



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101982900001284</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>22/12/1982</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>22/06/1984</b>

<b>Priorità</b>	3901/81
<b>Nazione Priorità</b>	HU
<b>Data Deposito Priorità</b>	22-DEC-81

**Titolo**

Procedimento per mettere a contatto dei liquidi con dei gas

---

# **DOCUMENTAZIONE RILEGATA**



## D E S C R I Z I O N E

dell'invenzione avente il titolo:

"Procedimento per mettere a contatto dei liquidi con  
dei gas"

a nome della Ditta: K özponti V àltò és Hitelbank Rt.,  
di nazionalità magiara, con sede a Budapest (Unghe-  
ria), e con domicilio eletto presso il mandatario:  
STUDIO BREVETTI TERESA VECELLO PIAZZA, a Milano.

Inventori designati: István KENYERES,  
Lehel KOCH.

Depositato il 22 dicembre 1982; col N.

**24898A/82**

## RIASSUNTO DELL'INVENZIONE

L'invenzione si riferisce ad un procedimento per mettere a contatto dei liquidi con dei gas mediante introduzione di un getto di liquido coerente attraverso un ugello ad alta velocità nel liquido attraverso lo strato di gas. Secondo l'invenzione il getto liquido è emesso dall'ugello ad una velocità di 20-38 m/s e con un numero di Reynolds di almeno 400'000 e la lunghezza del percorso libero del getto liquido è mantenuto ad un valore di almeno 15 volte il diametro del getto liquido.

Il procedimento secondo l'invenzione consente di

STUDIO BREVETTI  
TERESA VECELLO PIAZZA  
PIAZZA BORBONE, 10 MILANO

mettere a contatto dei liquidi con dei gas in una maniera semplice e poco costosa e con un aumentato tasso di trasferimento di massa nonché con un consumo più basso di energia di quanto fosse possibile finora.

---

#### SPIEGAZIONE DELL'INVENZIONE

L'invenzione si riferisce ad un procedimento per mettere dei liquidi a contatto con dei gas, mediante introduzione di un getto liquido coerente per il tramite di un ugello attraverso lo strato di gas a velocità elevata dentro al liquido.

Principalmente come conseguenza della crescente quantità di effluenti da depurare, e dei progressi della biotecnologia, in anni recenti vi è una richiesta sempre più impellente di procedimenti nuovi per la messa a contatto fra gas liquidi i quali possono rispondere dal punto di vista economico alle varie esigenze per aumentare la capacità delle apparecchiature, per diminuire gli investimenti specifici ed i costi energetici, e per ridurre i tempi di reazione e di sosta, relativi ai reattori misti generalmente usati finora. Nemmeno uno dei procedimenti noti può in pratica soddisfare tutte queste esigenze.

K. Schügerl (Chem.-Ing. Tech. 52, 951-965 /1980/)

fornisce una buona rassegna dei metodi noti. Secondo questo autore, i contattori gas-liquido noti si possono classificare a seconda del metodo del trasferimento di energia nei gruppi seguenti:

- sistemi meccanici,
- sistemi a compressore,
- sistemi a pompa,

e loro combinazioni.

Un raffronto fra i differenti sistemi di contattazione gasliquido lo si eseguisce in pratica in base al tasso di trasferimento di massa, in base al consumo specifico di energia del trasferimento di massa, e in base alla dipendenza dalla viscosità di questi due fattori. In generale si può dire dei sistemi noti che nel caso dei liquidi ad alta viscosità, essi sistemi non possono simultaneamente soddisfare le esigenze di elevati tassi di trasferimento di massa e il requisito di consumo di energia minima.

