

BIOFILTRAZIONE

Descrizione tecnica

I biofiltri sono bioreattori a letto fisso costituiti da un supporto di materiale organico (compost, torba, argilla, corteccia,) o inorganico (ceramica) su cui viene fatta sviluppare una opportuna popolazione batterica, la cui funzione è quella di degradare biologicamente le sostanze organiche volatili a composti elementari anidride carbonica, azoto e acqua. Scegliendo il più opportuno ceppo batterico in relazione alle sostanze prodotte dal ciclo, siano esse sostanze odorigene o inquinanti organici, è possibile realizzarne l'abbattimento mediante degradazione biologica.

La tecnica in generale mostra un'alta efficienza d'abbattimento (in alcune applicazioni si riscontra un'efficienza di rimozione minima del 90%), ma richiede un fermo controllo delle variabili processistiche:

- la temperatura deve essere mantenuta costante ai valori compatibili per la vitalità dei microrganismi;
- l'umidità deve essere tenuta sotto controllo e mantenuta nelle condizioni ottimali;
- la portata dell'aria di processo attraverso il biofiltro non deve essere alta;
- i tempi di contatto devono essere tali da rispettare le cinetiche del processo;
- carichi di inquinante devono essere qualitativamente e quantitativamente limitati, in relazione alle caratteristiche dei microrganismi.

Dal punto di vista impiantistico un biofiltro è costituito da un reattore di diverse possibili strutture, contenente una massa filtrante di natura vegetale molto porosa (torba, corteccia, ecc...); il gas da depurare viene distribuito da appositi ugelli e sale attraversando il letto di materiale organico. Il materiale filtrante, di spessore compreso in genere tra 1 e 2 metri, è mantenuto umido mediante irrorazione di acqua; il tempo di permanenza del gas nel biofiltro varia molto in funzione della biodegradabilità degli inquinanti ed è compreso tra 20 e 90 secondi. Il controllo dell'umidità, della temperatura, del pH, delle polveri e del tempo di residenza può anche essere effettuato in continuo attraverso un sistema di rilevazione automatico.

I ventilatori permettono di controllare le portate, variandole in funzione della risposta del sistema, e quindi dell'efficienza di abbattimento.

La massa filtrante può essere disposta in due unità sovrapposte, con un dispositivo di controllo automatico di pressione, temperatura e umidità.

La popolazione microbica non proviene da particolari ceppi, ma si seleziona durante il periodo di acclimatazione (durata media 15 - 20 giorni); il processo di selezione può, se necessario, essere accelerato tramite inoculi ad hoc.

Generalmente la temperatura ideale per il funzionamento del sistema è quella ambiente; entro certi limiti, la popolazione microbica sopporta variazioni di temperatura, ma sia ha di conseguenza una riduzione dell'efficienza di abbattimento. In caso di variazioni brusche (soprattutto aumento) della temperatura, si può verificare una disattivazione della biomassa; i limiti di temperatura critici, dipendono dal ceppo attivo, dal sistema in cui è utilizzato e dalle condizioni operative di regime; se la temperatura non esce molto dall'intervallo citato, è possibile che il sistema ritorni in attività mediante un periodo di acclimatazione, alla temperatura di progetto.

In seguito alla fase di irrorazione viene prodotto a valle dei letti un percolato che viene riciclato nello scrubber. Nell'intero sistema circolano circa 80 mc di acqua, che deve essere reintegrata di circa 2 mc/h a causa dei fenomeni di evaporazione nello scrubber; la soluzione viene riutilizzata senza trattamenti particolari, anche se mediamente ogni 6 mesi è necessario effettuare uno spurgo per garantire un corretto funzionamento del sistema.

Possono essere utilizzati ceppi batterici differenziati per diverse applicazioni: la popolazione microbica deve essere selezionata in funzione delle caratteristiche di composizione delle emissioni da depurare, sulle quali è sempre necessario verificare l'assenza di potenziali veleni, che possono inibire le reazioni biologiche, abbassando l'efficienza del sistema. Per portate elevate è opportuno suddividere il biocatalizzatore in più letti per limitare le perdite di carico e ridurre i consumi energetici per la movimentazione dei gas da depurare.

Non essendo del tutto chiariti i meccanismi delle reazioni coinvolte, i parametri progettuali vanno impostati in seguito a sperimentazioni su impianti pilota.

