



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901486782
Data Deposito	24/01/2007
Data Pubblicazione	24/07/2008

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	01	J		

Titolo

PROCESSO PER LA ATTIVAZIONE, RIGENERAZIONE E/O RECUPERO DI CATALIZZATORI FOTO ATTIVATI, IMPIEGATI PER IL TRATTAMENTO DI EFFLUENTI LIQUIDI, GAS O MISCELE GASSOSE, PER IL RIVESTIMENTO DI MATERIALI E PER PROCESSI DI SINTESI
--

7833 M Descrizione del brevetto per invenzione industriale avente per titolo:

FM/mc **“PROCESSO PER LA ATTIVAZIONE, RIGENERAZIONE E/O
RECUPERO DI CATALIZZATORI FOTO ATTIVATI, IMPIEGATI
PER IL TRATTAMENTO DI EFFLUENTI LIQUIDI, GAS O MISCELE
GASSOSE, PER IL RIVESTIMENTO DI MATERIALI E PER
PROCESSI DI SINTESI”**

a nome: **SOCIETÀ ITALIANA ACETILENE & DERIVATI
S.I.A.D. S.p.A. in breve SIAD S.p.A.**

con sede in: Bergamo

* * *

La presente invenzione si riferisce ad un procedimento per l'attivazione, il recupero e la rigenerazione di catalizzatori fotoattivati, impiegati in processi di decontaminazione, disinfezione o trattamento di flussi liquidi e/o gassosi nonché nella sintesi chimica e in processi di rivestimento, protezione o trattamento in genere di materiali.

Il procedimento dell'invenzione è applicabile a catalizzatori in forma pura e/o drogata, in polvere, in miscela omogenea e/o eterogenea, estrusi, supportati su superficie e/o sostanze organiche e inorganiche.

Sfondo dell'invenzione

L'impiego di catalizzatori è ormai divenuto largamente diffuso nell'industria chimica, nel settore della depurazione, nel settore ambientale in genere. Questi consentono, infatti, di promuovere e accelerare processi chimici altrimenti troppo lenti o diversamente non realizzabili.

In particolare, per le possibilità connesse alla realizzazione di processi e tecnologie a basso impatto ambientale, sta assumendo sempre più rilievo la

fotocatalisi.

La fotocatalisi si fonda sull'impiego di catalizzatori particolarmente efficienti, che per essere attivati necessitano dell'ausilio della radiazione luminosa a lunghezze d'onda caratteristiche.

Fra i catalizzatori più utilizzati in ambito fotocatalitico, vi sono i semiconduttori solidi che, per le proprie caratteristiche, si rivelano in grado di ossidare sostanze inquinanti fino alla completa mineralizzazione in condizioni blande di temperatura e pressione e sfruttando reagenti a basso impatto ambientale come la luce solare e l'ossigeno.

Tra i semiconduttori più utilizzati, si citano TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , CdS , ZnS , WO_3 , ecc. Essi, grazie alle loro caratteristiche elettroniche, a seguito dell'irraggiamento luminoso, agiscono come fotosensibilizzatori nelle reazioni di ossido-riduzione. In particolare la radiazione luminosa, a determinate lunghezze d'onda, determina il salto degli elettroni nella banda di valenza, causando la formazione di coppie elettroni-buchi di valenza. Gli elettroni e i buchi di valenza possono reagire con donatori o accettori di elettroni promuovendo, quindi, le reazioni redox.

La fotocatalisi trova le sue maggiori possibilità di applicazione nella decontaminazione delle acque e la purificazione delle emissioni gassose di origine industriale e/o prodotte da veicoli.

Oltre a queste principali applicazioni, a seguito delle scoperte relative alle proprietà dei fotosensibilizzatori, tra cui il più utilizzato è sicuramente il TiO_2 , la fotocatalisi ha trovato fruttuosi sviluppi anche nel trattamento di materiali e/o superfici per l'ottenimento di effetti antiappannanti, anti-macchia e autopulenti.

Ne sono esempi l'uso del TiO_2 nei cementi, negli asfalti e nelle ceramiche.

I meccanismi fotocatalitici applicati, ad esempio, al TiO_2 hanno inoltre evidenziato un'efficace azione antibatterica e anti-virale. Questa proprietà diviene interessante nel campo della disinfezione di acque, gas e superfici.

