DISEÑO DE INTERCAMBIADOR DE PL

PREGUNTA 01

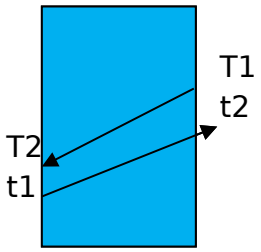
Se quiere enfriar una corriente de leche cruda desde 95°F hasta 59°F, con una corriente de agua helada que ingresa a 33.0°F y puede calentarse hasta 39.2°F. El flujo de leche circula a razón de 2275 lb/hr. Las propiedades fisicas de los fluidos se muestran en la

1 PROPIEDADES FISICAS DE LOS FLUIDOS

	Leche cruda	Agua helada	
T°	**F. Caliente**	**F. Frio**	
Masa, lb/hr	**2275**	**6262.3**	
T°entrada (°F)	75	33.8	
T°salida (°F)	59	39.2	
T°media (°F)	**67**	**36.5**	
ΔT1	35.8		
ΔT2	25.2		
propiedades	**F. Caliente**	**F. Frio**	
Cp (btu/lb°F)	0.9363	1.0079	
u (cp)	2.02	1.5	
k (btu/hr.pie.°	0.31	0.3315	
r	0.00000819	0.001	
Densidad	61.95	62.1	lb/pie3

CALCULO DE MA
Calor transf., Q =
=
Masa de agua =

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



T1: Temperatura de entrada
T2: Temperatura de salida de
t1: Temperatura de entrada
t2: Temperatura de salida de

ΔTL= **30.19**

3. CONFIGURACION FISICA DEL I.C PLACAS (SELECCIONAMOS PLACAS ALFA LAVAL P5

Area efectiva (Ap), m2 =	0.14	**1.51**	pie2
Ancho de la placa (w), mm=	350	**1.64**	pie
Altura de la placa (h)=			pie
Abertura entre placas(b), m	2.9	**0.0095**	pie
Espesor de la placa (x), mm=	0.8	**0.0026**	pie

4. CALCULO DEL NTU(NUMERO DE UNIDADES DE TRANSFERENCIA), (Se muestran los

Por el método de:

Para agua (fluido caliente):	NTU = (T1-T2)/ΔTL	NTU =
Para leche (fluido frio).	NTU = (t2-t1)/ΔTL	NTU =

Por el Método de: (Ud x Ad)/(m.Cp)min

(m* Cp)c	2130.22	**NTU= (Ud*Ad)/(w*Cp**
(m * Cp)f	6311.76	NTU= 0.53
(m * Cp)min	**2130.22**	

Como se puede observar, los NTU coinciden por ambos métodos. El uso

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

UD= 720 w/m2.°k ó **120.0000002** btu/pie2°F

5.1 CALCULO DEL AREA TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Ad= **Q/(UD*ΔTL)**

Ad= **9.41** pie2 (Area provisiona

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

Np=Ad/(Ap) Np = **6**

Nc = Np+1 Nc = 7

5.3 CALCULO DEL NUMERO DE CANALES POR PASO (Ncp), o canales en

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: 100.84 pie3/hr	De leche es
ó 2.86 m3/hr	Caudal por pasc

Para placa P5 el flujo volumetrico por canal es de

v = 0.63 m3/hr

5.4 ARREGLO DEL INTERCAMBIADOR

Numero de canales por paso, Ncp =V/v V/v = **4.5**

Numero de pasos , Npasos= Nc/(2*Ncp) = **0.8**

Unidad supuesta: Intercambiador de placas Alfa Laval P5 con 1 p

Con (1x5+1x5)-1 = **9**

10

5.5 CALCULO DEL FACTOR TERMICO, Ft

Para un intercambiador con igual numero de pasos para ambos fluidos, se toma

Con NTU =0.71, y un intercambiador de 5/5 pasos, se lee: Ft =

Canales fluido caliente

Nc=N/2

N° de canales del fluido caliente (Nc)	Nc =	4.5
N° de canales del fluido frio (Nf)	Nf=	5.5

total 10

5.6 CALCULO DE COEFICIENTE DE PELICULA, hc

FLUIDO CALIENTE | **FLUIDO FRIO**

Calculo del area de flujo (Af) | **calculo del dia**

Af=w*b | **De=2*b**

Af= 0.0156 | De=

Calculo de velocidad de flujo de masa

Gc=wc/(Af*Nc) | **Gf=wf/(Af*Nf)**

Gc= **29206.00** | Gf=

Nre=(Gc*De)/(u *2.42) | **Nre=(Gf*De)/(**

Nre= 113.52 | Nre=

Nre<400 es flujo laminar

Npr=(Cp*u*2.42)/k | **Npr=(Cp*u*2.4**

Npr= 14.8 | Npr=

hf=(0.742*Cp*Gf)/(Nre^0.62*Npr^0.667) | **hf=(0.742*Cp***

hc= 179 Btu/hr.pie2.°F | **hf=**

5.7 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL LIMPIO Uc

Uc=hc*hf/(hc+hf)

