



NORGE

(19) [NO]

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) **NR. 155995**

(51) Int. Cl.⁴ B 01 D 39/20, C 02 F 11/12

(83)

(21) Patentsøknad nr. **822886**

(22) Inngivelsesdag 26.08.82

(24) Løpedag 26.08.82

(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(86) Internasjonal søknad nr. -

(86) Internasjonal inngivelsesdag -

(85) Videreføringsdag -

(41) Alment tilgjengelig fra 28.02.83

(44) Utlegningsdag 30.03.87

(71)/(73) Søker/Patenthaver **EUROPEAN ENVIRONMENTAL PRODUCTS LTD**, (72) Oppfinner **ROBERT LLOYD ROBERTS**,
10 Rodway Road, Bromley,
Kent BR1 3KL,
England.

St. Charles, IL,
FELIX GERARD JANSSEN,
Fort Lauderdale, FL,
USA.

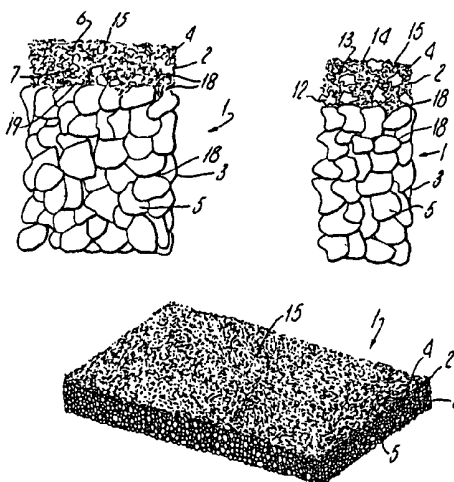
(74) Fullmektig Siv.ing. Pål Gulbrandsen,
Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(30) Prioritet begjært 27.08.81, USA, nr. 296956.

(54) Oppfinnelsens benevnelse **STIV FILTERPLATE FOR AVVANNING AV SLAM.**

(57) Sammendrag

Stiv slamavvannings-filterplate (1) omfattende minst et første lag (2) og et annet lag (3), hvorav det første lag (2) utgjør et flatt filtreringselement som hovedsakelig består av taggete, uregelmessige partikler (4) og det annet lag (3) består av en av partikler sammensatt bærer for det første lag (2). Det karakteristiske ved filterplaten er at partiklene (4) i det første lag er av et materiale eller materialer hvis hardhet på Moh-skalaen er minst 7 og som er fast sammenbundet ved hjelp av et klebende bindemiddel (18), at i det minste størstedelen av partiklene (4) er av minst to størrelser hvis gjennomsnittsdiameter i det vesentlige ligger i området 0,1 mm til 2,3 mm og slik anordnet at partiklenes (4) gjennomsnittlige partikkelstørrelse øker fra en frilagt, tett overside (15) på det første lag (2) til dets underside (19), at det andre lag (3) har partikler (5) som er større enn de største partikler i det første lag (2), og at partiklene (5) i det annet lag (3) er bundet til hverandre og til det første lags (2) underside (19) ved hjelp av et klebende bindemiddel (18).



(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Foreliggende oppfinnelse angår en stiv filterplate for avvanning av slam samt en forbedret fremgangsmåte for fremstilling av en slik stiv filterplate.

Slambehandlingsprosesser gjør det mulig å minske volumet og fuktighetsinnholdet i slam fra avløpsvann, slik at man får en lett håndterbar, forholdsvis tørr slamkake. Anstrengelser med sikte på å forbedre eksisterende slamavvanningsteknologi har ikke helt lyktes i å overvinne ulempene som er knyttet til de filtreringsmidler som benyttes idag. Mange av dagens filtreringssystemer anvender løs sand eller ubundet partikkelmateriale som filtreringsselement. Filtreringslaget av løs sand har ikke den samme styrke eller bestandighet som et med bindemiddel sammenholdt filtreringsselement. Heller ikke filterplater med stive overflater er vanligvis istand til å tåle mekanisk fjerning av slamkake ved hjelp av tungt utstyr som føres gjennom filterelementet, uten at disse filterplater flakes eller flises opp eller brekker. Filterplater som kan anvendes i forbindelse med vakuumfiltrering krever dessuten ofte filtervasking for å virke tilfredsstillende.

Nytteeffekten av en slambehandlingsprosess avhenger i stor grad på filtreringsmediets effektivitet. Denne er igjen avhengig av to særskilte, men beslektede funksjoner ved filtreringsmediet. For det første skal filtermediet tillate maksimal hastighet under avvanningsprosessen, dvs. tillate hurtig minskning av slammets volum og fuktighetsinnhold for frembringelse av en håndterbar, forholdsvis tørr slamkake. For det annet skal filtreringsmediet under den hurtige avvanningsprosess kunne avgi et klart og rent filtrat som er forholdsvis fritt for faste stoffer.

Selvsagt vil filtermediets karakteristika og egenskaper i høy grad innvirke på behandlingsanleggets totalomkostninger og effektivitet. Der er et behov i slambehandlingsindustrien for et permanent filtreringsmedium som gir hurtig, effektiv avvanning og likevel beholder sin konstruksjonsmessige integritet under gjentatt mekanisk fjerning av slamkaken. Mange kjente filtermedia har i større eller mindre grad den mangel at de tilfredsstiller ett av disse krav men ikke alle, eller de er effektive med enkelte slamtyper, men ikke med et stort antall andre slamtyper.

Av kjent teknikk på området kan nevnes US patent nr. 4 190 534 som viser bruk av et flerlagsfilter for filtrering og fjerning av slammaterialer suspendert i avløpsvannet som biprodukt ved stålbeiseoperasjoner. Patentskriftet omtaler bruk av spisse partikler som danner filterets frilagte overflate. Disse spisse partikler gjennomborer de større slammasser under filtrering. Imidlertid er hverken partikkelmaterialet som danner hvert lag i dette filter eller selve lagene sammenholdt ved hjelp av et klebemiddel. Et slikt filter har derfor ikke tilstrekkelig stivhet, styrke eller bestandighet til å tillate mekanisert fjerning av slamkaker med grovt utstyr som f.eks. front-hjullastere. Videre innebærer rensning av et slikt filtreringselement fjerning av dets frilagte overflate. Patentskriftet nevner ikke hvorvidt filtreringsmediet er egnet for bruk i hurtigavvanningssystemer hvor vakuumfiltreringsorganer anvendes.

