

| |
|---|
| DEPURAZIONE DI ARIA E DI EFFLUENTI GASSOSI INQUINATI |
| DA COMPOSTI ORGANICI ED INORGANICI MEDIANTE TERMOCOMBUSTIONE |

La Tecneco, del Gruppo Air Clean, ha sviluppato una tecnologia per la depurazione di aria e di effluenti gassosi inquinati da composti organici ed inorganici mediante termocombustione che viene di seguito descritta.

1. Introduzione

L'aria inquinata o qualsiasi effluente gassoso contenente prodotti organici ed inorganici può essere depurata con diversi processi.

Tra i processi annoveriamo:

- L'assorbimento con acqua se i composti inquinanti sono solubili in essa.
- L'assorbimento con solventi aventi affinità con gli organici inquinanti, con la possibilità o meno di rigenerazione dei solventi esauriti.
- Condensazione a bassa temperatura degli inquinanti, quando la loro concentrazione è sufficientemente alta.
- Adsorbimento su letti solidi costituiti da zeoliti, carboni attivi o setacci molecolari.
- La termocombustione, purché i prodotti di combustione non siano inquinanti.

L'inconveniente principale per l'assorbimento con l'acqua è che l'effluente acquoso rimane inquinato e a sua volta deve essere trattato, separando mediante distillazione (o altro processo) i composti organici ed inorganici assorbiti.

L'assorbimento con solventi richiede una sezione di rigenerazione del solvente; infatti esso deve ritornare all'assorbimento liberato dagli organici assorbiti, se è prevista una circolazione chiusa.

In caso contrario, se il solvente esausto non è rigenerabile e va negli effluenti (vedi ad esempio il caso di assorbimento di H₂S con soda caustica), occorrerà trattarlo per renderlo compatibile all'ambiente.

E' evidente che questi processi, richiedendo altri apparecchi oltre all'assorbitore vero e proprio, comportano un notevole aggravio dei costi di investimento ed anche dei costi di esercizio.

In effetti le sezioni di distillazione e in genere quelle di trattamento comportano consumi di vapore e di energia elettrica.

I processi con adsorbimento richiedono la rigenerazione dei letti adsorbenti, mediante l'utilizzo di gas inerte (prevalentemente azoto) riscaldato a una temperatura conveniente. E' ovvio però che i gas di rigenerazione vanno raffreddati (con possibilità di condensazione dei composti pesanti) e trattati prima di essere inviati al camino oppure riciclati al sistema di riscaldamento.

Si rimanda comunque la descrizione di tutti questi processi ai testi presenti nella letteratura a essi dedicati. Qui parleremo essenzialmente della Termocombustione.

La Termocombustione (applicabile se i prodotti di combustione sono tollerati nell'ambiente) presenta il vantaggio di essere quasi autosufficiente dal punto di vista energetico e di richiedere un solo apparecchio.

2. Descrizione di processo della Termocombustione

Il principio-guida della Termocombustione è di ossidare i composti organici ed inorganici inquinanti, presenti nell'aria da depurare o nell'effluente gassoso, sfruttando quindi il calore derivante dalla loro ossidazione.

La reazione sfruttata nella Termocombustione non è la classica combustione con la fiamma, tipica nelle utenze più frequenti quali forni o caldaie ma una semplice reazione di ossidazione, la cui cinetica è notevolmente accelerata dall'aumento della temperatura.

Pertanto non è necessario che gli inquinanti formino con l'aria una composizione rientrante nei limiti di infiammabilità anzi per motivi di sicurezza è meglio stare sotto ma è necessario che la temperatura della miscela si porti ad un valore tale da garantire il completamento della reazione di ossidazione, cioè il raggiungimento di una concentrazione di inquinanti inferiore a quella massima prevista dalla legge.

La temperatura di completamento è funzione della natura dei composti da ossidare e la si può ottenere preriscaldando l'aria da trattare, sfruttando il calore fornito dalla ossidazione degli inquinanti e fissando un tempo di permanenza nella camera di combustione.

