

MISCELATORI ATMOSFERICI

CAPITOLO 3

MISCELATORI ATMOSFERICI A BASSA PRESSIONE

I miscelatori (o iniettori) atmosferici (vedi capitolo 2, fig. 4) utilizzano l'energia di un gas combustibile che fuoriesce alla pressione P_1 dall'orificio A_1 per trascinare aria dell'atmosfera attraverso l'apertura del regolatore dell'aria primaria. La miscela è quindi alimentata alla testata del bruciatore a pressioni molto basse.

L'energia del flusso in P_1 è quasi completamente utilizzata per creare la pressione negativa in P_2 che a sua volta permette un trascinamento dell'aria dell'atmosfera. Soltanto una piccolissima quantità della pressione iniziale è disponibile per creare la pressione positiva P_3 alla sezione A_3 .

Benché i valori di pressione siano in questo caso molto differenti, il principio teorico di funzionamento rimane identico a quello dei venturi.

Con una pressione di alimentazione del gas di 150 mm H₂O in P_1 la pressione P_3 sarà inferiore a 2,5 mm H₂O e la pressione negativa P_2 molto inferiore alla precedente. Benché pressioni così basse siano difficilmente misurabili, una misura del flusso dell'aria attraverso la sezione anulare A_2 conferma che in questo punto esiste una pressione negativa. I miscelatori atmosferici a bassa pressione trascinano una quantità di aria primaria pari al 20/40% dell'aria necessaria alla combustione totale. Ciò vuol dire che per il gas naturale si potranno miscelare 4 volumi circa di aria per ogni volume di gas naturale fornito.

L'area indicata con A_7 è la più piccola delle varie sezioni di un miscelatore venturi ed è anche chiamata "collo". Questa rappresenta uno

degli elementi che limitano le possibilità di funzionamento di un miscelatore atmosferico di tale tipo.

Per una miscela avente un rapporto aria-gas ben determinato, esiste una sola relazione ideale tra le sezioni A_1 , A_7 e A_3 . Queste condizioni ideali si ottengono quando il cono divergente del getto giunge tangenziale nel collo del venturi (A_7) e continua l'espansione con la divergenza del venturi sino ad arrivare alla sezione massima A_3 . Se si volesse spingere la portata del sistema allargando la sezione A_1 oltre i limiti ideali accennati, si andrebbe incontro a difficoltà di miscelazione dovute a turbolenze che si creano nell'interno del venturi. Ciò è dovuto al fatto che aumentando la sezione A_1 aumenta la pressione P_3 e di conseguenza diminuisce il valore negativo della pressione P_2 . Per lo stesso motivo, la quantità di aria trascinata dalla maggior quantità di gas che fluisce da A_1 diminuisce e pertanto si varierà considerevolmente il rapporto aria-gas. È per questo motivo che i costruttori di bruciatori stabiliscono una portata massima per ciascuna misura di miscelatore operante in determinate condizioni. Il solo modo per ottenere un aumento di portata del sistema, mantenendo costante il rapporto aria-gas, è quello di aumentare la pressione ad A_1 . Ciò facendo, come è stato dimostrato nel capitolo 2 (Principio di funzionamento del venturi), aumenta il valore negativo della pressione P_2 e quello positivo della pressione P_3 ; altrimenti, variando solo la sezione A_1 ed alterando quindi il rapporto aria-gas, si ottengono fiamme più lunghe, troppo soffici e di colore giallastro; cioè male aerate.

TIRAGGIO - SUA INFLUENZA SUL FUNZIONAMENTO DEI MISCELATORI ATMOSFERICI

I miscelatori di tipo atmosferico sono a volte collegati a teste di combustione del tipo detto ad "orifici multipli" e cioè a bruciatori del tipo a tubo, ad anello, a piastra, ecc. In questi casi, generalmente, la miscela gas-aria esce dai fori della testa di combustione in un ambiente che si trova alla pressione atmosferica.

I sistemi di combustione composti da un miscelatore atmosferico e da una testa di combustione di tipo a "nozzolo", più facilmente si trovano a dover operare in condizioni di tiraggio e cioè in un ambiente a pressione leggermente inferiore a quella atmosferica.