US patent nr. 3 011 643 omhandler et sandfilterapparat for svømmebasseng, hvor der anvendes en sammenbundet nedre bærekonstruksjon for det ene lag med filtreringssand. Dette filter brukes ikke for slam-avvanning. Der anvendes et enkelt lag filtreringsmedium bestående av løs sand. Patentskriftet angir intet om at angjeldende filter kan benyttes i forbindelse med vakuumfiltrering. Det av et enkelt lag bestående filtreringsmedium sammenholdes ikke ved hjelp av et bindemiddel, heller ikke har det en frilagt overflate med spisse partikler. US patenter nr. 3 847 808, 3 771 655 og 3 615 019 er av samme omfang og er hentet fra liknende anvendelsesområder men er mindre relevante.

US patent nr. 3 166 615 omhandler en fremgangsmåte for fremstilling av en av flere lag fast sammenbundet, porøs konstruksjon som kan brukes som en form for vakuumforming av fiber-masseprodukter. Denne fremgangsmåte angår imidlertid ikke slam-avvanning. Patentskriftet viser ikke bruk av spisse partikler på filtreringsmediets frilagte overflate eller en underliggende bærekonstruksjon omfattende partikkelmateriale som sammenholdes ved hjelp av et bindemiddel. US patenter nr. 3 056 704, 2 293 099, 2 155 016 og 1 844 528 angår prosesser for sammenbinding av meget finkornet partikkelmateriale, men er enda mindre relevante.

Hittil har intet monolittisk flerlags slambehandling-filtreringsmedium som kan motstå påkjenningene og skrapevirkningene ved gjentatt mekanisk fjerning av det tørkede slam vist seg istand til å frembringe håndterbare, forholdsvis tørre slamkaker på grunnlag av et bredt spektrum av slamtyper under samtidig bibehold av en filtreringsvirkning som resulterer i et klart, rent (forholdsvis fritt for faste stoffer) filtrat. Med betegnelsen "monolittisk" menes en stiv og fast, ensartet konstruksjon.

Ifølge foreliggende oppfinnelse tilveiebringes en stiv slamavvannings-filterplate omfattende minst et første lag og et annet lag, hvorav det første lag utgjør et flatt filtrerings-element som hovedsakelig består av taggete, uregelmessige partikler og det annet lag består av en av partikler sammensatt bærer for det første lag, karakterisert ved at partiklene i det første lag er av et materiale eller materialer hvis hardhet på Moh-skalaen er minst 7 og som er fast sammenbundet ved hjelp av et klebende bindemiddel, at i det minste størstedelen av partiklene er av minst to størrelser hvis gjennomsnittsdiameter i det vesentlige ligger i området 0,1 mm til 2,3 mm og slik anordnet at partiklenes gjennomsnittlige partikkelstørrelse øker fra en frilagt, tett overside på det første lag til dettes underside, at det andre lag har partikler som er større enn de største partikler i det første lag, og at partiklene i det annet lag er bundet til hverandre og til det første lags underside ved hjelp av et klebende bindemiddel.

Filterplaten ifølge foreliggende oppfinnelse er istand til å tåle så godt som permanent installering i et hurtigvirkende slamavvanningssystem der mekaniske midler anvendes for slamkakefjerning.

De taggete, uregelmessige partikler i det første lag kan utgjøres av ett eller flere av følgende materialer: aluminiumoksyd, korund, smergel, granat, silisiumkarbid, borkarbid og ferdig fremstilte, krystallinske aluminaprodukter.

De taggete, uregelmessige partikler omfatter fortrinnsvis minst tre forskjellige partikkelstørrelser.

Tykkelsen av det første lag kan være i området 3,2 mm til 50,8 mm og tykkelsen av det annet lag kan være i området 6,4 mm til 95,3 mm.

Diametrene til partiklene i det annet lag kan være i området 3,2 mm til 38,1 mm.

Det annet lag kan være forsterket med armeringsmidler.

Bindemidlet er fortrinnsvis en blanding av lavviskøs epoksyharpiks og en herdner.

Vektforhold mellom bindemidlet og partiklene i det første lag er fortrinnsvis i det vesentlige mellom 1:8 og 1:20 og vektforholdet mellom bindemidlet og partiklene i det annet lag vesentlig mellom 1:6 og 1:15.

Oppfinnelsen angår også en fremgangsmåte for fremstilling av en slik stiv slamavvannings-filterplate, hvilken fremgangsmåte omfatter (a) blanding av et klebende bindemiddel med inerte partikler med diameter større enn 2,3 mm for å danne en bæreelementblanding, (b) innføring av bæreelementblandingen i en filterplateform til en forutbestemt dybde, (c) ifylling av bæreelementblandingen i formen, (d) blanding av et klebende bindemiddel med taggete, uregelmessige partikler av minst to størrelser innenfor et område på hovedsakelig 0,1 mm til 2,3 mm, der partiklene omfatter ett eller flere materialer hvis hardhet på Moh-skalaen er minst 7, for derved å danne en filtrerings-elementblanding, (e) innføring av filtreringselementblandingen i filterplateformen over den ifylte bæreelementblanding, idet den gjennomsnittlige partikkelstørrelse for de taggete, uregelmessige partikler øker fra en overside på filtreringselementblandingen til en underside på denne, (f) utglatting av filtreringselementblandingsens overside ved hjelp av utglattingsorganer, (g) ifylling av filtreringselementblandingen i formen, og (h) herding av den resulterende filterplate.

Den stive filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse er tilstrekkelig sterk og bestandig at den tåler gjentatt fjerning av slamkaker med bruk av tungt mekanisk utstyr og andre fysiske slipemidler som føres over filterplatens overflate. Man unngår således avvanning av filteroverflatens strukturelle helhet under slamkakefjerning.