Unitamente alle diverse applicazioni pratiche, la fotocatalisi rimane poi un importante strumento in ambito della sintesi chimica per la produzione di particolari intermedi di reazione.

A fronte di questo ampio spettro di potenzialità applicative, la problematica principale connessa nell'impiego dei catalizzatori risulta essere la perdita di attività a seguito dell'inquinamento dei siti attivi della superficie catalitica. Durante le reazioni di catalisi, i prodotti e gli intermedi di reazione nel tempo vanno a depositarsi nei siti attivi dei catalizzatori, determinando la graduale perdita di efficienza dei processi di trasformazione.

È stato quindi messo a punto, e costituisce oggetto dell'invenzione, un processo chimico combinato in grado di determinare la completa rigenerazione dei catalizzatori inquinati nel corso delle fasi di esercizio. Tale processo si fonda anch'esso sui principi della fotocatalisi, sfruttando l'azione dell'irraggiamento (naturale e/o artificiale) in ambiente umido.

Questo trattamento risponde alle caratteristiche di:

- efficacia
- assenza di contatto dell'operatore con sostanze tossiche/irritanti/cancerogene
- semplicità di esecuzione
- velocità di recupero della qualità e dell'utilizzo del catalizzatore

- sostenibilità economica.

Riassunto dell'invenzione

È oggetto della presente invenzione un processo chimico per la rigenerazione e/o recupero di catalizzatori fotoattivati impiegati per la decontaminazione, disinfezione o trattamento di effluenti liquidi e/o gassosi, nella sintesi chimica e nel trattamento, rivestimento o protezione di materiali.

Il processo viene realizzato mediante l'azione combinata delle seguenti componenti:

- esposizione del catalizzatore a irraggiamento luminoso (naturale e/o artificiale);
- flussaggio del catalizzatore con acqua ad opportune condizioni di pH.
- In particolare il processo dell'invenzione è costituito essenzialmente dagli stadi di:
- correzione pH della miscela di rigenerazione in funzione del pH di normale esercizio del catalizzatore;
- contatto della soluzione di rigenerazione con il catalizzatore inquinato;
- irraggiamento del catalizzatore con la lunghezza d'onda corretta per l'attivazione del catalizzatore;
- recupero/trattamento della miscela di rigenerazione;
- scarico o ricircolo della miscela di rigenerazione.

L'invenzione ha inoltre per oggetto un'apparecchiatura per la rigenerazione di catalizzatori fotoattivati che comprende essenzialmente:

- a. una linea di alimentazione;

- b. un sistema di correzione del pH;
- c. un reattore di contatto;
- d. una fonte di irraggiamento;
- e. un sistema di scarico.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

La presente invenzione si applica ad un qualsiasi catalizzatore fotoattivato impiegato nella decontaminazione, disinfezione o trattamento di effluenti liquidi e/o gassosi, nella sintesi chimica e nel trattamento, rivestimento o protezione di materiali.

Il processo dell'invenzione si basa sull'azione combinata dell'irraggiamento luminoso (naturale e/o artificiale) e dell'effetto chimico-fisico dell'acqua a opportune condizioni di pH.

L'acqua, alle opportune condizioni di pH, favorisce il rilascio dal catalizzatore delle sostanze inquinanti. Queste ultime vengono parzialmente rimosse per azione fotochimica dal catalizzatore grazie all'irraggiamento luminoso. Una parte del contaminante rimosso, tipicamente la prima frazione più concentrata, può essere dilavato dal flusso idraulico. In questo caso, il flusso idraulico in uscita dalla fase di rigenerazione è raccolto e, in funzione della sua concentrazione, sottoposto a un trattamento di decontaminazione (fotocatalisi, adsorbimento su carboni, filtrazione su membrane, processo biologico, ecc.). Il refluo in uscita dal processo di rigenerazione, tal quale e/o sottoposto ad fase di decontaminazione, può essere ricircolato in testa al processo stesso.

Il pH idoneo del flusso idraulico impiegato per la rigenerazione va individuato per ciascun caso specifico. In particolare questo dipende dal tipo

di impiego del catalizzatore I valori di pH impiegabili nel processo dell'invenzione possono essere determinati come segue:

- quando il catalizzatore è stato sottoposto a trattamenti in ambiente neutro/basico, la rigenerazione deve essere svolta in ambiente acido;
- quando il catalizzatore lavora in ambiente acido, la rigenerazione deve essere eseguita in ambiente neutro/basico.