Uc = 109 Btu/hr.pie2.°F

5.8 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL SUCIO

Rd=rc+rf

Rd= 0.00100819

Ud=1/(1/Uc+Rd)

Ud= 98 Btu/hr.pie2.°F

5.9 AREA NECESARIA PARA TRANSFERENCIA DE CALOR, A

A=Q/(Ud*ΔTL*Ft)

Ao = 11.6 pie2

5.10 AREA DISPONIBLE PARA TRANSFERENCIA DE CALOR, Ad

Ad = Np x Ap = 13.6 pie2

Ad > Ao

Area de exceso = (Ad - Ao)/Ad = 14.30% (Debe ser > de

El intercambiador seleccionado será de 9 placas.

5.11 CALCULO DE CAIDA DE PRESION

ΔP = (2*f*G^2*w)/(g*De*ρ)

donde :

f = 2.5/(Nre)^0.3

fluido caliente | ***fluido frio***

f = 0.6045 | f =

ΔP = **3.44** psia ΔP =

a. Acoplamiento de entrada y salida de leche pasteurizada

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

Regimen turbulento, Nre>400

Di = **0.8** pulg **1"**

b. Acoplamiento de entrada y salida de agua caliente

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

Di = **1** Pulgada

RESPUESTA

Se trata de un intercambiador de calor de placas 5/5 con 9 placas tipo P5 de AL
Cada fluido tiene 1 paso, con 5 canales cada paso.

ACAS

tabla.

ASA DE AGUA

m*cp*Δt

34083.53 Btu/hr

6262.29 lb/hr

del fluido caliente

el fluido caliente

del fluido frio

l fluido frio

5)

dos metodos)

0.53

0.18

0.71

›)min

de uno u otro método es arbitrario.

Factor de conversión: 0.166666667

ąl)

AL DE CANALES (Nc)

ı que debe dividirse el flujo

36.73 pie3/hr			
› de la placa (Tabla)			
0.36	a	0.9	m3/hr

(redondeado) 5
(redondeado) 1

aso para cada fluido y 5 canales por paso
placas termicas Arreglo; 5/5
canales

ą NTU total
0.99

Canales fluido frio
Nf=(N/2)+1
5
5

ımetro equivalente (De)

0.019

73080.78 lb/hr.pie2.°F

u *2.42)

382.52

Nre < 400 es flujo laminar

42)/k

11.04

ᵉGf)/(Nre^0.62*Npr^0.667)

276 Btu/hr.pie2.°F

1%, por lo tanto es correcto).

0.4199

0.09 psia.

FA LAVAL.

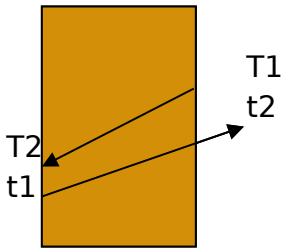
PREGUNTA 02

Se quiere enfriar 5000 Kg/Hr de melaza de 40 ºBx desde 75 ºC hasta 25 ºC. Para e
a 20 ºC y puede calentarse hasta 35 ºC. Se quiere utilizar un intercambiad
TIPO P-45 de alfalaval Determine el número de placas que tendría el inter
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**	
ΔT1	72		
ΔT2	9		
propiedades	**F. Caliente**	**F. Frio**	
Cp (btu/lb°F)	0.736	1	
u (cp)	4.562	2.2	
k (btu/hr.pie.°F)	0.3826	0.354	
r	0.00017	0.001	
Densidad(lb/pie³)	73.29	62.4	lb/pie3

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



T1: Temperatu
T2: Temperatu
t1: Temperatu
t2: Temperatu

ΔTL= **30.30**

3. CONFIGURACION FISICA DEL I.C PLACAS (SELECCIONAMOS PLACAS ALF

Area efectiva (Ap), m2 =	0.55	**5.92**
Ancho de la placa (w), mm=	800	**2.62**
Altura de la placa (h)=		
Abertura entre placas(b), mm=	4.9	**0.016**
Espesor de la placa (x), mm=	0.6	**0.002**

4. CALCULO DEL NTU(NUMERO DE UNIDADES DE TRANSFERENCIA), (Se mu

Por el método de:

