



C (45) Patentti myönnetty
Patent malleint 10 00 1987
(51) Kv.lk⁴/Int.Cl.⁴ B 01 F 7/18

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus – Patentansökning	822936
(22) Hakemispäivä – Ansökningsdag	24.08.82
(23) Aikupäivä – Giltighetsdag	24.08.82
(41) Tullut julkiseksi – Blivit offentlig	25.02.84
(44) Nähtäväksipanon ja kuuljulkaisun pvm. – Ansökan utlagd och utskriften publicerad	29.05.87
(86) Kv. hakemus – Int. ansökan	
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus – Begärd prioritet	

(71) Outokumpu Oy, Outokumpu, FI; Töölönkatu 4, 00100 Helsinki, Suomi-Finland(FI)

(72) Stig-Erik Hultholm, Pori, Launo Leo Lilja, Pori, Valto Johannes Mäkitalo, Pori, Bror Göran Nyman, Vanha-Ulvila, Suomi-Finland(FI)

(74) Berggren Oy Ab

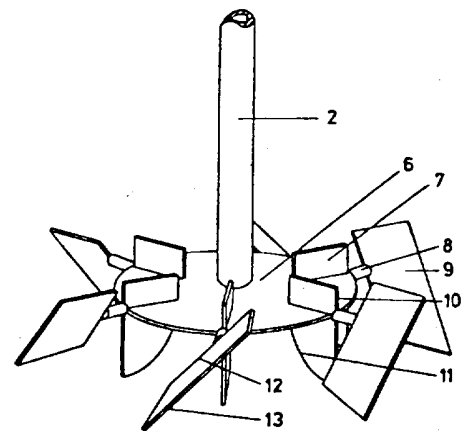
(54) Tapa dispergoida kaasua kiintoainetta sisältävään nesteeseen ja laite tätä varten – Sätt att dispergera en gas i en vätska innehållande fast material och en anordning därför

(57) Tiivistelmä

Keksintö kohdistuu tapaan johtaa haluttu kaasumäärä liuosreaktorin nestepinnan alle, dispergoida se pieniksi kupliksi, sekoittaa kuplat mahdollisimman tehokkaasti jauhe-maisen kiintoaineen ja nesteen suspensioon sekä aikaansaada sekoitetulle kaasunestekiintoainesuspensiolle voimakas, reaktorin (1) keskeltä alaspäin ja laidoilta ylöspäin suuntautuva suspensiota ylläpitävä virtauskenttä. Keksinnön mukainen, ns. gls-sekoitin (3) muodostuu yläpäästään ripustetun pyörivän akselin (2) alapäähän sijoitetusta ympyrälevystä (6), ympyrälevyn (6) reunoilla säteittäisesti sijaitsevista pystysuorista dispergointisiivekkeistä (7), sekä dispergointisiivekkeisiin (7) varren (8) avulla kiinnitetyistä suuntaussiivekkeistä (9). Reaktorin (1) pohjasta ylöspäin on sijoitettu kaasunsyöttökanava (4), josta kaasusuihku purkautuu ympyrälevyn (6) keskipisteeseen.

(57) Sammandrag

Uppfinningen avser ett sätt att leda en önskad gasmängd under vätskeytan i en lösningsreaktor, dispergera den till små bubblor, omröra bubblorna möjligast effektivt med suspensionen av ett pulverformigt fast ämne och en vätska samt ge den omrörda gas-vätske-fastämnessuspensionen en kraftig, från reaktorns (1) centrum nedåt och vid kanterna uppåt riktad strömningsfält som uppehåller suspensionen. Den sk. gls-omröraren (3) enligt uppfinningen omfattar en cirkelskiva (6) anordnad vid den nedre ändan av en vid sin övre ända upphängd roterande axel (2), vertikal disper-sionsvingar (7) anordnade radiellt på cirkelskivans (6) kan-ter, samt styrvingar (9) förbundna med dispergeringsvingarna (7) medelst en arm (8). En uppåtriktad gasinmatningakanal (4) är anordnad på reaktorns (1) botten, varifrån en gas-ström strömmar till cirkelskivans (6) centrum.



Tapa dispergoida kaasua kiintoainetta sisältävään nesteeseen ja laite tätä varten

Tämä keksintö kohdistuu tapaan johtaa haluttu kaasumäärä liuosreaktorin nestepinnan alle, edullisesti sen pohjatilaan, dispergoida se pieniksi kupliksi, sekoittaa kuplat mahdollisimman tehokkaasti jauhemaisen kiintoaineen ja nesteen suspensioon sekä aikaansaada sekoitetulle kaasu-kiintoaine-nestesuspensiolle voimakas, reaktorin keskeltä alaspäin ja sen laidoilta ylöspäin suuntautuva suspensiota ylläpitävä virtauskenttä. Keksinnön mukaisen ns. gls-sekoittimen alapuolelta sen keskustaa kohti suunnattu kaasuvirtaus leviää säteettäin ulospäin sekoittimen siivekkeitä kohti. Akselista vaakatasoon kiinnitetyn ympyrälevyn reunoilla sijaitsevien pystysuorien dispergointisiivekkeiden ansiosta kaasu dispergoituu pieniksi kupliksi sekoittimen pyörimisnopeuden aiheuttaman voimakkaan turbulenssikentän vaikutuksesta. Muodostuneet pienet kuplat sekoittuvat kyseisten dispergointisiivekkeiden jälkeisellä siivekkeettömällä alueella kiintoaine-liuosvirtaan, jonka jälkeen gls-sekoittimen ulommat, alaspäin painavat suuntaussiivekkeet saavat aikaan jälkidispergoinnin ja pakottavat muodostuneen suspension kohti reaktorin alaosaa ja sieltä edelleen reunoja pitkin ylös.

