

MODELISATION MATHÉMATIQUE DU FOYER DE LA CHAUDIERE ÉNERGETIQUE CLASSIQUE

Adelaida DUINEA Ion MIRCEA

Université de Craiova, Faculté d'Electrotechnique, tél 0251-415763,
e-mail: aduinea@elth.ucv.ro, imircea@elth.ucv.ro

Resumé:

Des processus energetiques sont des processus technologiques complexes, caracterises par nombreuses variables avec interconnexion multiple, une dynamique avec des grandes retards de temps, un fort caractere non lineaire, et, parfois, avec une variation des parametres dynamiques en temps.

1. INTRODUCTION

La chaudière avec circulation naturelle est l'installation principale spécialement pour les centrales thermiques à cogénération équipées avec groupes des 50 MW.

L'emploi des ordinateurs dans le contrôle des processus industriels et des processus énergétiques en particulier, peut assurer la surveillance et le contrôle direct des processus

La majorité des modèles sont réalisées spécialement pour le contrôle ou proposent des techniques nouvelles de solution. Alors, les modèles globales sont réduites convenablement, pour permettre l'analyse dynamique de la centrale thermique. La modélisation, en vue de la simulation dynamique, se fait après le suivant d'algorithme appliqué des toutes équipements: la présentation du modèle physique; la précision des processus qui décrivent le fonctionnement d'équipement; les hypothèses adoptées pour la réalisation du modèle; les équations du modèle mathématique adopté; la représentation du modèle mathématique sous une forme opérationnelle.

2. MODELE PHYSIQUE ET MATHÉMATIQUE DU FOYER

On a été introduit, dans des beaucoup des études énergétiques, le concept de "foyer adiabatique d'homogénéisation", comme une surface de combustion réelle ou fictive, à la fine de qui résulte la température adiabatique de combustion. Par cela on peut traiter unitairement la chambre de combustion mais aussi, le foyer spécifique des chaudières classiques.

Les processus physiques qui décrivent le fonctionnement du foyer adiabatique d'homogénéisation sont: la combustion du combustible (solide, liquide ou gazeuse) et

l'homogénéisation (par le mélange turbulent et transport), en volume physique réel.

Le modèle physique du foyer adiabatique d'homogénéisation est présenté dans la figure 1:

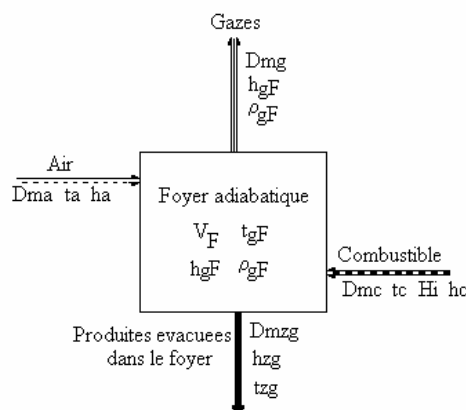


Figure 1: Modèle physique du foyer

Les hypothèses adoptées dans la réalisation du modèle mathématique sont:

la composition et la température de préchauffage du combustible restent constantes ;

la concentration massique des vapeurs d'eau dans l'air, x , est maintenue constante en temps ;

la masse totale n'est pas variable en temps ;

l'air et les gazes sont considérés gazes parfaites, ce qui permet le calcul de la densité sur l'équation d'état du gaz parfait.

Le modèle mathématique qui décrit le fonctionnement du foyer adiabatique d'homogénéisation résulte sur l'équation de conservation d'énergie. Pour la chaudière énergétique classique qui fonctionne avec charbon ou combustible liquide, l'équation de conservation d'énergie est:

$$\frac{d}{dt}(V_F \rho_{gF} h_{gF}) = D_{mc}(h_{comb} + h_i) + D_{ma} h_a - D_{mg} h_{gF} - D_{mzg} h_{zg} - Q_p \quad (1)$$

où V_F est le volume du foyer, m^3 ; ρ_{gF} – la densité des gazes, kg/m^3 ; H_i – la puissance calorifique inférieure du combustible, kJ/kg ; D_{mc} , D_{ma} , D_{mg} , D_{mzg} – le débit massique du combustible, d'air, des gazes et respectivement de cendrée, kg/s ; Q_p – la somme des pertes du foyer, kW ; h_{gF} , h_{comb} , h_a , h_{zg} – l'enthalpie

des gazes, du combustible, d'air et respectivement du cendrée.