I tempi di rigenerazione variano, in funzione del tipo di contaminazione, del tipo di catalizzatore e del tipo di irraggiamento, da 1 ora a 10 giorni.

I flussi idraulici impiegati per la rigenerazione variano, in funzione della tipologia e della forma del catalizzatore, da 0,01 l/kg_{CATALIZZATORE}/h a 100 l/kg_{CATALIZZATORE}/h.

Questo tipo di trattamento permette di recuperare fino al 100% l'attività originaria del catalizzatore consentendo di rendere la durata dello stesso teoricamente infinita.

L'alimentazione della miscela di rigenerazione può avvenire secondo una configurazione in continuo e/o in batch, mediante sistema meccanico, pneumatico, idraulico, per caduta o in pressione.

La foto attivazione può essere sia di origine naturale, luce solare, sia artificiale con una fonte di irraggiamento luminoso che può essere interna e/o esterna al bagno di rigenerazione, sia diretta sia indiretta. L'irraggiamento può essere continuo o discontinuo.

Il catalizzatore da rigenerare può essere sottoposto a immersione completa, parziale o ciclica e può essere posto in contatto con la miscela di rigenerazione per flussaggio, gocciolamento, vaporizzazione e/o immersione.

La temperatura del bagno di rigenerazione può essere compresa tra -20 e 200°C, preferibilmente tra 0 e 50°C.

La miscela di rigenerazione viene quindi scaricata e/o trattata e/o ricircolata e/o riutilizzata e/o smaltita. L'eventuale trattamento della miscela di rigenerazione, ai fini del suo ricircolo, può essere effettuato con un qualsiasi sistema di decontaminazione (biologico/chimico/fisico/chimico-fisico).

Il reattore di rigenerazione può essere costituito da materiale plastico, metallico, cementizio o vetroso o miscele di tali materiali purché compatibile con le sostanze trattate.

La correzione del pH, nell'apparecchiatura oggetto dell'invenzione, può avvenire manualmente o in automatico, in linea o mediante bacino di contatto.

Il campo di applicazione del processo sopra descritto riguarda la rigenerazione di tutte le tipologie di catalizzatori foto attivati (puri, drogati, in polvere, in miscele omogenee e/o eterogenee, estrusi, supportati su superficie, supportati su sostanza organica e/o inorganica, ecc.) impiegati nelle modalità riportate nel seguente elenco non esaustivo:

- decontaminazione/disinfezione di acque reflue di varia natura (industriali, urbane, miste, di processo, ecc.);
- decontaminazione/disinfezione di acque di falda;
- trattamento di acqua e/o liquidi ad uso industriale e/o di processo;
- decontaminazione/disinfezione di acque per uso potabile;
- miglioramento della qualità dell'acqua ad uso potabile;
- decontaminazione di flussi gassosi;
- trattamento di flussi gassosi ad uso industriale e/o di processo;

- riduzione dell'inquinamento atmosferico;
- miglioramento della qualità dell'aria in ambienti confinati;
- protezione di superfici e/o materiali da agenti inquinanti e/o deterioranti (chimici e/o biologici);
- produzione/trattamento di materiali (carta, legname, vetri, cristalli, metalli, tessuti, polimeri, cementi, asfalti, laterizi, ecc.) al fine di indurre sugli stessi modifiche di natura chimico-fisica e/o visiva;
- processi di sintesi chimica;
- processi di sintesi bio-chimica.

Esempio applicativo

Si riportano, a seguire, i risultati ottenuti utilizzando diversi sistemi rigenerativi per il recupero delle prestazioni di un catalizzatore fotoattivato utilizzato per decontaminazione di reflui liquidi. La valutazione del recupero della funzionalità del catalizzatore è stata eseguita verificando le prestazioni fotocatalitiche del catalizzatore stesso, prima e dopo rigenerazione. In particolare le prestazioni di fotocatalisi sono state valutate mediante il medesimo reattore in pirex da 1,5 litri contenente una lampada a raggi ultravioletti da 40 W, riempito con circa 1,2 kg di catalizzatore TiO₂ Degussa 7708 in pellets e insufflato con ossigeno puro. Il volume utile del reattore è pari a 400 ml. Il refluo sottoposto a trattamento, alimentato in continuo con portate di 1,5-3,0 l/d, era costituito da una soluzione sintetica a base di fenolo (0,2-0,4 gFenolo/l pari a 0,5-1,0 gCOD/l) preparata con acqua di pozzo acidificata.