Keksinnön mukaisesta sekoittimesta käytetään nimitystä gls-sekoitin, joka on johdettu sekoittimen toimintaperiaatteesta: kaasu (gas) johdetaan sekoittimen alle, jossa se dispergoituu ja tämän jälkeen sekoittuu nesteeseen (liquid) ja kiintoaineeseen (solid).

Jauhemaisen kiintoaineen sekoittamiseksi hyväksi suspensioksi nesteeseen tai kaasun dispergoimiseksi nesteeseen on olemassa hyviä ja käyttökelpoisia ratkaisuja. Näitä on kuvattu kirjallisuudessa esim. Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, Band 2 ss. 260-281, jäljempänä seuraavat

viittaukset kohdistuvat juuri tähän kirjallisuusviitteeseen.

Esimerkkinä jauhemaisen kiintoaineen sekoittamisesta nesteeseen ovat yksinkertaiset 45° -lapakulmalla varustetut, ns. pitch-blade-sekoittimet (Ullmann, s. 261, Abb 3, g), jotka alaspäin painavana aiheuttavat reaktorin keskeltä alas ja laidoilta ylös suuntautuvan virtauksen aiheuttaen samalla reaktioiden kannalta tärkeätä turbulenssia.

Kaasun dispergoimiseksi nesteeseen on myös olemassa standardiratkaisuja:

- Suutin tai useampia suuttimia, joista kaasu purkautuessaan muodostaa pieniä kuplia.
- Turbiinimaisessa sekoittimessa (Ullmann s. 261, Abb, 3,a), jossa on pytysuorat lavat, sekoittimen alle johdettu kaasu joutuu sekoittimen vaikutusalueelle dispergoituen sitä pienemmiksi kupliksi, mitä enemmän käytetään tehoa turbiinissa.
- Kaasun dispergoimiseen käytetään myös ns. itseimeviä ristiputkia (Ullmann, s. 276, Abb 19), eli onton akselin alapäästä haarautuu kaasutila tavallisimmin neljään, kärkipäästään avoimeen putkeen. Pyörivän ristiputken kaasutilaan aiheuttaman alipaineen johdosta kaasu purkautuu ja dispergoituu kupliksi reaktorin liuostilaan. On huomattava, että liuoksen lämpötilan noustessa höyrynpaine samalla nousee, jolloin alipaineen vaikutus heikkenee.

Asia tulee kuitenkin mutkikkaammaksi, kun on samanaikaisesti dispergoitava kaasu tehokkaasti pieniksi kupliksi ja sen lisäksi pidettävä jauhemainen kiintoaine hyvässä suspensiossa nesteen kanssa. Mikään edellä esitetyistä tavoista ei pysty tyydyttämään molempia vaatimuksia, dispergointia ja suspension ylläpitämistä samanaikaisesti riittävän hyvin, varsinkin jos kiintoaine on karkearakeista ja lietetiheys on suuri.

Tämän keksinnön tarkoituksena on johtaa kaasu liuosreaktorin

pinnan alle, edullisesti sen alaosaan, dispergoida se pieniksi kupliksi, sekoittaa kuplat mahdollisimman tehokkaasti jauhemaisen kiintoaineen ja liuoksen suspensioon sekä aikaansaada sekoitetulle kaasukiintoaine-liuossuspensiolle voimakas, reaktorin keskeltä alaspäin ja sen laidoilta ylöspäin suuntautuva, suspensiota ylläpitävä turbulenttinen virtauskenttä.

Keksinnön pääasialliset tunnusmerkit ilmenevät oheisesta patenttivaatimuksesta 1.

Kun on kysymyksessä kolmefaasinen järjestelmä (jauhemainen kiintoaine-neste-kaasu) vaaditaan kaasun dispergointielimeltä eriluonteisia suoritusmuotoja; kaasun dispergointi, muodostuneiden kaasukuplien jakaminen koko reaktorin poikkipinnalle, kiintoainehiukkasten liikkeelle saattaminen ja näin muodostuneen suspension ylläpitäminen.

Tunnettua on, että virtauksen turbulenssi kontrolloi massa- ja lämmönsiirtoa kuplasta sekä kaasun dispersioastetta. Tunnettua on myös, että turbulenssiin vaikuttavat pyörteet ovat suurimmillaan niiden muodostumiskohdassa; sekoittimissa lapojen kärjen tuntumassa, suuttimilla purkausaukon läheisyydessä jne. Tässä niiden aallonpituudet tai skaalat ovat samaa suuruusluokkaa kuin päävirtauksen vastaavat suuret. Suuret pyörteet ovat kuitenkin epästabiileja ja hajoavat vähitellen pienemmiksi pyörteiksi kunnes niiden energia on lopulta muuttunut kokonaan lämmöksi viskoosivirtauksen vuoksi.

Kuplan kokoa säätelevät voimat ovat leikkausjännitys ja pintajännitys. Leikkausjännitys on riippuvainen turbulenssin voimakkuudesta, mikä puolestaan riippuu, kuten edellä esitettiin, liikettä synnyttävän laitteen läheisyydestä ja tietenkin myös sen tehokkuudesta (nopeudesta yms.).

