

IMPIANTO DI MICROGENERAZIONE ELETTRICA ALIMENTATO A POLLINA



INDICE

CAPITOLO 1) PREMESSA.....	2
CAPITOLO 2) CARATTERIZZAZIONE GENERICA DELLA POLLINA (VALORI RICAVALI DA LETTERATURA).....	3
CAPITOLO 3) PROBLEMATICHE LEGATE ALLA COMBUSTIONE DELLA POLLINA....	3
CAPITOLO 6) DESCRIZIONE LINEA DI MICROGENERAZIONE	4
6.1) GALLINE OVAIOLE.....	4
6.2) BROILERS.....	6
CAPITOLO 8) AUTOMAZIONE E SICUREZZE IMPIANTO.....	8
8.1) Sicurezze sul caricamento del combustibile.....	8
8.2) Sicurezze di marcia.....	8
8.3) Sicurezze gruppo ORC.....	9
CAPITOLO 9) TABELLE.....	10

CAPITOLO 1) PREMESSA

Le deiezioni animali possono, a seconda delle possibilità di smaltimento, essere considerate un bene da apprezzare od un problema da risolvere. La “pollina” in particolare, pur rappresentando una importante risorsa per la sua composizione, molto vicina a quella di un normale fertilizzante chimico, costituisce molto spesso un problema per via della difficoltà di conferimento. Difficoltà principalmente legate alla notevole molestia olfattiva ed alla aggressività nell'impiego come fertilizzante della pollina non fermentata (tal quale).

Il recente recepimento della direttiva sui nitrati promuove la razionalizzazione dello uso in agricoltura dei composti azotati per prevenirne l'accumulo nel terreno.

Lo scopo finale di tale direttiva è di non sovraccaricare il terreno di composti azotati.

La conseguenza pratica di questa direttiva, è che smaltire la pollina nei campi sarà sempre più difficoltoso.

La pollina, in alternativa allo spandimento sui terreni, può essere utilizzata come combustibile in un sistema di microgenerazione di energia elettrica.

Il primo passo è la caratterizzazione della pollina da utilizzarsi come combustibile.

CAPITOLO 2) CARATTERIZZAZIONE GENERICA DELLA POLLINA (VALORI RICAVATI DA LETTERATURA)

Per lo studio del processo di combustione della pollina è innanzitutto indispensabile procedere ad una caratterizzazione della stessa per valutarne le eventuali incompatibilità con il processo, e, soprattutto la qualità delle emissioni gassose che ne possono derivare.

La pollina viene raccolta alla fonte tramite un sistema di nastri trasportatori e inviata al sistema di essiccazione a nastri forati.

Al momento della raccolta la pollina presenta un contenuto di umidità del 65÷75% che viene ridotto a un 10÷15% all'uscita dell'essiccatoio senza evidente riduzione di volume.

All'uscita dall'essiccatore la pollina presenta un potere calorifico compreso tra 2.200 e 2.500 Kal/kg.

CAPITOLO 3) PROBLEMATICHE LEGATE ALLA COMBUSTIONE DELLA POLLINA

Le principali problematiche legate all'impiego della pollina come combustibile derivano dalle elevate concentrazioni di sostanze indesiderate. In particolare possiamo evidenziare le seguenti:

Calcio

I metalli alcalino-terrosi come il Calcio possono agire come fondenti del refrattario, sono pertanto necessari rivestimenti ad alto tenore di allumina, meno sensibili a questo tipo di contaminazioni.

Zolfo

La combustione dello zolfo provoca la formazione di SO_2 , i cui limiti di emissione in atmosfera sono da mantenersi al di sotto dei 400 mg/Nm³. L'anidride solforosa è inoltre un inquinante incompatibile con i sistemi DeNOx SCR, quando eventualmente impiegati.

Cloro

Anche se presente in piccole quantità, il cloro causa importanti problemi di corrosione sulle pareti più fredde delle tubazioni dei sistemi di recupero energetico.