I metodi di rigenerazione impiegati erano di due tipi:

- *rigenerazione ad umido*: effettuata stendendo il catalizzatore su un

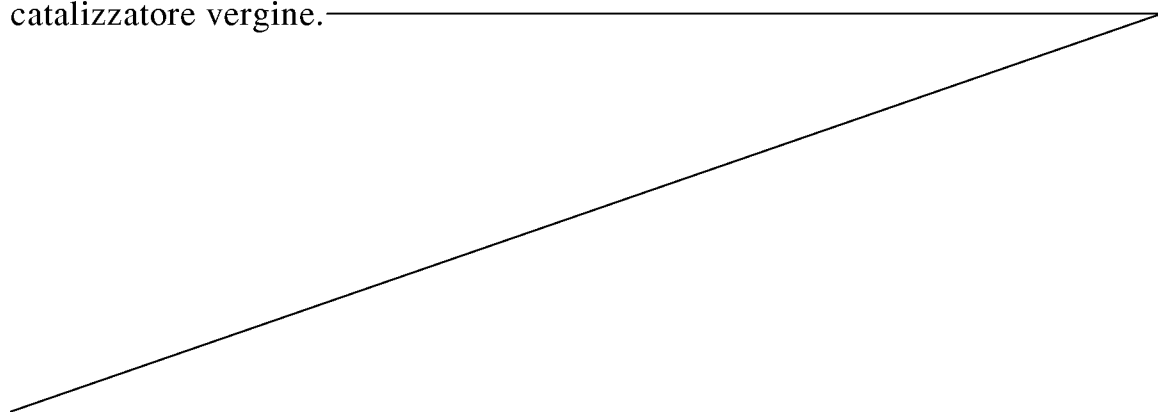
disco piatto esposto alla luce solare, in cui veniva alimentata acqua di rigenerazione (acida o basica) in continuo secondo una portata di circa 2,5 l/d. Il catalizzatore era sommerso da uno strato d'acqua molto sottile per ridurre al minimo l'effetto schermante ai raggi solari. L'acqua alimentata aveva un naturale contenuto di ossigeno pari a 5-7 mg/l.

- *rigenerazione a secco*: effettuata stendendo il catalizzatore su un disco piatto esposto alla luce solare.

I sistemi così strutturati erano lasciati esposti alla radiazione solare per 7-10 giorni. Periodicamente si provvedeva a rimescolare il catalizzatore così da sottoporre a rigenerazione anche le frazioni rimaste in ombra perché coperte da altro catalizzatore.

Nelle tabelle a seguire si riportano le prestazioni del processo di fotocatalisi ottenute dopo le successive rigenerazioni. In particolare nelle tabelle, la voce "n.cicli" rappresenta il numero di cicli di trattamento svolti dal catalizzatore, mentre le voci "Resa fenoli" e "Resa COD" rappresentano le rese di ossidazione, registrate nei diversi campionamenti, rispettivamente per i fenoli e per il COD.

In Tab. 1 si riporta l'efficienza del processo ossidativo ottenuta con catalizzatore vergine.



Tab. 1: Prova di funzionamento del processo fotocatalitico con catalizzatore vergine

<i>Prelievo</i>	<i>n. cicli</i>	<i>pH</i>	<i>Resa Fenoli</i>	<i>Resa COD</i>
Ingresso		2,89	-	
Uscita 1	6,3	5,01	-	71%
Uscita 2	11,4	5,96	-	63%
Uscita 4	30,1	3,90	-	57%
Uscita 5	35,3	4,15	-	61%
Uscita 6	41,1	3,38	-	61%
Ingresso		2,01		
Uscita 7	69,9	2,02	40%	33%
Uscita 8	24,9	1,98	40%	33%
Uscita 9	79,3	1,97	43%	34%

Si evidenzia come dopo circa 50 cicli operativi il catalizzatore manifesti la perdita di attività. In particolare in corrispondenza della perdita di attività il pH del refluo in uscita dal trattamento fotocatalitico risulta essere sostanzialmente pari a quello in ingresso. Nei primi cicli operativi in cui il catalizzatore dimostra un'efficienza di rimozione del COD del 60-70%, il pH in uscita è superiore (o comunque diverso) rispetto a quello in ingresso. Tale osservazione, come vedremo, si ripete nelle diverse prove svolte. L'attività del catalizzatore si manifesta, quindi, con una modificazione del pH del refluo trattato rispetto a quello alimentato. Quando tale differenza si annulla il catalizzatore dimostra la sostanziale perdita di attività.