On siis edullista saada riittävä turbulenssi (nopeus) mahdollisimman lähelle kaasun syöttökohtaa, kuten tapahtuu esim. juuri suuttimien purkausaukolla ja vielä edullisemmin ns.

itseimevissä ontoissa ristiputkissa, joissa kaasun purkautumisnopeuden lisäksi on vaikuttamassa myös itse sekoittimen pään kehänopeus. Tämä sama kehänopeuden vaikutus esiintyy myös radiaaliturbiineissa, missä kaasu syötetään välittömästi siivekkeiden alle. Molemmissa sekoittimissa muodostuu pyörimisliikkeen ansiosta vielä alipainealue siivekkeen taakse, joka edesauttaa kaasun dispergointia.

Kiinteissä suuttimissa on dispergointialue lähinnä pistemäinen. Pyörivissä sekoittimissa (radiaaliturbiinit) se on siivekkeiden kärjen piirtämän ympyräviiva-alueella. Meidän keksinnössämme tämä dispergointialue on jonkin verran edellistä laajempi, koska ensimmäisten siivekkeiden, varsinaisten dispergointisiivekkeiden jälkeisen siivekkeettömän välitilan jälkeen tulevat vielä ulommat pystyvirtausta aiheuttavat suuntaussiivekkeet, joissa dispergointi-ilmiö vielä jatkuu.

Keksintömme mukaista tapaa käyttäen kaasu johdetaan reaktoriin lähinnä alakautta onton kaasusyöttökanavan läpi reaktorin alaosaan, sen poikkileikkauksen keskipisteeseen. Kanavan purkauspäästä poistuva kaasusuihku suunnataan ylöspäin kohtaamaan sen yläpuolella oleva, ylhäältä ripustettuun pyörivään akseliin kiinnitetty vaakasuora ympyrälevy. Kyseisen ympyrälevyn alaosan keskipisteeseen törmäävä kaasusuihku leviää ympyrälevyn alapuolella sen pintaa pitkin säteittäin kohti ympyrälevyn reunaan kiinnitettyjä pystysuoria ja ympyrälevyn säteen suuntaisia dispergointisiivekkeitä. Pyörivät dispergointisiivekkeet dispergoivat nopeutensa ansiosta kaasun pieniksi kupliksi. Tämän jälkeen purkautuvat muodostuneet pienet kaasukuplat siivekkeettömään sekoitustilaan sekoittuen jauhemaisen kiintoaineen ja nesteen kanssa hyväksi suspensioksi. Välittömästi sekoitusvyöhykkeen eli dispergointisiivekkeiden ja niiden jälkeisten suuntaussiivekkeiden välisen alueen jälkeen joutuu muodostunut suspensio näiden uloimpien suuntaus- ja jälkidispergointisiivekkeiden vaikutuspiiriin. Alaspäin painavana suuntaussiivekkeet suuntaavat suspensiovirtauksen reaktorin alaosaan kohti samalla dispergoiden mahdollisesti suureksi jääneet kuplat. Reaktorin alaosassa

suspensiovirtaus kääntyy säteettäin kohti reaktorin reunaa nousten edelleen reunoilla ylöspäin.

Tunnettua on, että esimerkiksi pitch-blade-mallisessa 45° -lapakulmaisessa potkurityyppisessä suuret kaasukuplat poistuessaan siivekkeisiin heikentävät potkurin tehoa, jolloin potkuri alkaa pyöriä "kaasukuplassa" eikä kiintoainehiukkasille saada siirretyksi riittävästi energiaa. Seurauksena on varsinkin karkeiden rakeiden laskeutuminen reaktorin pohjalle. Sen sijaan kuplien ollessa riittävän pieniä ei "kaasukuplassa pyörimistä" pääse tapahtumaan, jolloin kiintoainerakeille tulee riittävästi energiaa ja laskeutuminen pohjalle estyy.

On siis tärkeätä, kuten meidän keksinnössämme, että kaasu dispergoidaan riittävästi ennen suuntaussiivekkeiden vaikutusalueelle joutumista ja jälkidispergointi suoritetaan vasta itse suuntaussiivekkeissä eikä päinvastoin.

On tietenkin selvää, että fysikaalisten ilmiöiden, dispergoinnin ja suspension muodostamisen ja ylläpitämisen lisäksi reaktorissa useinkin tapahtuu koko ajan myös kemiallisia reaktioita, joiden seurauksena kaasu ja kiintoaine liukenevat nesteeseen ja tällöin muodostuu liuossuspensio, jossa kiintoaine on osittain suspensiossa, osittain liuenneena.

Keksintöä on kuvattu myös oheisten piirustusten avulla, joissa

kuva 1 on pystyleikkaus reaktorista, johon keksinnön mukainen gls-sekoitin on sijoitettu,
kuva 2 on yksityiskohtaisempi vinoaksonometrinen kuvanto gls-sekoittimesta.

Kuvassa 1 on reaktori 1. Ylhäältä ripustettuun pyörivään akseliin 2 on kiinnitetty gls-sekoitin 3. Reaktorin pohjasta ylöspäin on suunnattu edullisesti akselin 2 suuntainen kaasunsyöttökanava 4, jonka päästä purkautuva kaasusuihku on ohjattu purkautumaan sekoittimen poikkileikkauksen keski-

pisteeseen. Reaktori 1 on edullisesti varustettu virtaus-haitoilla 1. baffeleilla 5, jotka estävät vortexin syntymistä.