Den stive filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse muliggjør hurtig og effektiv slamavvanning samtidig som den krever vesentlig mindre mengder av det polymermiddel som anvendes for koagulering og flokkulering av slammet som skal filtreres.

Den stive filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse kan dessuten anvendes under vakuumfiltrering, der problemet med slammasser som innsuges i store tomrom, og derved gjentetter filteret, er løst.

Den stive filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse kan benytte et filtreringsselement som tillater hurtig filtrering av avløpsvann med et slaminnhold i området 0,1 % til 10 % faste stoffer.

Den stive filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse kan innrettes til å frembringe et rent, klart filtrat med faste stoffer i suspensjon i området fra 2 til 175 ppm, fortrinnsvis 2 til 10 ppm (en oppfangningsrate på 99,99 %), fra et bredt slamspektrum.

I den stive slamplate ifølge foreliggende oppfinnelse vil de blottlagte, taggete, uregelmessige, harde partikler spjære de større slammasser under fallfiltrering, hvorved der dannes et kjemisk sekundærfilter samtidig som der dannes en overflate som lettere kan monteres og fullstendig renses under fjerning av slammet.

Et eksempel på oppfinnelsen er vist i de medfølgende tegninger, hvor:

Figur 1 er et perspektivriiss av en stiv filterplate fremstilt i henhold til foreliggende oppfinnelse,

Figur 2a, b og c er vertikal-utsnitt av filtreringsselementet og bæreelementet i den stive filterplate på figur 1,

Figur 3 er et horisontalsnitt gjennom bæreelementet armert med stenger,

Figur 4 er et vertikalsnitt gjennom samme bæreelement armert med stenger, og

Figur 5 er et horisontalsnitt gjennom bæreelementet i en filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse armert med trådduk.

Betegnelser som "topp", "bunn", "over", "under", slik de er anvendt i beskrivelsen, er knyttet til retninger slik de fremgår av tegningene.

I figur 1 og 2 er vist en stiv filterplate 1 for slamavvanning ifølge foreliggende oppfinnelse. Filterplaten 1 er en monolittisk konstruksjon omfattende minst to lag, idet filterplatens topplag er et forholdsvis tynt filterelement 2, mens bunnlaget er et forholdsvis tykt, av partikler sammensatt

bæreelement 3. Selv om ytterligere lag om ønskelig kan tilføyes platen for avstiving, utjevning eller av andre grunner, er dette ikke nødvendig.

Filtreringselementet 2 er et flatt, forholdsvis tynt lag bestående av minst to størrelser av taggete, uregelmessige, harde, inerte partikler 4 som er fast sammenbundet ved hjelp av et klebende bindemiddel 18, en gradvis økende, gjennomsnittlig partikkelstørrelse fra en frilagt, tett overside 15 på filtreringselementet 2 til en underside 19 av filtreringselementet 2. Partiklene 4 er av et materiale eller materialer hvis hardhet på Moh-skalaen er minst 7. Bæreelementet 3 har partikler 5 som hensiktsmessig er av stort sett ensartet størrelse som er større enn de største partikler i filtreringselementet 2 og som er bundet til hverandre og til filtreringselementets 2 underside 19 ved hjelp av et klebende bindemiddel 18.

Filtreringselementet 2 kan ha en tykkelse i området fra ca. 3,2 mm til ca. 50,8 mm og har fortrinnsvis en tykkelse på 6,4 mm. De taggete, uregelmessige, harde partikler 4 i filtreringselementet 2 er av minst to størrelser hvis gjennomsnittlige diameter er stort sett innenfor området 0,1 mm til 2,21 mm (dvs. fra ca. 8 til ca. 100 "grid" som nedefor definert). Selv om små mengder partikler utenfor dette størrelsesområde kan innbefattes uten skadelig effekt, er dette ikke spesielt fordelaktig.

Under henvisning til figur 2a kan filtreringselementet inneholde så få som to forskjellige partikkelstørrelser 6, 7, og, under henvisning til figur 2c, så mange som fire 8, 9, 10, 11 eller flere forskjellige størrelser. Tre av størrelsene 12, 13, 14 foretrekkes, se figur 2b, ettersom dette samtidig gir filterelementet god integritet og tilfredsstillende slamavvanningshastighet. Fire partikkelstørrelser er bare nødvendig for avvanning av meget finkornet slam. Bruk av for store mengder små partikler i filtreringselementet begrenser filtratstrømmen og forlenger avvanningstiden. Representative partikkelstørrelser som hensiktsmessig kan anvendes i varierende mengder i filtreringselementene beregnet for bruk med forskjellige slam innbefatter 8, 10, 12, 16, 54 og 100 grid. Ordet "grid" som anvendt i denne beskrivelse er den betegnelse for partikkel-

størrelse som benyttes av American National Standard Institute (ANSI), hvor f.eks. 8 grid betegner en gjennomsnittlig partikeldiameter på 2,21 mm, 10 grid = 1,854 mm, 12 grid = 1,6 mm, 16 grid = 1,1 mm, 54 grid = 0,3 mm, 100 grid = 0,1 mm etc.

Med partikler av to eller flere, og fortrinnsvis tre størrelser i filtreringselementet, kan et bredere slamområde avvannes ved bruk av den stive filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse, sammenliknet med filtermedia som har partikkelmateriale av ensartet størrelse på filtreringsoverflaten. Slamtyper som kan avvannes med filterplatene ifølge foreliggende oppfinnelse innbefatter slam fra kommunale anlegg og mange industrislam i området med fra 0,1 vektprosent opptil 10 vektprosent eller mer av faste stoffer.

