

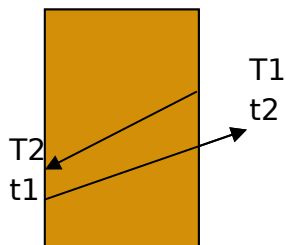
INTERCAMBIADOR DE PLACAS

Se quiere enfriar 5000 Kg/Hr de melaza de 40 °Bx desde 75 °C hasta 25 °C. Para el agua a 20 °C y puede calentarse hasta 35 °C. Se quiere utilizar un intercambiador TIPO P-45 de alfa laval. Determine el número de placas que tendría el intercambiador si se sabe que los fluidos circulan en contracorriente.

1 PROPIEDADES FISICAS DE LOS FLUIDOS

	melaza	Agua tratada
T°	F. Caliente	F. Frio
Masa, lb/hr	11023	27043.1
T° entrada (°F)	167	68
T° salida (°F)	77	95
T° media (°F)	122	81.5
ΔT_1	72	
ΔT_2	9	
propiedades	F. Caliente	F. Frio
Cp (btu/lb°F)	0.736	1
μ (cp)	4.562	2.2
k (btu/hr.pie.°F)	0.3826	0.354
r	0.00017	0.001
Densidad	73.29	62.4 lb/pie ³

2. CALCULO DE ΔT_L (VARIACION DE T° MEDIA LOGARITMICA)



T1: Temperatura de entrada del fluido caliente
T2: Temperatura de salida del fluido caliente
t1: Temperatura de entrada del fluido frío
t2: Temperatura de salida del fluido frío

$$\Delta T_L = 30.30$$

3. CONFIGURACION FISICA DEL I.C PLACAS (SELECCIONAMOS PLACAS ALFA LAVAL)

Area efectiva (A_p), m ² =	0.75	8.07
Ancho de la placa (w), mm =	844	2.77
Altura de la placa (h) =		
Abertura entre placas (b), mm =	2.7	0.009
Espesor de la placa (x), mm =	0.6	0.002

4. CALCULO DEL NTU (NUMERO DE UNIDADES DE TRANSFERENCIA), (Se mide en unidades de transferencia)

Por el método de:

Para agua (fluido caliente): $NTU = (T_1 - T_2) / \Delta T_L$

Para leche (fluido frío): $NTU = (t_2 - t_1) / \Delta T_L$

Por el Método de: $(U_d \times A_d)/(m \cdot C_p)_{\min}$

$(m \cdot C_p)_c$	8112.93	NTU=
$(m \cdot C_p)_f$	27043.09	NTU=
$(m \cdot C_p)_{\min}$	8112.93	

Como se puede observar, los NTU coinciden por ambos métodos

5. ESTIMAR EL VALOR DE UD (coeficiente total de diseño estimado, Ver Tabla)

UD= 720 w/m².°k ó 126.8052131

5.1 CALCULO DEL AREA TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CAL

Ad= $Q/(UD \cdot \Delta T_L)$
Ad= 190.06 pie²

5.2 CALCULO DEL NUMERO DE PLACAS TERMICAS (Np), Y NC

$N_p = A_d / (A_p)$ Np = 24
 $N_c = N_p + 1$ Nc = 25

5.3 CALCULO DEL NUMERO DE CANALES POR PASO (Ncp), c

Numero de canales por paso, Ncp es igual a: V/v
Segun el método determinamos V/v , que es la relacion de flujos volumetricos

Para V se toma el mayor flujo volumetrico	
De agua es:	433.38 pie ³ /hr
ó	12.27 m ³ /hr
	Para placa P-4 el flujo volumetrico por canal es de
	$v = 1.8$

5.4 ARREGLO DEL INTERCAMBIADOR

Numero de canales por paso, $N_{cp} = V/v$ $V/v =$
Numero de pasos , $N_{pasos} = N_c / (2 \cdot N_{cp}) =$

Unidad supuesta: Intercambiador de placas Alfa La
Con $(6 \cdot 2 + 6 \cdot 2) - 1 =$

5.5 CALCULO DEL FACTOR TERMICO, Ft

Para un intercambiador con igual numero de pasos para ambos flujos
Con NTU = 3.86, y un intercambiador de 6/6pasos, se lee:

	Canales fluido caliente
	$N_c = N/2$
N° de canales del fluido caliente (Nc)	Nc =
N° de canales del fluido frio (Nf)	Nf=

total

5.6 CALCULO DE COEFICIENTE DE PELICULA, h_c

FLUIDO CALIENTE

Calculo del area de flujo (A_f)

$$A_f = w \cdot b$$

$$A_f = 0.0249$$

Calculo de velocidad de flujo de masa

$$G_c = w_c / (A_f \cdot N_c)$$

$$G_c = 36846.50$$

$$N_{re} = (G_c \cdot D_e) / (\mu \cdot 2.42)$$

$$N_{re} = 60.08$$

$N_{re} < 400$ es flujo turbulento

$$N_{pr} = (C_p \cdot \mu \cdot 2.42) / k$$

$$N_{pr} = 21.2$$

$$h_f = (0.742 \cdot C_p \cdot G_f) / (N_{re}^{0.62} \cdot N_{pr}^{0.667})$$

$$h_c = 207 \text{ Btu/hr.pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

5.7 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL LIMPIO U_c

$$U_c = h_c \cdot h_f / (h_c + h_f)$$

$$U_c = 124 \text{ Btu/hr.pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

5.8 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL SUCIO

$$R_d = r_c + r_f$$

$$R_d = 0.00117$$

$$U_d = 1 / (1/U_c + R_d)$$

$$U_d = 109 \text{ Btu/hr.pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

5.9 AREA NECESARIA PARA TRANSFERENCIA DE CALOR, A

$$A = Q / (U_d \cdot \Delta T_L \cdot F_t)$$

$$A_o = 233.7 \text{ pie}^2$$

5.10 AREA DISPONIBLE PARA TRANSFERENCIA DE CALOR, A_d

$$A_d = N_p \times A_p = 185.6 \text{ pie}^2$$

$$A_d > A_o \text{ No cumple}$$

El intercambiador seleccionado será de 6 placas.

5.11 CALCULO DE CAIDA DE PRESION

$$\Delta P = (2 \cdot f \cdot G^2 \cdot w) / (g \cdot D_e \cdot \rho)$$

donde :

$$f = 2.5 / (N_{re})^{0.3}$$

fluido caliente

$$f = 0.7317$$

$$\Delta P = \quad \mathbf{9.98} \quad \text{psia}$$

a. Acoplamiento de entrada y salida de leche pasteurizada

$$Di = 3.9.Q^{0.45}.\rho^{0.13}$$

Regimen turbulento

$$Di = \quad \mathbf{1.6} \quad \text{pulg} \quad \mathbf{2''}$$

b. Acoplamiento de entrada y salida de agua caliente

$$Di = 3.0.Q^{0.36}.\mu^{0.18}$$

$$Di = \quad \mathbf{2} \quad \text{Pulgada}$$

RESPUESTA

Se trata de un intercambiador de calor de placas 6/6 con 2 placas
Cada fluido tiene 6 pasos, con 2 canales cada paso.

el enfriamiento se utiliza agua tratada que ingresa
or de calor de placas de acero inoxidable 316
cambiador y el arreglo de las mismas,



CALCULO DE MASA DE AGUA

$$\begin{aligned}\text{Calor transf., } Q &= m \cdot c_p \cdot \Delta t \\ &= 730163.52 \quad \text{Btu/hr} \\ \text{Masa de agua} &= 27043.09 \text{ lb/hr}\end{aligned}$$



ira de entrada del fluido caliente
ira de salida del fluido caliente
ra de entrada del fluido frio
ra de salida del fluido frio

FA LAVAL P-45)

pie²
pie
pie
pie
pie

uestran los dos metodos)

$$\begin{aligned}\text{NTU} &= 2.97 \\ \text{NTU} &= \frac{0.89}{3.86}\end{aligned}$$

$$\frac{(U_d \cdot A_d)}{(w \cdot C_p) \min}$$

2.97

odos. El uso de uno u otro método es arbitrario.

btu/pie²°F Factor de conversión: 5.678

OR

(Area provisional)

UMERO TOTAL DE CANALES (Nc)

o canales en que debe dividirse el flujo

olumetricos

De melaza es	150.40 pie ³ /hr ó	4.259909948	m ³ /hr
Caudal por paso de la placa (Tabla)			
e	1.1	a	2.5
m ³ /hr ó	2		m ³ /hr

6.1 (redondeado) 6
2.0 (redondeado) 2

val P-4 con 2 paso para cada fluido y 6 canales por paso
23 placas termicas Arreglo; 6/6
24 canales

idos, se toma NTU total
Ft = 0.95

iente Canales fluido frio
Nf=(N/2)+1

11.5 12
12.5 13

25 canales
24 placas

FLUIDO FRIO

calculo del diametro equivalente (De)

$De = 2 \cdot b$

De = 0.018

$Gf = wf / (Af \cdot Nf)$

Gf = 86780.89 lb/hr.pie².°F

$Nre = (Gf \cdot De) / (u \cdot 2.42)$

Nre = 293.40

Nre < 400 es flujo laminar

$Npr = (Cp \cdot u \cdot 2.42) / k$

Npr = 15.04

$hf = (0.742 \cdot Cp \cdot Gf) / (Nre^{0.62} \cdot Npr^{0.667})$

hf = 312 Btu/hr.pie².°F

fluido frio

f = 0.4547

$$\Delta P = \quad \mathbf{40.40} \quad \text{psia.}$$

ento, $N_{re} > 400$

tipo P-4 de ALFA LAVAL.