

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011902004594A1

Publication Date

20130613

Applicant

SHAP TECHNOLOGY CORPORATION LIMITED

Title

METODO E IMPIANTO ELETTROCHIMICO PER IL TRATTAMENTO DEI FUMI

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"METODO E IMPIANTO ELETTROCHIMICO PER IL TRATTAMENTO DEI FUMI"

di SHAP TECHNOLOGY CORPORATION LIMITED

di nazionalità irlandese

con sede: 3RD FLOOR, EUROPA HOUSE, HARCOURT

CENTRE, HARCOURT STREET

DUBLIN 2 (IRLANDA)

Inventori: DE BATTISTA Achille, CASELLI Tullio, CALCOPIETRO

Marco, REPETTO Francesco

* * *

La presente invenzione è relativa ad un metodo e un impianto elettrochimico per il trattamento dei fumi di combustione, in particolare dei fumi derivanti da motori endotermici, turbine a gas e a combustibili liquidi di qualsiasi natura, processi di combustione e di pirogassificazione alimentati da combustibili fossili o derivati, da biomasse e waste organico in genere.

La presente invenzione realizza una separazione degli inquinanti dal flusso gassoso attraverso processi elettrochimici di ossidoriduzione. In particolare, l'invenzione è diretta principalmente, ma non esclusivamente, alle micro polveri di qualsiasi forma o composizione, ai metalli pesanti presenti nei fumi in forma sia gassosa sia di particolato, ed a tutti gli inquinanti

organici ed inorganici tipici dei processi di combustione, quali ad esempio gli NOx, SOx, HCL, diossine e furani.

I gas esausti derivanti dai processi di combustione e di gassificazione sono caratterizzati dalla presenza di contaminanti solidi e gassosi di svariate specie chimiche a diverse concentrazioni e con molteplici caratteristiche chimico-fisiche. La presenza di inquinanti nei gas esausti varia al variare della tipologia di combustibili usati e delle specifiche condizioni di combustione. In generale gli inquinanti sono riconducibili ai seguenti gruppi: particolato e polveri sottili di svariata natura e caratteristiche chimico fisiche; composti chimici, quali HCL, Diossine e Furani, SOx, HF, NH₃, NOx, VOC, CO, idrocarburi aromatici incombusti; metalli pesanti, presenti in forma sia gassosa sia solida. I metalli nei fumi di combustione sono principalmente: Cadmio, Tallio, Mercurio, Arsenico, Cobalto, Cromo, Rame, Manganese, Nickel, Piombo, Antimonio, Vanadio.

La produzione di energia termoelettrica, meccanica, termica e termochimica ha caratterizzato lo sviluppo dell'economia industriale. I combustibili coinvolti in tali processi produttivi si sono storicamente avvicinati. Da un iniziale uso della sola biomassa lignocellulosica, si è passati al carbone, al petrolio e suoi derivati e al gas naturale. Una tale successione, oltre che per ragioni di

maggiore efficienza di gestione, come nel passaggio dal carbone (combustibile solido) al petrolio (combustibile liquido), è stata dettata, soprattutto a partire dagli ultimi 60 anni, dalla cresciuta consapevolezza delle conseguenze in termini di danni ambientali e di salute umana che l'immissione in atmosfera degli inquinanti prodotti dalla combustione poteva provocare.

I residui della combustione dei due tipi di combustibile più diffusi, carbone e derivati del petrolio, hanno generano gravi fenomeni di inquinamento planetario, che sono riconducibili non solo all'immissione in atmosfera di biossido di carbonio fossile, ma anche alla dispersione nell'ambiente di quantità estremamente elevate di prodotti inquinanti come il particolato grossolano e gli ossidi di zolfo e di azoto e di idrocarburi aromatici.

I progressi tecnologici degli ultimi anni (pretrattamento del combustibile, abbattimento delle polveri, desolforatori, etc.) hanno consentito un significativa riduzione della presenza di questi inquinanti nelle emissioni in atmosfera.