La temperatura di ingresso alla camera deve essere tale da consentire una temperatura di uscita camera uguale o maggiore al valore di completamento reazione; in altre parole occorre che la temperatura di uscita camera permetta la ossidazione degli inquinanti al grado voluto compatibilmente con un tempo di residenza accettabile per le dimensioni della camera.

La temperatura di ingresso nella camera di reazione si ottiene preriscaldando l'aria da trattare in uno scambiatore dove si recupera il calore dei prodotti di reazione provenienti dalla camera stessa.

E' evidente che nel caso di effluenti gassosi non contenenti ossigeno l'aria necessaria alla ossidazione sarà alimentata a parte e miscelata con la corrente di gas che alimenta il termocombustore.

Naturalmente se il calore fornito dalla ossidazione degli inquinanti non è sufficiente a raggiungere le temperatura di auto sostentamento del sistema, si deve utilizzare una fonte esterna di calore, che nell'impianto studiato è una resistenza elettrica corazzata. Il vantaggio che si ha utilizzando tale resistenza è il suo basso costo rispetto a un bruciatore a metano.

Tutto ciò si può dedurre dalla descrizione che segue (vedere in figura il Process Flow Diagram).

Il caso descritto si riferisce ad un'aria inquinata proveniente da un impianto industriale, ma ovviamente si può estendere a un effluente gassoso di qualsiasi provenienza, che necessita di una purificazione per ossidazione dei suoi inquinanti.

L'aria contenente prodotti organici inquinanti, prelevata dalla fonte emissiva o somma di una corrente di gas inquinato e di una corrente d'aria viene inviata dalle soffianti BL-01A/B (una di riserva all'altra) alla sezione di recupero del Termocombustore, costituita dallo scambiatore di recupero verticale installato sulla camera di reazione (vedi figura).

L'aria entra nei tubi dello scambiatore, mentre i prodotti di reazione (cioè l'aria depurata) dalla camera fluiscono nel mantello. La ragione per la quale l'aria da depurare entra nei tubi risiede nel fatto che nel tratto terminale dei tubi sono installate le resistenze elettriche per riscaldarla. Così l'aria in uscita dai tubi, riscaldata, sbocca direttamente nella camera di reazione, dove gli inquinanti si ossidano fornendo calore.

Questo preriscaldamento dell'aria da parte delle resistenze si effettua tutte le volte che il contenuto degli organici non è sufficiente a garantire con la loro ossidazione l'autosostentamento termico del sistema. Il riscaldamento da parte delle resistenze è comunque indispensabile in fase di avviamento.

L'aria depurata esce raffreddata dal mantello dello scambiatore, cedendo così il suo calore sensibile all'aria in ingresso; e se ha ancora una temperatura sufficientemente elevata, può essere disponibile per fornire calore in un altro servizio indicato con E-1.

Nella parte alta della camera di reazione, vicino all'ingresso dei prodotti di reazione nel mantello dello scambiatore è posto un controllore di temperatura che va ad agire in split range sulla regolazione della resistenza elettrica (in modo da accendere più o meno elementi della stessa a secondo della necessità) e sulla valvola di controllo posta sulla linea che porta aria ambiente in aspirazione alle soffianti. Un tale tipo di regolazione permette di mantenere la T di uscita camera al valore voluto, perché se gli inquinanti organici sono in quantità insufficiente il TRC agisce sulle resistenze, perché diano più calore, se invece gli inquinanti hanno un contenuto elevato, agisce sulla valvola di controllo della linea di aria ambiente in modo da diminuire la T di uscita camera.

Il controllo della temperatura è essenziale per permettere la ossidazione degli inquinanti per qualsiasi portata e composizione dell'alimentazione.

A regime il consumo di energia elettrica è minimizzato, poiché la maggior parte del calore necessario è fornita dalla ossidazione degli inquinanti ed anche dal recupero ottenuto nello scambiatore.