La pressione negativa (relativamente a quella atmosferica) che si trova a valle dell'orificio della testa del bruciatore A_3 , viene trasmessa

nell'interno del miscelatore e provoca un aumento relativo del valore negativo della pressione P_2 . Ciò comporta automaticamente un aumento della quantità di aria comburente aspirata dall'atmosfera attraverso l'orificio anulare A_2 . Se ad esempio si creasse a valle della testa del bruciatore (o nozzolo) una depressione di soltanto 5 mm H₂O si potrebbe aumentare la portata di gas del miscelatore del 250% rispetto alla portata che lo stesso sistema di combustione avrebbe se a valle del nozzolo vi fosse pressione nulla e cioè atmosferica. Agli effetti della possibilità di aumento della portata di un miscelatore, piccolissimi valori di depressione in camera di combustione (anche decimi di millimetro di H₂O) hanno maggiore impor-



Headquarters
Esa S.r.l.
Via E. Fermi 40 I-24035 Curno (BG) - Italy
Tel. +39.035.6227411 - Fax +39.035.6227499
esa@esacombustion.it - www.esapyronics.com

International Sales
Pyronics International S.A./N.V.
Zoning Ind., 4ème rue B-6040 Jumet - Belgium
Tel +32.71.256970 - Fax +32.71.256979
marketing@pyronics.be

tanza dei valori più grandi di pressione negativa creati dal flusso del gas attraverso il collo del venturi.
Nella scelta della misura di un bruciatore atmosferico necessario per

ottenere una certa capacità termica, il valore di tiraggio (o depressione) disponibile in camera di combustione, è uno dei fattori più importanti.

MISCELATORI ATMOSFERICI A MEDIA PRESSIONE

Gli iniettori atmosferici operanti con basse pressioni di gas possono anche essere alimentati con pressioni sino a $7.000 \div 10.000$ mm H₂O. Quando si disponesse però di pressioni di questo ordine di grandezza, è preferibile impiegare miscelatori aventi una sezione A_1 più piccola che permettano di ottenere un valore negativo di pressione P_2 maggiore e di conseguenza una maggiore premiscelazione di aria primaria. Con pressioni di alimentazione di gas dell'ordine di $3.500 \div 7.000$ mm H₂O si ottiene una premiscelazione che va dal 40% al 60%.

Con pressioni di alimentazione più elevate e miscele più povere si ottengono valori maggiori di P_3 . Avendo a disposizione una pressione P_1 di 7.000 mm H₂O la pressione di miscela al nozzolo del bruciatore

(P_3) può raggiungere $25 \div 50$ mm H₂O.

In queste condizioni di esercizio, ottenendo dei valori di depressione P_2 decisamente maggiori, perderà d'importanza, rispetto ai bruciatori funzionanti a basse pressioni di gas, il valore del tiraggio in camera di combustione. Un minimo di tiraggio è tuttavia necessario soprattutto per potere ottenere maggiori prestazioni di portata del sistema di combustione. Facendo riferimento alla portata di un bruciatore operante in condizioni neutre (cioè senza tiraggio), è possibile ottenere un aumento della portata del 65% creando un tiraggio di 5 mm H₂O. Ciò è valido per un miscelatore alimentato con gas alla pressione di 7.000 mm H₂O.

MISCELATORI ATMOSFERICI AD ALTA PRESSIONE

Quando la pressione di alimentazione del gas supera i 7.000 mm H₂O è bene passare all'impiego di miscelatori costruiti internamente in modo diverso appunto per poter meglio sfruttare il differente comportamento dei filetti fluidi della miscela (figura 5).

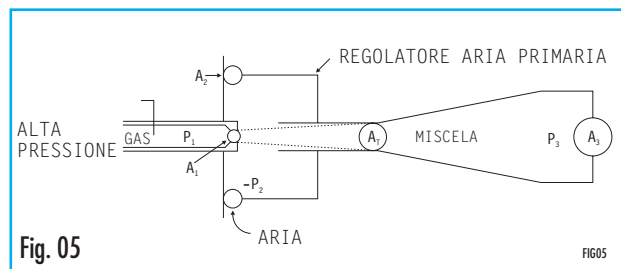
Disponendo di pressioni di gas dell'ordine di $1,7$ bar (circa 17.000 mm H₂O) è possibile effettuare una premiscelazione del 100% e cioè trascinare con l'energia del gas combustibile tutta l'aria necessaria alla combustione premiscelandola con il gas nel venturi stesso prima del suo arrivo al nozzolo.

I miscelatori ad alta pressione differiscono nel loro disegno da quelli a bassa e media pressione, rimane comunque invariato il loro principio di funzionamento.

Stabilita una certa sezione A_3 , si cercherà di ottenere una determinata pressione negativa P_2 creata dall'efflusso di gas dall'orificio A_1 alla pressione P_1 . Quest'ultima permette di ottenere una pressione negativa P_2 che a sua volta comporterà una aspirazione di aria dall'ambiente attraverso l'orificio anulare A_2 .

L'angolo di svasatura della faccia esterna dell'ugello iniettore è modificato in modo da produrre un cono di getto che segua la forma interna meno divergente del venturi; tale accorgimento è adottato per meglio sfruttare la maggiore energia disponibile del gas. Anche l'orificio anulare dell'aria primaria A_2 ha una forma più o meno cilindrica; la sua sezione può essere manualmente regolata agendo sul regolatore apposito.