L'uso del metano in impianti a ciclo combinato è stato accolto come una soluzione definitiva per l'eliminazione dei principali inquinanti: il gas naturale non contiene zolfo, non produce particolato grossolano, il controllo della temperatura di combustione abbatte la formazione di

NOx, la combustione in fase gassosa permette una ossidazione completa delle molecole di idrocarburi.

Di contro, si è scoperto che gli impianti a gas naturale emettono particolato fine del tipo PM 2,5 e PM 1, trasparente ai più moderni sistemi di abbattimento ed estremamente pericoloso perché si deposita nei tessuti degli organismi viventi non essendo intercettabile dai loro sistemi immunitari.

Il rapido innalzamento della temperatura del pianeta viene generalmente riconosciuto quale conseguenza dell'effetto serra generato da una serie di gas emessi in atmosfera dai processi industriali, fra cui in particolare la CO₂ prodotta da tutti i processi di combustione.

Le strategie messe in atto dai protocolli internazionali per mitigare tale fenomeno puntano sia su tecnologie per la cattura e sequestro geologico della CO₂ presente nei fumi di combustione dei combustibili fossili, sia ricorrendo all'uso alternativo di biomasse in impianti di piccola e media taglia, per la produzione distribuita di elettricità e calore.

La combustione di biomassa o derivati, quali il waste biodegradabile in genere, non influisce sull'effetto serra perché la CO₂ prodotta dalla loro combustione è in quantità pari a quella assorbita dal processo di formazione della biomassa stessa attraverso la sintesi clorofilliana.

Inoltre, il ricorso alla combustione di biomassa mitiga l'effetto serra perché evita l'emissione in atmosfera di biogas e CO₂ derivanti dai processi ossidativi anaerobici ed aerobici, conseguenti al loro uso come ammendante agricolo o messa a discarica.

La combustione di biomassa comporta, però, problematiche ambientali non meno gravi di quelle generate dai combustibili fossili. Tali problematiche sono riconducibili alle polveri, alla emissione di metalli pesanti, di HCL, di SOx, di diossine e furani, di NOx, di idrocarburi incombusti e volatili.

La prospettiva di un uso generalizzato della biomassa per la produzione di energia termica ed elettrica in impianti di piccola e media dimensione, impone l'esigenza di disporre di tecnologie di trattamento fumi efficienti e di basso costo anche per tali taglie di impianto.

A tale riguardo, ad oggi sono state sviluppate diverse tecnologie, generalmente specializzate nell'abbattimento di specifici gruppi di inquinanti. La logica della specializzazione funzionale ha portato al concetto del trattamento delle emissioni attraverso delle linee di impianti disposti in serie.

I depolverizzatori delle ceneri e delle polveri grossolane sono sempre all'inizio delle linee fumi mentre seguono in genere sistemi a scrubber a umido e/o a secco,

adatti ad assorbire HCL, SOx, NH₃, diossine e altre molecole organiche.

Per gli NOx vengono usati sistemi catalitici, che operano a temperature relativamente alte.

Nelle sezioni terminali si utilizzano sia filtri a manica, sia filtri a precipitazione elettrostatica. I primi sono in grado di fermare il particolato PM 10, con una efficienza del 98%, ma non vedono le PM 2,5 e la PM 1.

Ad oggi, le linee fumi attualmente utilizzate, siano esse linee a secco o linee ad umido, soffrono del problema di rilasciare comunque un numero ed una tipologia di inquinanti che, sebbene soddisfino le concentrazioni previste dalle normative, costituiscono comunque una fonte di inquinamento estremamente pericolosa per la salute pubblica.

Una soluzione potrebbe essere quella disporre a valle della linea fumi un impianto per l'abbattimento elettrostatico degli inquinanti.

I filtri elettrostatici, che sono in grado di caricare elettricamente anche le particelle fini, hanno bisogno di tempi di residenza dei fumi molto alti e, quindi, diventano applicazioni estremamente costose, soprattutto per impianti di piccola taglia.

Al fine di ottenere emissioni compatibili con le più restrittive normative, quali per esempio quelle europee, è

necessario progettare impianti con la combinazioni di diverse tipologie di trattamento, la qual cosa risulta generalmente di difficile realizzazione.

Sono noti delle soluzioni che utilizzano processi elettrolitici di varia forma e natura finalizzati all'abbattimento degli inquinanti presenti nei gas esausti di combustione.

