

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA SLURRY-
ACEITE LIVIANO DE CICLO EN EL FACTOR DE ENSUCIAMIENTO DE LOS
INTERCAMBIADORES DE CALOR EN EL PROCESO DE FRACCIONAMIENTO
CATALÍTICO**

ANDRÉS MAURICIO SANTOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-QUÍMICA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2015

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA SLURRY-
ACEITE LIVIANO DE CICLO EN EL FACTOR DE ENSUCIAMIENTO DE LOS
INTERCAMBIADORES DE CALOR EN EL PROCESO DE FRACCIONAMIENTO
CATALÍTICO**

ANDRÉS MAURICIO SANTOS

Trabajo de grado como requisito para optar al título de:

INGENIERO QUÍMICO

Director

CRISÓSTOMO BARAJAS

Ingeniero Químico

Codirectores

LUIS MARIANO IDARRAGA

Ingeniero Químico

JAUREGUI BALLESTEROS

Ingeniero Industrial

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-QUÍMICA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida y brindarme las mejores oportunidades

A mi madre Elsa Amparo Santos C. por todo lo que ha hecho por mí, por no desfallecer ante las dificultades y creer en mí.

A mi hermana María Carolina Santos por todo su apoyo incondicional Por estar conmigo en las buenas y en las malas y por ser un ejemplo a seguir.

A mi cuñado Octavio Vezga Y su hermana María los cuales me brindaron todo su apoyo y me dieron la fortaleza de seguir adelante.

A mi tía Luz Emilia Camacho A. que me brindó su apoyo cuando lo necesite y brindarme la comodidad necesaria que necesita un estudiante para salir adelante.

A mi familia en general por estar siempre a mi lado.

A las personas q en su momento me brindaron su amistad y apoyo Martha Grande y Linita, Andrés Hita, John Mario Pabón, Jorge Abaunza.

Por ultimo a mis amigos de infancia Mauricio Morales, Dr. José David Díaz, Ste. Ricardo Ortega y el Chef Steven Castro.

ANDRÉS MAURICIO SANTOS

Agradecimientos

Este trabajo se realizó gracias a los profesores Crisóstomo Barajas, Luis Mariano Idarraga, que me brindaron todo su apoyo y conocimiento.

Al ingeniero Claudio Mendoza Jaimes por su ayuda, enseñanza, asesoría y dedicación durante el desarrollo del proyecto.

Al ingeniero de Ecopetrol s.a. Jáuregui Ballesteros que me dio la oportunidad de participar en su proyecto de maestría.

A las administrativas de la escuela Martha Patricia Grande, Lina Jazmín Afanador, por todo su apoyo y orientación.

A la ingeniera Diana Camargo por tenerme en cuenta en la auxiliatura y labores de la escuela.

A Olguita, secretaria del decanato de la facultad q me aconsejo en los momentos que quise tirar la toalla.

A los profesores de la carrera por su dedicación y enseñanza. Y al cuerpo administrativo.

A la Universidad Industrial De Santander por la formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 INTERCAMBIADORES DE CALOR, CARCASA Y TUBOS	17
2.2 PROBLEMAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO EN LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR	17
2.3 VIBRACIONES DEL TUBO	18
2.4 FILTRACIONES	18
2.5 ZONAS MUERTAS	19
2.6 ENSUCIAMIENTO	19
2.7 FACTOR DE ENSUCIAMIENTO	22
3. METODOLOGÍA	24
3.1 ANÁLISIS OPERACIONAL DEL SISTEMA DE FONDOS DE UOP II	24
3.2 SIMULACIÓN INICIAL DEL SISTEMA DE FONDOS DE LA UOPII	26
3.3 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE FONDOS DE LA MEZCLA DE SLURRY Y ALC	29
4. ANÁLISIS DE DATOS	32
4.1 ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN INICIAL SIN MEZCLA DE ALC	32
4.1.1 Análisis de la simulación inicial sin mezcla de ALC para los equipos E-4205A/B	32

