

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 953483 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **953483**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
C10G 1/00
C10G 1/04

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **19.01.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **18.07.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **15.09.1995**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **19.01.1994** PCT/GB1994/000099
Internationell ansökan - International
application

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

19.01.1993 GB 9300969

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Great Eastern (Bermuda) Ltd, Clerenden Hause, Church Street West Hamilton HM CX, Bermuda, BERMUDA, (BM)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Ripley, Ian Stanley, United Kingdom, ISO-BRITANNIA, (GB)

2 •Needham, Antony Hugh, United Kingdom, ISO-BRITANNIA, (GB)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Berggren Oy Ab, Antinkatu 3 C, 00100 Helsinki

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

Jätekaasuöljyn käsittely

Behandling av avfallsråolja

Jäteöljyn käsittely - Behandling av restolja

Keksinnön lyhyt kuvaus

- 5 Öljykomponentin assosiaation irrotus jäteöljyssä oleviin kontaminoiviin aineisiin liuotin- ja ultraäänikäsittelyjen yhdistelmällä. Erilaiset erotustekniikat eristävät ympäristöllisesti turvallisen öljyn ja kontaminoivat kiintoaineet.
- 10 Keksinnön tausta
- Maan pisteyttävät jäteöljykerrostumat¹, jotka ovat alueella jäteöljyliejuilla panostettujen muovisäkkien "vuorista" kasattuna 1,3 km²:n (puolen neliömailin) alueelle Singaporen Pulau Sebarok'issa, jäänteistä, joita varastoidaan tankeissa tai aluksista otetuista likavesistä, laajoihin Orinoco asfalttikerrostumiin Venezuelassa ja Trinidadissa. Orinoco-kerrostumia lukuun ottamatta kaikki ovat ihmisen tekemiä.
- 20 Orinoco-kerrostuma on luonnon tuottama. Singaporen lieju, joka on otettu laivan säiliötankeista, vaihtelevat koostumukseltaan säkistä toiseen. Ne ovat siellä, koska Singaporen viranomaiset eivät ole löytäneet kustannustehokasta menetelmää niistä huolehtimiseksi. Minkään liejun tai muun jäteöljymuodon polttaminen ei ole kustannustehokasta tai ympäristöllisesti hyväksyttävää NO_x-, SO_x- ja raskasmetallipäästöjen kanssa tekemiseen joutumisen välttämättömyydestä johtuen. Lännempänä sijaitsevat Bahrainin seitsemän pikiallasta, joiden kokonaispinta-ala on 70 000 m², ja jotka on panostettu mustilla maaöljyjäänteillä, jotka on kaatanut
- 30

¹Käsitettä jäteöljy käytetään tässä kattamassa missä hyvänsä muodossa olevan öljyn raa'asta jalostettuun öljyyn ja asfalttimateriaalit alueella luonnon öljykerrostuman luomasta asfaltista ja ihmisen öljykerrostumasta, ja mukaan luetaan öljylikavesi, tankinpuhdistusvesi, tankkijäänteet, masuttijäännökset, öljylieju öljyrahtialuksista, ja vastaavat.

jalostamo vuosina 1938 - 1942. Tämän lepotilassa olevan pikiaineen muutokset vuosien aikana ovat luonnonvoimien varovasti muotoilemia, kuten aavikkohiekan päälle pölyäminen, Lähi-Idän kuumuuden aiheuttama haihtuminen ja sadeveden ja kulkeutuneen meriveden kerrostuminen. Tämä "Bahrainin piki" on kaikki nämä vuodet ollut vakava ympäristöongelma.

Samanlaisia olosuhteita ilmeisin modifikaatioin esiintyy koko maailmassa. Tuskin mikään maa on poikkeus. Monet jalostamot kieltäytyvät myöntämästä jäteöljyongelmiaan. Muut ovat tehneet rajallisia yrityksiä niiden hoitamiseksi. Monissa tapauksissa ongelma johtuu jalostamoista, jotka tallettavat jäteöljyn kaatopaikkamaihin (landfills). Lopulta tästä menetelmästä on tuloksena pohjaveden likaantuminen kerrostuneen jäteöljyn ottaessa yhä suuremman B, S & W (pohjakerrostuma ja vesi) -pitoisuuden, mikä vain vaikeuttaa talteenotto-kysymyksiä. Kun saastutustaso on laaja ja sen korjaaminen kallista, monet saastuttajat luottavat poliittisiin manipulointeihin joko sen käsittelyn viivyttämiseksi tai kustannusten siirtämiseksi yhteiskunnalle.

Usein jäteöljykerrostumista on suunnittelemattomia komplikaatioita. Esimerkiksi Singaporen viranomaiset säkittivät liejun sen pidättämiseksi, mutta ajan myötä varastoidut säkit vaurioituivat aiheuttaen öljyn tihkumisen maaperään. Tämä vaatii säkkien alla olevan maan käsittelyä öljykerrostumien poistamiseksi. Muut kaatopaikkamaissa olevat jätekerrostumat päätyvät öljyyn suurten vesimäärien kanssa sekoituneina. Siinä tapauksessa jäteöljyä on kahta tai useampaa tyyppiä, esimerkiksi yhtä, jolla on suuri kiintoainepitoisuus, ja toista, jolla on suuri vesipitoisuus.

Jäteöljyn turvalliseen eliminointiin on olemassa useita mahdollisia tekniikoita, kemiallisia ja teknisiä. Ennen tätä keksintöä mikään tekniikoista tai mikään tekniikkojen yhdistelmä ei ole aikaansaanut täydellistä ratkaisua, joka on taloudellisesti elinvoimainen. Tämän saastutusongelman rat-

kaisun vaikeus liittyy joukkoon tekijöitä. Enimmällä osalla jäteöljystä on vaihteleva koostumus, mikä vaikuttaa prosessien vaiheiden tehokkuuteen. Tyypillisesti kukin vaihe on suunniteltu määrätylle jäteöljykoostumukselle. Tuo vaihe

5 muuttuu vähemmän tehokkaaksi kun koostumus muuttuu materiaalisesti. Lisäksi jäteöljykerrostumista tulee usein kaatopaikkoja suurelle joukolle materiaaleja, joita tyypillisesti esiintyy tavallisessa jäte(-"garbage")-esiintymässä. Myös kun jäteöljy on suhteellisen homogeenista, kuten Bahrainin

10 pien tapauksessa, koostumuksen vaihtelevuus on yhä riittävän suuri vaikuttaakseen epäpuhtauksien jäteöljystä erotuksen tehokkuuteen haitallisesti.

Jäteöljy, olipa se sitten jäännöstä tai pikeä, on kontaminoitunut merkittäväillä kiintoainemäärillä. Kiintoainepitoisuus voi olla alueella yli 1 - jopa 99 paino-% jäteöljystä. Maaperävuodot voivat kattaa tämän alueen. Yleensä kiintoainepitoisuus on alueella noin 2 - 50 paino-% jäteöljystä. Tavallisesti jäteöljyn kiintoainepitoisuus vaihtelee minkä

20 hyvänsä lähteen sisällä. Kiintoaineen poistaminen ei ole tärkein projekti, jos ollaan välinpitämättömiä kiintoaineen pidättämän öljymäärän suhteen. Öljypitoisuus voi olla korkeampi kuin 4 - 10 % jäteöljystä viime kädessä erotetun kiintoaineen painosta. Näillä epäpuhtaustasoilla kiintoaine

25 on ympäristöllisesti vaarallista kaatopaikkamailla. Useissa maissa on lakeja, jotka kieltävät sellaiset kaatopaikkamaat. Olisi toivottavaa erottaa kiintoainepitoisuus niin, että se on suhteellisen vapaata öljystä, esimerkiksi, kiintoaine, joka sisältää alle noin 1 paino-% öljyä.

30

Joukossa prosesseja, joita edistetään jäteöljyn käsittelyyn, käytetään briketointitekniikkaa jäännösöljypitoisuuden sisältävän kiintoaineen keräämiseksi käyttöihin soveltuvaan muotoon. Tämä tekniikka ehdottaa brikettien käyttöä rakennusmateriaalina. Tämä vain hidastaa ympäristöongelmaa, ei

35 poista sitä. Ajan myötä luonto murtaa briketit, ja pidätetty öljy tihkuu lopulta maahan.

Menetelmällä jäteöljyn käsittelemiseksi on rajalliset mahdollisuudet, jos se ei voi hoitaa olemassa olevan jäteöljyn asteikkaa. Missä hyvänsä jäteöljynkäsittelyssä voidaan tietää etukäteen puhdistettavan kerrostuman kiintoainekoostumuksen osa. Mutta mikä ei ole niin helposti ennustettavissa, on kiintoainepitoisuuden vaihtelevuus kerrostuman osissa. Tämä pätee myös, kun ollaan tekemisissä kaatopaikkamaan kuten Bahrainin pien kanssa, jossa kiintoainepitoisuus vaihtelee kunkin lähteen alueelta alueelle. Tämä vaihtelevuus kasvaa merkittävästi Singaporen liejun (samoin kuin muiden liejujen) tapauksessa, kun kiintoainepitoisuus kattaa kartan ja ollaan epävarmoja kiintoainepitoisuudesta säkistä säkkiin. Jotkin säkit sisältävät sahajauhoja; toiset sisältävät lumppeja; vielä toiset sisältävät polyetyleenisäkkejä. Sellaiset kontaminoivat aineet voivat tukkia jäteöljyn käsittelyyn käytetyn laitteiston. Bahrainin pien käsittelyyn menetelmä vain on riittämätön Singaporen liejun käsittelyyn.