A partire dagli anni 70 sono stati depositati numerosi brevetti che propongono l'uso del letto fluido come cella elettrolitica, quali ad esempio US 3,977,951; US 4,202,752; US 4,824,541; US 5,096,054; US 2008/02772787.

I dispositivi relativi a questa tecnologia si basano sull'efficacia sia del processo elettrochimico per la ossidoriduzione di contaminanti in bassa diluizione nei fumi di combustione o di altri processi industriali, sia del letto fluido nell'esposizione alla ionizzazione, generata dal campo elettrico, delle particelle di contaminanti presenti in gas non conduttivi, rispetto al filtro elettrostatico.

Tuttavia le soluzioni proposte non hanno trovato un adeguato successo industriale e questo soprattutto a causa della loro complessità e del loro elevato costo.

Era quindi sentita la necessità di disporre di un impianto per il trattamento dei fumi che utilizzasse la tecnologia dell'elettrolisi a letto fluido e le cui

caratteristiche tecniche fossero tali da superare i problemi dell'arte nota.

Oggetto della presente invenzione è un impianto per il trattamento dei fumi, le cui caratteristiche essenziali sono riportate nella rivendicazione 1, e le cui caratteristiche preferite e/o ausiliari sono riportate nelle rivendicazioni 2-7.

Un ulteriore oggetto della presente invenzione è un metodo elettrochimico per l'abbattimento degli inquinanti nei fumi esausti le cui caratteristiche essenziali sono riportate nella rivendicazione 8, e le cui caratteristiche preferite e/o ausiliari sono riportate nelle rivendicazioni 9-11.

Per una migliore comprensione dell'invenzione sono riportate di seguito delle forme di realizzazione a puro titolo illustrativo e non limitativo con l'ausilio della figura del disegno annesso, la quale illustra in forma schematica un impianto secondo la presente invenzione.

In figura è illustrato nel suo complesso con 1 l'impianto per il trattamento fumi oggetto della presente invenzione. L'impianto 1 viene inserito a valle di una linea nota di trattamento di gas esausti, comprendente ad esempio polidicloni, scrubber, filtri a manica o filtri elettrostatici note nel settore. In altre parole, l'impianto 1 tratta i gas esausti prima della loro

immissione nel camino.

L'impianto 1 comprende sostanzialmente una caldaia a condensazione 2, una camera di elettrolisi a letto fluido 3 in cui gli inquinanti vengono abbattuti per via elettrochimica e una camera di espansione 4 in cui il liquido elettrolitico viene rigenerato.

La caldaia a condensazione 2 ha la funzione di abbassare la temperatura dei fumi da temperature tipicamente intorno ai 180/200°C a temperature dell'ordine dei 45/55°C, con conseguente recupero termico del calore dei fumi da destinare ad usi cogenerativi. Come è noto, la caldaia a condensazione 2 comprende mezzi per la riduzione dell'acidità delle acque di condensa.

La camera di elettrolisi a letto fluido 3 è priva di separazione tra lo scomparto catodico e lo scomparto anodico ed è realizzata in titanio ricoperto da ossidi a conduttività metallica o semimetallica, puri o in miscela con ossidi stabilizzanti di Sn, Ti, Zr, Nb, Ta, Ru, Ir, Os, Pt, Rh e loro miscele, delle dimensioni proporzionate ai volumi d'aria da trattare ed al tempo di residenza prestabilito.

La camera di elettrolisi a letto fluido 3 è composta da una porzione inferiore di fluidificazione 6 a forma troncoconica provvista di una valvola di svuotamento 7, una porzione centrale parallelepipedica 8, in cui sono alloggiati

dal basso verso l'alto un elettrodo catodico 9 a letto fluido e un elettrodo anodico 10, ed una cappa aspirante 11 atta a convogliare ad un camino i fumi trattati.

La porzione inferiore di fluidificazione 6 e la porzione centrale parallelepipedica 8 sono riempite con una soluzione elettrolitica, quale ad esempio una soluzione acquosa di solfato di sodio a concentrazione compresa tra 0,01 e 1 molare, nel quale sono immersi sia l'elettrodo catodico a letto fluido 9 sia l'elettrodo anodico 10.