Nella maggior parte dei sistemi basati sul contatto gas-liquido, il tasso del trasferimento di massa fra la fase gassosa e la fase liquida equivale al procedimento più lento e questo tasso determina anche i tempi delle altre reazioni. Un aumento nel tasso del trasferimento di massa consente una

diminuzione significativa dei tempi di reazione, accompagnata in molti casi da una riduzione del volume operazionale del sistema. In casi in cui un aumento della concentrazione è reso possibile da un aumento del tasso di trasferimento di massa ed è accompagnato da un aumento della viscosità, è molto importante assicurare che il funzionamento del sistema dipenda soltanto in una misura limitata dalla viscosità della fase liquida. Generalmente i sistemi noti non possono soddisfare questa esigenza.

Fra i sistemi noti basati sul funzionamento a pompa, va trovando crescente impiego una variante avendo un getto liquido a tuffo o impatto. È caratteristico di tali sistemi che il gas è fatto passare nel liquido con l'aiuto dell'impatto di un getto tuffante dall'alto, mentre il liquido stesso è fatto circolare. Sono noti due tipi di sistemi siffatti:

- il trascinamento del gas è ottenuto con una pompa a getto liquido; in questo caso, il gas è disperso nel getto liquido prima dell'impatto (brevetto della Repubblica Democratica Tedesca N° 56 763);
- il gas è portato dentro al liquido meccanicamente per effetto della ruvidità di superficie del getto liquido coerente libero passante attraverso lo strato di gas; in questo caso la dispersione prima-

ria del gas ha luogo dopo l'impatto (K. Schügerl: Chem.-Ing. Tech. 52, 956 /1980/).

Lo svantaggio fondamentale dei procedimenti noti che adottano quest'ultimo principio sta nel fatto che un aumento della velocità del getto liquido causa una riduzione repentina della quantità del gas sciolta per unità di energia (E. van de Sande e J.M. Smith, Chem. Eng.J. 10, 225-233 /1975/, figura 6) mentre la profondità di penetrazione del getto liquido è così piccolo, nell'intervallo delle velocità basse energeticamente vantaggiose del getto liquido (al di sotto di 5 m/s) da far sì che l'uso pratico, specie l'uso su grande scala industriale, ne viene considerevolmente ristretto (Chem. Eng.J. 10, 231 /1975/). E' attribuibile a questo fatto che l'efficacia di tali procedimenti realizzati in pratica è più bassa di quella dei contattori gas-liquido di altri tipi (Chem. Ing. Tech. 52, 951-965 /1980/, Tabella II).

L'invenzione cerca di realizzare un procedimento che elimini o riduca gli svantaggi delle soluzioni note e renda possibile il mettere a contatto liquidi con gas in una maniera semplice e non dispendiosa pur raggiungendo maggiori tassi di trasferimento di massa e consumi di energia più bassi di quanto

STUDIO BREVETTI  
TERESA VECELLO PIAZZA  
PIAZZA BORROMEO, 10 MILANO

fosse possibile finora.

L'invenzione è basata sulla scoperta che la effi-  
cienza e le caratteristiche di un sistema si posso-  
no grandemente migliorare se la velocità del getto  
liquido raggiunge o supera il valore di 20 m/s e se  
il numero di Reynolds del getto liquido nell'abban-  
donare l'ugello del getto raggiunge o supera il va-  
lore di 400'000. Questa scoperta è sorprendente per  
ché in base alla nota relazione fra la velocità del  
getto liquido e l'assorbimento specifico di gas  
c'era da aspettarsi che con tali valori di velocità  
del getto liquido la quantità del gas scioglibile  
diminuisse anziché aumentare.

Una base ulteriore dell'invenzione è la scoperta  
che la quantità di gas che può essere sciolta per  
unità di energia può essere ulteriormente aumentata  
se la lunghezza del percorso libero del getto liqui-  
do coerente raggiunge o supera 15 volte il diametro  
del getto liquido.

Pertanto l'invenzione si riferisce ad un procedi-  
mento per portare a contatto dei liquidi con dei  
gas, in cui un getto liquido coerente è introdotto  
ad alta velocità da un ugello attraverso uno strato  
di gas e dentro al liquido. Secondo l'invenzione,  
il getto liquido è emesso dall'ugello ad una veloci-

tà di 20-38 m/s, preferibilmente a 24-28 m/s, e con un numero di Reynolds di almeno 400'000, e la lunghezza del percorso libero del getto liquido è mantenuta ad un valore di almeno 15 volte, preferibilmente di 20-25 volte, il diametro del getto liquido.