Fosforo

Il fosforo, sotto forma di anidride fosforica, costituisce il principale problema di corrosione e sporcamento delle tubazioni dei sistemi di recupero energetico. L'anidride fosforica sublima a 350°C circa e forma di conseguenza incrostazioni su tutte le superfici a temperatura inferiore. Tali incrostazioni sono aggressive, soprattutto nelle fasi di regime transitorio degli impianti di combustione. Anche il fosforo, come lo zolfo, è un inquinante incompatibile con i sistemi DeNOx SCR.

Composti Azotati

I composti azotati sono la fonte degli NOx chimici, gli inquinanti più fastidiosi da abbattere quando ci si trova contemporaneamente in presenza di zolfo e/o fosforo. La pollina però contiene sia azoto organico che azoto ammoniacale. In presenza di ammoniaca, in camera di combustione, a temperatura superiore agli 850°C, avvengono le reazioni di riduzione diretta degli ossidi di azoto secondo il principio SNCR riducendo di fatto le emissioni di NOx al camino a valori decisamente più bassi di quanto ci si potrebbe aspettare quando ci si trova contemporaneamente in presenza di zolfo e/o fosforo.

CAPITOLO 6) DESCRIZIONE LINEA DI MICROGENERAZIONE

6.1) GALLINE OVAIOLE

La pollina proveniente dall'essiccatore a nastri viene scaricata una volta al giorno nel sistema di accumulo e movimentazione. L'impiego di sistemi di trasporto reversibili garantisce che, nel caso di un fermo impianto, la pollina possa essere stoccata provvisoriamente nel deposito e successivamente smaltita nell'impianto lavorando ad una potenzialità superiore del 10÷20% rispetto al nominale.

Tutta la linea di microgenerazione è sovradimensionata per consentire il funzionamento in queste condizioni.

La pollina in uscita dal sistema di carico, viene spinta in camera di combustione dalla coclea di caricamento caldaia. La camera di combustione, a griglia mobile, è completa di un bruciatore di supporto a gas metano per poter meglio gestire le fasi di avviamento del forno.

La scelta di una caldaia a griglia mobile, raffreddata ad aria, consente di ottenere una combustione completa della pollina minimizzando la fusione delle ceneri.

Durante il riscaldamento della pollina, prima della combustione vera e propria, avviene la sublimazione dell'anidride fosforica e la parziale termolisi dei composti azotati.

L'anidride fosforica si deposita, assieme a parte delle ceneri volanti, sulle pareti "fredde" dei tubi della caldaia da dove viene rimossa dai sistemi di pulizia meccanica a martelli.

La caldaia presenta la camera di combustione suddivisa in due sezioni, nella prima avviene la combustione della pollina, mentre la seconda, grazie ad un'ulteriore immissione di aria comburente, si comporta come una vera e propria camera di postcombustione.

Le due sezioni sono divise da un tegolo in materiale refrattario. Nella zona di postcombustione i fumi restano per oltre 1 secondo alla temperatura di 850°.

All'interno della camera di combustione è posizionata una lancia di iniezione per urea in soluzione. La soluzione di urea, iniettata nei fumi di combustione ad alta temperatura, consente di abbattere la frazione di NOx non ancora ridotta dall'ammoniaca contenuta nella pollina.

La lancia è del tipo a nebulizzazione pneumatica a bassa pressione (4 bar circa).

I fumi di combustione cedono la maggior parte del loro calore all'acqua contenuta nei tubi della caldaia surriscaldandola. L'acqua surriscaldata (150°C 5 bar) costituisce la fonte energetica di una turbina a fluidi organici (ORC) per la trasformazione dell'energia termica in energia elettrica.

La scelta, per la produzione di energia elettrica, di una turbina a fluidi organici è ottimale per un impianto di microgenerazione. Infatti, nonostante il rendimento sia basso, sistemi ORC (Organic Rankine Cycle) sono semplici da gestire, affidabili e di facile manutenzione.