Kuvassa 2 on kuvattu tarkemmin keksinnön mukaista gls-sekoi-tinta. Sekoitin muodostuu akselin 2 alapäähän vaakatasossa symmetrisesti kiinnitetystä ympyrälevystä 6, ympyrälevyn reu-noilla sijaitsevista pystysuorista, ympyrälevyn säteen suun-taisista dispergointisiivekkeistä 7 sekä näistä varren 8 päässä olevista suuntaussiivekkeistä 9.

Dispergointisiivekkeet 7 on sijoitettu ympyrälevyyn 6 nähden siten, että suurin osa siivekkeestä on ympyrälevyn 6 ala-puolella, pienemmän osan jäädessä levyn yläpuolelle. Tällöin myös ympyrälevyn yläpuolella voi tapahtua dispergoitumista. Dispergointisiivekkeiden 7 ulompi reuna 10 on pystysuora. Myös sisäreuna 11 voi olla suora, mutta ympyrälevyn 6 ala-puolella oleva osa dispergointisiivekkeen 7 sisäreunasta 11 voi sopivasti olla pyöristetty tehonkulutuksen vähentämiseksi.

Dispergointisiivekkeisiin 7 on varren 8 avulla kiinnitetty ympyrälevyn 6 ulkopuolella ja siihen nähden kulmassa olevat suuntaussiivekkeet 9. Suuntaussiivekkeet 9 on kiinnitetty varteen 8 siten, että suurin osa siivekkeestä on ympyrälevyn 6 muodostaman tason alapuolella. Suuntaussiivekkeiden 9 muoto voi vaihdella; se voi olla esim. suorakaide, suunnikas tai puolisuunnikas kuten kuvassa 2, jolloin ympyrälevyn puo-leinen sivu 12 on lyhyempi kuin siivekkeen ulompi sivu 13. Ympyrälevyn ja suuntaussiivekkeiden välistä kulmaa voidaan muuttaa, mutta edullisesti se on 45° .

Kun kaasunsyöttökanavasta purkautuva kaasusuihku törmää ympyrälevyyn, se leviää tästä ulospäin periaatteessa säteettäi-sesti, mutta pieni poikkeama tähän säteettäisyyteen voi tulla ympyrälevyn pyörimisen vaikutuksesta. Leviävä kaasusuihku dispergoituu pieniksi kupliksi dispergoitumisvyöhykkeellä dispergointisiivekkeiden vaikutuksesta.

Dispergointisiivekkeet suuntaussiivekkeisiin yhdistävän varren alueella on sekoitusvyöhyke, jossa kaasukuplat sekoituvat nesteeseen ja siinä olevaan jauhemaiseen kiintoaineseen. Sekoittimen rakennetta selvittävässä kokeissa on todettu, että tämä siivekkeetön sekoitusalue on oleellinen hyvän suspension muodostumiselle. Sekoitusalueen laajuus riippuu siivekkeitä toisiinsa yhdistävän varren pituudesta. Suoritetuissa tutkimuksissa on todettu, että varren pituus on edullisesti vähintään $1/4$ suuntaussiivekkeiden leveydestä, edullisesti $1/3$ niiden leveydestä.

Suuntaussiivekkeiden tarkoituksena on, kuten aikaisemmin on jo todettu, jälkidispergoida suspensiossa mahdollisesti olevat suuremmat kuplat sekä suunnata suspensio voimakkaasti kohti reaktorin pohjaa. Jos dispergointia ei olisi suoritettu aikaisemmin dispergointivyöhykkeellä, vaan kaasu olisi edelleen suurina kuplina, eivät suuntaussiivekkeet pystyisi kääntämään virtauksen suuntaa niin tehokkaasti kuin keksinnön mukaisessa sekoitinrakenteessa. Jos taas sekoittimesta puuttuvat suuntaussiivekkeet, ei dispergoitunut kaasu sekoitu niin tehokkaasti suspensioksi nesteen ja kiintoaineen kanssa kuin gls-sekoittimen sekoitusvyöhykkeellä, eikä muodostuneen suspension suuntaa pystytä kääntämään voimakkaasti kohti pohjaa ja sieltä edelleen laitoja pitkin ylöspäin. Gls-sekoittimen suuntaussiivekkeillä pystytään suspension virtauskenttä suuntaamaan ensin alas ja sitten reunoja pitkin ylös ja samalla pystytään estämään kasautumien syntyminen reaktorin pohjalle.

Keksintöä selostetaan lähemmin oheisten esimerkkien avulla.

Esimerkki 1

Standardireaktorissa (kuva 1) tehtiin kokeita esillä olevan keksinnön mukaista sekoitinta muuttamalla eri siiveketyyppien tarvitseman teho-osuuden selvittämiseksi. Kokeissa käytettiin esillä olevan keksinnön mukaista sekoitinta (kuva 2), jossa dispergointisiivekkeiden ympyrälevyn alapuolella oleva sisäreuna oli pyö-

ristetty. Sekoitussiivekkeet olivat puolisuunnikkaan muotoiset siten, että siivekkeen sisempi sivu oli lyhyempi kuin ulkosivu ja nämä siivekkeet olivat ympyrälevyyn nähden 45° kulmassa.

Ensimmäiset mittaukset (a) tehtiin keksinnön mukaisella sekoittimella. Reaktori oli täytetty ensimmäisessä vaiheessa vedellä (a1). Toisessa vaiheessa syötettiin sekoittimen alle ilmaa sekoittimen poikkileikkauksen keskipisteeseen (a2).