Mais:

$$\frac{d}{dt}(V_F \rho_{gF}) = D_{mc} + D_{ma} - D_{mg} - D_{mzg} = 0 \quad (2)$$

et :

$$D_{ma} = D_{mc} \cdot \lambda \cdot M_{taum} \quad (3)$$

$$D_{mzg} = D_{mc} \cdot M_{zgf} \quad (4)$$

où, en plus : λ est le coefficient d'excès d'air ; M_{taum} – la masse théorique d'air humide nécessaire de la combustion, en fonction de la composition du combustible, [kg/kg] ; M_{zgf} – la masse de cendrée retenue en foyer, en fonction du type du foyer et le contenu initial d'anorganique, kg/kg.

En vue de mettre en application l'algorithme, on été choisi une chaudière énergétique avec circulation naturelle, 420 t/h. Le combustible primaire utilisé est le lignite d'Oltenia, combustible support – combustible liquide, mazout. Dans le tableau 1 sont présentées les caractéristiques énergétiques des combustibles utilisés:

Caractéristiques	Combustible primaire	Combustible support	
Composition chimique,%	C ^{mc}	63,06	87,1
	H ^{mc}	4,91	10,7
	O ^{mc}	26,20	0,7
	S ^{mc}	4,095	1
	N ^{mc}	1,719	0,1
	A ^{mc}	37,09	0,2
	W _t ^{mc}	41,77	0,1
Puissance calorifique inférieure, H _i , kJ/kg	6372,2	40595	

Tableau 1: Les caractéristiques des combustibles

En utilisant le logiciel Matlab-Simulink on été réalisé le schéma de simulation du fonctionnement du foyer énergétique. Le schéma permet:

- le calcul de la combustion;
- le calcul de la température de sortie dans le foyer des gazes.

Le calcul de la combustion suppose, dans une première étape, la détermination du combustible équivalent (en résultant par le mélange aux combustibles). Pour cela il faut connaître la composition du chaque combustible qui participe à la combustion et la participation, X, du ceci. La deuxième étape a le but de déterminer les produits de combustion. Alors, l'algorithme est:

on détermine le volume théorique d'oxygène nécessaire de la combustion:

$$V_{O_2}^0 = 1,867 \frac{C^i}{100} + 5,6 \frac{H^i}{100} + 0,7 \frac{S_c^i}{100} - 0,7 \frac{O^i}{100} \quad (5)$$

on détermine le volume théorique d'air sèche nécessaire de la combustion:

$$V_a^0 = \frac{1}{0,21} \left(1,867 \frac{C^i}{100} + 5,6 \frac{H^i}{100} + 0,7 \frac{S_c^i}{100} - 0,7 \frac{O^i}{100} \right) \quad (6)$$

on détermine le volume théorique d'air humide nécessaire de la combustion:

$$V_{aum}^0 = 1,0161 V_a^0 \quad (7)$$

on détermine le volume théorique des gazes triatomiques (CO₂+SO₂):

$$V_{RO_2}^0 = 1,867 \frac{C^i + 0,375 S_c^i}{100} \quad (8)$$

on détermine le volume théorique des gazes biatomiques (N₂):

$$V_{N_2}^0 = 0,79 V_a^0 + 0,8 \frac{N^i}{100} \quad (9)$$

on détermine le volume théorique des vapeurs d'eau:

$$V_{H_2O}^0 = 0,112 H^i + 0,01244 W_t^i + 0,00161 \cdot x \cdot V_a^0 \quad (10)$$

on détermine le volume théorique des gazes de combustion sèches:

$$V_{gu}^0 = V_{RO_2}^0 + V_{N_2}^0 \quad (11)$$

on détermine le volume théorique des gazes de combustion:

$$V_{ga}^0 = V_{gu}^0 + V_{H_2O}^0 \quad (12)$$

on détermine le volume réel des gazes de combustion:

$$V_{ga} = V_{ga}^0 + (\lambda - 1) V_{aum}^0 \quad (13)$$

on détermine le débit réel des gazes de combustion:

$$D_{gN} = B \cdot V_{ga}^0 \quad (14)$$

Figure 2 present le schéma de simulation pour la détermination de la composition chimique du combustible équivalent.

Figures 3 et 4 present les schémas de simulation pour le calcul des produits de la combustion et la détermination de la température des gazes dans le foyer. Figure 5 décrit le schéma de simulation du fonctionnement du foyer de la chaudière.