L'elettrodo catodico a letto fluido 9 è costituito da grani di carbone di diametro compreso tra 0,8 e 1,2 mm, mentre l'elettrodo anodico 10 è costituito da un elettrodo volumetrico di grani di carbone di diametro compreso tra 2 e 3 cm e racchiusi in una rete 12 fine di titanio ricoperto da ossidi metallici conduttori miscelati con uno o più ossidi di Sn, Ti, Zr, Nb, Ta, Ru, Ir, Os, Pt, Rh, e loro miscele.

La camera di elettrolisi a letto fluido 5 comprende, inoltre, un gruppo di distribuzione 13 dei fumi alloggiato all'interno dell'elettrodo catodico a letto fluido 9. Il gruppo di distribuzione dei fumi 13 ha la funzione di aspirare i fumi distribuendoli nell'elettrolita in forma di microbolle di dimensioni tali da permettere all'elettrodo (i grani di carbone bagnati dall'elettrolita ed in fluidificazione) di operare una completa ionizzazione delle

molecole e particelle di contaminanti presenti nella massa gassosa. La dimensione micrometrica delle bolle minimizza l'effetto di diluizione dei contaminanti nel flusso gassoso, prevalentemente costituito da N_2 e CO_2 .

Il gruppo di distribuzione 13 dei fumi comprende una pluralità di iniettori Venturi a cavitazione 14, i quali sono alimentati dai fumi provenienti dalla caldaia a condensazione 2 e dalla soluzione elettrolitica proveniente dalla camera di espansione 4 come verrà di seguito descritto.

In particolare, l'impianto 1 comprende una linea di trasferimento 16 dei fumi dalla caldaia 2 al gruppo di distribuzione 13. La linea 16 comprende, a sua volta, un ventilatore 17 necessario per la movimentazione dei fumi. Infatti, i fumi, una volta raffreddati nella caldaia a condensazione 2, hanno perso la tendenza ad una movimentazione spontanea e risulta quindi necessaria l'azione di un ventilatore.

La portata, la velocità e la pressione dell'elettrolita contenente le microbolle di fumi all'uscita degli iniettori, la distribuzione geometrica degli iniettori stessi sulla superficie del letto catodico e la loro profondità di immersione nell'elettrodo catodico sono tutti parametri che devono essere impostati in maniera tale da garantire la fluidificazione del letto catodico

stesso ed il contestuale mantenimento del contatto elettrico. La corretta fluidificazione del letto gioca un ruolo fondamentale nel rapporto fra microbolle e particelle carboniose catodiche, determinandosi una superficie di contatto uniforme fra le microbolle e le particelle-catodo, le quali a causa del movimento indotto dalla fluidificazione modificano incessantemente la propria geometria, favorendo l'esposizione al campo elettrico delle particelle o molecole di inquinanti localizzate nelle parti centrali delle microbolle.

Gli iniettori Venturi a cavitazione così come la parte dei tubi della linea di trasferimento 16 che si trovano all'interno della camera di elettrolisi 3 sono realizzati in titanio ricoperto da ossidi metallici conduttori miscelati con uno o più ossidi di Sn, Ti, Zr, Nb, Ta, Ru, Ir, Os, Pt, Rh, e loro miscele.

L'impianto 1 comprende una camera di espansione 4 atta a rigenerare l'elettrolita. La camera di espansione 4 viene alimentata da una prima linea di alimentazione 18 proveniente da un sistema di troppopieno disposto nella camera di elettrolisi 3 al di sopra dell'elettrodo anodico 10, e da una seconda linea di alimentazione 19 deputata all'alimentazione di soluzione elettrolitica nuova.

La detta prima linea di alimentazione è costituita da tubi realizzati in titanio e acciaio inox.

La camera di espansione 4 è provvista di uno gruppo di scarico 20, da cui viene scaricata una parte di soluzione elettrolitica comprendente gli inquinanti in concentrazioni permesse dalle normative ed identificate anche come acqua di classe A.