Toinen sekoitintyyppi (b) saatiin, kun poistettiin keksinnön mukaisesta sekoittimesta keskeltä dispergointisiivekkeet. Kolmannessa sekoitinmallissa (c) taas oli ulompana olevat suuntaussiivekkeet poistettu. Näillä sekoittimilla tehtiin samat kokeet kuin keksinnön mukaisellakin; käyttämällä pelkkää vettä (b1, c1) ja lisäksi ilmasyöttöä (b2, c2).

Momenttimittauksen avulla määrättiin akseliteho $P/\overline{W}$ kierrosnopeuden n $[\text{s}^{-1}]$ funktiona.

Seuraavassa taulukossa 1 on esitetty dimensioton teholuku $\varnothing$ Reynolds-luvulla $Re \approx 130\,000$

$$\varnothing = \frac{P}{\rho n^3 D^5}$$

$$Re = \frac{\rho n D^2}{\eta}$$

missä ρ = veden tiheys (kg/m^3)

D = sekoittimen halkaisija (m)

η = veden dynaaminen viskositeetti (Ns/m^2)

n = kierrosnopeus (s^{-1})

On huomattava, että $\varnothing = f(Re)$ oli vakio tutkitulla Re -alueella.

Taulukko 1

Ø

Sekoitintyyppi	Koe 1 ilma = 0	Koe 2 ilma = 67 m ³ /hm ²
a	2,3	1,3
b	1,8	1,0
c	8,4 (0,64)	3,2 (0,24)

c-sekoittimessa on suluissa esitetty tapaus, jos laskuissa käytetään D-arvoa $D(c) = D(a) = D(b)$. Tuloksista voidaan todeta, että keksinnön mukaisen sekoittimen (a) vaatima teho on yhtä suuri kuin osarakenteisten sekoittimien (b ja c) vaatimien tehojen summa (vrt. sulkulausekkeet).

Esimerkki 2

Sekoituskyvyn mittaamiseksi tehtiin kokeita kolmella eri sekoitintyyppillä:

Ensimmäisenä sekoittimena käytettiin keksinnön mukaista sekoitinta a (esimerkki 1, a). Toisena tyyppinä oli 45°-lapakulmainen, 4-siipinen pitch-blade-tyyppinen alaspäin painava sekoitin d. Kolmantena käytettiin 6-siipistä turbiinisekoitinta e, jonka siivet olivat pystysuorat. Kokeissa esimerkin 1 mukaiseen reaktoriin lisättiin veteen jauhemaista kiintoainetta. Kiintoaineen tiheys oli 4200 kg/m³ ja seula-analyysi: 90 % < 285 µm, 75 % < 240 µm, 50 % < 175 µm, 25 % < 132 µm. Kiintoainepitoisuus säädettiin arvoon 50 paino-%. Mittaukset tehtiin sekä kiintoaine-vesisuspensiolla että johdattamalla sekoittimen alle ilmaa 6,1 m³/hm².

Arvosteluperusteena käytettiin ns. 1-sekunnin kriteeriota eli määrättiin P/V (teho/tilavuus), mikä vaaditaan, jotta jauhemainen kiintoaine liikkuu koko reaktorin pohjan alueella pysähtymättä 1 s pitemmäksi ajaksi. Tulokset on esitetty taulukossa 2, mihin on merkitty myös mitattu Ø-arvo.

Taulukko 2

Sekoitintyyppi	$\emptyset$	P/V $\frac{\text{[kW/m}^3\text{]}}{\text{[m}^3\text{/hm}^2\text{]}}$	
		Koe 1 ilma = 0	Koe 2 ilma = 6,1
a	2,3	1,22	2,58
d	1,0	1,32	4,24
e	5,1	12,84	17,13

Tuloksista voidaan päätellä, että keksinnön mukaisella sekoittimella saadaan kiintoaine pysymään suspensiossa veden ja kaasun kanssa pienimmällä tehontarpeella tilavuusyksikköä kohti.

Esimerkki 3

Esimerkin 2 mukaisin järjestelyin määriteltiin ilmakuplan koko vedessä syöttämällä ilmaa 6,1 m³/hm² eri P/V-arvoilla.

Tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3

Sekoitintyyppi	$\emptyset$	Kuplakoko $\frac{\text{[mm]}}{\text{[kW/m}^3\text{]}}$			
		1	2	3	5
a	2,3	5	3	2	1
d	1,0	7	6	6	5
e	5,1	7	4,5	3	2

Tuloksista nähdään, että keksinnön mukaisella sekoittimella saadaan pienin kuplakoko, kun reaktorin tilavuutta kohti käytetty teho on sama.

Esimerkki 4

gls-sekoitinta ja alaspäin painavaa suoralapaista pitch-blade-tyyppistä sekoitinta vertailtiin keskenään kokeissa, joissa liuotettiin sulfidisirotetta sisältävää silikaattia veteen. Käytettiin jauhatusta 93 % - 200 mesh, lietetiheyttä 50 % ja lämpötilaa 60°C. Kokeisiin valitun kiintoaineen analyysi oli metallien osalta Fe 8,7 %, Ni 0,35 % ja Cu 0,14 %.

Lietemäärä oli 2300 ml ja lietepatsaan korkeus sama kuin sylinterinmuotoisen liuotusreaktorin halkaisija. Reaktori oli varustettu neljällä pystysuoralla virtaushaitalla, joiden säteensuuntainen leveys oli 1/10 reaktorin halkaisijasta. Suorat virtausestolevyt oli asennettu tasaisella jaolla reaktorin kehälle.

