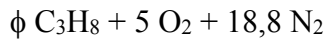


COMBUSTION FONDAMENTALE

TD 4 : COMBUSTION EN FOYERS HOMOGENE ET TUBULAIRE

On considère un foyer fonctionnant en régime stationnaire, isobare ($p = 1 \text{ atm}$) et adiabatique. Le mélange propane-air pauvre entrant dans le foyer à $T_e = 300 \text{ K}$ a pour composition :



1°) Ecrire la composition molaire du mélange dans le foyer pour un degré d'avancement λ de la réaction. On supposera que les seules espèces produites sont CO_2 et H_2O .

2°) Le mélange gazeux étant supposé parfait, sa vitesse de réaction V_r (relative à la réaction globale - $\text{C}_3\text{H}_8 - 5 \text{ O}_2 + \text{P} \rightarrow 0$) est donnée par la relation :

$$V_r = B T^a e^{-E_a / RT} C_{\text{C}_3\text{H}_8} C_{\text{O}_2}$$

Donner l'ordre de la réaction et exprimer V_r :

a) en fonction de la pression p , de la température T et des fractions molaires de propane et d'oxygène ;

b) en fonction de p , T , λ et ϕ .

3°) le mélange a désormais pour richesse $\phi = 0,75$. La vitesse de réaction de ce mélange, en fonction du degré d'avancement λ a été établie expérimentalement (cf. annexe).

On donne : $Q^* = 489 \text{ kcal/mol}$ de C_3H_8 (pour $\phi = 1$) ; $C_p = 0,36 \text{ kcal/K kg}$ de mélange.

Calculer les caractéristiques de fonctionnement d'un foyer homogène de volume $V_h = 1 \text{ litre}$, utilisant ce mélange réactif, pour les régimes correspondants aux cas où :

a) la vitesse de réaction est maximum (indice "m"). Calculer alors :

V_{rm} = Vitesse de réaction

\dot{m}_m = Débit des gaz

λ_m = Degré d'avancement

ρ_m = Masse volumique des gaz

T_m = Température des gaz

$t_{s,m}$ = Temps de séjour dans le foyer homogène.

b) Le débit des gaz est $\dot{m} = 58 \text{ g/s}$. Calculer V_r , λ , T et $t_{s,h}$.

4°) On adopte les caractéristiques de fonctionnement correspondant à V_r maximum (cf. 3-a), donc $\lambda = \lambda_m < 1$. On adjoint alors à ce foyer homogène, un foyer tubulaire. On demande de calculer le volume V_t du foyer tubulaire, et le temps de séjour $t_{s,t}$ des gaz dans ce foyer tels que le degré d'avancement de la réaction soit, à sa sortie, $\lambda_s = 0,99$.

Remarque : pour $\lambda_m < \lambda < 1$, on pourra assimiler la courbe $V_r(\lambda)$ à :

- la droite $V_r = V_m = \text{cte}$ pour $\lambda_m < \lambda < 0,85$
- la droite $V_r = V_m ((1-\lambda) / 0,15)$ pour $0,85 < \lambda < 1$.

5°) On veut brûler le mélange précédent ($\phi = 0,75$) avec un débit de 500 g/s , et en poussant la réaction jusqu'au degré d'avancement $\lambda = 0,99$.

Quel est le volume total du foyer, dans le cas où celui-ci se compose :

a) uniquement d'un foyer homogène,

b) d'un foyer homogène et d'un foyer tubulaire convenablement couplés.