Immediatamente a valle della caldaia è posizionata la linea di depurazione fumi.

La linea di depurazione delle emissioni è stata studiata in diverse sezioni, ognuna ottimizzata per uno specifico inquinante.

Inizialmente i fumi vengono depolverati dalle frazioni più grossolane in una batteria di cicloni. La scelta dei cicloni è dettata dalla necessità di ottenere un efficace abbattimento delle polveri più grossolane e pesanti, con un sistema semplice e affidabile.

L'eliminazione dal flusso gassoso delle particelle più grossolane è fondamentale per ottenere ottimi risultati nel sistema di abbattimento dei gas acidi a secco.

L'abbattimento dei gas acidi è ottenuto iniettando in una gola venturi, del bicarbonato di sodio micronizzato in un mulino a martelli.

Il necessario tempo di reazione è ottenuto in un reattore cilindrico verticale nel quale i fumi restano a contatto con il reagente per circa 2 secondi.

L'impiego del sistema "a secco", oltre che rispettare le B.A.T. (Best Available Technologies), consente di ridurre praticamente a zero sia il consumo di acqua che la produzione di reflui liquidi.

La depolverazione finale viene effettuata in un filtro a maniche autopulenti per ridurre la concentrazione di polveri al camino a meno di 10 mg/Nm³.

A valle del filtro a maniche, i fumi depurati sono aspirati da un ventilatore centrifugo ed espulsi in atmosfera.

6.2)

BROILERS

La pollina proveniente dai reparti viene caricata nel sistema di stoccaggio direttamente dal trattore di trasporto.

Dal sistema di stoccaggio, tramite un corto nastro trasportatore, la pollina viene raffinata in un dispositivo rompigrumi che rende uniforme la dimensione dei granuli.

Il trasporto della pollina in camera di combustione avviene meccanicamente tramite una coclea di carico.

La pollina in uscita dal sistema di carico, viene spinta in camera di combustione dalla coclea di caricamento caldaia. La camera di combustione, a griglia mobile, è completa di un bruciatore di supporto a gas metano per poter meglio gestire le fasi di avviamento del forno.

La scelta di una caldaia a griglia mobile, raffreddata ad aria, consente di ottenere una combustione completa della pollina minimizzando la fusione delle ceneri.

Durante il riscaldamento della pollina, prima della combustione vera e propria, avviene la sublimazione dell'anidride fosforica e la parziale termolisi dei composti azotati.

L'anidride fosforica si deposita, assieme a parte delle ceneri volanti, sulle pareti "fredde" dei tubi della caldaia da dove viene rimossa dai sistemi di pulizia meccanica a martelli.

La caldaia presenta la camera di combustione suddivisa in due sezioni, nella prima avviene la combustione della pollina, mentre la seconda, grazie ad un'ulteriore immissione di aria comburente, si comporta come una vera e propria camera di postcombustione.

Le due sezioni sono divise da un tegolo in materiale refrattario. Nella zona di postcombustione i fumi restano per oltre 1 secondo alla temperatura di 850°.

All'interno della camera di combustione è posizionata una lancia di iniezione per urea in soluzione. La soluzione di urea, iniettata nei fumi di combustione ad alta temperatura, consente di abbattere la frazione di NOx non ancora ridotta dall'ammoniaca contenuta nella pollina.

La lancia è del tipo a nebulizzazione pneumatica a bassa pressione (4 bar circa).

I fumi di combustione cedono la maggior parte del loro calore all'acqua contenuta nei tubi della caldaia surriscaldandola. L'acqua surriscaldata (150°C 5 bar) costituisce la fonte energetica di una turbina a fluidi organici (ORC) per la trasformazione dell'energia termica in energia elettrica.

La scelta, per la produzione di energia elettrica, di una turbina a fluidi organici è ottimale per un impianto di microgenerazione. Infatti, nonostante il rendimento sia basso, sistemi ORC (Organic Rankine Cycle) sono semplici da gestire, affidabili e di facile manutenzione.