Tale consumo può essere anche annullato se i composti sono in quantitativo sufficiente a garantire l'autosostentamento del sistema.

La strumentazione di controllo prevede oltre al suddetto controllo effettuato dal TRC in camera di combustione, un FRC posto in mandata delle soffianti, che agisce sulla valvola di controllo, posta sulla linea di arrivo dell'aria da depurare, a valle dell'innesto della linea dell'aria ambiente.

La costanza della portata di alimentazione, inclusiva anche dell'eventuale aria ambiente introdotta per la regolazione della temperatura in camera, è necessaria per impedire oscillazioni nel regime dinamico del sistema, in quanto la variazione della portata può influire sui tanti parametri di processo quali il profilo termico, la concentrazione degli inquinanti in uscita e la perdita di carico nello scambiatore. D'altronde l'operatore può cambiare il set dell'FRC a seconda della ricettività del sistema.

Le oscillazioni della portata di aria proveniente dagli impianti dell'utilizzatore possono essere ammortizzate con un surge drum di adeguato volume, oppure mediante un by pass dell'impianto che sfiora a camino.

La principale strumentazione di sicurezza prevede:

- l'avvio automatico della soffiante di riserva per bassa pressione in mandata.
- un blocco di alta temperatura sui gas combustibili uscenti dalla camera, che provoca lo SHUT-DOWN dell'impianto, poiché occorre evitare che la temperatura superi i valori consentiti dal materiale degli apparecchi.
- Un blocco di bassa portata sulla mandata delle soffianti, che provoca lo spegnimento delle resistenze elettriche.

3-Peculiarità del processo di termocombustione - vantaggi e svantaggi

La configurazione di impianto sopradescritta comprende un'apparecchiatura particolare, coperta da brevetto.

Essa consta di una camera di combustione, sulla quale è installato lo scambiatore di recupero.

L'aria o i gas freddi sono introdotti sul lato tubi nella parte alta e si riscaldano a spese dei prodotti di reazione caldi che risalgono nel mantello dalla camera di reazione.

Il volume della camera deve essere tale da consentire un tempo di residenza sufficiente per il completamento delle reazioni di ossidazione.

Il contatto tra l'aria depurata uscente e l'aria da depurare entrante è facilitato dall'utilizzo di particolari diaframmi inoltre per lo scambiatore sono stati adottati particolari accorgimenti costruttivi, qui non rivelabili.

E' evidente che più elevato è il recupero di calore, più sono grandi le dimensioni dello scambiatore.

Quindi a fronte della riduzione del consumo di energia elettrica bisogna considerare l'incremento del costo di investimento.

Le dimensioni dello scambiatore, che renderanno minima la somma dei costi di investimento e di esercizio, saranno quelle ottimali.