Il procedimento dell'invenzione è largamente applicabile per mettere a contatto intimo i più svariati liquidi, per esempio soluzioni o sospensioni, e gas o miscugli di gas. Come esempi di possibili applicazioni, si possono citare la fermentazione aerobica, la purificazione aerobica di effluenti biologici, l'aerazione di vasche per pesci, le reazioni fra gas e liquidi catalitiche, per esempio la idrogenazione catalitica, e la purificazione di gas mediante assorbimento.

I vantaggi principali del procedimento dell'invenzione sono i seguenti:

- (a) Un aumento significativo nel tasso del trasferimento di massa rispetto ai procedimenti noti, diventa possibile col procedimento secondo l'invenzione che consente un tasso massimo di trasferimento dell'ossigeno dall'aria pari a 50-55 kg di  $O_2/m^3$ .ora, che è un multiplo della quantità di ossigeno che può essere fatta sciogliere con apparecchiature note.
- (b) L'elevato tasso del trasferimento di massa

consente di ridurre in misura significativa il volume del reattore e di aumentare in proporzione la concentrazione del prodotto.

(c) L'invenzione rende possibile un consumo energetico specifico vantaggioso; per sciogliere 1 kg di  $O_2$ , si richiedono da 0,17 a 0,38 kWh di energia.

(d) Il trasferimento di massa diventa particolarmente indipendente dalla viscosità del liquido, in un ampio intervallo.

(e) Diventa possibile un tasso estremamente elevato di utilizzazione del gas, col che un dato tasso di trasferimento di massa può essere raggiunto con un impegno di gas di molto minore e, quindi, con una migliore utilizzazione dei volumi.

(f) Il procedimento si può utilizzare con una apparecchiatura estremamente semplice, con costi di investimento e di manutenzione bassi.

(g) Si può realizzare un aumento nelle dimensioni dell'apparecchiatura con una simultanea riduzione del consumo energetico specifico del trasferimento di massa.

Nel procedimento può essere impiegato qualsiasi tipo di ugello atto a produrre un getto liquido coerente. Al fine di ridurre le perdite di flusso è vantaggioso impiegare il cosiddetto "jet-pipe"

STUDIO BREVETTI  
TELEFONO PIAZZA  
PIAZZA S. GIOVANNI, 10 - MILANO

("tubo a getto") di profilo a paraboloide-iperboloide, in uso nelle turbine Pelton.

Il procedimento dell'invenzione è inoltre illustrato dai seguenti esempi non limitativi.

#### ESEMPIO 1

Si introdussero  $0,2 \text{ m}^3$  di una soluzione di solfato di sodio 0,5 M in un recipiente avente una altezza di 2,5 m ed un diametro di 0,45 m e si fecero circolare attraverso un ugello di 0,02 m di diametro in presenza di 0,001 mol/litro di catalizzatore al solfato di cobalto. Con l'aiuto di un getto liquido avente una velocità di 22,5 m/s ( $N_{Re} = 450'000$ ) ed una lunghezza di percorso libero di 0,4 m, il tasso di trasferimento dell'ossigeno dall'aria a pressione atmosferica, era di  $49,2 \text{ kg O}_2/\text{m}^3\text{.ora}$ , misurato con un metodo basato sull'ossidazione del solfato di sodio (V. Linek e V. Vacek, Chem. Eng. Sci. 36, 1747-68 /1981/). Questo valore corrisponde ad un consumo energetico specifico di 0,18 kWh/kg  $\text{O}_2$ .