In Tab. 2 si riportano i risultati operativi ottenuti con il medesimo catalizzatore della prova sopra descritta, sottoposto a rigenerazione mediante rigenerazione in umido con flussaggio di acqua acidificata (pH=1,18).

Tab. 2: Prova di funzionamento del processo fotocatalitico dopo la prima rigenerazione - esposizione a luce solare e flussaggio di acqua

acidificata

<i>Prelievo</i>	<i>n.cicli</i>	<i>pH</i>	<i>Resa Fenoli</i>	<i>Resa COD</i>
Ingresso		1,73		
Uscita 1	15,1	1,70	41%	42%
Uscita 2	18,7	1,74	42%	43%
Uscita 3	22,1	1,71	40%	43%
Uscita 4	31,2	1,77	38%	37%

Si evidenzia come in queste condizioni il catalizzatore non abbia recuperato l'efficienza originaria. Si noti come il pH in uscita dal trattamento fotocatalitico sia uguale a quello in ingresso.

In Tab. 3 si riportano i risultati ottenuti sempre sul medesimo catalizzatore sottoposto a rigenerazione per esposizione a irraggiamento solare a secco.

Si nota come nuovamente il catalizzatore non evidenzi alcun recupero di attività, inoltre il pH in ingresso e in uscita dal trattamento fotocatalitico risulta essere corrispondente.

Tab. 3: Prova di funzionamento del processo fotocatalitico dopo la 2a rigenerazione - esposizione a irraggiamento solare a secco

<i>Prelievo</i>	<i>n.cicli</i>	<i>pH</i>	<i>Resa Fenoli</i>	<i>Resa COD</i>
Ingresso		1,90		
Uscita 1	6,18	2,03	51%	39%
Uscita 2	8,99	1,99	50%	44%
Uscita 3	13,2	1,99	54%	46%
Uscita 4	17,7	1,95	53%	33%
Uscita 5	36,2	1,91	55%	47%
Uscita 6	40,5	1,91	55%	51%
Uscita 7	47,6	1,90	38%	35%
Ingresso		2,25		
Uscita 8	76,7	2,28	50%	46%
Uscita 9	83,6	2,31	48%	46%
Uscita 10	91,2	2,29	51%	49%

In Tab. 4 si riportano i risultati ottenuti nel terzo ciclo di rigenerazione eseguito sul medesimo catalizzatore tramite rigenerazione ad umido con flussaggio di acqua basica (pH = 8). Si nota come il catalizzatore evidenzi il completo recupero dell'efficienza di depurazione. Alla ripresa dell'attività del catalizzatore corrisponde un incremento del pH del refluo in uscita rispetto al refluo alimentato.

Tab. 4: Prova di funzionamento del processo fotocatalitico dopo 3a rigenerazione - esposizione a irraggiamento solare con flussaggio di acqua basica (pH=8)

<i>Prelievo</i>	<i>n.cicli</i>	<i>pH</i>	<i>Resa Fenoli</i>	<i>Resa COD</i>
Ingresso		3,05		
Uscita 1	3,4	5,80	93%	93%
Uscita 2	8,2	6,13	95%	94%
Uscita 3	23,0	6,39	95%	92%
Uscita 4	27,7	6,16	95%	90%
Uscita 5	32,6	5,92	95%	91%
Uscita 6	37,4	5,99	95%	91%
Uscita 7	45,1	6,14	83%	79%
Ingresso		2,49		
Uscita 8	66,7	2,89	43%	41%
Uscita 9	73,9	2,67	42%	35%
Uscita 10	81,7	2,48	39%	32%
Uscita 11	89,2	2,51	41%	34%
Uscita 12	96,4	2,48	43%	37%

Il catalizzatore inquinato presenta un colore marrone scuro, mentre il catalizzatore rigenerato dopo la terza rigenerazione recupera il colore bianco originario.

Dopo circa 50 cicli il catalizzatore dimostra la perdita di attività, e corrispondentemente, si registra la nuova parificazione del pH del refluo in

ingresso e in uscita dal trattamento di foto-ossidazione.