Joitain jäteöljyn käsittelyn universaalisen lähestymistavan luomista vaikeuttavia tekijöitä ovat:

1. Kun jäteöljyn kiintoainepitoisuus on suuri, yli 15 - 20 paino-%, materiaalin viskositeetista tulee tärkeä aihe käsittelyssä. Materiaalin viskositeetin on oltava riittävän alhainen materiaalin kuljettamisen menetelmän ensimmäiseen vaiheeseen.
2. Öljyllä on suuri affiniteetti kiintoaineelle, kuten pii-materiaaleille, ja se assosioituu niiden kanssa lujasti. Ellei tätä assosiaatiota rikota, öljy hyppää menetelmän vaiheesta vaiheeseen kiintoaineeseen lujasti kiinnittyneenä.
3. Jäteöljyssä on alituisen läsnä vettä. Se on lujasti sitoutuneena kiintoaineeseen ja muodostaa öljyn kanssa emulsioita, joiden rikkominen on vaikeaa. Öljyn ja veden emulsion poistamiseen käytetään tavanomaisesti kalliita kemiallisia koktaileja. Sellaisilla kemikaaleilla on taipumus il-

maantua ei-toivotusti uudelleen talteenotetussa tuotteessa ja häiritä seuraavia puhdistamoprosesseja. Veden poisto siedetyille tasoille on tyypillisesti paha ongelma jäteöljyn käsittelyssä.

5

4. On muita epäpuhtauksia, jotka vaikuttavat haitallisesti jäteöljynkäsittelyyn. Rikki on eräs tavallinen epäpuhtaus johtuen sen kemiallisesta affiniteetista monille kemiallisista rakenteista, jotka muodostavat öljyn. Sen poisto siedettäville tasoille voi olla välttämätöntä, jos öljy otetaan talteen seuraavaa käyttöä varten ilman lisäjalostusta. Myös jos öljy poistetaan polttamalla, kuten edellä mainitaan, ei NO_x -, SO_x - ja raskasmetallipäästöjä sellaisesta poltosta voida hyväksyä ympäristöllisesti.

15

On tarvetta teknologialle, jolla on universaalista käyttöä jäteöljyn käsittelylle. Teknologian pitäisi pystyä öljyn talteenottoon, mikäli sopivaa, muodossa, joka sallii sen käytön polttoaineena, tai puhdistaa sitä riittävästi jotta öljy voidaan lähettää jalostamoon edelleen käsittelyä varten parempilaatuisten öljytuotteiden valmistamiseksi. Tällä vältetään öljyn polttamiseen liittyvät ongelmat. Menetelmän pitäisi pystyä vaihtelevien kiintoaine- ja vesipitoisuuksien käsittelyyn, antaen tulokseksi hyväksyttävän alhaisen B, S & W:n omaavan öljyn talteenoton. Edullisesti kaikki epäpuhtaudet tehdään ympäristöllisesti turvallisiksi. Esimerkiksi talteenotetun kiintoaineen olisi oltava tehokkaasti öljystä vapaata, jotta se voidaan hävittää ankarimpien ympäristöstandardien mukaan. Keksinnön kohteena on näiden tarpeiden ja kykyjen tyydyttäminen.

30

Öljyseosten käsittelyyn on käytettävissä paljon laitteistoa, mutta millään ei ole kykyä tai joustavuutta näiden jäteöljyongelmien ratkaisemiseksi. Tutkimuksemme on osoittanut, sellaisen laitteiston järkevä valinta, joista laitteistoista jokainen on valittu rajallisen tehtävän toteuttamiseen, voidaan yhdistää menetelmän luomiseksi, jolla on kyky hoitaa

35

- oleellisesti kaikentyyppisiä jäteöljyongelmia, alueella laivoista poistetuista likavesistä, asfalttikerrostumista kuten Bahrainin piki, Singaporen liejun ja muut liejut, ja vastaavat. Kuvaava sellaisesta laitteesta on laite, joka
- 5 kuvataan US-patenttijulkaisussa 4,479,920, Dodson, patentoitu 30. lokakuuta 1984, kiintoaineen käsittelemiseksi torroididynaamisessa pedissä. Patenttijulkaisussa ilmennettyyn teknologiaan, jota kutsutaan nimellä "Torbed"-prosessi", omaa lailliset valtuudet yhtiö Davy McKee (London) Limited,
- 10 Lontoo, Yhdistynyt kuningaskunta. Torbed-prosessia suositellaan (Gtoszek, "The Torbed Process: A Novel Concept in Heat Mass Transfer," International Deep Mining Conference: Innovations in Metallurgical Plant, Johannesburg, SAIMM, 1990 ja tuote-esite) joukkoon sovellutuksia, joita ovat mm.:
- 15 · Savien ja kalkkikiven, magnesiitin ja dolomiittien kalsinointi sekä perkipoltettujen ('dead-burnt') että erittäin reaktiivisten tuotteiden tuottamiseksi;
 - Alhaisen energia-arvon/suuren tuhkapitoisuuden omaavien polttoaineiden poltto, jossa hiilen palaminen oli yli 99-
 - 20 %:ista;
 - Keveiden aggregaattien tuotanto savilajeja polttamalla ja 'savustamalla ('bloating');
 - Toksisen jätteen polttaminen;
 - Aktiivihiilien regenerointi;
 - 25 · Katalysaattorien regenerointi;
 - Hiekan, suodatuskakkujen, tiivisteiden kuivaaminen;
 - Höyrystys;
 - Kaasuunnus;
 - Pyrolyysi;
 - 30 · Lämmönvaihto.

Torbed-prosessin etuja väitetään olevan:

- (a) Saavutetaan kantajaväliainemassavirran oleellinen erottuminen ja 'fluidisointi'-nopeus;
- 35 (b) Voidaan toteuttaa suuret lämmön- ja massansiirtonopeudet prosessikaasuvirran suuria törmäysnopeuksia hyödyntämällä;

- (c) Kantajaväliaineen nopeuden häviäminen aikaansaa tavan pitkälle erilaatuisen materiaalin käsittelyyn;
 - (d) Epäsäännöllisiä muotoja voidaan käsitellä tarkasti kontrolloiduissa olosuhteissa;
 - 5 (e) Pedin vähäinen massa ja lämpöinertia sallii nopeat vasteet prosessikontrolleihin;
 - (f) Toroididynaamisen pedin poikki on alhainen staattisen paineen menetys.
- 10 Muita patenttijulkaisuja, joissa käsitellään Torbed-proses-
sia, ovat mm.: U.S. 4,559,719; U.S. 4,909,811; U.S.
4,952,140; U.S. 5,033,205; EP-patenttijulkaisu 0 346 004 ja
U.S. 5,075,981. Kuten tämän laitteen kuvauksesta voidaan
nähdä, se käsittelee erityisiä tehtäviä. Kuten alla esite-
15 tään, se voidaan sisällyttää muun laitteiston kanssa jäteöl-
jykokonaisprosessiin, johon liittyy kvartsi-partikkelien
kanssa assosioituneen öljyn talteenotto.

Keksintö

- 20 Tämä keksintö koskee menetelmää öljyn talteen ottamiseksi
jäteöljystä muodossa, joka sallii öljyn käyttämisen sel-
laisenaan polttoaineena, edelleen jalostamisen käyttökel-
poisten öljytuotteiden kuten polttoaineiden tuottamiseksi
tai taloudellisesti ja turvallisesti hävittämiseksi poltta-
25 malla. Keksinnön yksi ominaispiirre on epäpuhtauksien erot-
taminen jäteöljystä, jossa erotuksessa epäpuhtaudet otetaan
talteen ympäristöllisesti turvallisessa muodossa. Keksinnön
eräs toinen ominaispiirre on sen kyky käsitellä tehokkaasti
kaikentyyppistä jäteöljyä, alueella laivoista poistetuista
30 likavesistä, liejusta, tankkijäänteistä asfalttiin tai pi-
keen lähteissä tai maanalaisissa kerrrostumissa.

- Keksintö ottaa huomioon jäteöljyn käsittelyn irrottamalla
öljykomponentin assosiaation siinä oleviin kontaminoiviin
35 aineisiin öljykomponentin liuotinkäsittelyllä ja sen jälkeen
tapahtuvalla ultraäänikäsittelyllä ja kontaminoivien ai-
neiden erotuksella pesemällä öljy- ja liuotinkomponenttien

ei-liuottimella, ja erottamalla öljyn sitten kontaminoivista aineista.

Kaksi prosessin vaihetta aloittaa öljyn helpon erotuksen
 5 jäteöljystä, joka sisältää vettä ja kiintoainetta. Ensin, jäteöljy liuotetaan öljykomponentin veteensekoittumattomaan liuottimeen, ja toiseksi, liuotinta sisältävä seos aliste-
 taan ultraääniaalloille. Ultraäänikäsittelyä tarkkaillaan
 10 öljyn kiintoaineesta erottumisen helpottamiseksi ilman veden ja öljyn merkittävää emulgoitumista. Liuotin- ja ultraääni-
 käsittelyjen yhdistelmä aktivoi öljyn vapautumisen siten, että kiintoaineesta uutetaan tilavuuspohjalta enemmän kuin
 yksistään liuotinkäsittelyllä. Uutettua seosta pestään edel-
 leen liuottimen ja öljyn ei-liuottimella. Tästä on tuloksena
 15 uutetun öljyn ja liuottimen seosta, ja erotettua kiintoaine-
 komponenttia, joka on vapautettu suurimmasta määrästä sen
 assosioitua öljyä.