4.1.2 Análisis de la simulación inicial sin mezcla de ALC para los equipos E-4204A/B	33
4.2 ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN CON MEZCLA DE ALC	34
4.2.1 Análisis de la simulación con mezcla de ALC en intervalos	34
4.2.1.1 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 20% E-4205A/B	35
4.2.1.2 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 20% E-4204A/B	35
4.2.1.3 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 40% E-4205A/B	36
4.2.1.4 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 40% E-4204A/B	37
4.2.1.5 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 60% E-4205A/B	38
4.2.1.6 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 60% E-4204A/B.	39
4.2.1.7 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 80% E-4205A/B	39
4.2.1.8 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 80% E-4204A/B	40
4.2.1.9 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 100% E-4205A/B	41
4.2.1.10 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 100% E-4204A/B	42
5. CONCLUSIONES	43
6. CITAS BIBLIOGRÁFICAS	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. -Sistema de fondos de la fraccionadora principal de la unidad de cracking catalítico fluidizado (FCC) UOP II	24
Gráfica 2. -Simulación inicial de intercambiadores	27
Gráfica 3. -Simulación Inicial Sin Mezcla E-4205	33
Gráfica 4. -Simulación inicial sin mezcla E-4205 en forma de plano	33
Gráfica 5. -Simulación Inicial Sin Mezcla E-4204	34
Gráfica 6. -Simulación inicial sin mezcla E-4204 en forma de plano	34
Gráfica 7. -Simulación con Mezcla ALC20% E-4205	35
Gráfica 8. -Simulación con Mezcla ALC 20% E-4205 en forma de plano	35
Gráfica 9. -Simulación con Mezcla ALC 20% E-4204	36
Gráfica 10. -Simulación con Mezcla ALC 20% E-4204 en forma de plano	36
Gráfica 11. -Simulación con Mezcla ALC 40% E-4205	37
Gráfica 12. -Simulación con Mezcla ALC 40% E-4205 en forma de plano	37
Gráfica 13. -Simulación con Mezcla ALC 40% E-4204	38
Gráfica 14. -Simulación con Mezcla ALC 40% E-4204 en forma de plano	38
Gráfica 15. -Simulación con Mezcla ALC 60% E-4205	38
Gráfica 16. -Simulación con Mezcla ALC 60% E-4205 en forma de plano	38
Gráfica 17. -Simulación con Mezcla ALC 60% E-4204	39
Gráfica 18. -Simulación con Mezcla ALC 60% E-4204 en forma de plano	39
Gráfica 19. -Simulación con Mezcla ALC 80% E-4205	40
Gráfica 20. -Simulación con Mezcla ALC 80% E-4205 en forma de plano	40
Gráfica 21. -Simulación con Mezcla ALC 80% E-4204	41
Gráfica 22. -Simulación con Mezcla ALC 80% E-4204 en forma de plano	41
Gráfica 23. -Simulación con Mezcla ALC 100% E-4205	41
Gráfica 24. -Simulación con Mezcla ALC 100% E-4205 en forma de plano	41
Gráfica 25. -Simulación con Mezcla ALC 100% E-4204	42

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. -Información de diseño de los Intercambiadores- Lado Tubos	25
Tabla 2. -Cálculos de Coeficientes de Ensuciamiento	28
Tabla 3. -Distribución de productos por diseño de la FCC UOP II	29
Tabla 4. -Esquema de cálculos para simulación con mezcla	31

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Simulación inicial	48
Anexo B. Simulación de mezcla slurry-ALC	60

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO DEL EFECTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA SLURRY- ACEITE LIVIANO DE CICLO EN EL FACTOR DE ENSUCIAMIENTO DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR EN EL PROCESO DE FRACCIONAMIENTO CATALÍTICO.*

AUTOR: ANDRÉS MAURICIO SANTOS**

PALABRAS CLAVE: Slurry, ensuciamiento, Intercambiadores de calor, Craqueo Catalítico.

DESCRIPCIÓN

En la planta de fraccionamiento catalítico de la refinería de Ecopetrol S.A. Barrancabermeja denominada UOPII se presentaron problemas de ensuciamiento en los intercambiadores de calor del sistema de fondos por el lado de las tuberías, motivo por el cual se recurre a implementar metodologías de análisis de diseño y operacional. También se controlan variables importantes como temperatura, velocidad de flujo y presión para disminuir estos factores de ensuciamiento y taponamiento, adicionalmente se ha recurrido a disminuir el rendimiento de aceite liviano de ciclo ALC para que el exceso rebose por los fondos disminuyendo la viscosidad del Slurry circulante por este sistema de tuberías y así mejorar el desempeño de los intercambiadores de calor.

El propósito principal de este proyecto es estudiar y analizar las variables termodinámicas de operación del sistema tales como temperatura y presión para evaluar el efecto de la composición de ALC en el Slurry teniendo en cuenta estas variables por medio de simulaciones del sistema de fondos en la herramienta Aspen HYSYS 8.0, los datos se tabularon y graficaron en Excel para el análisis de resultados, estas graficas se realizan en 2D Y 3D para visualizar mejor el comportamiento del hidrocarburo a diferentes temperaturas y presiones como también podemos observar las zonas de operación en el cual el factor de ensuciamiento se mantiene estable y las composiciones de ALC donde el coeficiente de ensuciamiento se mantiene en sus mínimos valores.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería Química, Director: Ing. Crisóstomo Barajas. Codirectores: Ing. Mariano Idárraga, Ing. Jáuregui Ballesteros

ABSTRACT

TITLE: STUDY OF THE EFFECT OF THE COMPOSITION OF THE MIXTURE SLURRY- LIGHT CYCLE OIL IN THE FOULLING'S FACTOR OF HEAT EXCHANGERS IN THE CRACKING CATALYTIC PROCESS. *

AUTHOR: ANDRÉS MAURICIO SANTOS**

KEY WORDS: Slurry, Foulling, Heat Exchanger, Cracking Catalitic.

