

FOTOVOLTAICA, BIOMASA Y COGENERACION

BLOQUE II: Principios de generación y diseño de instalaciones de
biomasa. Clase VI

Conceptos preliminares.

Ley de Arrhenius (I/II)

La ecuación de Arrhenius es una expresión matemática que se utiliza para comprobar la dependencia de la constante de velocidad (o cinética) de una reacción química con respecto a la temperatura a la que se lleva a cabo esa reacción.

Conceptos preliminares.

Ley de Arrhenius (II/II)

La ecuación de Arrhenius es una expresión matemática que se utiliza para comprobar la dependencia de la constante de velocidad (o cinética) de una reacción química con respecto a la temperatura a la que se lleva a cabo esa reacción.

$$k(T) = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (9.24)$$

donde:

$k(T)$: constante cinética (dependiente de la temperatura)

A : factor preexponencial o factor de frecuencia. Indica la frecuencia de las colisiones.

E_a : energía de activación, expresada en J/mol.

R : constante universal de los gases. Su valor es $8.3143 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

T : temperatura absoluta [K]

Conceptos preliminares.

Número de Prandtl (Pr)

- El número de Prandtl (Pr) es un número adimensional proporcional al cociente entre la velocidad de difusión de la cantidad de momento (viscosidad) y la difusividad térmica.

Conceptos preliminares.

Número de Nusselt (Nu)

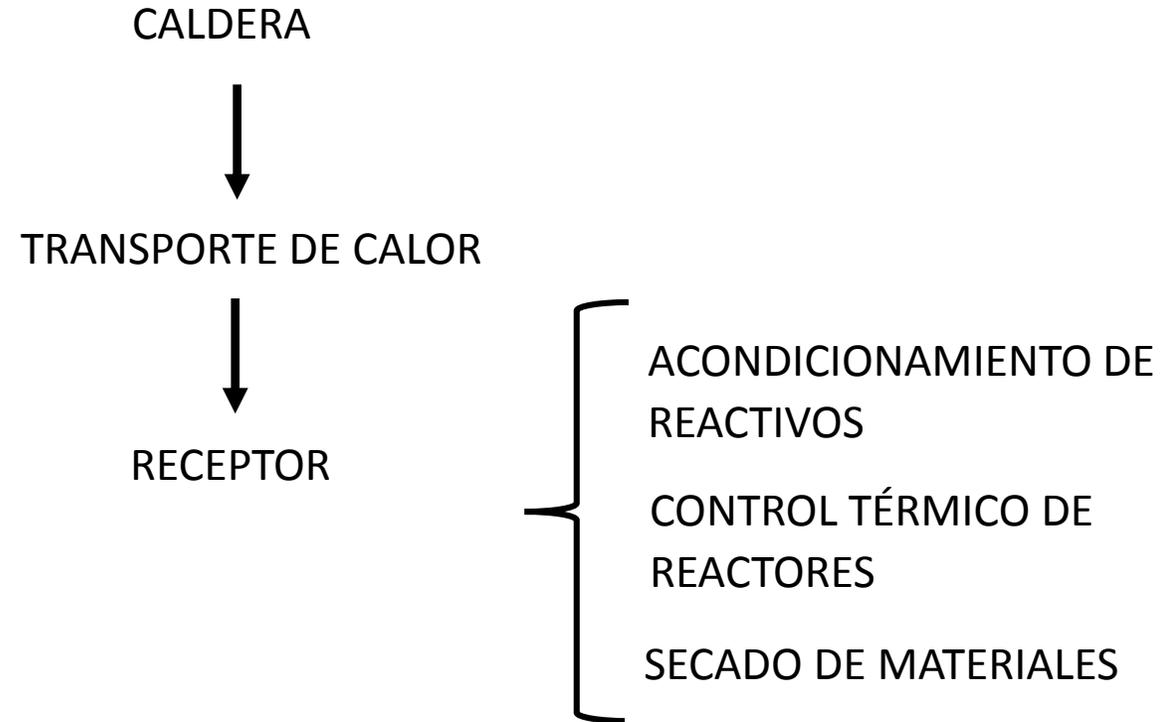
- El número de Nusselt (Nu) es un número adimensional que mide el aumento de la transmisión de calor desde una superficie por la que un fluido discurre (transferencia de calor por convección) comparada con la transferencia de calor si ésta ocurriera solamente por conducción.