I figur 2b er vist en del av et vertikalsnitt av en utføringsform av den forbedrede stive filterplate 1 for slamavvanning. Som vist i figur 2b anvendes 3 forskjellige størrelser av partikler 12, 13, 14 med gradvis avtagende størrelse i filtreringselementet 2, og en større prosentvis andel av de mindre, taggete, uregelmessige, harde partikler 14 finnes nær elementets frilagte overside (filtreringsside eller -overflate). Ned gjennom filtreringselementet mot bæreelementet påtreffes et større antall av de grovere størrelser 12, 13 av taggete, uregelmessige, harde partikler. Sagt på en annen måte øker den gjennomsnittlige partikkelstørrelse fra oversiden 15 mot undersiden 19 på filtreringselementet 2. Noen tydelig lagdeling forekommer imidlertid ikke, og noen partikler av hver størrelse foreligger i hvert nivå. Figur 2a og 2c viser dette samme punkt for filtreringselementer med henholdsvis to størrelser 6, 7 og fire størrelser 8, 9, 10, 11.

Filterplaten 1 har en uvanlig tett overside 15 som har få, om i det hele tatt noen, store daler eller sprekker i hvilke større slammasser kunne bli fastholdt. Denne jevnere overside 15 ødelegger ikke filtreringselementets 2 sekundære filtreringsevne. Dvs. filtreringselementet 2 er fremdeles i stand til å fange store slammasser tidlig i slamavvanningsprosessen, som så selv virker som et ytterligere filternivå, selv om de skarpe oppadvendte spisser på oversiden 15 da blir mindre prominente.

Videre er overflaten 15 bestandig og utsettes ikke for oppflaking og oppflising. Selv om det ikke ansees nødvendig med noen forklaring på dette fenomen, antas det å skyldes det økede antall kontaktpunkter mellom partikler av forskjellig størrelse, idet dette medfører et større antall forbindelsespunkter. Selv om filtreringselementet 2 således kan være bare ca. 6,4 mm tykt, er det istand til å tåle gjentatte avskrapninger under slamfjerning.

Den tettere, mer innfylte overside 15 av filtreringselementet 2 muliggjør lettere og mer fullstendig fjerning av det tørre slam fra filteroverflaten fordi der er færre fordypninger, der slam fortsatt kan sitte fast under fjerneoperasjoner.

I tillegg til at partiklene i filterelementet 2 har en tagget, uregelmessig ytre form, må de være meget harde for å kunne tåle gjentatt slamfjerning og rensing av filteroversiden. Partiklene velges fortrinnsvis fra gruppen bestående av aluminiumoksyd, korund, smergel, granat, silisiumkarbid, borkarbid og ferdig fremstilte krystallinske aluminaprodukter som selges under forskjellige varebetegnelser som f.eks. Borolon (Abrasive Co.), Aloxite (Carborundum Co.), Lionite (General Abrasive Co.) and Alundum (Norton Co.). Hver av disse materialer har en Moh-hardhet på 7,5 eller større. Angitt Moh-hardhet for korund er 9, for smergel 9, for granat 7,5+, for silisiumkarbid 9,3 til 9,7, for borkarbid 9,5 til 9,8, og for krystallinsk alumina 9. Hver av disse materialer slik de kan skaffes på markedet for slipeanvendelse består av taggete, uregelmessige partikler. Derimot har silikasand stor hardhet, men består av partikler som er for runde, dvs. utilstrekkelig tagget for bruk i foreliggende oppfinnelse.

Bæreelementet 3 er fortrinnsvis 6,4 mm til 95,3 mm tykt. Partiklene 5 som sammenholdes ved hjelp av et bindemiddel for å danne bæreelementet 3 har hensiktsmessig stort sett ensartet størrelse, men kan variere i diameter, og vil fortrinnsvis ligge innenfor et område fra 3,2 mm til 38,1 mm. Bæreelementet 3 kan også innbefatte armeringsmidler, som f.eks. armeringsstenger eller metallduk. Eksempler på armeringsmidler, vist i figur 3 - 5, er stålstenger 16 med minst 9,5 mm diameter med en innbyrdes avstand på 152,4 mm, eller

152,4 mm ganger 152,4 mm stålduk 17.

(I figur 3 - 5 er for klarhetens skyld bare vist en del av partiklene i bæreelementet 3. I virkeligheten er selvsagt partiklene fordelt gjennom hele bæreelementet 3). Armeringsmidlene er fortrinnsvis anordnet omtrent ved midten eller bunnen av bæreelementets 3 vertikale dimensjon (tykkelse). Partikkelmaterialet som anvendes i bæreelementet 3 er fortrinnsvis vasket og ovnstørret ertestein som f.eks. Chattahoochie-grus.

Partiklene i hvert lag og lagene innbyrdes er sammenbundet med et klebende bindemiddel 18. Det klebende bindemiddel 18 er fortrinnsvis et produkt bestående av en epoksyharpiks av lav viskositet samt herdner, som f.eks. det som selges av Dow Chemical Co. under varebetegnelsen Futura Bond. I geografiske områder der filterplatene under bruk vil bli utsatt for høye omgivelsestemperaturer, f.eks. 32°C, som vil føre til plate-temperaturer opp til 60°C bør man bruke en epoksy beregnet på høytemperatur-anvendelser for å unngå bøyning av filterplatene. Der filterplatene skal brukes i anlegg for behandling av drikkevann, bør den anvendte epoksy velges blandt slike som er godkjent som ikke-toksiske.

Generelt innebærer fremgangsmåten for fremstilling av de stive filterplater ifølge foreliggende oppfinnelse plassering av bæreelementpartiklene blandet med et klebende bindemiddel i en filterplateform for å danne bæreelementet først, med påfølgende stamping. Deretter blandes to eller flere størrelser av taggete, uregelmessige, harde partikler med et klebende bindemiddel og innføres i filterplateformen over bæreelementlaget, og hele blandingen gattes og stemples nøye.

Bæreelementblandingen lages ved å blande en lavviskøs epoksy og herdner inntil den passende viskositet er nådd, hvorefter en mengde inerte partikler, fortrinnsvis vasket og ovnstørret grus eller småstein, hensiktsmessig av stort sett ensartet størrelse, innenfor et område på 3,2 mm til 38,1 mm diameter, blandes med det klebende bindemiddel. Det passende vektforhold mellom partikler og bindemiddel ligger i området fra 6:1 til 15:1. Det passende forhold varierer med partiklenes størrelse; for meget bindemiddel fyller mellomrommene mellom partiklene og danner derved en fast masse som hindrer gjennomstrømming av filtrat; for lite gir et svakt

bærelag som følge av svekket forbindelse ved enkelte av kontaktpunktene mellom partiklene. Bæreelementblandingen helles så inn i filterplateformen, f.eks. en tung stålverktøyform som måler 60,95 cm ganger 121,92 cm til en dybde på 6,4 mm til 95,3 mm.