Come sopra accennato, il gruppo di distribuzione 13 viene alimentato dalla soluzione elettrolitica mediante una linea di trasferimento 21 provvista di pompa 22 e deputata al trasferimento della soluzione elettrolitica dalla camera di espansione 4 al gruppo di distribuzione 13. La linea di trasferimento 21 è realizzata da tubi in titanio e acciaio inox.

Nella camera di espansione 4 avviene un rilassamento dell'elettrolizzato accompagnato dal completamento delle reazioni fra gli ossidanti prodotti dall'anodo e gli inquinanti elettroattivi.

L'impianto della presente invenzione consente di sottoporre ad elettrolisi il particolato e i contaminanti gassosi diluiti nella massa gassosa, senza passare attraverso un completo scioglimento nella soluzione elettrolitica. A tale riguardo va considerato che lo scioglimento in acqua di soluti gassosi comporta un forte dispendio di energie dovute ad un necessario aumento della pressione del soluto nel solvente. Grazie all'utilizzo degli iniettori Venturi a cavitazione è possibile

l'immissione dei fumi nella soluzione elettrolitica sotto forma di microbolle di dimensioni adeguate. In questo modo è possibile sottoporre ad elettrolisi i composti inquinanti presenti in flusso gassoso superando i limiti derivanti dal solo discioglimento del gas in un liquido.

Con l'impianto della presente invenzione è possibile realizzare la rimozione dai fumi esausti dei composti quali: NOx, SOx, Particolato PM 10, PM 2,5, PM 1, e particolato finissimo, HCL, Diossine e Furani, HF, NH₃, VOC, CO, Metalli pesanti presenti sia in forma solida che gassosa.

Come può risultare immediato ad un tecnico del ramo, l'impianto 1 comprende un sistema elettrico tale da dare potenza agli elettrodi e costituito da inverter e condensatore ed altri apparati capaci di controllare sia la tensione che l'ampereaggio della corrente ed, al contempo, di attuare, secondo esigenza, l'inversione della polarità degli elettrodi.

Infine, l'impianto 1 comprende una centralina di comando e controllo, nota e non illustrata per semplicità, atta ad operare secondo logiche che in automatico adeguino l'attività ai dati che riceve da una sensoristica di impianto.

I vantaggi dell'impianto oggetto della presente invenzione sono quindi riassumibili nel fatto di rendere

possibile l'elettrolisi degli inquinanti all'interno di una soluzione elettrolitica in maniera economicamente sostenibile ed efficace. Con l'impianto oggetto della presente invenzione sarà, quindi, possibile l'abbattimento nei fumi che fuoriescono dagli impianti di cogenerazione di inquinanti quali NOx, SOx, Particolato PM 10, PM 2,5, PM 1, e particolato finissimo di qualsiasi natura, HCL, diossine e furani, HF, NH₃, VOC, CO, metalli pesanti presenti sia in forma gassosa che in forma solida. Come può risultare immediato ad un tecnico del ramo, un tale vantaggio ha una ricaduta immediata sugli impianti di cogenerazione anche di piccola taglia, i quali aumenteranno, così, la loro convenienza complessiva e accettabilità ambientale e sociale.

Inoltre, è importante sottolineare che l'impianto oggetto della presente invenzione facilita l'utilizzo in una linea di trattamento fumi di una caldaia a condensazione e, quindi, la possibilità di realizzare un recupero termico mediante raffreddamento dei fumi stessi, e ciò è dovuto al fatto che i fumi freddi sono trattati opportunamente nel sistema elettrolitico e non presentano più il rischio di ricadute al suolo di fumi potenzialmente tossici per alta presenza di CO, pericolo sempre presente laddove si raffreddano i fumi e quindi si aumenta la loro densità e si rallenta la loro velocità di risalita.

RIVENDICAZIONI

1. Impianto elettrochimico (1) per il trattamento fumi caratterizzato dal fatto di comprendere una caldaia a condensazione (2), una camera di elettrolisi a letto fluido (3), una linea di trasferimento fumi (16) dalla detta caldaia a condensazione (2) alla detta camera di elettrolisi a letto fluido (3) e un gruppo di distribuzione (13) dei fumi all'interno di un elettrodo a letto fluido (9); detto gruppo di distribuzione (13) comprendendo una pluralità di iniettori Venturi a cavitazione (14) alimentati dai fumi provenienti dalla detta linea di trasferimento (16) e da una soluzione elettrolitica utilizzata nella detta camera di elettrolisi (2) ed atti a realizzare all'interno del detto elettrodo a letto fluido una pluralità di microbolle.