Conceptos preliminares.

Número de Reynolds (Re)

- El número de Reynolds (Re) es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido. Su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

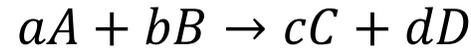
6.1 Instalaciones térmicas industriales



Esquema del sistema de aprovechamiento térmico de la biomasa

6.1 Instalaciones térmicas industriales

a) Acondicionamiento de reactivos



$$\frac{dC_{formado}}{dt} = k[A]^n[B]^m \quad (9.23)$$

$$k(T) = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (9.24)$$

donde

- A y B son los reactivos
- C y D son los productos
- $\frac{dC_{formado}}{dt}$ velocidad de formación de los productos
- k : constante de velocidad específica
- $n + m$: velocidad TOTAL de reacción
- $k(T)$: constante cinética (dependiente de la temperatura)
- A : factor preexponencial o factor de frecuencia. Indica la frecuencia de las colisiones
- E_a : energía de activación, expresada en J/mol.
- R : constante universal de los gases. Su valor es $8.3143 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
- T : temperatura absoluta [K]

6.1 Instalaciones térmicas industriales

b) Control térmico de las reacciones (I/III)

- Las reacciones liberan o absorben calor, llamándose reacciones exotérmicas o endotérmicas respectivamente
- Si se absorbe energía, la temperatura del reactor tiende a descender
- Si se libera energía, la temperatura del reactor tiende a aumentar

6.1 Instalaciones térmicas industriales

b) Control térmico de las reacciones (II/III)

- La entalpía de reacción se obtiene comparando la energía de formación de reactivos y productos
- Si los reactivos tienen más energía que los productos, eso significa que en la reacción se libera energía
- Si la energía contenida en los reactivos es menor a la de los productos, la reacción absorbe energía

6.1 Instalaciones térmicas industriales

b) Control térmico de las reacciones (III/III)

- La entalpía de reacción se obtiene comparando la energía de formación de reactivos y productos
- Si los reactivos tienen más energía que los productos, eso significa que en la reacción se libera energía
- Si la energía contenida en los reactivos es menor a la de los productos, la reacción absorbe energía

$$\dot{Q}_{reacción} = \frac{dQ_{reacción}}{dt} = \frac{dC_{reacción}}{dt} \cdot Q_{reacción} = k[A]^n[B]^m \cdot Q_{reacción} \quad (9.25)$$

6.1 Instalaciones térmicas industriales

c) Instalaciones de secado (I/III)

- Múltiples procesos industriales requieren acondicionamiento de la humedad tanto de las materias primas como de los productos

6.1 Instalaciones térmicas industriales

c) Instalaciones de secado (II/III)

- Múltiples procesos industriales requieren acondicionamiento de la humedad tanto de las materias primas como de los productos
- Acondicionamiento del aire de secado

6.1 Instalaciones térmicas industriales

c) Instalaciones de secado (III/III)

- Múltiples procesos industriales requieren acondicionamiento de la humedad tanto de las materias primas como de los productos
- Acondicionamiento del aire de secado

$$\dot{Q}_{\text{secado}} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_{\text{salida}} - h_{\text{entrada}}) \quad (9.26)$$

$$\dot{m}_{\text{aire}} \cdot (w_{\text{aire}_{\text{salida}}} - w_{\text{aire}_{\text{entrada}}}) = \dot{m}_{\text{materia}} \cdot (w_{\text{materia}_{\text{inicial}}} - w_{\text{materia}_{\text{final}}}) \quad (9.27)$$

6.1 Instalaciones térmicas industriales

Procedimiento de dimensionado

- Paso 1: Cálculo del calor a aportar por unidad de tiempo (potencia)
- Paso 2: Determinación del coeficiente de transmisión de calor de la instalación
- Paso 3: Definir dimensiones y salto térmico del intercambiador que actúa como receptor