La manutenzione non necessita di interventi programmati da parte di personale specializzato, ma solo del mantenimento delle condizioni di umidificazione.

In tempi lunghi si può rendere necessario un intervento della ditta fornitrice sul supporto dei microrganismi o per reintegrare la stessa popolazione di microrganismi. Questo intervento può essere necessario anche nel caso il sistema subisca shock termici o chimici che causino rispettivamente la degradazione fisica del supporto o la diminuzione di popolazione batterica vitale.

BIOFILTRO CHIUSO o APERTO	
1. Temperatura	40 °C.
2. Tipo di BIOFILTRO	Aperto con substrato di materiale vegetale e minerale Chiuso con substrato inerte e substrato attivo ad alta superficie specifica e alta permeabilità
3. Perdite di carico	0.50 kPa
4. Altezza del letto	0.8 m < 2 m
5. Portata specifica	100 m ³ /m ² .h
6. Umidità del letto	100 %
7. Acidità (pH) del letto	4,5 - 6,8
8. Percentuale del pieno	55%
9. Tempo di contatto	35 s per substrati aventi una superficie specifica fino 350 mq/g 23 s per substrati aventi una superficie specifica fino 850 mq/g 5 s per substrati aventi una superficie specifica fino 1350 mq/g
10. Tipo di copertura	Solo per biofiltri aperti contro la pioggia e la neve
11. Concentrazione massima in ingresso al sistema	800-900 mg/Nmc
12. Ulteriori apparecchi	Sistema di assorbimento e rilascio dell'inquinante da trattare per concentrazioni più elevate di quelle previste e sistema di umidificazione della corrente gassosa in ingresso
13. Manutenzione	Controllo degli organi in movimento, controllo e taratura degli strumenti di controllo e regolazione. Controllo con particolare riferimento all'efficienza del sistema di abbattimento sussidiario statico a carboni attivi, controllo delle tenute degli assorbitori

Campi l'applicazione e limiti

La tecnologia descritta trova applicazione in diversi settori: aziende che producono fragranze, che operano trattamento di rifiuti (discariche, impianti di selezione, compostaggio) e di acque reflue, aziende del settore agroalimentare e della lavorazione della carne, aziende che effettuano attività che comportano emissioni di COV (verniciatura, incollaggio,....).

I principali composti trattabili sono: aldeidi, ammine, ammidi, ammoniacca, cadaverine, putrescine, limonane, etanolo, di acetile, acido solfidrico, monossido di carbonio, isobutano , n-butano, mercaptani, acidi organici, idrocarburi, propano, propano, anidride solforosa , terpeni, mediamente con tassi di rimozione che vanno dal 90% per il monossido al 99,9% per gli acidi organici.

E' applicabile per portate elevate e basse concentrazioni, dove a causa dei bassi costi di gestione diventa competitivo con altre soluzioni. Per impianti con portate elevate il letto di catalizzatore biologico viene suddiviso in più unità, per ridurre le perdite di carico e rendere il sistema più flessibile. Il limite del sistema sta nella sensibilità alla presenza di composti inibenti l'attività microbica e nella selezione del ceppo più opportuno.

La durata dei letti è legata al mantenimento delle caratteristiche chimico-fisiche dell'ambiente che li circonda. Se i microrganismi non sono sottoposti a variazioni significative, il reintegro della biomassa può anche non avvenire.

Nel caso in cui a causa di fermate dell'impianto, venga interrotta l'alimentazione di aria da trattare sul letto di microrganismi, il sistema biologico ha una certa resistenza, purché siano mantenute stabili le altre condizioni chimiche e chimico-fisiche: la resistenza specifica alle condizioni di scarsa disponibilità di nutrimento dipende molto dal ceppo batterico specifico e dalle caratteristiche del supporto.

Nel caso l'interruzione dell'alimentazione si prolunghi oltre i limiti di resistenza del sistema, è possibile intervenire aggiungendo al fluido di irrorazione sostanze nutrienti.

Il sistema è stato sperimentato anche per l'abbattimento di diverse sostanze chimiche in diversi campi di concentrazione: formaldeide da produzione resine e impregnazione carta da 40 a 300 mg/Nmc, etanolo da distilleria da 200 a 2000 mg/Nmc, solfuri (CS₂ e H₂S) da produzione fibre a 250 mg/Nmc, acetone, diclorometano da emissioni di aziende chimiche da 400 a 2300 mg/Nmc.