#### ESEMPIO 2

Venne ripetuta la procedura descritta nell'Esempio 1, ma con la differenza che si impiegarono un getto liquido con una velocità di 34,8 m/s ( $N_{Re} = 556'000$ ) ed un ugello di 0,016 m di diametro. Il tasso di dissolvimento dell'ossigeno era di

55,0 kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.ora, che corrisponde ad un consumo energetico specifico di 0,38 kWh/kg O<sub>2</sub>.

### ESEMPIO 3

Vennero fatti circolare 2,5 m<sup>3</sup> di una soluzione di solfato di sodio 0,5 M in un recipiente avente un'altezza di 6,5 m ed un diametro di 1 m attraverso un'ugello di 0,06 m di diametro, in presenza di 0,001 mol/litro di catalizzatore al solfato di cobalto, come nell'Esempio 1. La lunghezza del percorso libero del getto liquido era di 0,9 m, la sua velocità era di 25,4 m/s ( $N_{Re} = 1'524'000$ ). Il tasso di dissolvimento dell'ossigeno era di 54,5 kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.ora che corrisponde ad un consumo energetico specifico di 0,17 kWh/kg O<sub>2</sub>.

### R I V E N D I C A Z I O N E

- 1) Procedimento per mettere a contatto liquidi con gas mediante introduzione nel liquido di un getto liquido coerente di velocità elevata da un ugello attraverso lo strato di gas, caratterizzato dal fatto che il getto liquido è emesso dall'ugello ad una velocità pari a dai 20 ai 38 m/s e con un numero di Reynolds di almeno 400'000, e la lunghezza del percorso libero del getto liquido è mantenuta ad un valore di almeno 15 volte il diametro del getto.

to liquido.

2) Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il getto liquido è emesso dall'ugello ad una velocità da 24 a 28 m/s.

3) Procedimento secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che la lunghezza del percorso libero del getto liquido è mantenuta ad un valore pari a da 20 a 25 volte il diametro del getto liquido stesso.

4) Procedimento per mettere a contatto liquidi con gas, in tutto o in parte sostanzialmente come descritto, con particolare riferimento agli Esempi da 1 a 3, e per gli scopi specificati.

Milano, addì 22 dicembre 1982.

pp. Központi Váltò és Hitelbank Rt. :

p. Studio Brevetti Teresa Vecellio Piazza :

*Carlo Federico Piazza*

(Carlo Federico Piazza)



I' Ufficiale Rogante  
(Idilia Russo)

*Idilia Russo*

STUDIO BREVETTI

TET. 02 54 VECELIO PIAZZA  
PIAZZA BORROMEO, 10 - MILANO

Traduzione

della copia autentica della domanda di brevetto ungherese  
n° 3901/81 avente per titolo "Procedimento per mettere  
a contatto dei liquidi con dei gas"

---

Richiedente: Központi Váltó- és Hitelbank Rt  
con sede a Budapest (Ungheria)

Inventori designati: Ing.chim.István Kenyeres e  
Lehel Koch,  
residenti di Budapest

Depositato il 22 dicembre 1981.

- - - - -

La presente invenzione si riferisce ad un procedimento per mettere a contatto dei liquidi con dei gas mediante introduzione di un getto liquido coerente per il tramite di ugello attraverso lo strato di gas a velocità elevata dentro al liquido.

Principalmente come conseguenza della crescente quantità di effluenti da depurare, e dei progressi della biotecnologia, in anni recenti vi è una richiesta sempre più impellente di procedimenti nuovi per la messa a contatto fra gas liquidi i quali possono

rispondere dal punto di vista economico alle varie esigenze per aumentare la capacità delle apparecchiature, per diminuire gli investimenti specifici ed i costi energetici, e per ridurre i tempi di reazione e di sosta, relativi ai reattori misti generalmente usati finora. Nemmeno uno dei procedimenti noti può in pratica soddisfare tutte queste esigenze.