Seuraavaksi prosessissa on erilaisia variety of prosessivai-
 20 heita, jotka parantavat öljyn ja kiintoaineen puhdistusta-
 soa. Erotusvaihe voi olla mikä hyvänsä perinteinen erotus,
 mukaan lukien, muttei näihin rajoittuen, tislauk, konden-
 sointi, uutto, suodatus, sentrifugointi, höyrystys, ja vas-
 taavat.

25 Kun liuotin on erotettu talteenotetusta öljystä tislaamalla, öljyrikas komponentti alistetaan vesivirtaerotukselle. Vesi-
 virtaerotus voi olla yksi- tai monivaiheinen prosessi, ja
 mahdollisesti, sitä seuraa dekantointi ja/tai sentrifugointi
 30 minkä hyvänsä kiintoainejäännöksen erottamiseksi.

Talteen otettu kiintoaine tehdään oleellisen vapaaksi öljy-
 kontaminaatiosta joukolla prosesseja. Niissä tapauksissa,
 joissa kiintoaine ei ole täysin vapautunut öljypitoisuudes-
 35 ta, kiintoaine voidaan alistaa toroidinmuotoiselle dynami-
 selle pedille höyrystysolosuhteissa. Tällä tavalla höyryste-
 tään viimeinen kiintoaineeseen sitoutunut öljy ja otetaan

talteen erikseen, jolloin jäljelle jää kiinteää erillisten partikkelien muodossa olevaa ainetta, jonka öljypitoisuus on alle noin 1 paino-%, edullisesti alle noin 0,5 paino-%, edullisimmin alle noin 0,1 paino-%. Vaihtoehtoisesti kiinto-

5 aine voidaan alistaa tavanomaiselle poltolle viimeisen öljyjäännöksen polttamiseksi.

Keksinnön mukainen menetelmä pystyy käsittelemään jäteöljykoostumuksia, joilla on vaihteleva kiintoaine- tai öljypitoisuus. Menetelmä pystyy käsittelemään alhaisen/suuren

10 kiintoainepitoisuuden omaavia jäteöljykoostumuksia. Kiintoainepitoisuus voi olla esimerkiksi niin alhainen kuin noin 1 - 99 paino-% jäteöljykoostumuksen painosta. Samalla lailla voi jäteöljykoostumuksen öljypitoisuus vaihdella, johtuen

15 siitä seikasta, että suureen määrään jäteöljyä liittyy öljy, joka on kaadettu kaatopaikkamaihin tai likavesiin, joissa öljy on sekoittunut erilaisten kiintoaineiden kanssa, mukaan lukien lumppujen, muovin, paperin, hiekan, veden, rauta(II)- ja rauta(III)oksidien, hiilipitoisten materiaalien ja vas-

20 taavien kanssa, muodostaen liejua, jolla on laaja konsentraatioiden alue. Täten jäteöljykoostumuksen öljypitoisuus voi olla niin vähän kuin noin 1 - 99 paino-% jäteöljystä. Samalla lailla voi jäteöljyn vesipitoisuus vaihdella. Keksinnön mukainen menetelmä pystyy käsittelemään sellaisen

25 koostumuksen vaihtelevaisuutta, mutta mikäli operaatiossa haluttaisiin vähentää prosessin vaihtelevuutta, tämän tekemiseen on yksinkertaisia tapoja. Yksi tapa jäteöljyn koostumuksen kontrollointiin on sekoittaa (homogenisoida) riittävästi vaihtelevaa jätekoostumusta, jotta se ylittää keksinnön

30 nön mukaisen menetelmän syklin tuotannon niin että prosessin missä hyvänsä syklissä käsitellään keskimääräistä koostumusta. Tällä tavalla, prosessisyklin aikana voidaan välttää koostumuksen vaihtelut. Näissä oloissa jäteöljykoostumus sekoitetaan pitotankissa, jolla on riittävä kapasiteetti

35 homogenisoidakseen riittävästi jäteöljykoostumusta prosessin ainakin yhtä sykliä varten. Prosessin sykli määritellään materiaalien määräksi laitteiston täyttämiseksi prosessin

alusta loppuun. Prosessin alku määritellään kun jäteöljy-
 koostumukseen lisätään ensimmäistä kertaa liuotinta. Proses-
 sin loppu määritellään kun öljy on oleellisen täydellisesti
 erottunut kontaminoivista kiintoaineista, ts. öljy sisältää
 5 alle noin 1 paino-% kiintoainetta.

Menetelmä ottaa huomioon öljyn höyrystämisen kvartsista ja
 muista erillisistä partikkeleista (savista, flokkuloiduista
 materiaaleista, joissa on suuri rauta(II)pitoisuus, ja jotka
 10 ovat tyypillisesti peräisin ruostehiutaleista, hiilipitoi-
 sista materiaaleista ja vastaavista) johtamalla sellaiset
 partikkelit, samoin kuin jäteöljyn kanssa assosioituneet
 partikkelit, jotka eivät suoraan sisällä öljyä, toroididy-
 naamiseen petiin lämpötilassa, joka on öljyn höyrystymis-
 15 lämpötilaa korkeampi ja öljyn palamislämpötilaa alhaisempi,
 jolloin öljy höyrystyy partikkeleista. Tämän jälkeen höyrys-
 tetty öljy erotetaan partikkeleista ja kondensoidaan. Kvart-
 si ja muuntyyppiset partikkelit ovat tyypillisesti siinä
 laajuudessa öljykontaminaatiosta vapaita, että partikkelin
 20 öljypitoisuus on alle 1 paino-% partikkelien painosta. Edul-
 lisesti öljypitoisuus on alle 0,5 paino-%, edullisimmin alle
 0,1 paino-%. Tuloksena partikkelit voidaan lisätä kaatopaik-
 kamaihin ilman haitallista ympäristövaikutusta.

25 Piirrosten lyhyt kuvaus

Kuvio 1 on keksinnön mukaisen prosessin virtauskaavio.

Kuvio 2 on leikkausperspektiivikuva toroididynaamisesta
 petilaitteesta kuvaten partikkelien kierto- ja toroidilii-
 30 kettä.

Kuvio 3 on sama kuvio kuin kuvio 2 paitsi, että se kuvaa
 kaasun virtausta laitteessa käytettyjen kiinteiden lapojen
 läpi.

35

Kuvio 4 on sama kuvio kuin kuviot 2 ja 3 esittäen laitteen
 lisäominaispiirteitä, kuten polttimen.

Kuvio 5 on kaaviomainen poikkileikkaussivukuva dynaamisesta pedistä, joka muodostuu kuvioden 2 ja 3 laitteen ja fluidivirtauksen ohjaukseen käytettyjen kiinteiden lapojen toiminnassa.

5

Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

Keksinnön mukaiseen menetelmään liittyy joukko vaiheita, jotka on kohdistettu jäteöljyn öljykomponentin kiinteästä sedimenttikomponentista erottamisen helpottamiseksi. Tämä
10 suoritetaan alistamalla jäteöljyn, erotusprosessin alkuvaiheessa öljykomponentin liuottimen liuottamisen jälkeen, ultraäänikäsittelylle määrän taajuudella syklejä/s, joka on riittävä kiintoainekomponentin öljykomponentista erotuksen lisääntymisen havaitsemiseen. Taajuuden syklejä/s raja ei
15 saisi olla niin suuri, että se lisää veden öljyyn emulgoitumista merkittävästi niin, ettei vettä ole mahdollista poistaa alavirtaan prosessissa. Ultraäänikäsittely voi seurata jäteöljyn liuotinkäsittelyä tai alustavaa ultraäänikäsittelyä, joka on yhdistetty liuotinkäsittelyn kanssa. Jonkin
20 verran jäteöljyssä olevasta kiintoaineesta voidaan poistaa ennen ultraäänikäsittelyä suodattamalla, sentrifugoimalla, dekantoimalla ja vastaavilla menettelytavoilla, kun jäteöljyn luonne sallii tämän.

25 Tyypillisessä tapauksessa ultraäänikäsittely on taajuuden kHz-alueella, ts, yli noin 1 000 sykliä/s. Halutusti käsittely suoritetaan tasolla yli noin 15 kHz, yleensä alueella noin 15 - 60 kHz. Edullisemmin käsittely suoritetaan tasolla 20 - noin 45 kHz.

30

Yksinkertainen laboratoriokoe osoittaa ultraäänikäsittelyn vaikutuksen keksinnön mukaisen menetelmän suorituksessa. Kokeessa käytetään alla karakterisoitua Singaporen liejun raakanäytettä. Alla taulukossa A mainittuja formulaationäyt-
35 teitä käsiteltiin sekoittamalla tavanomaisella sekoittumella ja sitten ilmoitetulla ultraäänikäsittelyllä, ja erotukset mitattiin ja taulukoitiin.