Dersom det er ønskelig med en armert filterplate plasseres armeringsorganer som f.eks. armeringsstenger eller deler av metallduk som er behandlet for fjerning av glødeskall og hindring av rust (f.eks. ved å dyppes i epoksy) i formen, fortrinnsvis etter at ca. halvparten av bæreelementblandingen er ifyllt, og deretter tilsettes resten av bæreelementblandingen. Blandingen blir så stampet.

Filtreringsselementblandingen fremstilles ved å blande epoksy og herdner som ovenfor beskrevet og kombinere den med en mengde taggete eller forrevne, uregelmessige, harde partikler av minst to størrelser som velges fra et område bestående av stort sett 8 grid til 100 grid (gjennomsnittlig diameterstørrelse 0,1 til 2,21 mm). Partikkelsammensetningene er som ovenfor beskrevet. Det passende vektforhold mellom partikler og klebende bindemiddel er i området fra 8:1 til 20:1. Den nøyaktige mengde som skal brukes for en bestemt anvendelse fastlegges under hensyn til de samme betraktninger som angitt for bæreelementet. Den resulterende blanding helles i en filterplateform, til en dybde på 3,2 mm til 50,8 mm, på toppen av bæreelementet. Når blandingen av filtreringsselementpartikler og bindemiddel helles på bæreelementlaget, vil partiklene passe inn i alle spalter mellom de forholdsvis større partikler i bæreelementet, hvilket fører til en viss grad av "sammenlåsing" mellom de to lag og gir en bedre forbindelse. Se figur 2.

De avsluttende trinn i prosessen innbefatter omhyggelig utjevning eller utglatting av filterplatens øvre overflate ved hjelp av utglattingsorganer, f.eks. ved å trekke en metallstang vannrett tvers over overflaten, stampe overflaten nøye for innretting av partiklene, og la platen herdne.

Et antall stive filterplater fremstilt ved den ovenfor beskrevne fremgangsmåte kan anvendes i et avvanningssystem for delvis væskeformig slam. Avvanningssystemet omfatter en væskeugjennomtrengelig beholder med en sideveggkonstruksjon som

danner et oppad åpent bokslignende område. Selv om filterplatene kan plasseres direkte på gulvet i denne beholder uten noe annet underlag, legges typisk en stein av diameter 2,54 til 3,81 cm ned på gulvet i denne beholder og vibreres eller fastlåses i stilling. Over dette plasseres 2,54 cm øvnstørket grus oversprøytet med en fortynnet epoksy (f.eks. Futura Bond fortynnet med xylol) for herding av den øvre overflate og oppnåelse av en hard bunn. Deretter nedlegges ytterligere 2,54 cm utjevnnende grus for å kompensere for eventuell regelmessighet i filterplatenes bunnflater. Filterplatene monteres fortrinnsvis ved å legge dem kant mot kant, og skjøtene mellom platene fylles med et tetningsmiddel (f.eks. epoksy med kiselsand-fyllstoff) og/eller et ekspanderingsmateriale. Monteringen lettes på grunn av filterplatenes omhyggelig utjevnete overside som muliggjør nøyaktig samsvarende platenivå når platene legges kant mot kant. Følgelig får man en ubrutt, glatt og jevn filteroverflate tvers over slambeholderen.

Slamavvanningsprosessen som filterplatene ifølge foreliggende oppfinnelse kan benyttes i vil typisk omfatte: (a) om nødvendig forbehandling av slammet for koagulering og flokkulering for derved å danne bløte slammasser av varierende størrelse, innbefattende større og mindre slammasser; (b) føring av det flokkulerte slam til filterplatens oversider; (c) bunnfelling av de større slammasser ved hjelp av tyngdekraften slik at de spiddes på de taggete, uregelmessige utspring på partiklene på filtreringselementenes overside og danner et lag over toppen av filterplatene; (d) deretter anvendelse av et vakuum, fortrinnsvis på mellom 25,4 og 686 mm kvikksølv og helst på mellom 254 og 381 mm kvikksølv, av tilstrekkelig styrke til å suge filtrat fra slammet gjennom laget av større slammasser på filterplatenes overside og gjennom filterplatene, men ikke så sterkt at de større slammasser nedbrytes, slik at de mindre slammasser fanges av de allerede bunnfelte større slammasser, inntil slammet er avvannet i en slik grad at det kan fjernes ved hjelp av mobile håndteringsorganer; (e) fjerning av slammet fra filterplatenes oversider ved hjelp av mobile håndteringsorganer; og (f) rensing av filterplatenes oversider ved oversprøyting, spyling eller andre

slike midler. Spyling av filtrene i retning motsatt normal strømningsretning under filtrering vil vanligvis ikke være nødvendig.

De her viste, stive filterplater har en rekke klare fordeleler når de brukes med det ovenfor beskrevne slamavvannings-system. Den harde, tette, jevnt pakke de filteroverflate eller -overside 15 gir platen en fasthet og bestandighet som tillater bruk av mekanisk slamfjerning ved hjelp av tungt utstyr som føres over filterplatens overside, uten at denne flises eller flakes opp. Eksempler på utstyr som kan brukes til å fjerne slam er hjullastere, vakuum, skyflere, og mekaniske skrapere. Eksempler på utstyr som kan brukes til å rense platens overside omfatter slanger og mekaniske sprøyteinnretninger.

Den stive filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse gir en hurtig og effektiv avvanning for et bredt spektrum av slam, samtidig som den krever vesentlig mindre mengder polymermiddel for koagulering og flokkulering av slammet som skal filtreres. Filterplaten ifølge foreliggende oppfinnelse tillater også lettere og mer fullstendig fjerning av den tørkede slamkake fra filteroverflaten.