Sekoittimien halkaisijat olivat molempien sekoittimien osalta 1/3 reaktorin halkaisijasta ja sekoittimet oli asennettu sekoitinhalkaisijan verran reaktorin pohjasta. Reaktoriin syötettiin reaktorin pohjapintaan nähden $35 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ilmaa, joka ohjattiin sekoittimen alle tämän välittömään läheisyyteen ja pystysuoraan ylöspäin suunnattuna. Sarjassa liuotuskokeita käytettiin reaktorissa joko gls- tai suoralapaista pitch-blade-tyyppistä sekoitinta. Molemmilla sekoittimilla säädettiin erillisissä kokeissa kierrosluvut sellaisiksi, että sekoittimien akseliteho reaktorin tehollista tilavuutta kohden oli joko $3 \text{ kW}/\text{m}^3$ - tai $5 \text{ kW}/\text{m}^3$. Liuotustulokset ilmenevät seuraavasta taulukosta. Mainittakoon, että mitä nopeammin liuoksen kupari- ja nikkelitaso nousee tai mitä jyrkemmin rautataso laskee, sitä tehokkaampi on käytetty sekoitin.

Liuotus- aika	Sekoittimen akseliteho reaktorin tehollista tilavuutta kohden											
	3 kW/m ³						5 kW/m ³					
	gls-sekoitin			suoralapainen pitch- blade-sekoitin			gls-sekoitin			suoralapainen pitch- blade-sekoitin		
	Cu	Ni	Fe	Cu	Ni	Fe	Cu	Ni	Fe	Cu	Ni	Fe
h	mg/l											
5	< 5	26	150	< 5	32	130	< 5	56	240	< 5	47	133
15	< 5	1000	3200	< 5	710	2000	< 5	1100	3000	< 5	600	1480
29	33	1500	3200	9	1150	2250	41	1900	2100	< 5	1150	1550
44	72	1910	1050	40	1530	1200	68	2000	900	23	1700	750
59							85	2100	490	44	2000	400
74							94	2300	315	56	2300	300

Patenttivaatimukset

1. Tapa dispergoida kaasua pieniksi kupliksi nesteeseen suspension muodostamiseksi kaasun, nesteen ja nesteessä olevan jauhemaisen kiintoaineen kesken sekä voimakkaan, suspensiota ylläpitävän virtauskentän aikaansaamiseksi reaktiotilassa, t u n n e t t u siitä, että reaktiotilassa olevan, jauhemaista kiintoainetta sisältävän nesteen pinnan alle johdetaan kaasua reaktiotilan alaosassa sijaisevan vaakasuoran, pyörivän ympyrämäisen tason alapintaan, edullisesti sen keskipisteeseen, josta kaasusuihku leviää lähinnä säteittäisesti ulospäin, jolloin syntyvät kaasukuplat saatetaan dispergoitumisvyöhykkeellä dispergoitumaan pieniksi kupliksi, jotka suunnilleen samassa tasossa olevalla sekoitusvyöhykkeellä muodostavat hyvän suspension nesteen ja siinä olevan jauhemaisen kiintoaineen kanssa ja näin muodostetussa suspensiossa olevat kaasukuplat saatetaan vielä jälkidispergoitumaan ja samalla suspensio saatetaan muuttamaan virtaussuuntaansa olennaisesti alaspäin, kohti reaktiotilan pohjan keskiosaa, ja kääntymään sieltä ylöspäin reaktiotilan laitoja pitkin.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukaisen tavan soveltamiseksi tarkoitettu, symmetrisesti reaktorin (1) alaosaan sijoitettu, yläpäästään ripustetun, pyörivän akselin (2) päässä oleva sekoitin (3) sekä tähän liittyvä kaasunsyöttökanava (4), t u n n e t t u siitä, että akselin (2) alapäässä on vaakatasossa oleva, akselin (2) suhteen symmetrinen ympyrälevy (6), jonka reunoilla sijaitsevat pystysuorat, ympyrälevyn säteen suuntaiset dispergointisiivekkeet (7), dispergointisiivekkeisiin (7) on ympyrälevyn (6) tasossa olevan varren (8) avulla kiinnitetty ympyrälevyn (6) ulkopuolella olevat suuntaussiivekkeet (9), ja reaktorin (1) pohjasta ylöspäin sijaitseva kaasun syöttökanava (4) on suunnattu ympyrälevyn (6) alapuolelle, sen poikkileikkauksen keskipisteeseen.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sekoitin (3), t u n - n e t t u siitä, että dispergointisiivekkeet (7) on sijoitettu ympyrälevyyn (6) nähden siten, että ne ovat osittain ympyrälevyn (6) yläpuolella, osittain alapuolella, olennaisesti suurimman osan ollessa alapuolella.
4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sekoitin (3), t u n - n e t t u siitä, että dispergointisiivekkeiden (7) ulko- (10) ja sisäreuna (11) ovat pystysuorat.
5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sekoitin (3), t u n - n e t t u siitä, että dispergointisiivekkeiden (7) sisäreunan (11) ympyrälevyn (6) alapuolella oleva osa on pyöristetty.
6. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sekoitin (3), t u n - n e t t u siitä, että suuntaussiivekkeet (9) ovat ympyrälevyyn nähden kulmassa.
7. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sekoitin (3), t u n - n e t t u siitä, että suuntaussiivekkeet (9) ovat ympyrälevyyn (6) nähden 45° kulmassa.
8. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sekoitin (3), t u n - n e t t u siitä, että suurin osa suuntaussiivekkeestä (9) on ympyrälevyn (6) muodostaman tason alapuolella.
9. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sekoitin (3), t u n - n e t t u siitä, että suuntaussiivekkeen (9) ympyrälevyn (6) puoleinen sivu (12) on lyhyempi kuin ulompi sivu (13).
10. Patenttivaatimuksen 2 mukainen sekoitin (3), t u n - n e t t u siitä, että dispergointisiivekkeiden (7) ja suuntaussiivekkeiden (9) välisen varren (8) pituus on vähintään $1/4$ suuntaussiivekkeen (9) leveydestä.