2. Impianto elettrochimico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la detta camera di elettrolisi a letto fluido (3) è ad unico compartimento e priva di divisione fisica tra una zona catodica e una zona catodica.

3. Impianto elettrochimico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto elettrodo a letto fluido (9) è atto ad assolvere la funzione di catodo ed è costituito da grani di carbone di diametro compreso tra 0,8 e 1,2 mm, e dal fatto di comprendere un elettrodo anodico (10) costituito da un elettrodo volumetrico di grani di

carbone di diametro compreso tra 2 e 3 cm e racchiusi in una rete (12) fine in titanio ricoperto da ossidi metallici conduttori miscelati con uno o più ossidi di Sn, Ti, Zr, Nb, Ta, Ru, Ir, Os, Pt, Rh, e loro miscele.

4. Impianto elettrochimico secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che la detta camera di elettrolisi a letto fluido (5) è composta da una porzione inferiore di fluidificazione (6) a forma troncoconica provvista di una valvola di svuotamento (7), una porzione centrale parallelepipedica (8), in cui sono alloggiati dal basso verso l'alto il detto elettrodo catodico (9) a letto fluido e il detto elettrodo anodico (10), ed una cappa aspirante (11) atta a convogliare ad un camino i fumi trattati; la detta porzione inferiore di fluidificazione (6) e la detta porzione centrale parallelepipedica (8) essendo riempito della detta soluzione elettrolitica.

5. Impianto elettrochimico secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che la detta camera di elettrolisi a letto fluido (5) è realizzata in titanio ricoperto da ossidi a conduttività metallica o semimetallica, puri o in miscela con ossidi stabilizzanti di Sn, Ti, Zr, Nb, Ta, Ru, Ir, Os, Pt, Rh e loro miscele

6. Impianto elettrochimico secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta soluzione elettrolitica è una soluzione acquosa di solfato di sodio a concentrazione compresa tra 0,01 e 1

molare.

7. Impianto elettrochimico secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere una camera di espansione (4) disposta a ricevere la soluzione elettrolitica dalla detta camera di elettrolisi a letto fluido (3) e ad alimentare il detto gruppo di distribuzione (13); detta camera di espansione comprendendo mezzi di scarico (20) atti a scaricare gli inquinanti disciolti nella detta soluzione elettrolitica.

8. Metodo elettrochimico per l'abbattimento degli inquinanti nei fumi comprendente una fase preliminare di raffreddamento dei fumi in una caldaia a condensazione, una fase di immissione dei fumi all'interno di un elettrodo a letto fluido immerso in una soluzione elettrolitica e una fase di elettrolisi degli inquinanti; il detto metodo essendo caratterizzato dal fatto che la detta fase di immissione dei fumi comprende la formazione di microbolle per cavitazione generate da una pluralità di iniettori Venturi a cavitazione (14) alimentati dai fumi stessi e dalla detta soluzione elettrolitica.

9. Metodo elettrochimico secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che il detto elettrodo a letto fluido è un catodo costituito da grani di carbone di diametro compreso tra 0,8 e 1,2 mm.

10. Metodo elettrostatico secondo la rivendicazione 8 o 9, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase di

raffreddamento dei fumi destinati ai detti iniettori Venturi a cavitazione (14) con concomitante recupero termico del calore dei fumi.

11. Metodo elettrochimico secondo una delle rivendicazioni da 8 a 10 caratterizzato dal fatto di comprendere a valle della fase di elettrolisi degli inquinanti presenti nei fumi, una fase di rilassamento dell'elettrolizzato accompagnato dal completamento delle reazioni fra gli ossidanti prodotti dall'anodo e gli inquinanti elettroattivi all'interno di una camera di espansione (4) nella quale viene scaricata parte della soluzione elettrolitica coinvolta nell'elettrolisi, ed una fase di scarico degli inquinanti disciolti nella detta soluzione elettrolitica dalla camera di espansione (4).

