1. Lois d’échanges en convection forcée

L’échange est caractérisé par une loi du type : 

Nu nombre de Nusselt caractérisant l’échange thermique 

Re nombre de Reynolds caractérisant l’écoulement 

Pr nombre de Prandtl caractérisant le fluide 

avec V vitesse moyenne du fluide

X échelle caractéristique de longueur

h coefficient ‘échange par convection

 masse volumique du fluide

conductibilité thermique du fluide

viscosité cinématique

Cp chaleur massique du fluide

**Sauf indication contraire,** ces grandeurs sont évaluées à la température de film

Convection forcée le long d’une plaque :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Type d’écoulement | formule | limites |
| Laminaire |  |  |
| turbulent |  |  |

Convection dans un cylindre :

D diamètre intérieur du cylindre

L longueur de la conduite

**En régime laminaire**, Re < 2000



Toutes les grandeurs étant évaluées à la température moyenne du fluide sauf p à Tp température de paroi.

***En régime turbulent***

Dans les gaz 10000 < Re < 120 000 

Cp étant calculé à la température Tm, les autres caractéristiques étant calculées à Tf.

Pour les tubes courts, 2<L/D<60, il convient de corriger l’expression précédente pour prendre en compte les effets d’extrémité.

Le terme correctif est alors 

Dans les liquides 7000 < Re < 1.000.000

1 < Pr < 500

1 < L/D < infini



**Convection perpendiculairement à un cylindre**

V

Pour de l’air, on a 

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ref | C | n |
| 0.4 - 4 | 0.891 | 0.330 |
| 4 - 40 | 0.821 | 0.385 |
| 40 - 4000 | 0.615 | 0.468 |
| 4000 - 40000 | 0.174 | 0.818 |
| 40000 - 400000 | 0.0239 | 0.805 |

Pour les fluides autres que de l’air, on a :

***Pour un cylindre « non circulaire »***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| géométrie | Ref | C | n |
| d | 3 103 – 105 | 0.102 | 0.675 |
| d | 4 103 –1.5 104 | 0.228 | 0.731 |

Loi en convection naturelle

Comme dans bien d’autres domaines, les relations empiriques en convection naturelle sont nombreuses et variées ; les relations suivantes ne sont qu’un exemple de ce qu’on peut trouver dans la littérature.

Ra < 109 en régime laminaire, et Ra > 109 en régime turbulent.

Le flux de chaleur s’obtient par la loi de Newton, avec des corrélations appropriées aux géométries étudiées. L’expérience permet d’établir des relations empiriques :

Où les valeurs de C, n et K dépendent des cas considérés

1-.Plaque verticale et/ou cylindre vertical de grand diamètre.

— Régime laminaire

Pour les cylindres cette relation est valable si

— Régime turbulent

2. Cylindre vertical de faible diamètre en régime laminaire

3. Plaque horizontale chauffée (plancher)

— Régime laminaire

— Régime turbulent

4. Plaque horizontale chauffée (plafond) en régime laminaire

5. Plaque faiblement inclinée en régime laminaire

6. Plaques verticales parallèles à la même température (lame d’air).