Den ovenfor beskrevne stive filterplate kan anvendes i et bredt spektrum av slamavvanningsoperasjoner. Et bredt anvendelsesområde muliggjøres ved å variere størrelsesfordelingen av de taggete, uregelmessige, harde partikler i filterelementet. Hvert slam som skal avvannes bør analyseres for type og partikkelstørrelse. Generelt gjelder det at jo finere slam (jo mindre slampartikler) dess mindre bør partikkelstørrelsen være for partiklene som skal anvendes i filtreringselementet for å gi et filtrat av en bestemt renhet. Dette er vanligvis tilfelle også for mindre konsentrerte slam. Valget av filterplatesammensetninger for forskjellige slamavvanningsanvendelser anskueliggjøres ved følgende eksempler.

Eksempel I

Partikkelstørrelse og vannretensjon bestemmes for slam fra kommunale anlegg, dvs. aerobe slam, anaerobe slam, avfallsaktive slam eller slam fra næringsmiddelindustri. En stiv filterplate for avvanning av slikt slam anvender et filtreringselement bestående av taggete, uregelmessige aluminiumoksydpartikler der 90 % av partiklene er 16 grid (gjennomsnittlig dia-

meterstørrelse 1,1 mm) og 10 % av partiklene er 54 grid (gjennomsnittlig diameterstørrelse 0,3 mm). En annen fordeling av aluminiumoksydpartikler der 70 % av partiklene er 16 grid (gjennomsnittlig diameterstørrelse 1,1 mm) 20 % av partiklene er 54 grid (gjennomsnittlig diameterstørrelse 0,3 mm), og 10 % av partiklene er 100 grid (gjennomsnittlig diameterstørrelse 0,1 mm) er også anvendbare i kommunale slamavvanningssystemer. Denne type stiv filterplate benevnes hensiktsmessig som et grovt filter.

Eksempel II

For finkornet slam som f.eks. slam fra vannbehandlingsanlegg, metallslam, og slam fra galvaniseringsanlegg, (f.eks. kalk, alun og andre metallhydroksydslam), kan flere filtreringselementsammensetninger med fordel anvendes for forskjellige størrelser og former av slampartikler. En slik sammensetning er et aluminiumoksydlag der 10 % av partiklene er 16 grid (gjennomsnittlig diameterstørrelse 1,1 mm), 60 % av partiklene er 54 grid (gjennomsnittlig diameterstørrelse 0,3 mm) og 30 % av partiklene er 100 grid (gjennomsnittlig diameterstørrelse 0,1 mm). Ved en annen fordeling anvendes aluminiumoksydpartikler der 20 % er 16 grid, 70 % er 54 grid og 10 % er 100 grid (med gjennomsnittlige diameterstørrelser på hhv. 1,1 mm, 0,3 mm og 0,1 mm). En tredje, omfattende tre størrelser av aluminiumoksydpartikler der 45 % av partiklene er 16 grid, 45 % av partiklene er 54 grid og 10 % av partiklene er 100 grid (med gjennomsnittlig diameterstørrelse på hhv. 1,1 mm, 0,3 mm og 0,1 mm) benevnes hensiktsmessig som et fint filter.

Eksempel III

For avvanning av slam fra tinn- og sinkgruver, sand- og grusslam, og svoveldioksyd-renseslam består filtreringselementet av korund-, smergel-, eller granatpartikler der 10 % av partiklene er 12 grid, 40 % av partiklene er 16 grid, 40 % av partiklene er 54 grid og 10 % av partiklene er 100 grid (med gjennomsnittlige diameterstørrelser på hhv. 1,6 mm, 1,1 mm, 0,3 mm og 0,1 mm). Partikkelmaterialet i bæreelementet har en diameter på 3,2 mm til 25,4 mm.

Eksempel IV

Et filtreringselement av ferdig fremstilte krystallinske aluminapartikler der 40 % er 12 grid, 40 % er 16 grid, 10 % er

54 grid og 10 % er 100 grid (med gjennomsnittlige diameterstørrelser på hhv. 1,6 mm, 1,1 mm, 0,3 mm og 0,1 mm) kan anvendes for avvanning av fosfatslam. Størrelsen av partikkelmaterialet i bæreelementet er 3,2 mm til 25,4 mm. Fosfatslim kan også avvannes ved bruk av filterplaten ifølge eksempler III eller V.

Eksempel V

Slam fra papirfabrikker og biomasse/alkoholfremstilling avvannes effektivt ved bruk av et filtreringselement bestående av partikler av silisiumkarbid eller borkarbid der 80 % av partiklene er 12 grid, 10 % av partiklene er 54 grid og 10 % av partiklene er 100 grid (gjennomsnittlige diameterstørrelser hhv. 1,6 mm, 0,3 mm og 0,1 mm). Partikkelstørrelsen i bæreelementene er 3,2 mm til 25,4 mm.

Eksempel VI

Ved bruk av et filtreringselement av aluminiumoksydpartikler der 20 % av partiklene er 16 grid, 70 % av partiklene er 54 grid og 10 % av partiklene er 100 grid (med en gjennomsnittlig diameterstørrelse på hhv. 1,1 mm, 0,3 mm og 0,1 mm) er den stive filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse istand til å avvanne fire typer kullslam i området fra grove kullstykker til meget finkornet kull hvor 70 % av fast stoff i suspensjon er mindre enn 60 µm i diameter.

Eksempel VII

En aerob slam med et innhold av faste stoffer på 1,8 % behandles med 50 ml Nalco 7120 polymer med 5 % fortynning. Det flokkulerte slam avvannes over en filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse med taggete, uregelmessige aluminiumoksydpartikler der 45 % er 16 grid, 45 % er 54 grid og 10 % er 100 grid (med gjennomsnittlig diameterstørrelse hhv. 1,1 mm, 0,3 mm og 0,1 mm). Filtratet er meget klart under hele avvanningsprosessen, og faststoffinnholdet i det tørkede slam er 16,3 % ved 24 timer.