Taulukko A

Näyte n:o.	Formulaatio	paino- osaa	Sekoitusolosuh- teet	Tulokset	paino- osaa
5	1	Raaka liete 100 Paloöljyliuotin 30 3-% suolavesi 400	50 °C nopeudel- la 1400 r/min 15 min ajan	Öljy ja liuotin 310 Vesi 163 Talteenotettu kiintoaine 57	
		Yhteensä 530		Yhteensä 530 Kiintoaineen pesun tehokkuus, % öljyä pysynyt 48 Viskositeetti Talteenotetun öljyn viskositeetti, poisea 50 °C:ssa 3,1	
10	2	Sama kuin näyte 1	Ultraäänivib- raatio 1½ min ajan 25 kHz:llä 50 °C:ssa	Öljy ja liuotin 156 Vesi 321 Talteenotettu kiinteä 53 (märkää)	
				Yhteensä 530 Kiintoaineen pesun tehokkuus, % öljyä pysynyt 43 Viskositeetti Talteenotetun öljyn viskositeetti, poisea 50 °C:ssa 2,6	
	3	Talteenotetut kiintoaineet 1:stä & 2:sta 100 Paloöljyliuotin 30 3-% suolavesi 400	Sama kuin näyte 1	Kiinteä & liuotin 318 Vesi (öljyinen) 159 Talteenotettu kiinteä 53 (märkää)	
		Yhteensä 530		Yhteensä 530	
	4	Sama kuin näyte 3	Sama kuin näyte 1	Kiinteä & liuotin 370 Vesi (öljyinen) 125 Talteenotettu kiinteä 35 (märkää)	
				Yhteensä 530	

Prosessin seuraaviin vaiheisiin liittyy veden erotus öljyys-
tä, sedimentin lopullinen erotus öljystä, erotetun sedimen-
tin käsittely sen valmistamiseksi hävittämistä varten, ja
15 vastaavia. Keksinnön mukaisen menetelmän erään edullisen
suoritusmuodon toiminnan kuvaamiseksi viitataan kuvioon 1.

Kuviossa 1 esitetään kaaviomaisesti erotusjärjestelmä 1,
joka alkaa jäteöljyn varastoista 3. Järjestelmän 1 päämäärä-
20 nä on käsitellä edellä kuvattuja, Singaporesta saatuja jä-
teöljyliejuja, joita on varastoitu polyetyleenisäkeissä,
jotka on vahvistettu polypropyleenikankaalla, kokeillulla
standardiprosessilaitteistolla, jolla on kyky käsitellä
syötettävän raaka-aineen koostumuksen ja ominaisuuksien
25 vaihteluita. Seuraava, jossa verrataan osaksi aikaisempia
näytteitä, jotka toimitti satamaviranomainen the Port of

Singapore Authority (PSA), on yleinen visuaalinen karakterisointi liejuista, jotka toimitettiin kahdeksassa rummussa:

- Rummuissa 1, 2 ja 3, tuote oli hyvin pehmeää ja öljyistä, siinä oli hieman merkkejä möykyistä, joilla oli
5 suuri rautapitoisuus ja ominaispaino, jotka olivat selviä aikaisemmassa PSA:n toimittamassa näytteessä.
- Rumpu 4 sisälsi säkkejä (jotka edustivat 2 - 5 paino-%
kaikkien rumpujen sisällöistä), jotka sisälsivät saha-
jauhoja, jäänteitä kuten hansikkaita, purkkeja, kiviä ja
10 hajonneita uusia säkkejä.
- Rummut 5, 6 ja 7 sisälsivät tuotteita, jotka vaihtelivat
kiinteistä "laatoista" viskoosiin paksuun nesteeseen,
joka on samanlaista kuin materiaali rummuissa 1, 2 ja 3.
- Rumpu 8 sisältää samanlaista materiaalia kuin PSA:n ai-
15 kaisemmin toimittama.
- Kaikki säkit kahdeksasta säkistä sisälsivät joukon epä-
olennaista ainetta, mukaan lukien polyetyleenikalvon
riekaleita säkeistä ja hajonneita riepua.

20 Näiden materiaalien analyysi on seuraavanlainen:

Testi:	PSA-näyte	Näyte rummusta no.							
		1	2	3	4	5	6	7	8
vesipitoisuus, % paino/paino	14	51	22	30	--	15	27	20	31
Öljypitoisuus, % paino/paino	30	38	61	57	--	29	37	32	56
Kiintoainepi- toisuus % paino/paino	56	11	17	13	--	56	36	48	13
viskositeetti @ 50 °C, poise	2,19	3,0	1,7	1,75	3,0	3,1	2,78	2,9	3,1
Jähmepiste °C	+7	0	-4	0	+2	+3	+2	+3	-3
Sp.G, @ 25 °C, talteenotettu öljy	0,876	0,9	0,85	0,88	0,9	0,86	0,88	0,87	0,84
Huomautukset kiintoaineesta	metal- linen	hiekkai- nen	hiekkai- nen	hiekkainen- /metallinen	--	hiekkai- nen	hiekkai- nen	hiekkai- nen	hiekkainen- /metallinen

PSA ilmoittaa, että öljyliejujen pääosa on peräisin öljy-
 tankkerien rahtitankkien pohjan puhdistuksesta/kaavinnasta,
 joka valmistaa kaasunvapautukseen ennen Singaporen telakoil-
 le tuloa. Liejut vaihtelevat suspensiomaisesta mutamaiseen
 5 savimaiseen, ominaispainon vaihdellessa välillä 1,01 - 1,8.
 Liejuista voi päästä vaarallista öljyhöyryä sekoitettaessa
 tai kuumennettaessa. Liejut pakataan säkkeihin tankkereilla
 käsittelyn helppouden vuoksi. Säkit koostuvat kahdesta ker-
 10 roksesta, polyetyleenisisäkerroksesta ja ulommasta polypro-
 pylleenikangaskerroksesta. Liejut koostuvat pääasiassa ruos-
 tehiutaleista, jotka ovat kyllästyneet raakaöljyn ja verive-
 den seoksella. PSA'n mukaan liejusäkkien sisällä voi olla
 yksittäisiä metallikappaleiden, riepujen ja vastaavien pala-
 sia. PSA väittää, että liejujen koostumus vaihtelee seuraa-
 15 vasti:

Öljy	20 - 60 %
Vesi	15 - 40 %
Kiintoaine	15 - 60 %

20 Liejuja pidetään varastossa 30 - 60 kg:n säkeissä 9. Säkit
 9 vedetään varastosta haarukkatrukilla [esitetään numerolla
 5], joka on varustettu kauhalisäosalla vahingoittuneiden
 säkkien käsittelyn sallimiseksi, ja lisäämisen kuormaus-
 pöydälle 7, sitten kuljettimeen 11. Kuljetin 11 on suunni-
 25 teltu ulottumaan alkupituudesta 50 m lopulliseen pituuteen
 100 m varastoalueen vapaan leveyden kasvaessa. Sitä panoste-
 taan säkeillä 9 kuormauspöydän 7 kautta, joka järjestää
 säkit hihnalle. Kuljetushihna 11 on valmistettu 450 mm le-
 veästä polyuretaani/polyvinyylikloridi-materiaalista anta-
 30 maan pitkän käyttöiän ja hyvän keston haljenneista/vuotavis-
 ta säkeistä olevan liejuöljyn hyökkäystä vastaan. Kuljetti-
 men 11 kuljettamaa materiaalmäärää tarkkaillaan hihnanalai-
 sella automaattipunnitusyksiköllä (ei näytetä). Tämä yksikkö
 lukee käsiteltävän materiaalin massan edellisellä minuutilla
 35 ja antaa integroidun lukeman, joka osoittaa käsiteltävän
 loppumäärän, ja, vaadittaessa, päivittäisen kokonaismäärän.
 Säkit 9 poistuvat kuljettimelta 11 purkauspöydän 12 kautta.

Tämän kuvauksen kuljetin ja automaattipunnitusjärjestelmä on saatu yhtiöstä F. M. Nicholson, Oldham, Englanti.

- Säkit poistuvat purkauspöydältä 12 ja tulevat säkintyhjennyspuristimeen 13 (saatavissa yhtiöstä CPI Ltd., Mansfield, Englanti), 10 000-kg hydrauliseen ylämäntäpuristimeen, jossa on kovakumiset, muotoillut suulakkeet 15, jotka suulakepuristavat liejun säkeistä 17 etenevällä "hammastahnaputkenpuristus"-tavalla. Säkki 17 sijaitsee alemman suulakkeen syvennyksessä. Säkin 17 näkyvissä paljastettuun päähän leikataan rako, ja sitten puristin laukaistaan ylälaatan saattamiseksi alas sen muotoillun kovakumisine päällyssuuttimineen 15. Tämä riisuu liejun lujasti säkistä 17, jolloin jäljelle jää minimaalinen jäännös riisuttuun säkkiin 17. Lieju liukuu alas teräksistä, vedellä voideltua liejukourua 33 pumpussyöttökartioon 41. Pumppussyöttökartio 41 on vaipallinen, ja höyryä syötetään linjan 35 kautta vaippakuumennukseen normaalia lämmön johtumisella tapahtuvaa kuumennusta varten.
- Tyhjät säkit 17 liukuvat alas tyhjää säkkikourua 19 säkinpesukoneessa 25 pesua varten. Tyhjät säkit kourun 19 kautta revittää repimiskoneessa 21 (saatavissa yhtiöstä Hidrosta Process Engineering Ltd., Newbury, Englanti) lyhyiksi suikaleiksi. Nämä suikaleet ohjataan säkinpesukoneeseen 25 syöttökartion aukon 23 kautta. Ne talletetaan pesukoreihin 29 ja saatetaan paloöljy- tai dieselpolttoainepesu 27 -osastojen läpi. Suikaleiden pesuun valittu liuotin on sellaista, joka liuottaa käsiteltävän liejun helposti. Tavallisesti dieselpolttoaine tai paloöljy ovat erinomaisia huokeita liuottimia tähän vaiheeseen. Puhdistusliuotinta varastoidaan tankissa 16, ja liuotinta tankista 16 syötetään linjojen 30 ja 32 kautta. Valmistuspuhdistusliuotin lisätään tankkiin 16 linjan 34 kautta. Tankissa 16 oleva jäännös poistetaan linjan 36 kautta.
- Kaistaleet valutetaan pesun jälkeen ja ajetaan sitten ulostulon 31 kautta lopulliseen kiinteän aineen poistoon. Pe-