In Tab. 5 si riportano i risultati di un'ennesima rigenerazione eseguita con la stessa modalità della precedente sullo stesso catalizzatore. Si conferma come quest'ultimo dimostri il recupero delle prestazioni originarie.

Tab. 5: 4a rigenerazione - esposizione a irraggiamento solare con flussaggio di acqua basica (pH=8)

<i>Prelievo</i>	<i>n.cicli</i>	<i>pH</i>	<i>Resa Fenoli</i>	<i>Resa COD</i>
Ingresso		2,01		
Uscita 1	3,7	6,44	96%	92%
Uscita 2	9,0	5,96	84%	80%
Uscita 3	16,7	5,00	66%	63%
Uscita 4	21,9	5,12	78%	77%
Uscita 5	39,6	4,96	77%	76%
Uscita 6	44,7	5,08	78%	76%
Uscita 7	49,4	2,95	54%	49%
Uscita 8	54,3	2,19	53%	49%
Uscita 9	59,1	2,13	54%	48%

Dopo circa 50 cicli nuovamente si evidenzia la perdita significativa di attività con la riduzione del pH fino ai valori del refluo in ingresso al processo.

Elemento fondamentale per indurre la rigenerazione del catalizzatore è dato dalla differenza di pH esistente tra l'acqua di rigenerazione e il refluo di alimentazione.

In particolare quando in fase operativa viene alimentato un refluo acido, è necessario operare la rigenerazione con acqua basica. Viceversa qualora il processo tratti un refluo a pH neutro/basico la rigenerazione deve essere effettuata con una soluzione acida. A dimostrazione di quest'ultima affermazione, si rimanda alla Tab. 2 in cui si evidenziava l'inefficacia della

rigenerazione effettuata con acqua acida sul catalizzatore successivamente alimentato con refluo acidificato.

Ad riprova di quanto asserito, è stata eseguita un'ulteriore fase rigenerativa con acqua acida (pH=2) sul medesimo catalizzatore sottoposto a trattamento fotocatalitico di un refluo a base fenolica a pH 5,5 - 6.

In Tab. 6 si riportano i risultati ottenuti in queste condizioni operative.

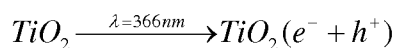
Tab. 6: 5a rigenerazione - esposizione a irraggiamento solare con flussaggio di acqua acida (pH=2)

<i>Prelievo</i>	<i>n.cicli</i>	<i>pH</i>	<i>Resa Fenoli</i>	<i>Resa COD</i>
Ingresso		5,95		
Uscita 1	3,4	2,58	79%	65%
Uscita 2	7,5	2,54	77%	64%
Uscita 3	11,4	2,61	78%	68%
Ingresso		6,27		
Uscita 4	25,5	3,14	80%	73%
Uscita 5	30,7	3,38	73%	75%
Ingresso		6,76		
Uscita 6	36,1	3,56	72%	65%
Uscita 7	46,6	3,82	34%	28%
Uscita 8	57,6	3,87	34%	27%

Si evidenzia come il catalizzatore mostri il ripristino delle condizioni originarie. A dimostrazione dell'attività del catalizzatore si noti come il pH del refluo in uscita dal trattamento fotocatalitico risulta essere inferiore a quello del refluo in ingresso.

Al fine di comprendere meglio le evidenze sperimentali, consideriamo i meccanismi principali del processo fotocatalitico. Il processo di fotocatalisi si basa sull'attivazione mediante luce ultravioletta a lunghezza d'onda specifica del catalizzatore. Per il biossido di titanio la lunghezza d'onda di attivazione

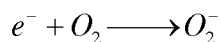
λ è pari a 366 nm. L'attivazione determina il salto energetico degli elettroni degli atomi di TiO_2 e quindi la formazione delle coppie elettroni - buchi di valenza ($e^- - h^+$).



La reazione dei buchi di valenza h^+ con gli ioni OH^- e le molecole d'acqua adsorbiti sulla superficie del catalizzatore determina la formazione dei radicali $OH^\bullet$.



Gli elettroni liberi reagiscono con l'ossigeno disciolto determinando la formazione degli ioni superossidi O_2^- .