6.1 Instalaciones térmicas industriales

Procedimiento de dimensionado

- Paso 1: Cálculo del calor a aportar por unidad de tiempo (potencia) (I/II)

$$\frac{dQ_{aportar}}{dt} = \dot{m} \cdot C_e \cdot (T_{final} - T_{inicial}) \quad (9.28)$$

$$\frac{dQ_{aportar}}{dt} = \dot{m} \cdot (h_{final} - h_{inicial}) \quad (9.29)$$

6.1 Instalaciones térmicas industriales

Procedimiento de dimensionado

- Paso 1: Cálculo del calor a aportar por unidad de tiempo (potencia) (II/II)

$$\dot{Q}_{caldera} = \frac{dQ_{aportar}}{dt} \cdot \frac{1}{\eta_{caldera}} \cdot \frac{1}{\eta_{transporte}} \quad (9.30)$$

6.1 Instalaciones térmicas industriales

Procedimiento de dimensionado

- Paso 2: Determinación del coeficiente de transmisión de calor de la instalación (I/II)

$$\frac{dQ}{dt} = \pi \cdot D_r \cdot K'_g \cdot L \cdot (T_{int} - T_{ext}) \quad (9.31)$$

$$K'_g = \frac{1}{D_r \cdot \left(\frac{1}{h_{pi} \cdot d_{int}} + \frac{1}{2k} \cdot \ln \frac{d_{ext}}{d_{int}} + \frac{1}{h_{pe} \cdot d_{ext}} \right)} \quad (9.32)$$

$$\frac{dQ}{dt} = K_g \cdot S \cdot (T_{ext} - T_{int}) \quad (9.33)$$

$$K_g = \frac{1}{\frac{1}{h_{pe}} + \frac{e_1}{k} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{e_3}{k_3} + \dots + \frac{e_n}{k_n} + \frac{1}{h_{pi}}} \quad (9.34)$$

6.1 Instalaciones térmicas industriales

Procedimiento de dimensionado

Paso 2: Determinación del coeficiente de transmisión de calor de la instalación (II/II)

Ecuaciones para calcular el coeficiente de película en una transmisión por convección

| | Paredes planas | Paredes cilíndricas |
|--------------------------------|--|--|
| Coeficiente de película | $h_p = \frac{k \cdot Nu}{x}$ | $h_p = \frac{k \cdot Nu}{D}$ |
| Número de Nusselt | $[Nu] = \alpha \cdot [Pr]^\beta \cdot [Re]^\gamma$ | $[Nu] = \alpha \cdot [Pr]^\beta \cdot [Re]^\gamma$ |
| Número de Prandtl | $[Pr] = \frac{\mu \cdot Cp}{k}$ | $[Pr] = \frac{\mu \cdot Cp}{k}$ |
| Número de Reynolds | $[Re] = \frac{c \cdot \rho \cdot x}{\mu}$ | $[Re] = \frac{c \cdot \rho \cdot D}{\mu}$ |

6.1 Instalaciones térmicas industriales

Procedimiento de dimensionado

- Paso 3: Dimensiones y salto térmico del intercambiador de calor que actúa como receptor

$$\frac{dQ}{dt} = \pi \cdot D_r \cdot K'_g \cdot L \cdot (T_{int} - T_{ext}) \quad (9.31)$$

$$K'_g = \frac{1}{D_r \cdot \left(\frac{1}{h_{pi} \cdot d_{int}} + \frac{1}{2k} \cdot \ln \frac{d_{ext}}{d_{int}} + \frac{1}{h_{pe} \cdot d_{ext}} \right)} \quad (9.32)$$

$$\frac{dQ}{dt} = K_g \cdot S \cdot (T_{ext} - T_{int}) \quad (9.33)$$

FOTOVOLTAICA, BIOMASA Y COGENERACION

FIN

¿¿¿¿PREGUNTAS????

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