suneste kierrätetään linjan 26 kautta pumpulla (ei näytetä), joka on suojattu irtonaisilta säkinkaistaleilta kaksois-suodattimella, jossa on ajossavaihtomahdollisuus, linjoihin 30 ja 32. Pesuliuotin linjasta 32 suihkutetaan suikaleisiin
 5 suuttimilla 27. Kun liuotin kontaminoituu liikaa liejumateriaalilla, se pumpataan liejuvirtaan 30 ja 38 liejunsyöttökartioon 41, ja siitä tulee osa talteenotettua tuotetta.

Liejunsyöttökartio 41, joka sisältää liejua 39, alistetaan
 10 laimennukselle ja/tai kuumennukselle viskositeetin alentamiseksi vaaditussa laajuudessa. Toinen tai molemmat prskotushöyryt, jotka toimitetaan linjan 37 kautta höyrylinjan 35 kautta, ja liuotin, joka syötetään linjan 38 kautta, voidaan lisätä suhteissa, jotka määritetään liejun fysikaalisten
 15 ominaisuuksien tutkimuksella, jotta saavutettaisiin optimiviskositeetti liejun käsittelyn loppuosaa varten. Nämä veden- (höyryn) ja liuottimenlisäyspisteet, yhdistettynä höyryvaipan kanssa, aikaansaavat maksimaalisen käyttöjoustavuuden. Viskositeetin alentaminen aikaansaa maksimaalisen käyttöjoustavuuden. Viskositeetin aleneminen, joka aikaansaadaan
 20 kuumennuksella, pirskotuksella ja liuotinlisäyksellä, on suureksi avuksi sopivan viskositeetin varmistamisessa liejupumpusta seuraavaan vaiheeseen siirtoa varten. Sekä liuotintta höyrykäsittelyn tarkoitus on aikaansaada liejun lämpötilan varhainen kophoaminen yhdistettynä siihen liittyvään viskositeetin alenemiseen. Pallomainen spiraalisekoitin (ei
 25 näytetä) voi olla sisällytetty syöttökartioon 41 liejun ja lisäaineiden sekoittamiseksi. Syöttökartio 41 on höyryvaipallinen liejun kuumennusta varten, ja höyryä lisätään linjan 35 kautta. Höyry poistetaan linjan 42 ja loukun 48 kautta, josta kondensaatti palautetaan höyrynmuodostuslähteseen.

Siirtopumpun 43 pitäisi pystyä siirtämään kuivimman ja viskoosimman liejun syöttökartioon 41. Tämä saavutetaan määrittele-mällä mäntätyyppinen pumppu, jolla on runsas kyky, ja joka on erityisesti suunniteltu selviytymään raskaan teolli-

suuden liejuista. Eräs erityisen toivottava pumppu on Abel-pumppu (malli EKP 15/RKP63), jota myy yhtiö Abel Pumps Ltd., Derby, Englanti. Abel®-pumppu on koviin suorituksiin pystyvä mäntäpumppu, jolla on erityiskykyjä likkaisten raskaiden

5 liejujen käsittelyssä. Se on varustettu helposti korvattavilla kulutusvuorauksilla. Tässä pisteessä lieju voi olla ilman lisättyä vettä tai liuotinta, tai se voi sisältää (i) jopa 20 % vettä ja (ii) jopa 100 % (yhtä suuren määrän liejujen kanssa) liuotinta.

10

Kuumennettu ja liukoiseksi tehty lieju syötetään teollista standardi-linjaankytkettyyn sekoitin/lämmönvaihtimeen 47, joka sekoittaa liejun homogeeniseksi massaksi. Tämä on erinomainen mahdollisuus minkä hyvänsä lisäaineen mukaan sekotukseen. Vaihdin 47 on asennettu siten, että se voidaan

15 avata helposti puhdistusta varten.

Lieju, jota kuljetetaan pumpulla 43 ja vaihtimella 47 linjan 49 kautta, kulkee seuraavaksi linjaan kytketyn liotuslaitteen 51 kautta, joka on teollista standardityyppiä (kuten sellaisilla, joka on saatavissa yhtiöstä Hidrostal Process Engineering Ltd., Newbury, Englanti), ja jonka tehtävä on rikkoa liejussa olevat kaikki kiinteät agglomeraatit hienojakoisiksi partikkeleiksi niin, että ultraäänikäsittely voi

20 saavuttaa maksimitehon. Tämä antaa tulokseksi homogeenisen syötön linjan 53 kautta linjaan kytkettyyn sekoittimeen ja lämmönvaihtimeen 55 (saatavissa yhtiöstä Chemineer, Derby, Englanti), jossa liejun lämpötila optimoidaan seuraavia ultraääni- ja pesuvaiheita varten. Kuumennettu homogenisoitu

25 lieju syötetään linjan 57 kautta ensimmäiseen ultraäänisyk- sikköön 59, jossa säteily käy kiinteän aineen kimppuun aloittaen prosessin öljykontaminaation poistamiseksi kiinteistä partikkeleista. Ultraäänisyk- sikkön taajuus- ja teho-

30 syöttö valitaan strippausvaikutuksen maksimoimiseksi samalla kun vältetään ne toiminta-alueet, joilla voi muodostua emulsioita. Tässä liejujen käsittelyoperaatiossa käytetyn taajuuden on havaittu kokeella olevan välillä noin 20 - 40 kHz.

35

Tehokkaimman kontaktin aikaansaamiseksi muuntimet on asennettu kuusikulmaisen putken sivuille. Edullisia ultraääni-laitteita ovat Tubeducer® ja Cylsonic®, joita myy yhtiö Branson Ultrasonics, Dawe Division, Hayes, Middlesex, Englanti, jossa moninkertaiset muuntimet on asennettu viisikulmaisen poikkileikkauksen omaavan putken ulkosivuille. Käytetty taajuus riippuu liejun luonteesta, ja se määritetään kokeellisesti kullekin syötetyn raaka-aineen tärkeälle muutokselle. Tyypillisesti taajuus vaihtelee alueella 20 - 40 kHz, ja käytetyt vaaditut energiatasot tunnistetaan samalla lailla erityisen käsiteltävän syöttöraaka-aineen vaatimuksiin sopivasti. Energian syöttö on normaalisti alueella 120 - 200 W/l.

Ultraääniyksikköä 59 voidaan modifioida siten, että se muuttuu paineastiaksi tuloksena kaasupaineen muodostuksesta. Sopivalla ylipaineen ja lämpötilan kontrollilla, yksikköön lisätty liuotin voidaan saattaa superkriittiseen tilaansa. Tämä lisää liuotustehoa ja helpottaa materiaalisesti öljyn kiintoaineesta liuotusta.

Ultraäänikäsittelyn jälkeen käsitelty lieju ajetaan linjalla 60, johon injisoidaan lisää liuotinta linjan 94 kautta liejuvirtaan viskositeetin alentamiseksi ja erottuneen öljyn kiinteistä partikkeleista liukenemisen auttamiseksi. Kuviossa 1 esitetään kaksi sekoitusvaihetta. Yksi sekoitusvaihe voi olla riittävä. Kaksi sekoitusvaihetta kattaa kaikki mahdolliset sattumat.

Liuotin valitaan erityisen käsiteltävän jäteöljyn ominaispiirteisiin sopimiseksi. Käytetty liuotin voidaan valita laajasta joukosta alifaattisia ja aromaattisia liuottimia, esimerkkejä ovat mm. paloöljy, dieselpolttoaine ja tolueeni. Tolueeni on tässä tapauksessa ehdotettu liuotin. Liuottimen täydennys saavutetaan lisäämällä tolueenia, linjan 118 kautta tankkiin 96, öljystä talteen saatuihin keveisiin päihin. Lisätty liuottimen %-osuus on yleensä alueella 0 - 150 %

liejun painosta. Lopullisen liuotin:lieju -suhteen odotetaan tässä Singaporen liejujen tapauksessa vaihtelevan alueella 75 - 150 %, säädettävänopeuksisen liuottimensyöttöpumpun 58 kontrollin alla. Liuottimen ei-toivottu takaisinsyöttö estetään takaiskuventtiilillä (ei näytetä) linjassa 60. Liuottimen ja liejun perusteellinen sekoittuminen, joka on toivottavaa öljyn tasaisen kiintoaioneesta erottumisen vuoksi, saavutetaan ajamalla seoksen linjaan kytketyn sekoittimen 61 (saatavissa yhtiöstä Chemineer, Derby, Englanti) kautta, jossa lieju ja liuotin sekoittuvat. Linjoihin 63 tai 60 varustetaan annostelupiste (ei näytetä) emulsionhajotuskemikaalien lisäyksen sallimiseksi, tarvittaessa.