Immediatamente a valle della caldaia è posizionata la linea di depurazione fumi.

La linea di depurazione delle emissioni è stata studiata in diverse sezioni, ognuna ottimizzata per uno specifico inquinante.

Inizialmente i fumi vengono depolverati dalle frazioni più grossolane in una batteria di cicloni. La scelta dei cicloni è dettata dalla necessità di ottenere un efficace abbattimento delle polveri più grossolane e pesanti, con un sistema semplice e affidabile.

L'eliminazione dal flusso gassoso delle particelle più grossolane è fondamentale per ottenere ottimi risultati nel sistema di abbattimento dei gas acidi a secco.

L'abbattimento dei gas acidi è ottenuto iniettando in una gola venturi, del bicarbonato di sodio micronizzato in un mulino a martelli.

Il necessario tempo di reazione è ottenuto in un reattore cilindrico verticale nel quale i fumi restano a contatto con il reagente per circa 2 secondi.

L'impiego del sistema "a secco", oltre che rispettare le B.A.T. (Best Available Technologies), consente di ridurre praticamente a zero sia il consumo di acqua che la produzione di reflui liquidi.

La depolverazione finale viene effettuata in un filtro a maniche autopulenti per ridurre la concentrazione di polveri al camino a meno di 10 mg/Nm³.

A valle del filtro a maniche, i fumi depurati sono aspirati da un ventilatore centrifugo ed espulsi in atmosfera.

CAPITOLO 8) AUTOMAZIONE E SICUREZZE IMPIANTO

Come in tutti gli impianti di combustione, anche nel caso delle biomasse derivate da allevamento e da produzioni agricole, sono presenti sistemi di controllo e sicurezza idonei a rendere automatico e sicuro l'esercizio dell'impianto stesso.

Ogni intervento di allarme e/o blocco produce una segnalazione ottica ed acustica.

8.1) Sicurezze sul caricamento del combustibile

Il caricamento del combustibile avviene in continuo mediante una coclea che trasporta il materiale da bruciare sulla griglia di combustione. La velocità della coclea è legata alla temperatura raggiunta in camera di combustione, ed in particolare:

- Fino al raggiungimento della temperatura minima di combustione (700°C circa) la coclea di carico è disabilitata.

- Tra le soglie di temperatura ottimale di esercizio, (800 – 850°C circa) la coclea viene regolata in velocità mediante un inverter per mantenere la temperatura dell'acqua surriscaldata impostata (145 – 155°C circa).
- Qualora venga superata la soglia della massima temperatura di combustione (950°C circa) la coclea di carico viene disabilitata.
- La portata di aria comburente ed aria secondaria è regolata sulla base della portata della coclea di carico per mantenere costante il miglior rapporto aria-combustibile

8.2) Sicurezze di marcia

Durante la marcia sono attive le sicurezze legate alla temperatura ed allo stato di funzionamento delle varie apparecchiature.

- Il superamento della temperatura massima di esercizio in camera di combustione e/o la massima temperatura dell'acqua in ricircolo e/o la massima pressione nel circuito dell'acqua surriscaldata, pone in sicurezza l'impianto fermando il carico del combustibile ed aumentando la velocità del ventilatore di estrazione fino al ripristino delle temperature normali.
- Il superamento della temperatura massima di esercizio del filtro a maniche comporta l'apertura di una valvola di raffreddamento a monte dello stesso ed l'incremento della velocità del ventilatore di estrazione fino al ripristino delle temperature normali.
- L'intervento della protezione termica del ventilatore di estrazione blocca immediatamente l'impianto aprendo una valvola di sfogo a valle della camera di combustione per consentire l'evacuazione dei fumi fino al termine del processo di combustione.
- L'intervento della protezione termica del ventilatore dell'aria comburente o di quello dell'aria secondaria ferma immediatamente il carico del combustibile
- Il blocco di un dispositivo nella linea di carico del combustibile ferma tutti i dispositivi a monte lasciando che i dispositivi a valle continuino le loro funzioni di trasporto.
- Il blocco di un dispositivo nella linea di scarico delle ceneri ferma tutti i dispositivi a monte lasciando che i dispositivi a valle continuino le loro funzioni di trasporto.
- La linea del bruciatore ausiliario presenta allarmi e blocco del bruciatore per alta/bassa pressione metano e bassa pressione aria comburente.