Impiegando gas naturale alla pressione di alimentazione di $1,7$ bar e



regolando il sistema in modo da ottenere una miscela aerata all'80%, si otterrà una pressione P_3 dell'ordine di $50 \div 75$ mm H₂O. È evidente che avendo creato una miscela all'80% di aerazione, la rimanente quantità di aria dovrà essere fornita al sistema di combustione come aria secondaria utilizzando un certo valore di tiraggio in camera di combustione. Quest'ultimo non è tuttavia determinante agli effetti della valutazione dei limiti di portata dei miscelatori.

Come per i miscelatori di tipo precedentemente esaminato, i venturi ad alta pressione possono essere messi in precarie condizioni di funzionamento se si superassero determinati limiti di misura dell'orificio A_1 , di solito indicati dal costruttore. I valori limite riportati dalle tabelle del costruttore possono essere indicati come potenzialità massime (o capacità massime), oppure come sezioni massime di ugello A_1 , tollerabili per una corrispondente sezione di scarico dei bruciatori A_3 . Il rapporto tra la portata massima e quella minima di questi bruciatori è molto ampio ed è unicamente limitato dal numero di testate o nozzoli dei bruciatori che costituiscono la sezione A_3 .

RIDUZIONE DI PORTATA-REGOLAZIONE A DUE POSIZIONI

Da quanto si è detto sinora, risulta abbastanza evidente che la regolazione della portata termica o volumetrica di un sistema di combustione atmosferico è facilmente realizzata regolando la pressione P_1 di alimentazione del fluido motore. Dato che il valore della depressione P_2 è sempre in proporzione diretta con il valore della perdita di carico attraverso A_1 , il collegamento che regola il rapporto delle pressioni è insito nel principio stesso di funzionamento dei venturi.

Come si ricorderà, questo collegamento comporta variazioni direttamente proporzionali nella portata di un fluido al variare della portata dell'altro fluido; ciò è valido in tutto il campo di portata stabilito dal costruttore per ogni misura di miscelatore. Pertanto riducendo la portata del gas combustibile attraverso l'orificio A_1 , si riduce automaticamente la portata dell'aria comburente attraverso l'orificio A_2 del regolatore dell'aria primaria. Ciò manterrà costante il rapporto aria-gas del miscelatore a qualsiasi portata compresa nei limiti sopra indicati.

Si può realizzare su questo principio un sistema automatico di controllo cosiddetto a "due posizioni" o ad "alto e basso fuoco", collegando ad un termostato o ad un pressostato una valvola a solenoide inserita sulla linea del gas che agisca su un "by-pass", riducendo così la portata termica del bruciatore secondo gli effetti richiesti.

Tale sistema di regolazione, illustrato schematicamente in fig. 5A permette di semplificare enormemente gli automatismi di molti sistemi di combustione industriali riducendone il costo.

Sempre impostato sullo stesso principio è il sistema di regolazione modulante della portata termica di un bruciatore che si ottiene inse-

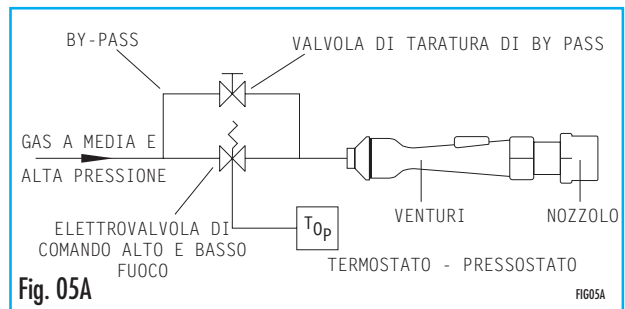


Fig. 05A

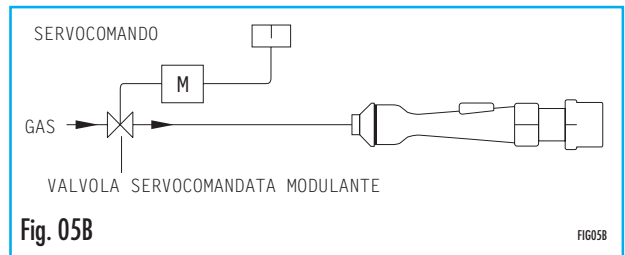


Fig. 05B

rendo sulla linea del gas una valvola servocomandata elettricamente o pneumaticamente sotto l'azione di un termostato o di un pressostato di tipo modulante. È però necessario fare in questo caso molta attenzione nella scelta e nell'applicazione del controllo. È importante ricordare che questo metodo di regolazione è utilizzabile solo con elevate pressioni e portate di gas. L'applicazione del sistema modulante di regolazione è consigliato per pressioni di almeno 3.000 mm H₂O.

Un esempio tipico di regolazione del genere è riportato in fig. 5B.