere sone kommuniserer med

25 hverandre ved de to ender av røret, idet den perifere sone kommuniserer med innløpet og utløpet for fluid,

- et rørverk (8) med vertikal aksling anbrakt i det nevnte rør og slik at det genererer en aksial turbulent bevegelse i en vertikal retning,

- et platekors (5) tildannet av flere vertikale vegger som strekker seg

30 horisontalt fra en felles skjæringslinje (7) hovedsakelig beliggende i forlengelsen av røreverkaksen, nedstrøms fra denne, slik at utstrømningen som kommer ut av røret fordeles vinkelmessig mot den perifere sone.

32. Reaktor ifølge krav 31, karakterisert ved at strømningslederøret har et konstant tverrsnitt.

5 33. Reaktor ifølge krav 32, karakterisert ved at strømningslederøret har en sylindrisk form.

34. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 31 til 33, karakterisert ved at røreverket er anbrakt i røret hovedsakelig midt i dennes høyde.

10 35. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 31 til 34, karakterisert ved at strømningslederøret har en diameter omfattende mellom 102% og 120% av diameteren av røreverket.

15 36. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 31 til 35, karakterisert ved at den hydrauliske diameter av den sentrale sone utgjør mellom 40% og 60% av den midlere størrelse av flokkuleringssonen dannet av den sentrale sone og den perifere sone.

20 37. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 31 til 36, karakterisert ved at røreverket er anordnet og styrer en bevegelse slik at det genererer en vertikal nedgående bevegelse i røret, idet platekorset er anbrakt mellom den nedre ende av strømningslederøret og bunnen av beholderen.

25 38. Reaktor ifølge krav 37, karakterisert ved at røret har en nedre ende plassert vis-à-vis bunnen av beholderen i en avstand på mellom $1/3$ og $2/3$ av sin diameter.

30 39. Reaktor ifølge krav 38, karakterisert ved at røret har en øvre ende plassert vis-à-vis overflatenivået av fluidbadet inneholdt i beholderen i en avstand på mellom $1/3$ og $2/3$ av sin diameter.

40. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 37 til 39, karakterisert ved at avstanden mellom den nedre ende av røret og bunnen av beholderen, og

avstanden mellom den øvre ende av røret og nivået av fluidbadet utgjør minst omtrent 50% av diameteren av røret.

41. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 37 til 40, karakterisert ved at platekorset har en høyde omtrentlig lik eller minst $2/3$ av avstanden mellom den nedre ende av røret og bunnen av beholderen.

42. Reaktor ifølge krav 41, karakterisert ved at platekorset har en høyde omtrentlig lik avstanden mellom den nedre ende av røret og bunnen av beholderen.

43. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 37 til 42, karakterisert ved at de vertikale vegger av platekorset strekker seg horisontalt i en avstand hovedsakelig på mellom $3/4$ og $5/4$ av rørradien.

44. Reaktor ifølge krav 43, karakterisert ved at de vertikale vegger av platekorset strekker seg horisontalt over en avstand hovedsakelig lik radien av strømningslederøret.

45. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 37 til 44, karakterisert ved at platekorset omfatter fire vegger forskjøvet 90° i forhold til hverandre omkring aksen av strømningslederøret.

46. Reaktor ifølge krav 45, karakterisert ved at to vegger er anbrakt på tvers av den retning ifølge hvilken råfluidet som skal behandles ankommer i flokkuleringsbeholderen.

47. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 37 til 46, karakterisert ved at de vertikale vegger oppdeler den perifere sone mellom innløpssonen og utløpssonen, i minst en del av den totale høyde som skiller bunnen av beholderen og fluidbadoverflaten.

48. Reaktor ifølge krav 47, karakterisert ved at de vertikale vegger strekker seg over en vertikal avstand som utgjør mellom 40% og 60% av den totale høyde.

5 49. Reaktor ifølge krav 47 eller 48, karakterisert ved at reaktoren inneholder minst to vertikale skillevegger som strekker seg hovedsakelig over den øvre halvdel av beholderen, mellom strømningslederøret og innløpet henholdsvis utløpet for fluid, slik at fluidet som skal behandles tvinges til å passere minst én gang gjennom den sentrale sone mellom fluidinnløpet og fluidutløpet.

10

50. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 47 til 49, karakterisert ved at de vertikale vegger strekker seg over en høyde mellom innløpsnivået for fluidet som skal behandles og røreverknivået.

15 51. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 47 til 50, karakterisert ved at de vertikale vegger strekker seg fra periferien av den perifere sone til strømningslederøret.

20 52. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 37 til 51, karakterisert ved at innløpssonen og utløpssonen er anordnet i nærheten av nivået for fluid-overflaten og er hver utstyrt med en plate anbrakt på tvers i forhold til henholdsvis innløpet og utløpet slik at det dannes et overløp.

25 53. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 31 til 52, karakterisert ved at den ytterligere omfatter et injeksjonsrør for reaktivt flokkuleringsmiddel, forbundet til en kilde for reaktivt flokkuleringsmiddel.

30 54. Reaktor ifølge krav 53, karakterisert ved at dette injeksjonsrør for reaktivt flokkuleringsmiddel er anbrakt mellom innløpet for råfluid som skal behandles og innløpet for strømningslederøret.

55. Reaktor ifølge krav 53, karakterisert ved at den omfatter et annulært injeksjonsrør for reaktivt flokkuleringsmiddel anbrakt koaksialt ved innløpet til strømningslederøret.

56. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 31 til 55, k a r a k t e r i s e r t v e d at den ytterligere omfatter et injeksjonsrør for pulverformet materiale forbundet til en kilde for pulverformet materiale.

5

57. Reaktor ifølge krav 56, k a r a k t e r i s e r t v e d at kilden for pulverformet materiale er en kilde for finkornet sand.

10

58. Reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 31 til 57, k a r a k t e r i s e r t v e d at beholderen omfatter en eneste flokkuleringssone inneholdende et strømningslederør.

15

59. Anlegg for fluidbehandling, omfattende en reaktor ifølge hvilket som helst av kravene 31 til 57 og en separasjonssone forbundet til utløpet fra reaktorbeholderen.

20

60. Anlegg ifølge krav 59, k a r a k t e r i s e r t v e d at reaktoren omfatter et injeksjonsrør for pulverformet materiale, forbundet til en kilde for pulverformet materiale, idet separasjonssonen omfatter et utløp innrettet til å motta slam omfattende flokker og forbundet til et apparat for gjenvinning av pulverformet materiale, idet den nevnte kilde for pulverformet materiale er forbundet til dette gjenvinningsapparat.

25

61. Anlegg ifølge krav 59 eller 60, k a r a k t e r i s e r t v e d at separasjonssonen er en avsetningssone anbrakt nedstrøm fra reaktorbeholderen.

62. Anlegg ifølge hvilket som helst av kravene 59 til 61, k a r a k t e r i s e r t v e d at separasjonssonen er en avsetningssone anbrakt omkring reaktorbeholderen.