K. Schügerl (Chem.-Ing. Tech. 52, 951-965 /1980/) fornisce una buona rassegna dei metodi noti. Secondo questo autore, i contattori gas-liquido noti si possono classificare a seconda del metodo del trasferimento di energia nei gruppi seguenti:

- sistemi meccanici,
- sistemi a compressore,
- sistemi a pompa,

e loro combinazioni.

Un raffronto fra i differenti sistemi di contattazione gas-liquido lo si eseguisce in pratica in base al tasso di trasferimento di massa, in base al consumo specifico di energia del trasferimento di massa, e in base alla dipendenza dalla viscosità di questi due fattori. In generale si può dire dei sistemi noti che nel caso dei liquidi ad alta viscosità, essi sistemi non possono simultaneamente soddisfare le esigenze di elevati tassi di trasferimento di massa e il requisito di consumo di energia minima.

Nella maggior parte dei sistemi basati sul contatto gas-liquido, il tasso del trasferimento di massa fra la fase gassosa e la fase liquida equivale al procedimento più lento e questo tasso determina anche i tempi delle altre reazioni. Un aumento nel tasso del trasferimento di massa consente una diminuzione significativa dei tempi di reazione, accompagnata in molti casi da una riduzione del volume operazionale del sistema. In casi in cui un aumento della concentrazione è reso possibile da un aumento del tasso di trasferimento di massa ed è accompagnato da un aumento della viscosità, è molto importante assicurare che il funzionamento del sistema dipenda soltanto in una misura limitata dalla viscosità della fase liquida. Generalmente i sistemi noti non possono soddisfare questa esigenza.

Fra i sistemi noti basati sul funzionamento a pompa, va trovando crescente impiego una variante avente un getto liquido a tuffo o impatto ("Tauchstrahl", "plunging jet"). È caratteristico di tali sistemi che il gas è fatto passare nel liquido con l'aiuto dell'impatto di un getto tuffante dall'alto, mentre il liquido stesso è fatto circolare. Sono noti due tipi di sistemi siffatti:

- il trascinamento del gas è ottenuto con una pompa a getto liquido; in questo caso, il gas è disperso nel getto liquido prima dell'impatto (brevetto della Repubblica Democratica Tedesca N° 56 763);

- il gas è portato dentro al liquido meccanicamente per effetto della ruvidità di superficie del getto liquido coerente libero passante attraverso lo strato di gas; in questo caso la dispersione primaria del gas ha luogo dopo l'impatto (K. Schügerl: Chem.-Ing. Tech. 52, 956 /1980/).

Lo svantaggio fondamentale dei procedimenti noti che adottano quest'ultimo principio sta nel fatto che un aumento della velocità del getto liquido causa una riduzione repentina della quantità del gas sciolta per unità di energia (E. van de Sande e J.M. Smith, Chem. Eng. J. 10, 225-233 /1975/, figura 6) mentre la profondità di penetrazione del getto liquido è così piccolo, nell'intervallo delle velocità basse energeticamente vantaggiose del getto liquido (al di sotto di 5 m/s) da far sì che l'uso pratico, specie l'uso su grande scala industriale, ne viene considerevolmente ristretto (Chem.Wng.J. 10, 231 /1975/). È attribuibile a questo fatto che l'efficacia di tali procedimenti realizzati in pratica è più bassa di quella dei contattori gas-liquido

di altri tipi (Chem. Ing. Tech. 52, 951-965 /1980/, Tabella II).

L'invenzione cerca di realizzare un procedimento che elimini o riduca gli svantaggi delle soluzioni note e renda possibile il mettere a contatto liquidi con gas in una maniera semplice e non dispendiosa pur raggiungendo maggiori tassi di trasferimento di massa e consumi di energia più bassi di quanto fosse possibile finora.

L'invenzione è basata sulla scoperta che la efficienza e le caratteristiche di un sistema si possono grandemente migliorare se la velocità del getto liquido raggiunge o supera il valore di 20 m/s e se il numero di Reynolds del getto liquido nell'abbandonare l'ugello del getto raggiunge o supera il valore di 400'000. Questa scoperta è sorprendente perché in base alla nota relazione fra la velocità del getto liquido e l'assorbimento specifico di gas c'era da aspettarsi che con tali valori di velocità del getto liquido la quantità del gas scioglibile diminuisse anziché aumentare.