Para agua (fluido caliente): NTU = (T1-T2)/ΔTL

Para leche (fluido frio). NTU = (t2-t1)/ΔTL

Por el Método de: (Ud x Ad)/(m.Cp)min

(m* Cp)c	8112.93	**NTU=**
(m * Cp)f	27043.09	NTU=
(m * Cp)min	**8112.93**	

Como se puede observar, los NTU coinciden por ambos métc

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

UD= 720 w/m2.°k ó **120.0000002**

5.1 CALCULO DEL AREA TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CAL

Ad= **Q/(UD*ΔTL)**

Ad= **200.84** pie2

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

Np=Ad/(Ap) Np = **34**

Nc = Np+1 Nc = 35

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 vc

Para V se toma el mayor flujo volumetrico	
De agua es: 433.38 pie3/hr ó 12.27 m3/hr	
	Para placa P-45 el flujo volumetrico por canal es v = 4

5.4 ARREGLO DEL INTERCAMBIADOR

Numero de canales por paso, Ncp =V/v V/v =

Numero de pasos , Npasos= Nc/(2*Ncp) =

Unidad supuesta: Intercambiador de placas Alfa La

Con (1x9+1x9)-1 =

5.5 CALCULO DEL FACTOR TERMICO, Ft

Para un intercambiador con igual numero de pasos para ambos flu

Con NTU =3.86, y un intercambiador de 5/5 pasos, se lee:

Canales fluido cal

Nc=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, hc

FLUIDO CALIENTE

Calculo del area de flujo (Af)

Af=w*b

Af= 0.0419

Calculo de velocidad de flujo de masa

Gc=wc/(Af*Nc)

Gc= **29217.03**

Nre=(Gc*De)/(u *2.42)

Nre= 84.69

Nre<400 es flujo turbulento

Npr=(Cp*u*2.42)/k

Npr= 21.2

hf=(0.742*Cp*Gf)/(Nre^0.62*Npr^0.667)

hc= 133 Btu/hr.pie2.°F

5.7 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL LIMPIO Uc

Uc=hc*hf/(hc+hf)

Uc = 80 Btu/hr.pie2.°F

5.8 CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL SUCIO

Rd=rc+rf

Rd= 0.00117

Ud=1/(1/Uc+Rd)

Ud= 73 Btu/hr.pie2.°F

5.9 AREA NECESARIA PARA TRANSFERENCIA DE CALOR, A

A=Q/(Ud*ΔTL*Ft)

Ao = 348.6 pie2

5.10 AREA DISPONIBLE PARA TRANSFERENCIA DE CALOR, Ad

Ad = Np x Ap = 100.6 pie2

Ad > Ao

Area de exceso = (Ad - Ao)/Ad = -246.42%

El intercambiador seleccionado será de 9 placas.

5.11 CALCULO DE CAIDA DE PRESION

ΔP = (2*f*G^2*w)/(g*De*ρ)

donde :

f = 2.5/(Nre)^0.3

fluido caliente

f = 0.6601

ΔP = **3.01** psia

a. Acoplamiento de entrada y salida de leche pasteurizada

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

Regimen turbule

Di = **1.6** pulg **2"**

b. Acoplamiento de entrada y salida de agua caliente

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

Di = **2** Pulgada

RESPUESTA

Se trata de un intercambiador de calor de placas 5/5 con 3 placas
Cada fluido tiene 9 paso, con 1 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

Calor transf., Q = m*cp*Δt

= 730163.52 Btu/hr

Masa de agua = 27043.09 lb/hr

ıra de entrada del fluido caliente
ıra 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)

NTU = 2.97

NTU = 0.89 / 3.86

(Ud*Ad)/(w*Cp)min
2.97

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

btu/pie2°F Factor de conversión: 0.166666667

LOR

(Area provisional)

UMERO TOTAL DE CANALES (Nc)

o canales en que debe dividirse el flujo

olumetricos

De melaza es	150.40	pie3/hr		
Caudal por paso de la placa (Tabla)				
de	3	a	5	m3/hr
m3/hr				

3.1 (redondeado) 1
5.7 (redondeado) 9

val P-45 con 1 paso para cada fluido y 5 canales por paso
17 placas termicas Arreglo; 5/5
18 canales

idos, se toma NTU total
Ft = 0.95

iente	Canales fluido frio **Nf=(N/2)+1**
8.5	9
9.5	10

18

FLUIDO FRIO

calculo del diametro equivalente (De)

De=2*b

De= 0.032

Gf=wf/(Af*Nf)

Gf= **67906.52** lb/hr.pie2.°F

Nre=(Gf*De)/(u *2.42)

Nre= 408.15

Nre < 400 es flujo laminar

Npr=(Cp*u*2.42)/k

Npr= 15.04

hf=(0.742*Cp*Gf)/(Nre^0.62*Npr^0.667)

hf= 199 Btu/hr.pie2.°F

(Debe ser > de 1%, por lo tanto es correcto).

fluido frio

f = 0.4118

ΔP = **11.92** psia.

ento, Nre>400

tipo P-45 de ALFA LAVAL.