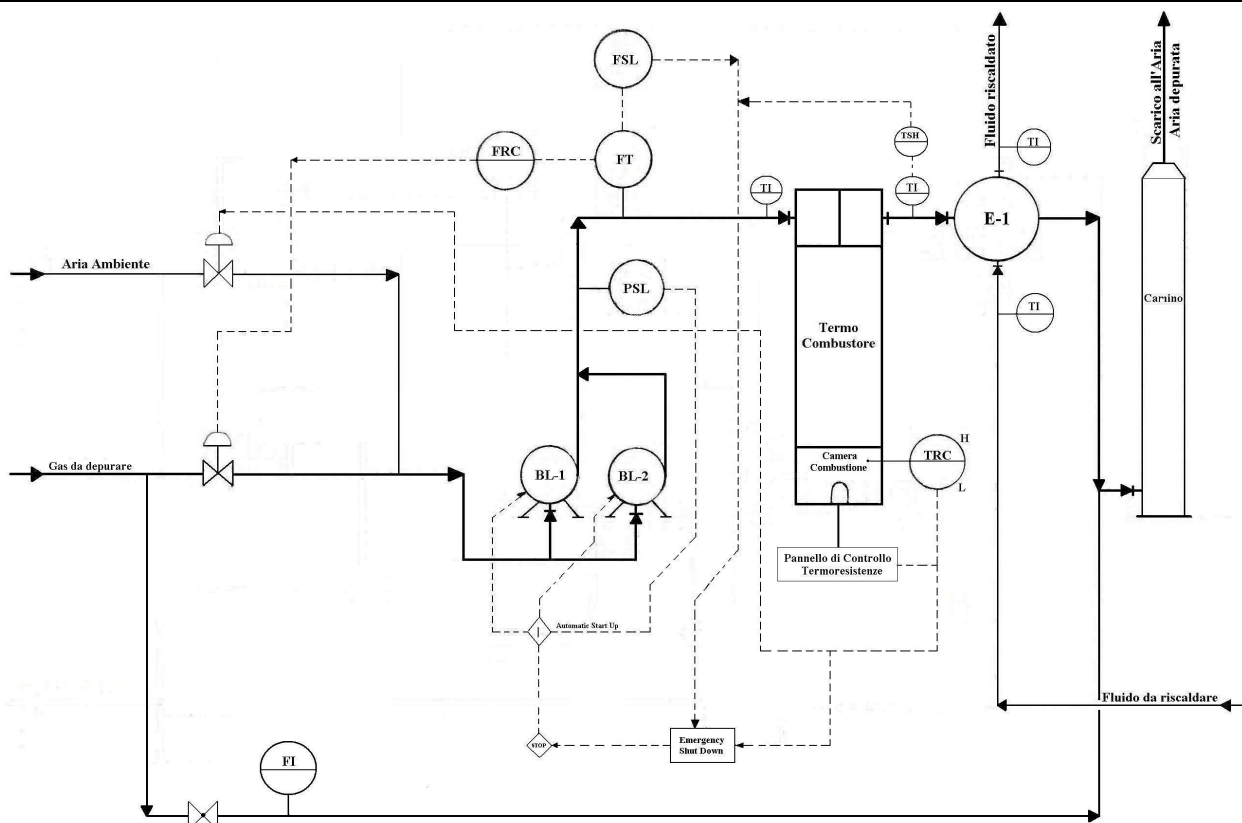
Ciò appare evidente anche dall'esempio numerico che sopra abbiamo riportato.

I vantaggi delle apparecchiature presenti nello schema proposto si possono così riassumere:

- 1) Riduzione dei tempi di messa a regime dell'operazione e raggiungimento dell'autosostentamento della ossidazione in pochi minuti.
- 2) Riduzione complessiva dei costi di investimento e di esercizio, la cui somma risulta inferiore rispetto ad altre soluzioni impiantistiche.
- 3) Sistema di riscaldamento costituito da un bruciatore o da una resistenza elettrica corazzata.
- 4) Possibilità di recuperare quasi tutto il calore di ossidazione producendo ad esempio acqua calda o riscaldando anche ad elevati livelli termici altri fluidi di processo eventualmente presenti nel ciclo produttivo.
- 5) Facilità di pulizia e riduzione dei costi di gestione.

PFD Termocombustione

<http://www.tecneco-impianti.com/>



SIMBOLOGIA SIGLE

| | |
|--------------------------|--|
| BL-1 e BL-2 | Soffianti |
| E-1 | Ricuperatore finale del calore di combustione |
| FI | Misura di portate (Aria e Metano) |
| FRC | Misuratore Controllore di portata |
| FSL | Intervento automatico per minima portata |
| FT | Elemento di misura di portata ed invio segnale per la regolazione |
| HS | Selettore Fluido |
| PRC | Misuratore Controllore di Pressione |
| PSL | Intervento automatico di minima pressione |
| TI | Misuratore di Temperatura |
| TRC | Misuratore Controllore di Temperatura |
| Termocombustore | Package di accensione, combustione, recupero calore ad alta e bassa temperatura |
| SIMBOLOGIA INDICI | |
| H | Alto Valore Misura |
| L | Basso Valore Misura |