TITLE: "ELECTROCHEMICAL METHOD AND PLANT FOR THE TREATMENT OF FUMES"

CLAIMS

1. An electrochemical plant (1) for the treatment of fumes, characterised in that it comprises a condensing boiler (2), a fluidized bed electrolysis chamber (3), a transfer line (16) for transferring the fumes from said condensing boiler (2) to said fluidized bed electrolysis chamber (3), and a distribution assembly (13) for distributing the fumes inside a fluidized bed electrode (9); said distribution assembly (13) comprising a plurality of cavitation Venturi injectors (14), which are fed with the fumes coming from said transfer line (16) and with an electrolytic solution used in said electrolysis chamber (2) and are suited to form, inside said fluidized bed electrode, a plurality of microbubbles.

2. An electrochemical plant according to claim 1, characterised in that said fluidized bed electrolysis chamber (3) has a single compartment without physical separation between a cathode area and an anode area.

3. An electrochemical plant according to claim 1, characterised in that said fluidized bed volumetric electrode (9) fulfils the function of a cathode and consists of carbon grains with a diameter ranging from 0.8 to 1.2 mm, and in that it comprises an anode electrode (10)

consisting of a volumetric electrode made of carbon grains, which have a diameter ranging from 2 to 3 cm and are enclosed in a fine net (12) made of titanium coated with conductor metal oxides that are mixed with one or more oxides of Sn, Ti, Zr, Nb, Ta, Ru, Ir, Os, Pt, Rh, and mixtures thereof.

4. An electrochemical plant according to claim 3, characterised in that said fluidized bed electrolysis chamber (5) consists of a lower fluidization portion (6), which is shaped as a truncated cone and is provided with an emptying vale (7), a parallelepiped-shaped central portion (8), which houses, from the bottom to the top, said fluidized bed cathode electrode (9) and said anode electrode (10), and a sucking hood (11), which is suited to convey the fumes that have been treated to a chimney; said lower fluidization portion (6) and said parallelepiped-shaped central portion (8) being filled with said electrolytic solution.

5. An electrochemical plant according to claim 4, characterised in that said fluidized bed electrolysis chamber (5) is made of titanium coated with oxides with a metallic or semi-metallic conductivity, which are used pure or in a mixture with stabilizing oxides of Sn, Ti, Zr, Nb, Ta, Ru, Ir, Os, Pt, Rh, and mixtures thereof.

6. An electrochemical plant according to any of the

previous claims, characterised in that said electrolytic solution is a water solution of sodium sulphate with a molar concentration ranging from 0.01 to 1.

7. An electrochemical plant according to any of the previous claims, characterised in that it comprises an expansion chamber (4), which is suited to receive the electrolytic solution from said fluidized bed electrolysis chamber (5) and to feed said distribution assembly (13); said expansion chamber comprising discharge means (20), which are suited to discharge the pollutants dissolved in said electrolytic solution.

8. An electrochemical method for the abatement of pollutants in fumes comprising a fume introduction step, during which the fumes are introduced into a fluidized bed electrode immersed in an electrolytic solution, and a pollutant electrolysis step; said method being characterised in that said fume introduction step comprises the formation of cavitation microbubbles, which are generated by a plurality of cavitation Venturi injectors (14) which are fed with the fumes themselves and with said electrolytic solution.

9. An electrochemical method according to claim 8, characterised in that said fluidized bed electrode is a cathode consisting of carbon grains with a diameter ranging from 0.8 to 1.2 mm.

10. An electrochemical method according to claim 8 or 9, characterised in that it comprises a cooling step for cooling the fumes destined to said cavitation Venturi injectors (14) with a simultaneous thermal recovery of the heat of the fumes.

11. An electrochemical method according to any of the claims from 8 to 10, characterised in that it comprises, downstream of the electrolysis step of the pollutants present in the fumes, a relaxation step of the electrolyzed element accompanied by the completion of the reactions between the oxidizers produced by the anode and the electroactive pollutants inside an expansion chamber (4), into which part of the electrolytic solution involved in the the electrolysis is discharged, and a discharge step of the pollutants dissolved in said electrolytic solution from the expansion chamber (4).