SLAMPRØVEDATA FOR EKSEMPEL VII

Filtrert slamtype	:	Aerob
Anvendt polymerkoaguleringsmiddel:	50 ml Nalco 7120	
	(5 % fortynning)	

<u>Filtreringstid</u>	<u>Relativ slamhøyde mm</u>
0 min.	245
5 min.	208
10 min.	197
15 min.	188
20 min.	180
25 min.	172
30 min.	165 Vakuum på
35 min.	155
40 min.	143
45 min.	134
1 time 35 min.	74
1 time 50 min.	66
2 timer	59
2 timer 15 min.	54
2 timer 25 min.	51 Vakuum av
2 timer 30 min.	50
2 timer 45 min.	50
3 timer	50
23 timer	50
24 timer	50

Faststoffinnhold ved 0 min. : 1,8 %
ved 24 timer: 16,3 %

Sammenlikningseksempel VIII

En filterplate formes med minst ett bærelag og filtreringslag av 16 grid antrasitt (gjennomsnittlig diameterstørrelse 1,1 mm) sammenbundet med epoksy. Et antall slike filterplater, som ikke er i samsvar med foreliggende oppfinnelse monteres og anvendes gjentatte ganger for slamavvanning. Fjerning av det tørkede slam med hjullastere fører til oppflaking og oppflising av filtreringselementenes oversider, slik at bare flekker hurtig kommer tilsyne. Rensing av overflaten med vann under høyt trykk virker også til å avrive antrasittpartikler.

Filterplaten ifølge eksempel VII forblir derimot intakt under sammenliknbare bruksbetingelser.

Sammenlikningseksempel IX

En filterplate formes med minst ett bærelag og et filtreringslag som i sin helhet består av 16 grid aluminiumoksyd

(som har partikler med gjennomsnittlig diameterstørrelse 1,1 mm) innbyrdes forbundet med epoksy. Et antall slike plater, som ikke er i henhold til foreliggende oppfinnelse, monteres og anvendes gjentatte ganger for slamavvanning. Fjerning av det tørkede slam med hjullastere fører til oppflaking og oppflising av filtreringselementenes oversider, slik at bare flekker hurtig kommer tilsyne. Rensing av disse oversider med vann under høyt trykk virker også til å avrive aluminiumoksydpartikler.

Under sammenliknbare bruksbetingelser forblir en filterplate ifølge eksempel VII intakt.

Det følgende eksempel anskueliggjør den konstruksjonsmessige styrke som filterplaten ifølge foreliggende oppfinnelse oppviser.

Eksempel X

Forsøk utført på en stiv filterplate ifølge foreliggende oppfinnelse med dimensjoner 121,92 cm ganger 60,96 cm ganger 5,08 cm uten en armeringsinnretning i en bøyelig utførelse med reaksjonsblokker på 25 cm fra midten og toppbelastningsblokk midtveis mellom reaksjonsblokkene viste at filterplaten tålte 1361 kg bøyepåkjønning før brudd. Med et armert bæreelement viste forsøkene utført på en 121,92 cm ganger 60,96 cm ganger 5,08 cm filterplate med armeringsorganer i form av 12,7 mm stålstenger eller 152,4 ganger 152,4 mm stålduk en fasthet i området fra 1996 til 6759 kg før brudd. I tillegg viste forsøk utført på en 190,5 mm diameter rund seksjon av ikke-armert filterplate en trykkfasthet i området fra 116,7 til 215,96 kg/cm².

Det har også vært demonstrert at de stive filterplater ifølge foreliggende oppfinnelse også oppviser tilfredsstillende fasthetsegenskaper under vinterlige klimaforhold og hvor platenes ekspansjons/kontraksjons-forhold kan sammenliknes med andre byggematerialer, f.eks. betong, glass, stål og glassfiber.

P a t e n t k r a v :

1. Stiv skumavvannings-filterplate (1) omfattende minst et første lag (2) og et annet lag (3), hvorav det første lag (2) utgjør et flatt filtreringselement som hovedsakelig består av taggete, uregelmessige partikler (4) og det annet lag (3) består av en av partikler sammensatt bærer for det første lag (2), k a r a k t e r i s e r t v e d at partiklene (4) i det første lag er av et materiale eller materialer hvis hardhet på Moh-skalaen er minst 7 og som er fast sammenbundet ved hjelp av et klebende bindemiddel (18), at i det minste størstedelen av partiklene (4) er av minst to størrelser hvis gjennomsnittsdiameter i det vesentlige ligger i området 0,1 mm til 2,3 mm, at det andre lag (3) har partikler (5) som er større enn de største partikler i det første lag (2), og at partiklene (5) i det annet lag (3) er bundet til hverandre og til det første lags (2) underside (19) ved hjelp av et klebende bindemiddel (18).

2. Plate ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at de uregelmessige partikler (4) i det første lag (2) er av ett eller flere av materialene aluminiumoksyd, korund, smergel granat, silisiumkarbid, borkarbid og ferdig fremstilte krystallinske aluminaprodukter.

3. Plate ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at de uregelmessige partikler (4) omfatter minst tre forskjellige partikkelstørrelser.

4. Plate ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at tykkelsen til det første lag (2) er i området 3,2 mm til 50,8 mm.

5. Plate ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at tykkelsen til det annet lag (3) er i området 6,4 mm til 95,3 mm.

155995

18

6. Plate ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i - s e r t v e d at diameteren til partiklene (5) i det andre lag (3) er i området 3,2 mm til 38,1 mm.

7. Plate ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i - s e r t v e d at det annet lag (3) er armert med armeringsmidler (16).

8. Plate ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at det klebende bindemiddel er en blanding av en lavviskøs epoksyharpoiks og en herdner.

9. Plate ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at vektforholdet mellom klebende bindemiddel (18) og partikler (4) i det første lag (2) er i området 1:8 og 1:20, og vektforholdet mellom bindemidlet (18) og partiklene (5) i det annet lag (3) er i området 1:6 og 1:15.

10. Plate ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at partiklenes (4) gjennomsnittlige partikkelstørrelse øker fra en frilagt, tett overside (15) på det første lag (2) til dettes underside (19).