CONCLUSIONS

Le schéma de simulation a le point de départ les compositions chimique du chaque combustible qui participe au procès de combustion, la participation et le consume des ceux-ci et, finalement, les nombres d'heures de fonctionnement, h, de la chaudière. Le schéma donne la possibilité de changer le type de combustible solide utilisée.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ghe. Lăzăroiu, *Modelarea și simularea funcționării dinamice a C.T.E.*, Editura Printech, București, 2000;
- [2] R.B.I. Johnson, M.J. Short, *Improved simulation techniques for power system dynamics*, IEEE Transactions on Power Systems, vol 3, 1998.

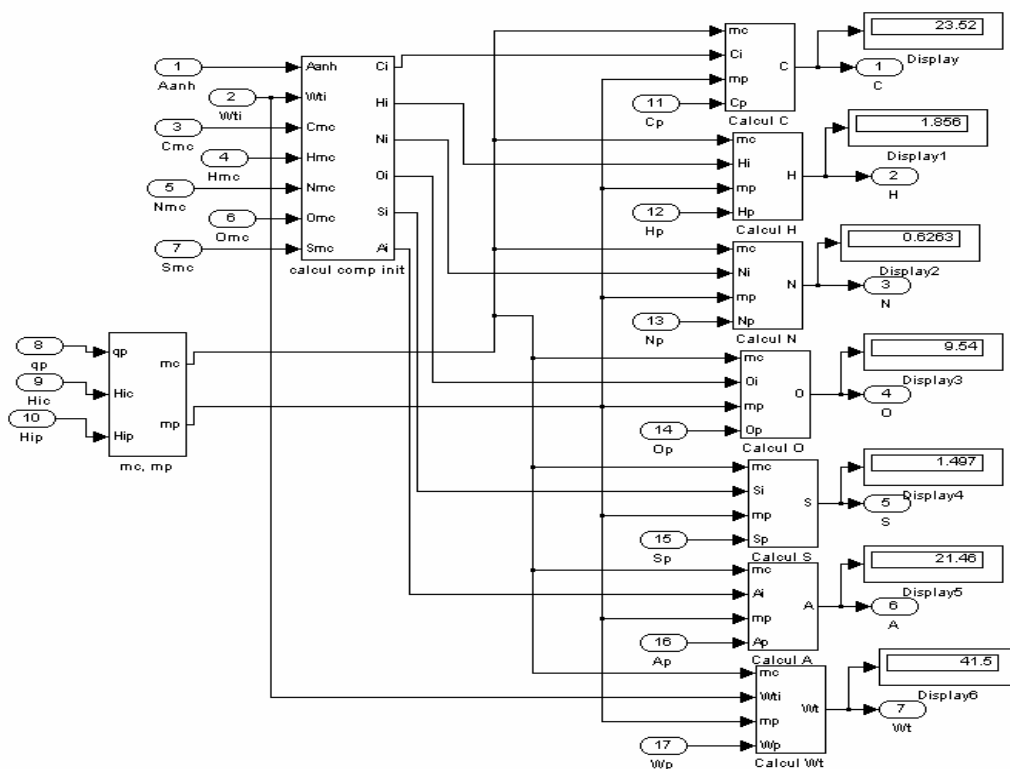


Figure 2: Détermination de la composition chimique du combustible équivalent

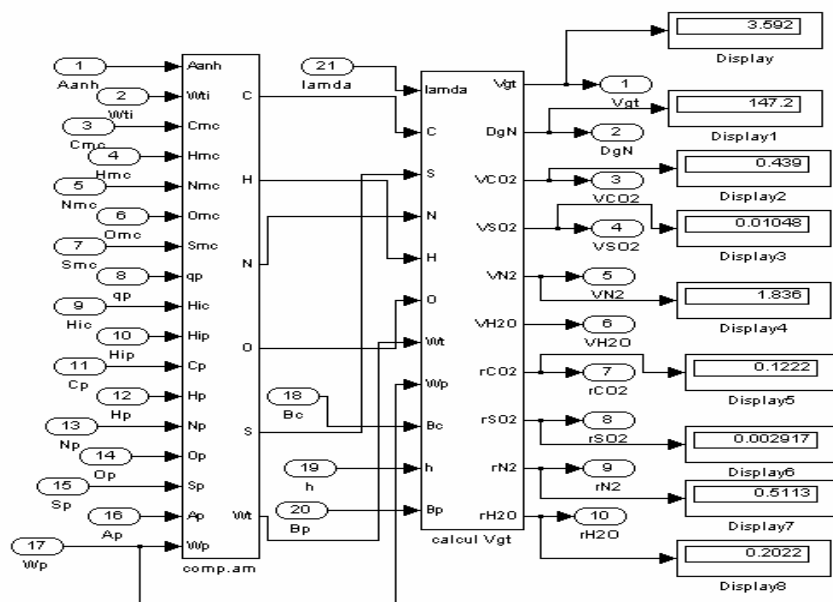


Figure 3: Calcul des produits de la combustion

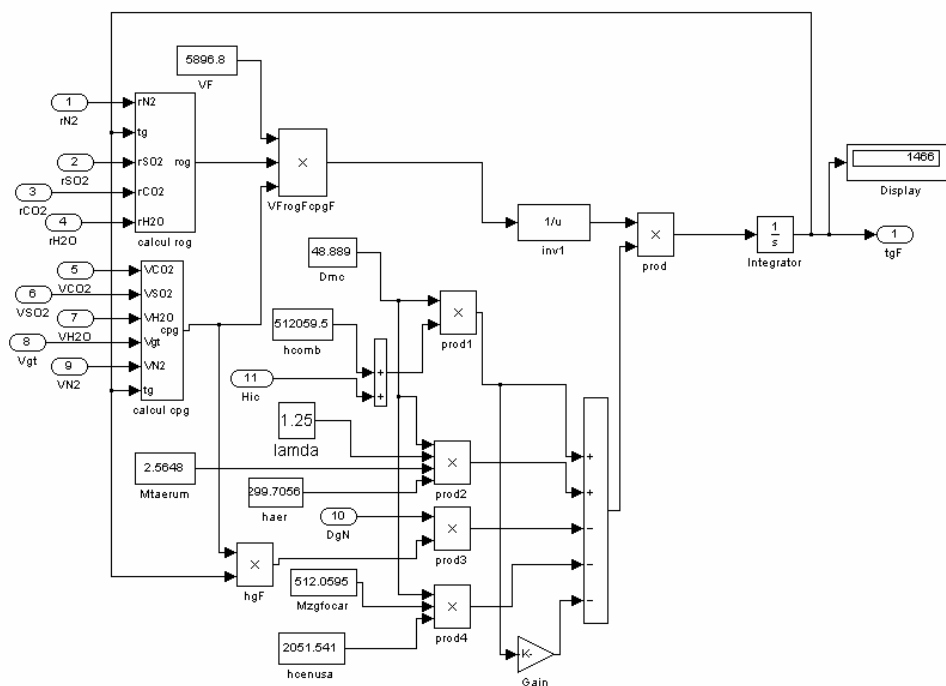


Figure 4: Détermination de la température des gazes

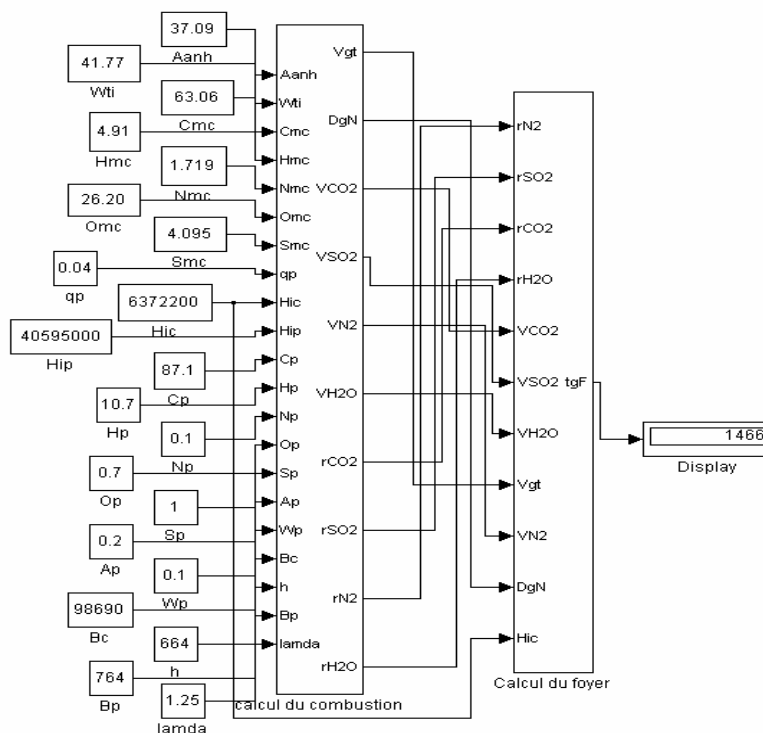


Figure 5: Le schéma de simulation du fonctionnement du foyer