CONTENTS:

On the UOPII, plant of catalytic cracking refinery Ecopetrol SA Barrancabermeja, fouling problems occurred in the heat exchangers fund system on the side of the pipes why design methodologies and operational analysis is implemented. Also important control variables such as temperature, flow rate and pressure to decrease these factors fouling and plugging, has resorted to further decrease the performance of L.C.O. light cycle oil to overflow the excess funds by lowering the viscosity of the slurry circulating this piping system and improve the performance of heat exchangers.

The main purpose of this Project is to study and analyze the thermodynamic system operating variables such as temperature and pressure to evaluate the effect of the composition of LCO in the Slurry considering these variables through simulations fund system in the Aspen HYSYS 8.0 tool, the data is tabulated and graphed in Excel for analysis of results, these graphics are done in 2D and 3D to better visualize the behavior of the oil at different temperatures and pressures can also observe areas of operation in which fouling factor is stable and compositions of LCO where fouling factor remains at its minimum.

* Project degree

** Physical-chemistry Engineering Faculty, Chemical Engineering School. Director: Ing.Crisostomo Barjas. Co-director: Ing.Mariano Idarraga

INTRODUCCIÓN

En la Refinería de ECOPETROL- Barrancabermeja, se procesa el crudo del petróleo proveniente de los diferentes pozos del país, el cual llega a la torre principal de destilación atmosférica generando productos de alto valor comercial, los fondos o pesados (crudo reducido)son transportados a la planta de ruptura catalítica UOP II.

La carga llega a un reactor de craqueo catalítico de lecho fluidizado FCC, donde entra en contacto con el catalizador y ocurre la reacción de cracking para convertir la corriente de carga de menor valor comercial en productos de mayor valor comercial y mayor demanda. La corriente de productos sale por la superficie del reactor e ingresan al fondo de la fraccionadora principal T-4201, para separar los productos por diferencia de temperatura de ebullición; siendo la cima la fracción más liviana (gases), en el fondo la fracción más pesada (Slurry) y por los laterales gasolina y aceite liviano de ciclo ALC.[1][2]

El slurry sale a altas temperaturas, el cual se aprovecha para generar vapor en los intercambiadores de calor E-4205 A/B de tipo KTL y para precalentar el alimento fresco de la FCC en los intercambiadores E-4204 A/B, de diseño Cabezal Flotante, en estos intercambiadores de calor se presentaron problemas de ensuciamiento y taponamiento en el lado de los tubos,[2]

Adicionalmente, se ha recurrido a disminuir el rendimiento de aceite liviano de ciclo ALC. El ajuste consiste en sacar menor producción de ALC, dejando que el excedente rebose al fondo de la fraccionadora con lo cual se aumenta la gravedad °API del slurry. Al aumentar el °API se disminuye la viscosidad y se mejora la circulación del sistema de fondos.[3]

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto de la composición de la mezcla SLURRY – Aceite Liviano de Ciclo en el factor de ensuciamiento de los intercambiadores de calor del sistema de fondos de la UOPII de la refinería de Ecopetrol.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar operacionalmente el sistema de fondos en el proceso de fraccionamiento catalítico.
- Simular el sistema de fondos de un proceso de fraccionamiento catalítico.
- Evaluar el efecto de la composición de la mezcla SLURRY-ALC y las variables termodinámicas en el desempeño de los intercambiadores de calor del sistema de fondos [4]

2. MARCO TEÓRICO

2.1 INTERCAMBIADORES DE CALOR, CARCASA Y TUBOS

El intercambiador de calor de carcasa y tubos es un sistema de no quema, que consta de dos cámaras de presión separadas (cámara de depósito y la cámara de tubo). Separados por la pared externa del tubo, en ambos medios el flujo se rodea uno al otro con tal alineación que, si hay una diferencia de temperatura, se intercambian mutuamente el calor sin mezclar en el proceso.[5], [6],

Un medio fluye por de la cámara de carcasa y el segundo medio fluye a través de la cámara de tubo. El flujo a través de la cámara de la cáscara es controlado por deflectores de tal forma que exista gran cantidad de flujo cruzado a los tubos como sea posible. La forma y el espaciado de los deflectores, están adaptados para el uso operacional pertinente. Dependiendo de la eficacia, la velocidad y la pérdida de presión del flujo a través de la cámara del tubo se efectúa mediante un solo paso o múltiples pasos. la cantidad de calor de entrada es la misma que la cantidad de calor de salida. [6], [7]