11. Fremgangsmåte for fremstilling av en stiv slamavvanningsfilterplate ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter (a) blanding av et klebende bindemiddel (18) med inerte partikler (5) med diameter større enn 2,3 mm for å danne en bæreelementblanding, (b) innføring av bæreelementblandingen i en filterplateform til en forutbestemt dybde, (c) ifylling av bæreelementblandingen i formen, (d) blanding av et klebende bindemiddel (18) med taggete, uregelmessige partikler (4) av minst to størrelser innenfor et område på hovedsakelig 0,1 mm til 2,3 mm, der partiklene omfatter ett eller flere materialer hvis hardhet på Moh-skalaen er minst 7, for derved å danne en filteringsselementblanding, (e) innføring av filtreringsselementblandingen i filterplateformen over den ifylte bæreelementblanding, idet den gjennomsnittlige partikkelstørrelse for de taggete, uregelmessige partikler (4) øker fra en

overside på filtreringselementblandingen til en underside på denne, (f) utglatting av filtreringselementblandings overside ved hjelp av utglattingsorganer, (g) ifylling av filtreringselementblandingen i formen, og (h) herding av den resulterende filterplate.

12. Fremgangsmåte ifølge krav 11,
k a r a k t e r i s e r t v e d blanding av en lavviskøs epoksyharpiks med en herdner for å danne det klebende bindemiddel som anvendes i trinn (a) og (d).

13. Fremgangsmåte ifølge krav 12,
k a r a k t e r i s e r t v e d at aluminiumoksyd anvendes som materiale for de taggete, uregelmessige partikler (4) i filtreringselementblandingen.

14. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 11 til 13,
k a r a k t e r i s e r t v e d innføring av en del av bæreelementblandingen i filterplateformen, innføring av armeringsmidler på toppen av denne, og så innføring av resten av bæreelementblandingen på toppen av forsterkningsmidlene.

Fig.1.

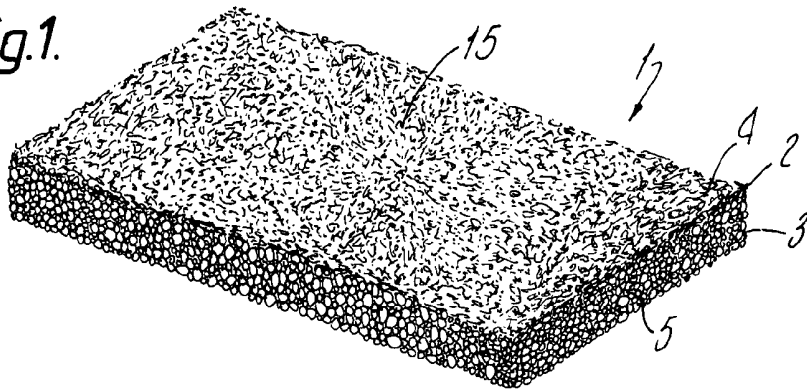


Fig.2a.

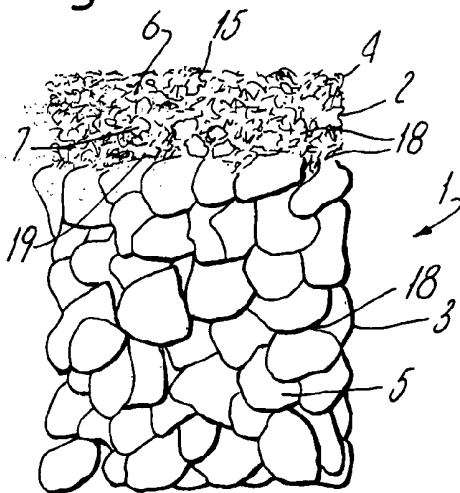


Fig.2b.

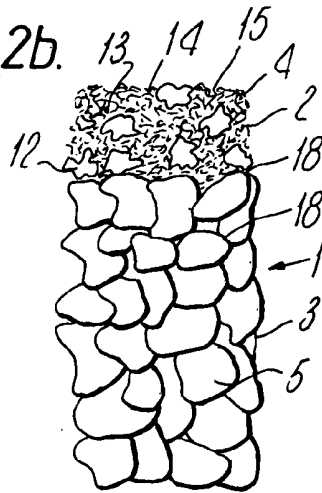


Fig.2c.

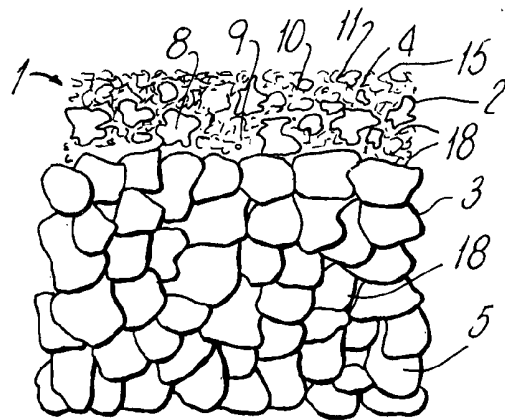


Fig.3.

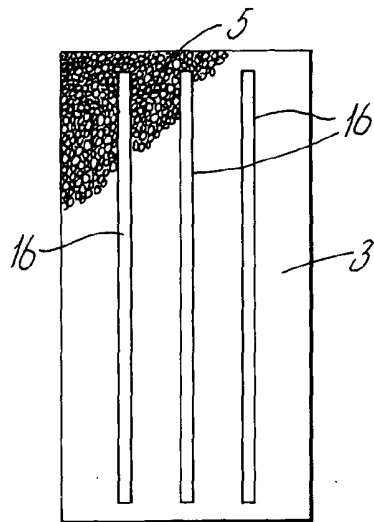


Fig.4.

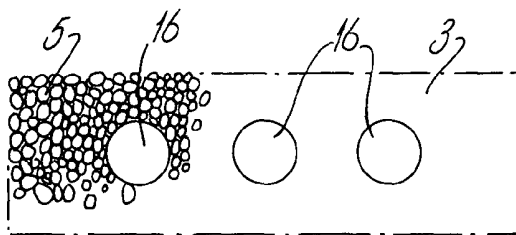


Fig.5.