Patentkrav

1. Sätt att dispergera gas till små bubblor i en vätska för bildande av en suspension av gas, vätska och i vätskan befintligt pulverformigt fast ämne samt för åstadkommande av ett kraftigt, suspensionsbevarande strömningsfält i reaktionsutrymmet, **kännetecknat** av att gas inmatas under ytan av den i reaktionsutrymmet belägna vätskan, som innehåller pulverformigt fast ämne, mot den undre ytan av ett i reaktionsutrymmets nedre del beläget, horisontalt, roterande cirkelformigt plan, företrädesvis mot dess mittpunkt, varifrån en gasström sprider sig i det närmaste radiellt utåt, varvid de alstrade gasbubblorna i en dispergeringszon dispergeras till små bubblor, som i en på ungefär samma plan befintlig omrörningszon bildar en god suspension med vätskan innehållande pulverformigt fast ämne, och gasbubblorna i den sålunda bildade suspensionen efterdispergeras ytterligare och samtidigt bringas suspensionen att ändra sin strömningsriktning väsentligen nedåt mot mitten av reaktionsutrymmets botten och därefter svänga uppåt längs reaktionsutrymmets sidor.

2. För genomförande av sättet enligt patentkravet 1 ägnad omrörare (3), anordnad i ändan av en vid sin övre ända upphängd, roterande axel (2) och placerad symmetriskt i nedre delen av en reaktor (1), samt en gastillförselkanal (4) i anslutning därtill, **kännetecknad** av att vid den nedre ändan av axeln (2) är horisontalt anordnad en i förhållande till axeln (2) symmetrisk cirkelskiva (6) med på dess kant belägna vertikala dispergeringsvingar (7) i riktning med cirkelskivans radie, vid dispergeringsvingarna (7) är medelst en i plan med cirkelskivan (6) befintlig arm (8) anbringade styrvingar (9) ytterom cirkelskivan (6) och i riktning uppåt från botten av reaktorn (1) är anordnad en gasinmatningskanal (4) riktad mot den undre sidan av cirkelskivan (6) och mot mittpunkten av dess tvärsnitt.

3. Omrörare (3) enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att dispergeringsvingarna (7) är anordnade i förhållande till cirkelskivan (6) så, att de delvis är belägna över och delvis under cirkelskivan (6) och en väsentligen större del är belägen under cirkelskivan (6).
4. Omrörare (3) enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att de yttre (10) och inre (11) kanterna av dispergeringsvingarna (7) är vertikala.
5. Omrörare (3) enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att den del av dispergeringsvingarnas (7) inre kant (11), som är belägen under cirkelskivan (6), är avrundad.
6. Omrörare (3) enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att styrvingarna (9) är belägna i vinkel i förhållande till cirkelskivan.
7. Omrörare (3) enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att styrvingarna (9) är belägna i 45° :s vinkel i förhållande till cirkelskivan.
8. Omrörare (3) enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att största delen av styrvingarna (9) är belägna under det plan som bestäms av cirkelskivan (6).
9. Omrörare (3) enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att styrvingens (9) mot cirkelskivan (6) vettande sida (12) är kortare än den yttre sidan (13).
10. Omrörare (3) enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att längden av armen (8) mellan dispergeringsvingarna (7) och styrvingarna (9) är åtminstone $1/4$ av styrvingarnas (9) bredd.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 2 433 592 (261-93), 3 154 601 (261-93).

