



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Metodologia per l'analisi di stabilità della fluidizzazione e perdite di  
carico nel carbonatatore di Zecomix

*Carlos Herce, Stefano Stendardo, Antonio Calabrò*

Report RdS/2011/220

METODOLOGIA PER L'ANALISI DI STABILITÀ DELLA FLUIDIZZAZIONE E PERDITE DI CARICO  
NEL CARBONATATORE DI ZECOMIX

C. Herce (CIRCE), S. Stendardo (ENEA), A. Calabrò (ENEA)

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili e cattura e sequestro della CO<sub>2</sub>

Responsabile Progetto: Antonio Calabrò, ENEA

## INTRODUZIONE

Il progetto ZECOMIX è il progetto di punta dell'unità UTTEI-COMSO dell'ENEA. Consiste in un impianto pilota per la co-produzione di elettricità ed idrogeno a partire di carbone, con una potenza elettrica di uscita pari a 100kW<sub>e</sub>.

Il sistema è diviso in tre sezioni principali: gassificazione, decarbonatazione e di potenza. Nella prima, nel gassificatore si produce il syngas dal carbone che è il combustibile del sistema. Questo syngas viene decarbonatato nel carbonatatore producendo una corrente di syngas ricco di idrogeno, che viene inviato ad una microturbina in cui si produce l'elettricità.

Il carbonatatore di ZECOMIX è il reattore principale del processo, in cui avvengono le reazioni de reforming del metano (Steam Methane Reforming, SMR), la reazione di shift del gas d'acqua (Water Gas Shift, WGS) e la cattura della CO<sub>2</sub>. Queste reazioni avvengono al interno di questo reattore a letto fluido bollente (bubbling fluidized bed, BFB) in modo simultaneo o singolarmente, in funzione delle condizioni operative. Questa flessibilità è uno dei punti di forza del impianto.

A valle del carbonatatore ci sono una serie d'impianti di pulizia di fumi (cicloni e scrubber) che hanno come scopo purificare la corrente di uscita del carbonatatore prima della compressione e posteriore invio a turbina para la produzione di energia elettrica. Il rendimento dell'apparecchiatura di pulizia è strettamente legato alla pressione a cui lavora.

Le perdite di carico nel sistema vengono determinate fundamentalmente nel carbonatatore. Per tanto è necessario avere una predizione della variazione de pressione al passo per il reattore per potere controllare la pressione del sistema e prevedere come le variazioni nelle condizioni operative possono affettare al sistema, lavorando in condizioni dei fluidizzazione stabile.

Per tanto lo scopo di questo lavoro è sviluppare un modello semplice e robusto che permetta ottenere una stima delle perdite di carico nel carbonatatore di ZECOMIX a partire della informazione fornita per il sistema di controllo dell'impianto. Il codice si è sviluppato in excel ma è molto semplice di esportare al linguaggio del sistema di controllo con lo scopo di introdurre un indicatore della fluidizzazione nel letto, ed una stima delle perdite di carico online, per potere confrontare la fluidizzazione del letto di ZECOMIX con i valori teorici calcolati.

## MODELLO

La perdita di carico ( $\Delta$ realizzate).

Dati forniti per l'operatore:

- Dinamico, forniti dal sistema di controllo:
  - Portata di gas, tanto di linea come del gassificatore
  - Temperatura ingresso
  
- A priori:
  - Massa di sorbente e massa di catalizzatore

- Diametro particelle

Ipotesi:

- Tutti i gas si suppongono dei gas ideali incompressibili. Per tanto, densità e viscosità dipendono soltanto della temperatura e non della pressione. Si è considerato il sistema a pressione atmosferica in tutti i casi. Per il calcolo delle proprietà si sono approssimato a polinomi di 4° grado nel caso della densità e di primo per la viscosità

Rapporto Univaq/ENEA, 2006.

7.- Grace JR. Contacting modes and behaviour classification of gas—solid and other two-phase suspensions. Can. J. Chem. Eng. 1986; 64 , p. 353-363

8.- Herce C. Simulazione Numerica Del Campo Di Velocità Del Carbonatatore Zecomix. Rapporto ENEA COMSO/2010/006/IP, 2010.