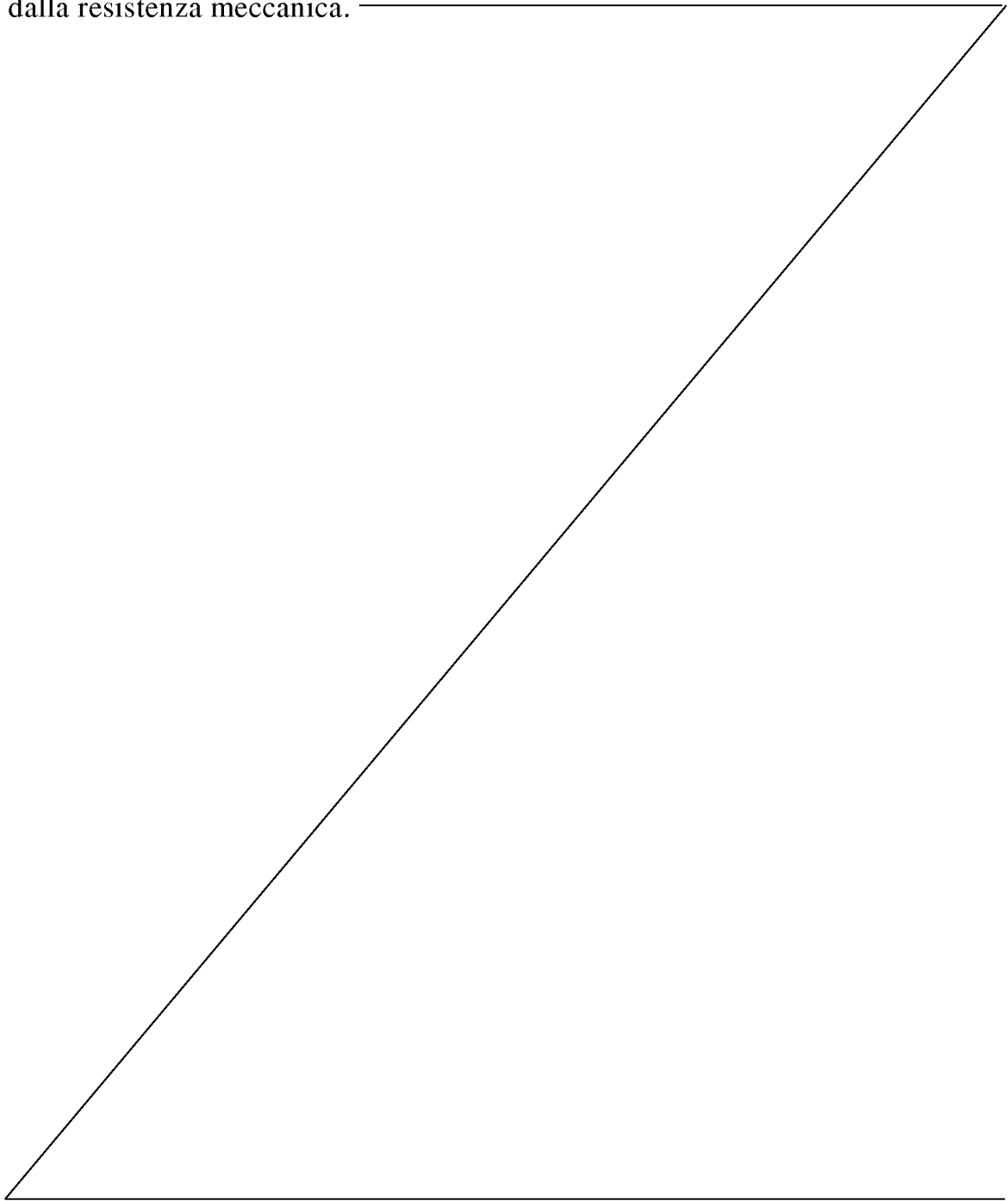


I composti organici disciolti in acqua vengono così ossidati e degradati sottoforma di CO_2 . Durante il funzionamento le molecole inquinanti rimangono "incastrate" nei siti attivi, determinando il lento esaurimento del catalizzatore.

In fase di rigenerazione si determina il desorbimento e la degradazione dei composti organici rimasti sulla superficie del catalizzatore. L'esposizione ad umido del catalizzatore all'irradiazione ultravioletta del sole è risultata più efficiente perché entrambi i meccanismi di desorbimento e degradazione risultano più efficienti. Il primo per l'azione solvente dell'acqua, in funzione anche del pH della stessa, e il secondo per il ruolo indispensabile dell'acqua nella produzione dei radicali $OH^\bullet$.