Nyt lieju/liuotin-seos syötetään linjan 62 kautta ensimmäiseen pesuvaiheeseen, ensimmäiseen pesuvaiheastiaan 63. Lieju ja liuotin tulevat ylöspäin suuntautuvassa suunnassa optimaalisten vaahdotusominaispiirteiden antamiseksi. Yksikön sisältämä vesi on merivettä, joka lisätään linjan 44 kautta liejussa olevan öljyn ja veden välisen maksimaalisen ominaispainoeron antamiseksi. Sen sijasta voidaan käyttää rai-kasta vettä tai mitä hyvänsä öljyn uutto-ei-liuotinta ja liuotin, jolla on erotukseen sopiva ominaispaino. Öljy, joka vapautuu ultraäänikäsittelyn hyökkäyksellä ja liuottimen vaikutuksella, nousee ylös liuottimen kanssa vesikerroksen läpi astian 63 yläosassa olevalle yläpinnalle 56 jakajalevyn 24 läpi pakottaen kiintoaineen, öljyn ja liuottimen erottumaan. Raskaammat kiintoaineet 69 erottuvat ja putoavat astian 63 kartiomaiselle pohjalle.

Astiassa 63 on höyryvaippa 65, johon lisätään linjan 64 kautta höyryä, jonka paine on 350 kPa (3,5 bar), ja höyrykondensaattilinja 20, joka poistaa tiivistyneen höyryn vaipasta ja veden lämpötilan ylläpitämiseksi hyvää erotusta varten. Vesitäydennystä astiassa 63, kattamaan kiintoaineen uutosta johtuvat menetykset, kontrolloi automaattinen tasonkontrollijärjestelmä (ei näytetä), joka sijaitsee öljy/liuotin- ja vesikerrosten välisellä rajapinnalla. Se panee pääl-

le kuumavesitäydennyskeskipakopumpun (ei näytetä) vedentulo-
linjassa 44 vesitason säilyttämiseksi.

Kerrostunut kiinteä aine 69 poistetaan astian 63 kartiomai-
5 selta pohjalta kiinteän aineen käsittelyyn tarkoitettulla
pumpulla (ei näytetä) (saatavissa yhtiöstä Tuthill UK Ltd.,
Ilkeston, Englanti) linjassa 70. Kiinteän aineen 69 poiston
helpottamiseksi tässä pisteessä astian 63 kartiomaiselle
pohjalle varustetaan sisäisellä suihkusulutuksella (ei näy-
10 tetä) kuumalla vedellä. Uutettu öljyrikas seos liuottimen
kanssa poistetaan astian huipulta tasokontrolloidulla pum-
pulla (ei näytetä) linjassa 67 kontrolloituna tasolla, joka
sijaitsee astiassa 63 jakajalevyn 24 yläpuolella. Tämä yk-
sikkö syöttää seosta haihduttimeen 84, jossa öljy ja liuotin
15 erottuvat. Liuotinhöyry, joka sisältää hieman öljyä, poiste-
taan pesuastian 63 yläalueelta 56, ja kulkee suoraan linjaa
66 pitkin kondensoijaan 93 talteenottoa varten. Linja 66
astiasta 63 yhdistyy toisesta pesuastiasta 75 tulevan linjan
79 kanssa liuotinhöyryn kuljettamiseksi ensimmäisestä ja
20 toisesta pesuastiasta kondensoijaan 93.

Kerran pesty liejun kiintoaine pumpataan linjan 70 kautta
linjaan kytkettyyn sekoittimeen 100, jossa lieju ja jäännös-
liuotin sekoittuvat. Ei-toivottu takaisinsyöttö estetään
25 takaiskuventtiilillä. Tätä seuraa (a) linjan 92 kautta ta-
pahtuva liuotinlisäys, jota kontrolloidaan säädettävänopeuk-
sisella liuottimensyöttöpumpulla 40, ja (b) ultraääniyksik-
köön 71 lisäys, joka yksikkö 71 on kooltaan ja toimintata-
valtaan verrattavissa ultraääniyksikköön 59. Liuotinlinja 92
30 on liitetty suoraan (ei näytetä) linjaan 94 ennen pumppua
58. Sitten laimennettu kiintoaine ajetaan syöttölinjalla 73
toiseen pesuastiaan 75, joka on sama kuin astia 63. Astian
75 kohdat, jotka ovat verrattavissa astian 63 kohtiin, kuva-
taan seuraavassa taulukossa:

Astian 63 kohta	Astian 75 kohta	Astian 63 kohta	Astian 75 kohta
24	28	64	77
20	22	67	80
44	46	68	76
56	72	69	74
62	73		

- 10 Toisen pesuastian 75 toiminta on sama kuin ensimmäiselle pesuastialle 63 kuvattu, ja kun virrat poistetaan, olivatpa ne sitten liuotinta, öljyä tai kiinteää ainetta, toiminta on sama. Suihkusulutusta, joka varustettiin aikaisemmin, käytetään toisen pesuastian kartiomaisella pohjalla kiintoaineen
- 15 74 poistamiseksi. Linja 81 toisesta pesuastiasta kiintoainepumppuun (ei näytetä) syöttää kiintoainetta astiaan 83. Tämä astia aikaansaa liuottimen nopean haihtumisen (flash-off) toisen pesuvaiheen kiintoaineesta. Nopeasti haihtunut liuotin menee suoraan kondensoijaan linjojen 85 ja 66 kautta, vastaavasti. Astiassa 83 oleva lopullinen jäännös kulkee
- 20 linjaa 52 pitkin Torbed-käsittely-yksikköön 50, jossa tapahtuu öljyn lopullinen poisto haihduttamalla jäännöskiintoaineesta saattaen pois heitetyn kiintoaineen öljypitoisuuden alle noin 0,1 paino-%:iin. Ympäristöllisistä syistä tuotetut
- 25 höyryt voidaan, haluttaessa, kondensoida ja poistaa Torbed-poistokaasuvirrassa. Kondensoitu aine voidaan johtaa uudelleen tuotevirtaan. Kondensoijan ja jäähdytysaineen lämpötilan valinta sallii selektiivisen kondensoinnin suorittamisen, jonka tarkoituksena on erityisten aineiden poistaminen,
- 30 vaadittaessa. Puhtailla kiinteillä jätteillä on riittävän alhaiset öljypitoisuudet kaatopaikkamaahan 54 lähetettäväksi.

Erotettu öljy liuottimen kanssa kahdesta pesuvaiheesta syö-

tetään linjan 18 kautta (kerätty linjoista 67 ja 80) haihdutinkolonnin 84 (saatavissa yhtiöstä Alval Engineering, Fife, Skotlanti) esikuumennusvaiheeseen. Liuotin haihdutetaan nopeasti höyrykuumennuskierukoilla, ja höyryt kulkevat ylös
 5 kolonnia 84 linjaan 82, ja ne kerätään linjaan 66 kahdesta pesuvaiheesta olevan liuotinhöyryn kanssa, joista kaikki syötetään pumpun 86 avulla kondensoijaan 93. Tämä yksikkö käsittää kieruka(n/t) 95, ilmanpoiston 98, ja tuulettimen 97 ilmajäähdytystä varten. Kondensoidut materiaalit poistetaan
 10 pumpulla 116, ja ne menevät varastösäiliöön 96 linjan 99 kautta.

Ölly haihdutinkolonnista 84 syötetään linjan 88 kautta tankkiin 89, joka aikaansaa puskuripidätyskapasiteettia matkalla
 15 hydrosyklonivaiheeseen. Tankissa 89 oleva öljy poistetaan linjan 90 kautta pumpun 102 avulla linjaan 103. Lämmönvaih-
 din 105 (saatavissa yhtiöstä Transon Heat Engineering Ltd., Andover, Englanti), jota kontrolloidaan asetettuun arvoon säätöventtiilillä (ei näytetä) höyrylinjassa, on sisällytety
 20 ty linjaan 90 hydrosyklonin lämpötilan optimoimiseksi. Lämmönvaihtimesta 105 öljykondensaatti syötetään linjan 106 kautta hydrosykloneihin 109 ja 110 (saatavissa yhtiöstä Conoco Specialty Products Limited, Gloucester, Englanti),
 25 jotka on yhdistetty linjalla 112, kaiken tarvittavan kuuman veden vastaanottamiseksi (mahdollisesti toimitetun), joka syötetään linjaan 106 linjan kautta 107 hydrosyklonierotuksessa auttamiseksi. Hydrosykloni 109/110 käsittää alustan,
 joka sisältää kolme tai neljä hydrosykloniyksikköä (vain kaksi näytetään, 109 ja 110, jotka on yhdistetty keskenään
 30 linjalla 112), riippuen vesi- ja öljymääristä ja -laaduista talteenotetussa öljyvirrassa. Vesi poistetaan linjan kautta 113. Kaikki poistovedet tehtaasta ajetaan standardityyppi-
 seen kaltevalevyseparaattorin öljyn jäänteiden poistamiseksi niin, että lopullisen poistoveden öljypitoisuudet ovat luok-
 35 kaa, jotka ovat nykyisiä laillisia vaatimuksia alhaisempia, toivotusti alle noin 50 ppm öljyä vedessä, edullisesti alle noin 10 ppm öljyä. Tässä vaiheessa pois vaahdotettu öljy

palautetaan tuotevirtaan. Mikäli tarpeen, suoritetaan pH-arvon säätö alkalisuuden ja happamuuden poistamiseksi, ja lisätään flokkulointiapuaineita pois heitetyssä vedessä olevien ei-hyväksyttävien kiinteiden aineiden poistamiseksi, tai poistovesi voidaan ajaa membraanityyppisen suodattimen läpi liuottimen viimeisten jälkien poistamiseksi.