Limitate sono le applicazioni su scala industriale per l'abbattimento delle COV da impianti di verniciatura.

Industrie di rendering, impianti trattamento acque, industrie alimentari e casearie, ittiche, macelli e trattamento carni, allevamenti, concerie, trattamento di rifiuti urbani e operazioni e/o fasi che possano generare emissioni di COV e CIV

Efficienza d'abbattimento

A seguito di una corretta gestione l'efficienza di abbattimento può raggiungere il 99 %. In un impianto per l'abbattimento della formaldeide, con le caratteristiche riportate nel seguente prospetto, l'efficienza monitorata in un anno varia da un minimo di 72% ad un massimo di 97%

Parametro	u.m.	valore
Portata massima	Nmc/h	100000
Altezza di ogni letto	m	0.8
Superficie attiva	mq	261
Velocità spaziale	Nmc/mq h	383
Tempo di permanenza	sec	7.5

Costi di investimento e di esercizio

I costi di investimento variano in relazione alla portata di progetto. Per le portate medie i costi di investimento dei biofiltri sono abbastanza simili a quelli dei combustori: per portate tra 30000 – 50000 Nmc/h in entrambe i casi il costo si aggira intorno a 300.000 Euro.

I costi di esercizio sono ridotti, limitandosi ai costi di energia per la movimentazione dei fluidi, al consumo di acqua per umidificare la massa e al costo di smaltimento dell'eluato.

Il costo di esercizio di un tale impianto risulta inferiore a quello di altri sistemi di abbattimento più tradizionali (scrubber, forno catalitico, impianto a carboni attivi).

I consumi di energia sono esclusivamente quelli dovuti alla movimentazione dei fluidi nel circuito (ventilatore, pompe per l'acqua dello scrubber e dei biofiltri). Non è richiesta manodopera specializzata, né manutenzione particolare oltre ai controlli di routine. L'acqua di reintegro necessaria per compensare le perdite nel circuito dipende dalla stagione e comunque non supera i 2 mc/h nel caso più sfavorevole.

Per concentrazioni basse il costo di esercizio risulta competitivo rispetto ai combustori. In tali condizioni, infatti, i combustori, oltre al consumo di energia elettrica per il funzionamento dei ventilatori, necessario per entrambe le tecnologie, richiedono anche il consumo di combustibile ausiliario.

I costi di manutenzione esterna si hanno solo nel caso in cui sia necessario reintegrare la biomassa, o cambiarla in quanto resa inattiva da shock ambientali (bruschi mutamenti delle condizioni di temperatura umidità, ambiente chimico, ecc...)

Vantaggi e svantaggi

I principali vantaggi del sistema consistono in:

bassa necessità di manutenzione e quindi di impiego di manodopera;

bassi consumi di risorse per la sua gestione: occorre solo acqua eventualmente integrata di nutrienti, ma non vengono consumati prodotti chimici, con l'ulteriore e conseguente vantaggio di non doverne gestire depositi e manipolazione;

Tra gli svantaggi ricordiamo:

- la sensibilità agli avvelenamenti, che pone limiti all'uso del sistema nei processi che utilizzano/producono prodotti chimici;
- l'occupazione di volume, soprattutto per portate elevate.

Ultimamente sono stati prodotti sistemi modulari a sviluppo verticale che permettono di realizzare installazioni a volume più contenuto rispetto ai primi impianti; per applicazioni particolari, quali ad esempio le stazioni di pompaggio delle fognature e per le caditoie stradali, sono stati realizzati dei minibiofiltri estremamente compatti e di semplice gestione.

Fonti:

“Indagine, nei processi di verniciatura e di pulizia delle superfici, delle potenzialità di riduzione fornite dall'applicazione della direttiva comunitaria sulla limitazione dell'uso di solventi in alcune lavorazioni industriali: indagine sugli impianti di abbattimento dei solventi” Ricerca realizzata da: Ambiente Italia srl, istituto di ricerche e coordinata da ENEA, Centro Ricerche Casaccia Ambiente, Divisione Caratterizzazione dell'Ambiente e del Territorio, 2002

“L'ambiente” n° 6/ 2001

Nota: i riquadri a fondo grigio riportano le indicazioni contenute nella D.G.R. Lombardia 15/12/2000, n° 7/2663