In questi termini si spiega l'azione fondamentale dell'acqua in fase rigenerativa e l'influenza del gradiente di pH dell'acqua di rigenerazione rispetto al refluo di alimentazione del processo fotocatalitico.

Si sottolinea come il catalizzatore impiegato per l'indagine sulla rigenerazione, è stato sottoposto a un totale di 415 cicli operativi nell'arco di 6 mesi di prove in continuo. Nonostante alcune tecniche di rigenerazione si siano dimostrate inefficaci, una volta impostata la metodologia corretta, il catalizzatore ha riacquisito la sua attività originaria. In questi termini il catalizzatore risulta essere rigenerabile, e la sua durata diviene limitata solo dalla resistenza meccanica.



RIVENDICAZIONI

1. Processo di rigenerazione di catalizzatori foto attivati impiegati nella decontaminazione, disinfezione o trattamento di effluenti liquidi e/o gassosi, nella sintesi chimica e nel trattamento, rivestimento o protezione di materiali, costituito essenzialmente dagli stadi di:

- preparazione della miscela di rigenerazione in funzione del pH di normale esercizio del catalizzatore;
- contatto della soluzione di rigenerazione con il catalizzatore inquinato;
- irraggiamento del catalizzatore con la lunghezza d'onda corretta per l'attivazione del catalizzatore mantenendolo a contatto con la soluzione;
- recupero/trattamento della miscela di rigenerazione;
- scarico o ricircolo della miscela di rigenerazione.

2. Processo secondo la rivendicazione 1, nel quale la rigenerazione viene effettuata a pH acidi quando il catalizzatore da rigenerare è stato sottoposto a trattamenti in ambiente neutro/basico.

3. Processo secondo la rivendicazione 1, nel quale la rigenerazione viene effettuata a pH neutri o basici quando il catalizzatore da rigenerare è stato sottoposto a trattamenti in ambiente acido.

4. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-3, nel quale l'alimentazione della miscela di rigenerazione avviene secondo una configurazione in continuo e/o in batch.

5. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-4, nel quale l'alimentazione della miscela di rigenerazione è effettuata mediante sistema meccanico,

pneumatico, idraulico, per caduta, in pressione.

6. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-5, nel quale l'alimentazione della miscela di rigenerazione avviene secondo flussi compresi tra 0,01 e 100 l/kg_{CATALIZZATORE}/h, preferibilmente compresa tra 0,1 - 1 l/kg_{CATALIZZATORE}/h.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 1-6, nel quale la foto attivazione è di origine naturale e/o artificiale.

8. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-7, nel quale la fonte di irraggiamento luminoso è interna e/o esterna al reattore di rigenerazione.

9. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-8, nel quale la fonte di foto-attivazione è diretta e/o indiretta.

10. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-9, nel quale il tempo di irraggiamento è compreso tra 1 ora e 10 giorni.

11. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-10, nel quale il catalizzatore è sottoposto a immersione completa, parziale, o ciclica.

12. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-11, nel quale il catalizzatore è posto a contatto con la miscela di rigenerazione per flussaggio, gocciolamento, vaporizzazione, immersione.

13. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-12, nel quale il catalizzatore è sottoposto ad irraggiamento continuo e/o discontinuo.

14. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-13, nel quale la temperatura del bagno di rigenerazione è compresa tra -20 e 200°C; preferibilmente tra 0 e 50°C.

15. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-14, nel quale la miscela di rigenerazione viene scaricata e/o trattata e/o ricircolata e/o riutilizzata e/o

smaltita.

16. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-15, nel quale l'eventuale trattamento della miscela di rigenerazione, ai fini del suo ricircolo, è effettuato con un qualsiasi sistema di decontaminazione (biologico/chimico/fisico/chimico-fisico).

17. Procedimento secondo le rivendicazioni 1-16, nel quale il reattore di rigenerazione è costituito da materiale plastico, metallico, cementizio o vetroso, purché compatibile con le sostanze trattate.

18. Apparecchiatura per la rigenerazione di catalizzatori fotoattivati, impiegati in ambito chimico e ambientale, che comprende essenzialmente:

- a. una linea di alimentazione
- b. un sistema di correzione del pH
- c. un reattore di contatto
- d. una fonte di irraggiamento
- e. un sistema di scarico.

19. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 18 nella quale la correzione del pH può avvenire manualmente o in automatico, in linea o mediante bacino di contatto.

Milano, 24 gennaio 2007