73148

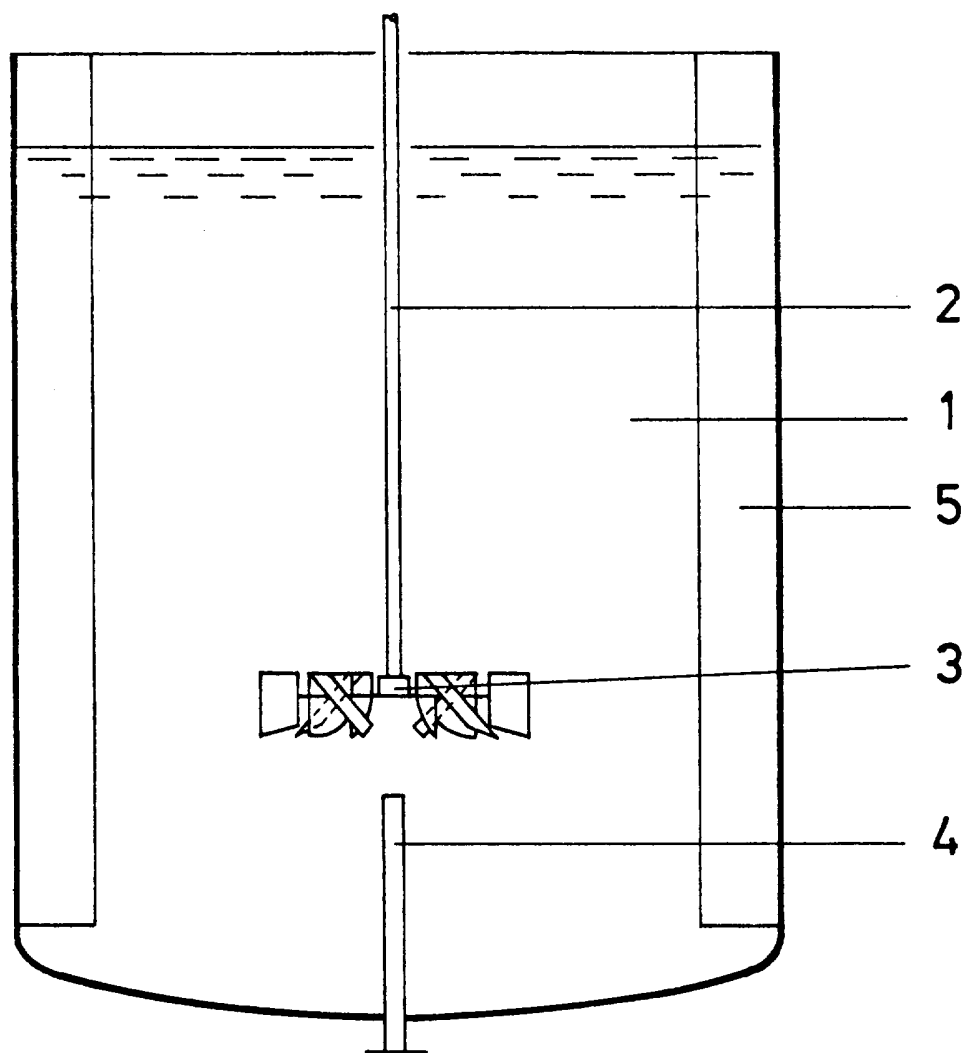


FIG. 1

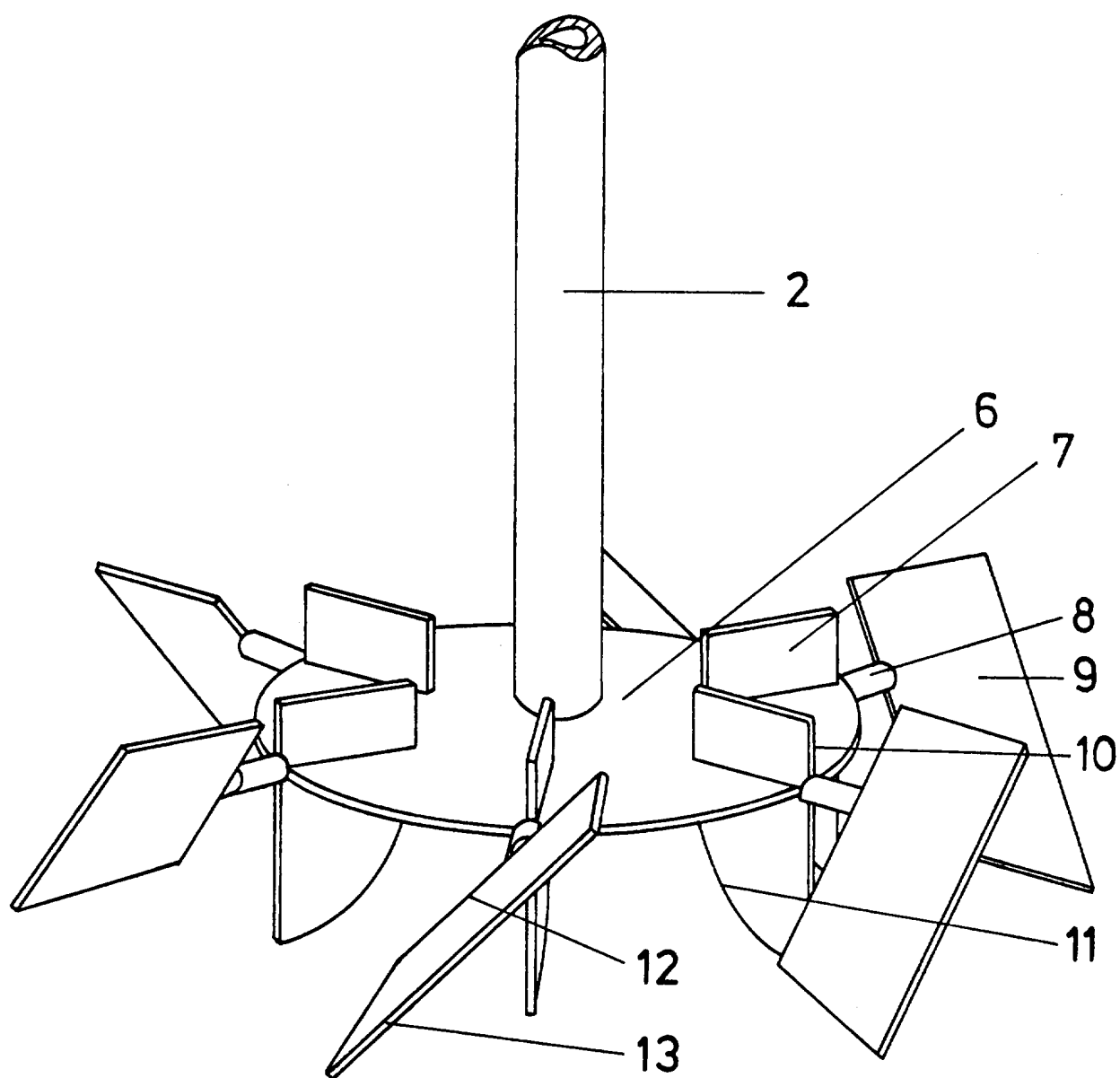


FIG. 2