Una base ulteriore dell'invenzione è la scoperta che la quantità di gas che può essere sciolta per unità di energia può essere ulteriormente aumentata se la lunghezza del percorso libero del get-

STUDIO BREVETTI  
TERESA VECCHIO PIAZZA  
PIAZZA BOBBONEO, 10 MILANO

to liquido coerente raggiunge o supera 15 volte il diametro del getto liquido.

Pertanto l'invenzione si riferisce ad un procedimento per portare a contatto dei liquidi con dei gas, in cui un getto liquido coerente è introdotto ad alta velocità da un ugello attraverso uno strato di gas e dentro al liquido. Secondo l'invenzione, il getto liquido è emesso dall'ugello ad una velocità di 20-38 m/s, preferibilmente a 24-28 m/s, e con un numero di Reynolds di almeno 400.000, e la lunghezza del percorso libero del getto liquido è mantenuta ad un valore di almeno 15 volte, preferibilmente di 20-25 volte, il diametro del getto liquido.

Il procedimento dell'invenzione è largamente applicabile per mettere a contatto intimo i più svariati liquidi, per esempio soluzioni o sospensioni, e gas o miscugli di gas. Come esempi di possibili applicazioni, si possono citare la fermentazione aerobica, la purificazione aerobica di effluenti biologici, l'aerazione di vasche per pesci, le reazioni fra gas e liquidi catalitiche, per esempio la idrogenazione catalitica, e la purificazione di gas mediante assorbimento.

I vantaggi principali del procedimento dell'invenzione sono i seguenti:

STUDIO BREVETTI  
TERESA VETRI, n. 11  
VIA  
PIAZZA BORROMEO, 10 - MILANO

(a) Un aumento significativo nel tasso del trasferimento di massa rispetto ai procedimenti noti, diventa possibile col procedimento secondo l'invenzione che consente un tasso massimo di trasferimento dell'ossigeno dall'aria pari a  $30-35 \text{ kg di } O_2/\text{m}^3 \text{ ora}$ , che è un multiplo della quantità di ossigeno che può essere fatta sciogliere con apparecchiature note.

(b) L'elevato tasso del trasferimento di massa consente di ridurre in misura significativa il volume del reattore e di aumentare in proporzione la concentrazione del prodotto.

(c) L'invenzione rende possibile un consumo energetico specifico vantaggioso; per sciogliere 1 kg di  $O_2$ , si richiedono da 0,17 a 0,38 kWh di energia.

(d) Il trasferimento di massa diventa particolarmente indipendente dalla viscosità del liquido, in un ampio intervallo.

(e) Diventa possibile un tasso estremamente elevato di utilizzazione del gas, col che un dato tasso di trasferimento di massa può essere raggiunto con un impegno di gas di molto minore e, quindi, con una migliore utilizzazione dei volumi.

(f) Il procedimento si può utilizzare con una apparecchiatura estremamente semplice, con costi di investimento e di manutenzione bassi. Si può realizz-

zare un aumento nelle dimensioni dell'apparecchiatura con una simultanea riduzione del consumo energetico specifico del trasferimento di massa.

Nel procedimento può essere impiegato qualsiasi tipo di ugello atto a produrre un getto liquido-coerente. Al fine di ridurre le perdite di flusso è vantaggioso impiegare il cosiddetto ("tubo a getto") di profilo a paraboloide-iperboloide, in uso nelle turbine Pelton.

Il procedimento dell'invenzione è inoltre illustrato dai seguenti esempi.