8.3) Sicurezze gruppo ORC

Il gruppo ORC è dotato delle normali sicurezze di esercizio. Nel caso di blocco del gruppo con conseguente impossibilità di smaltimento delle calorie prodotte, attiva il by-pass dell'acqua surriscaldata verso il sistema di raffreddamento di emergenza.

CAPITOLO 9) TABELLE

Tabella 1: Pollina da galline ovaiole – gamma e dimensioni impianti di ns. produzione

<p>Pollina da galline ovaiole – potere calorifico stimato: 2.200 cKal/kg – Temperatura fumi caldaia: 170°C – Rendimento turbina: 13%</p>				
Numero capi (indicativo)	Quantità pollina secca (kg/h)	Potenza prodotta con turbina (kW)	cKal/h disponibili per essiccazione pollina	Dimensioni indicative di ingombro impianto (base x altezza – mm.)
45.000	70	18	98.097	20.000 x 7.000
65.000	100	26	139.401	25.000 x 7.000
100.000	150	38	209.962	25.000 x 7.000
130.000	200	51	278.802	30.000 x 7.000
162.500	250	64	348.503	30.000 x 7.000
200.000	300	77	419.064	35.000 x 7.000
260.000	400	102	558.465	35.000 x 7.000
325.000	500	128	698.726	40.000 x 7.000
400.000	600	153	919.875	40.000 x 7.000
455.000	700	179	978.389	45.000 x 7.000
520.000	800	204	1.117.790	45.000 x 7.000
585.000	900	230	1.258.051	50.000 x 7.000
<p>DATI PURAMENTE INDICATIVI, RIFERITI A POLLINA PURA (MAX 10% DI UMIDITA') – IL RENDIMENTO DELL'IMPIANTO VARIA IN FUNZIONE DELL'UMIDITA' EFFETTIVA DELLA POLLINA</p>				

Tabella 2: Pollina da broilers – gamma e dimensioni impianti di ns. produzione

<p>Pollina da broilers – potere calorifico stimato: 3.500 cKal/kg – Temperatura fumi caldaia: 170°C – Rendimento turbina: 13%</p>				
Numero capi (indicativo)	Quantità pollina secca (kg/h)	Potenza prodotta con turbina (kW)	cKal/h disponibili come acqua calda a 40÷50°C	Dimensioni indicative di ingombro impianto (base x altezza – mm.)
130.000	70	32	162.635	15.000 x 7.000
185.000	100	45	234.056	15.000 x 7.000
278.000	150	68	351.084	20.000 x 7.000
370.000	200	90	468.112	20.000 x 7.000
460.000	250	113	585.140	25.000 x 7.000
560.000	300	136	702.168	25.000 x 7.000
740.000	400	181	937.085	30.000 x 7.000
925.000	500	226	1.170.280	30.000 x 7.000
1.100.000	600	271	1.405.196	35.000 x 7.000
1.295.000	700	316	1.640.113	35.000 x 7.000
1.480.000	800	362	1.873.308	40.000 x 7.000
1.665.000	900	407	2.107.365	40.000 x 7.000
<p>DATI PURAMENTE INDICATIVI, RIFERITI A POLLINA PURA (MAX 10% DI UMIDITA') – IL RENDIMENTO DELL'IMPIANTO VARIA IN FUNZIONE DELL'UMIDITA' EFFETTIVA DELLA POLLINA</p>				