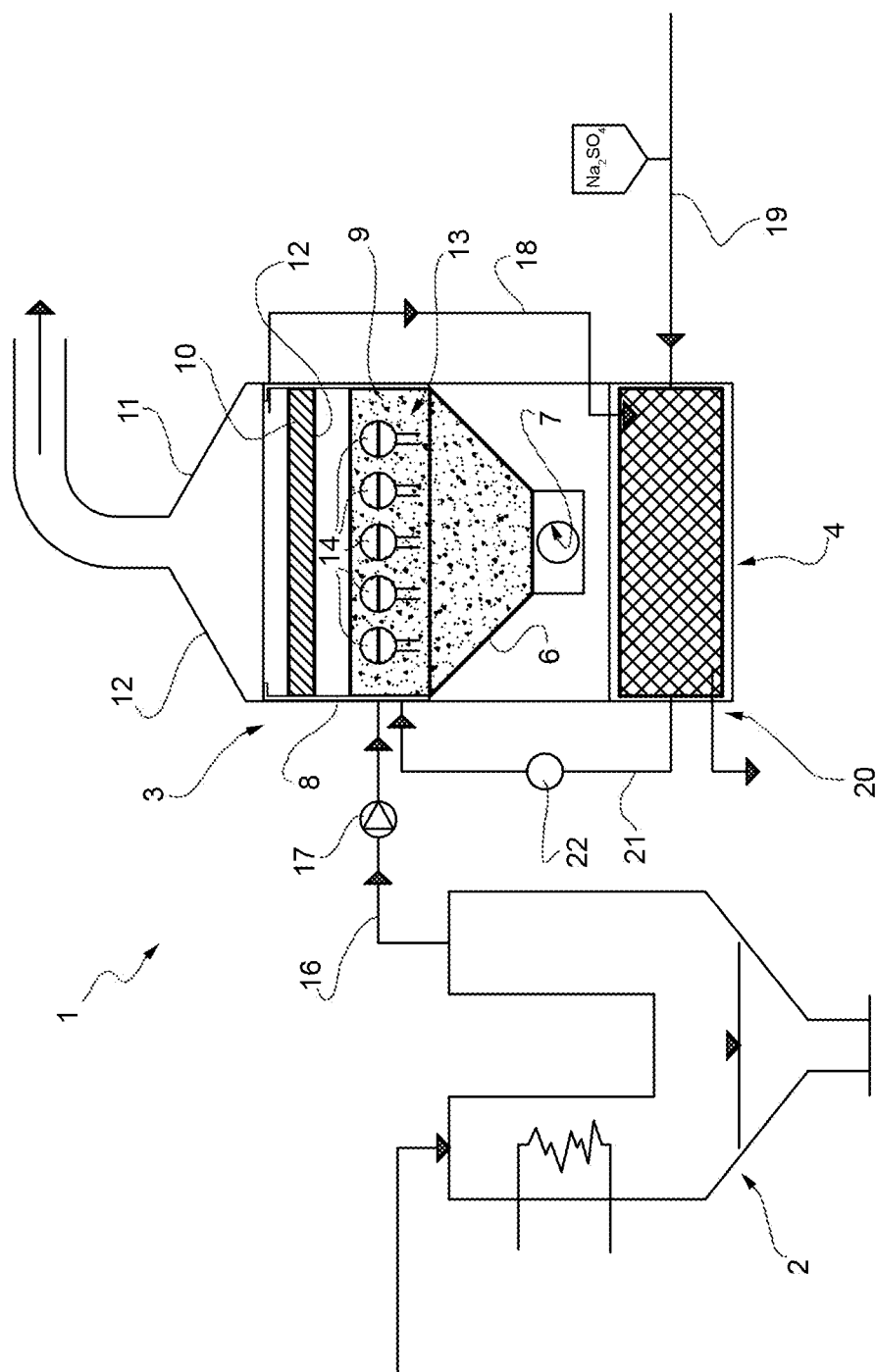


FIGURA UNICA