Hydrosykloni on integroitu yksikkö, joka käsittää ensimmäisen öljynerotusvaiheen, minkä jälkeen seuraa toinen vesipuhdistusvaihe, joka pystyy aikaansaamaan poistoveden öljypitoisuudella alle noin 50 ppm. Optimaalisen puhdistuksen antamiseksi hydrosyklonissa voidaan vaadittaessa lisätä lisää vettä linjan 107 kautta. Öljy- ja vesikierrätys suoritetaan ajamalla vedellä kontaminoitunut öljy pidättelytankkiin 89 linjan 91 kautta sekoitettavaksi hydrosykloneihin tarkoitetun öljysyötön kanssa.

Öljy hydrosykloneista syötetään linjan 111 avulla tasapainotankkiin 101, joka sijaitsee hydrosyklonien ja sentrifugivaiheen välissä. Tankkia 101 kuumennetaan öljyn lämpötilan säädön sallimiseksi optimaalista sentrifugointia varten. Öljy tankista 101 syötetään linjan 104 kautta lämpötilansäätölämmönvaihtimeen 108, ja sitten linjan 114 kautta sentrifugiyksikköön 115 (saatavissa yhtiöstä Westfalia, Milton Keynes, Englanti). Lopuksi otetaan "kiillotettua" öljyä, pumppujen avulla (ei näytetä), sentrifugiyksiköstä 115, syötetään varastösäiliöihin 123 ja 129 (höyrykierukkakuumenttuja ja varustettu tasokontrolleilla ja indikaattoreilla) öljy-vedessä-mittarin (ei näytetä) (saatavissa yhtiöstä Agar/Auriema Ltd, Slough, Englanti) kautta, joka tarkistaa tuotteen laadun. Sentrifugi 115 on täydellinen operaatioyksikkö valmistajan toimittamana, ja sisältää lämpötilansäätölämmönvaihtimen, syöttötankin, suurinopeussentrifugin, ja liejunuuttopumpun. Sentrifugista poistettu lieju syötetään pitotankkiin 121. Hydrosyklonin ulostulosta syötettynä tämä yksikkö pystyy aikaansaamaan B, S & W -arvoja, jotka ovat hyvin nimellisesti määritellyn maksimin 2 % sisällä. Tankis-

sa 121 oleva lieju voidaan syöttää Torbed'iin 50 viimeistä käsittelyä varten.

Jotta varmistettaisiin, että uutettu kiintoaine on tyydyttävän puhdasta kaatopaikkamaana käyttöön, se ajetaan "Torbed"-puhdistusyksikön 50 (saatavissa yhtiöstä Davy McKee, Stoc-ton-on-Tees, Englanti) läpi. "Torbed"-yksikkö päästää läpi kuumia kaasuja öljynpolttimesta spiraalisena kaasuvirtana, joka on suunnattu kulmassa sijaitseviin lapoihin öljyllä kontaminoitujen partikkelien kerrokseen, erityisesti kvartsi- ja muuntyyppisten partikkelien, kontaminoituneen kiinto-
 10 aineen turbulentin, kaasun kannattaman pedin muodostamiseksi, poistaen kaiken jäljellä olevan öljyn hyörystämällä, ja antaen puhtaan kuivan, erillisten partikkelien muodossa
 15 olevan tuotteen. Poistokaasuvirrassa oleva öljy otetaan talteen kondensoimalla. Koska kuumennusprosessi on tarkoin kontrolloitu, vältetään polton tuottamat ei-toivotut elementit, ja päästöt on paljon helpompi pitää paikallisen viranomaisten määrittelemissä rajoissa.

20

Torbed-prosessia kuvataan kuviossa 2, 3, 4 ja 5. Kuten kuvioissa esitetään, Torbed-laite 140 sisältää sylinterimäiden eristetyn seinän 160 sisällä syöttöputken 150, jonka kautta erillisten partikkelien muodossa oleva kiintoaine syötetään
 25 poistettavaksi toisesta päästä 152 pyöriviin siipiin kaltevalle pinnalle 154 heitettäväksi kehälapavyöhykkeelle 190, jonka sulkee sisäänsä sisäänpäin kalteva ulkonemapinta 158. Kuumaa fluidia polttimesta 188 injisoidaan tangentiaalisesti, luoden partikkelien läpi kulkevan ylöspäin suuntautuvan virtauksen 156, joka on riittävä muodostamaan dynaamisen partikkelipedin. Kuten kuviossa 3 esitetään, kuumat fluidit
 30 162 pääsevät lapojen 164 läpi, jotka työntävät fluidin ulos kulmasuunnassa 164. Kuuma fluidi poistuu laitteesta fluidinpoistoaukosta 180 kuljettaen mukanaan höyrystyneen öljyn, joka peitti partikkeleita. Kuuma fluidi syötetään kondensoi-
 35 jaan, joka sallii öljykomponentin erottumisen. Käsitelty fluidi alistetaan pesulle öljyn poistumisen varmistamiseksi.

Kuumien partikkelien dynaaminen peti 176 on kiertynyt vyöhykkeen 158 suhteen suunnassa 164, joka noudattaa lapojen 172 kaltevuuskulmaa ja tangentiaalista syöttöä polttimesta 188. Kuten kuviossa 5 esitetään, kuuma fluidi 170 syötetään

5 lapavyöhykkeelle lapojen 172 välitse väleihin 174 lapojen 172 välillä, ja lapojen 172 kaltevuus aiheuttaa sen, että fluidivirralla on samalla lailla kulmassa oleva kaltevuus kuten nuolilla esitetään lapojen 172 järjestyksen yläpuolella. Laitteeseen syötetyt partikkelit muodostavat dynaamisen

10 pedin 176, joka kulkee fluidivirran suunnassa rajoitettuna äärisen lapavyöhykkeen 158 geometrialla. Tämä käsitellään täydellisesti US-patenttijulkaisussa 4,479,920, yllä. Fluidi voi olla lämpötilassa yli 1400 °C, edullisesti lämpötilassa noin 100 °C - 1400 °C, edullisimmin noin 150 - alle noin

15 1400 °C, mitattuna termoelementeillä 182, kuuman fluidin virratessa partikkelien ympärillä, suspendoidessa ne ja höyrystäessä partikkeleihin tarttuneen öljyn. Fluidi on yleensä polttokaasuja, jotka virtaavat polttimesta. Poltin-

20 kokoonpano, joka päästää kuumat kaasut spiraalisuunnassa lapojen 172 järjestykseen, voi olla varustettu injeksiokohdilla alavirtaan polttimesta niin, että fluidivirtaan voidaan sisällyttää muita kaasumaisia tai höyrymuodossa olevia materiaaleja. Sellaisia materiaaleja ovat mm. erilaiset kaasut kuten ilma, hiilidioksidi, typpi, metaani, etaani, pro-

25 paani, isopropaani, heksaani ja vastaavat. On toivottavaa käyttää fluidina kaasuseosta, joka pystyy liuottamaan partikkeleihin kiinnittyneen öljyn. Tämä helpottaa huomattavasti öljyn poistamista partikkeleista höyrystyksen ja uuton yhdistelmällä. Kiintoaine otetaan talteen keskellä sijaitse-

30 vaan poistokammioon 186, ja lähetetään kaatopaikkamaaksi.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä öljyn talteen ottamiseksi jäteöljystä, t u n -
n e t t u siitä, että öljy on sekoittunut kiinteiden - ja
vesikontaminanttien kanssa, irrotetaan öljyn assosiaatio
5 kontaminoivien aineiden kanssa liuotinkäsittelyllä, ja alis-
tetaan liuotinta sisältävä seos, jossa on öljyä, ultraääni-
käsittelylle, erotetaan kontaminoivat aineet pesemällä öljy-
komponentin ei-liuottimella ja liuottimella, ja erotetaan
sitten öljy.
- 10 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että liuotin on veteensekoittumatonta ja ultra-
äänikäsittely on riittävä parantamaan öljyn erottumista
kiintoaineesta ilman veden ja öljyn emulgoitumista.
- 15 3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että ei-liuotin on vettä.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t -
20 t u siitä, että vesi on merivettä.
5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että liuotin erotetaan öljystä tislaamalla.
- 25 6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että liuotin erotetaan öljystä tislaamalla.
7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että erotettu öljy alistetaan vesivirtaerotuk-
30 selle.
8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että erotettu öljy alistetaan vesivirtaerotuk-
selle.

9. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että erotuksesta on öljyrikasta komponenttia, ja
että se alistetaan vesivirtaerotukselle.
- 5 10. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että erotuksesta on öljyrikasta komponenttia, ja
että se alistetaan vesivirtaerotukselle.
- 10 11. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että vesivirtaerotusta seuraa yksi tai usea
dekantointi ja sentrifugointi kiintoainejäännöksen erottami-
seksi.
- 15 12. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että vesivirtaerotusta seuraa yksi tai usea
dekantointi ja sentrifugointi kiintoainejäännöksen erottami-
seksi.
- 20 13. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että vesivirtaerotusta seuraa yksi tai usea
dekantointi ja sentrifugointi kiintoainejäännöksen erottami-
seksi
- 25 14. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että vesivirtaerotusta seuraa yksi tai
usea dekantointi ja sentrifugointi kiintoainejäännöksen
erottamiseksi.
- 30 15. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että erotettu kiintoaine syötetään kiinteinä
partikkeleina toroididynaamiseen petiin, joka on suspendoitu
kuumaan fluidiin, öljykertymien erottamiseksi partikkeleis-
ta.
- 35 16. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että erotettu kiintoaine syötetään kiinteinä
partikkeleina toroididynaamiseen petiin, joka on suspendoitu

kuumaan fluidiin, öljykertymien erottamiseksi partikkeleista.

17. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, t u n n e t -
5 t u siitä, että erotettu kiintoaine syötetään kiinteinä partikkeleina toroididynaamiseen petiin, joka on suspendoitu kuumaan fluidiin, öljykertymien erottamiseksi partikkeleista.

10 18. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että erotettu kiintoaine syötetään kiinteinä partikkeleina toroididynaamiseen petiin, joka on suspendoitu kuumaan fluidiin, öljykertymien erottamiseksi partikkeleista.

15 19. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että kiintoaine sijoitetaan kaatopaikka-
maahan (landfill).

20 20. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että kiintoaine sijoitetaan kaatopaikka-
maahan.

21. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä, t u n -
25 n e t t u siitä, että kiintoaine sijoitetaan kaatopaikka-
maahan.

22. Patenttivaatimuksen 18 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että kiintoaine sijoitetaan kaatopaikka-
30 maahan.

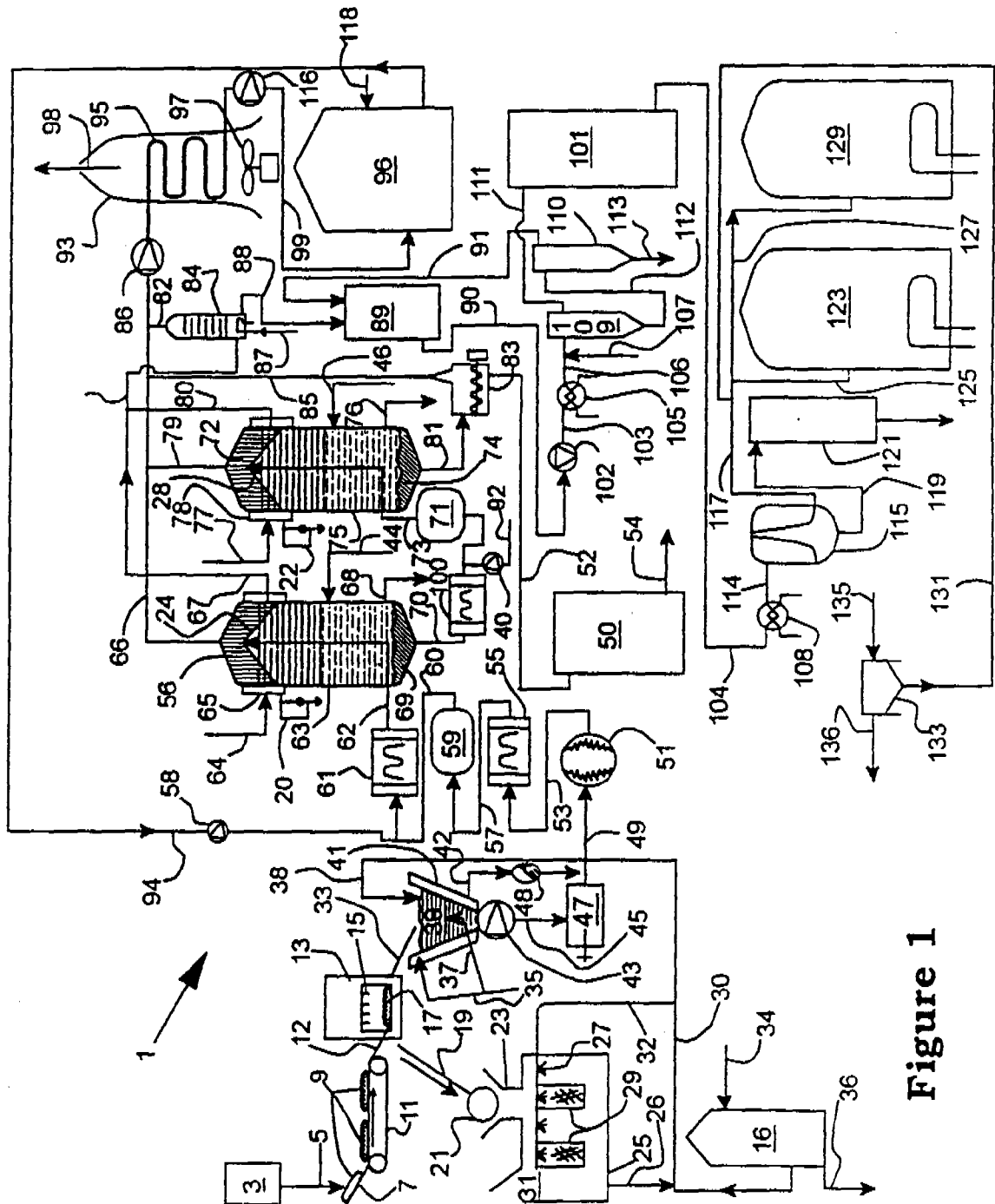


Figure 1

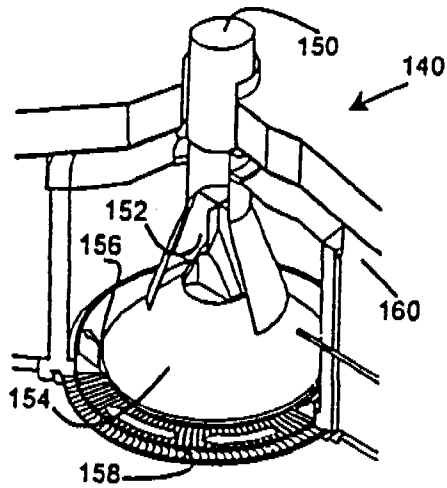


Figure 2

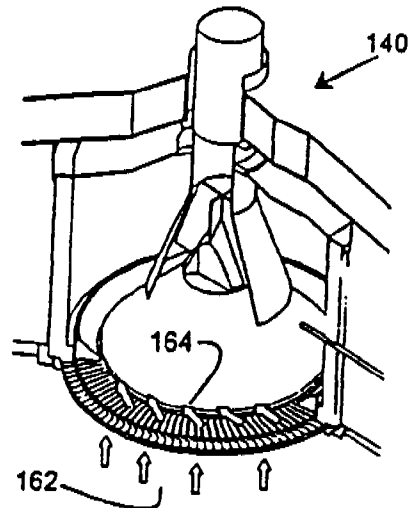


Figure 3

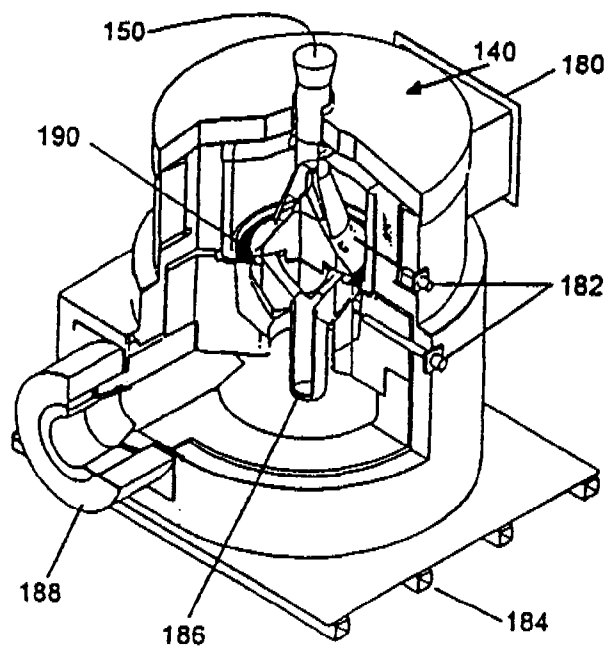


Figure 4

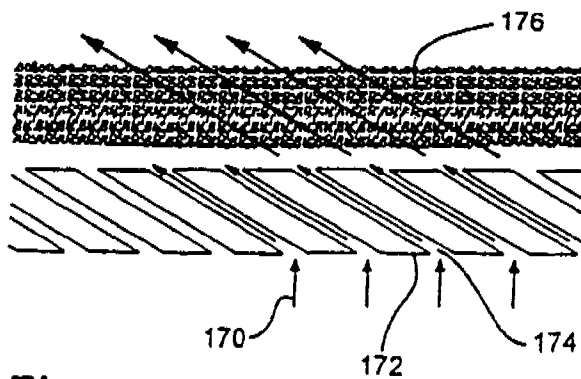


Figure 5