#### ESEMPIO 1

Si introdussero  $0,3 \text{ m}^3$  di una soluzione di solfito di sodio 0,5 M in un recipiente avente una altezza di 3,5 m ed un diametro di 0,45 m e si fecero circolare attraverso un ugello di 0,02 m di diametro in presenza di 0,001 mol/litro di catalizzatore al solfato di cobalto. Con l'aiuto di un getto liquido avente una velocità di 20,8 m/s ( $Re = 416.000$ ) ed una lunghezza di percorso libero di 0,4 m, il tasso di trasferimento dell'ossigeno dall'aria a pressione atmosferica, era di  $12,4 \text{ kg O}_2/\text{m}^3 \text{ ora}$ , misurato con un metodo basato sull'ossidazione del solfito di sodio (V. Linek e V. Vacek, Chem. Eng. Sci. 36, 1747-68/1981/).

Questo valore corrisponde ad un consumo energetico specifico di 0,38 kWh/kg O<sub>2</sub>.

#### ESEMPIO 2

Venne ripetuta la procedura descritta nell'esempio 1, ma con la differenza che si impiegarono un getto liquido con una velocità di 24,8 m/s (Re = 496.000) Il tasso di dissolvimento dell'ossigeno era di 55,0 kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> ora, che corrisponde ad un consumo energetico specifico di 0,24 kWh/kg O<sub>2</sub>.

#### ESEMPIO 3

Si procede secondo il modo descritto nell'esempio 1 con la differenza che il getto di liquido viene introdotto nel liquido con una velocità (di Re = 684.000), mentre il tasso di dissolvimento dell'ossigeno era di 34,9 kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> che corrisponde ad un consumo energetico specifico di 0,59 kWh/kg O<sub>2</sub>.

#### ESEMPIO 4

Si procede nel modo descritto nell'esempio 2, con la differenza che il percorso libero del getto liquido è mantenuto ad un valore di almeno 15 volte il diametro del getto del liquido. Il tasso di dissolvimento dell'ossigeno era di 22,8 kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> ora,

che corrisponde ad un consumo energetico specifica di 0,35 kWh/kg O<sub>2</sub>.

ESEMPIO 5

Si introdussero 2,5 m<sup>3</sup> di una soluzione di solfato di sodio 0,5 M in un recipiente avente una altezza di 4,5 m ed un diametro di 0,45 e si fecero circolare attraverso un ugello di 0,05 m di diametro in presenza di 0,001 mol/litro di catalizzatore al solfato di cobalto. La lunghezza del percorso libero del getto liquido è di 1 metro, e velocità di 24,2 m/s (Re = 1.210.000). Il tasso di trasferimento dell'ossigeno dall'aria era di 26,5 kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, che corrisponde ad un consumo specifico energetico di 0,21 kWh/kg O<sub>2</sub>.

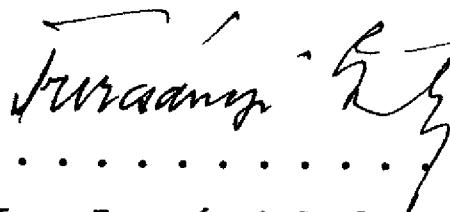
STUDIO BREVETTI  
PRESA VECELIO PIAZZA  
PIAZZA BORROMEO, 10 - MILANO

RIVENDICAZIONE

Procedimento per mettere a contatto liquidi con gas mediante introduzione nel liquido di un getto-liquido-coerente-di-velocità-elevata-dal-ugello attraverso lo strato di gas, caratterizzato dal fatto che il getto liquido è emesso dall'ugello ad una velocità pari a dai 20 ai 38 m/s (vantaggiosamente dai 24 a 28) e con un numero di Reynolds di almeno 400.000, e la lunghezza del percorso libero del getto liquido è mantenuta ad un valore di almeno 15 volte il diametro del getto liquido.

STUDIO BREVETTI  
TERRA VITALE PIAZZA  
PIAZZA SANT'AMBROGIO, 10 MILANO

-----  
Per traduzione conforme:

  
.....  
(Ing. Turcsányi Gyula,  
H - 1013 Budapest, Attila u.2.)