Sin embargo, un intercambio de calor eficaz sólo puede tener lugar si la diferencia de temperatura es suficiente. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura, menor será la superficie de transferencia de calor requerida.[5]. [6],

2.2 PROBLEMAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO EN LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR

Los principales problemas que afectan el rendimiento son generalmente debido a una de las siguientes:

- Ensuciamiento

- Vibraciones del tubo
- Fuga
- Zonas muerta

2.3 VIBRACIONES DEL TUBO

Problema que surge con frecuencia en el uso de intercambiadores de calor es el daño de la vibración del tubo. La vibración del tubo es más intensa y el daño es más probable que ocurra en las implementaciones de flujo cruzado donde el flujo de fluidos es perpendicular a los tubos, aunque los daños por vibración también puede ocurrir en flujo no cruzado (es decir, axial), sucediendo en el caso de muy altas velocidades de fluido. La vibración puede ser eliminada mediante la reducción de velocidad, disminuyendo el lapso no soportado o, en algunos casos, alterando el método de fijación o el fijar los extremos del tramo no soportado.

2.4 FILTRACIONES

A veces, el fluido del lado del tubo puede filtrarse al lado de la carcasa o viceversa, este problema puede causar enormes pérdidas de producción.

Las fugas pueden desarrollarse en las juntas del tubo en las placas de separación de los tubos, debido a la expansión térmica diferencial entre los tubos y las juntas de la placa de tubos que se sobrecarga de las articulaciones. O bien, el ciclo térmico causado por paradas frecuentes o la operación por lotes del proceso puede provocar que los tubos se aflojen en los orificios de las placas del tubo. Cabezas flotantes o intercambiadores de doblado en U serían considerados en primer lugar para este tipo de problema. Si se requiere una unidad de placa tubular fija, se especificará una junta de dilatación. Un intercambiador que se cicla térmicamente dos o tres veces al día requerirá una construcción mecánica superior, tal como la soldadura de tubos de fuerza a la placa de tubos, la

inspección completa de las soldaduras de concha y de canal durante la fabricación. La soldadura de los tubos a las placas tubulares no garantiza que una fuga no se producirá, el fracaso a veces de la soldadura es debido a la porosidad en estas o simplemente un tubo mal soldado la placa puede causar una fuga. El uso de hojas de doble tubo para minimizar las posibilidades de fugas entre el lado del tubo y el lado de la carcasa puede ser una buena solución para el problema. [6], [7]

2.5 ZONAS MUERTAS

Las áreas que tienen el flujo existente mínimo o incluso inexistente y por lo general producen deficiente transferencia de calor y pueden conducir finalmente a ensuciamiento excesivo. Existentes intercambiadores de calor de carcasa y tubo, tienen este problema ya que por lo general deben utilizar deflectores para mantener la transferencia de calor requerida. Estas zonas muertas generalmente conducen a ensuciamiento excesivo. Otros tipos de intercambiadores de calor pueden o no emplear deflectores. Si lo hacen, existe el mismo problema de aumento de incrustaciones. Además, en intercambiadores de calor equipados con deflectores, por ejemplo, la implementación de flujo cruzado da como resultado en el problema adicional de daño potencial a los tubos como resultado de la vibración inducida por el flujo. En el caso de estos daños, los procesos a menudo deben ser interrumpidos o cerrados con el fin de realizar costosos y lentos reparaciones en el dispositivo.. [6], [7]

2.6 ENSUCIAMIENTO

Esto se puede definir generalmente como la precipitación de material no deseado dentro del intercambiador de calor en el tiempo que obstaculizan el rendimiento.

Los principales tipos de ensuciamiento encontrado en intercambiadores de calor de proceso incluyen:

- Incrustaciones de partículas: Ensuciamiento particulado, puede ser definido como la acumulación de partículas en suspensión en el proceso de transmisión sobre las superficies de transferencia de calor. Este tipo de ensuciamiento incluye sedimentación por gravitación así como la deposición de partículas coloidales por otros mecanismos de deposición sobre las superficies de transferencia de calor.[4]
- Ensuciamiento por Corrosión: La corrosión es el ensuciamiento debido a la deposición de productos de corrosión en las superficies de transferencia de calor. En esta categoría de ensuciamiento, el material de la superficie de transferencia de calor en sí reacciona para producir productos de corrosión, el cual afecta la superficie de transferencia de calor. Las formas más comunes de este tipo de ensuciamiento son la pérdida de material debido al adelgazamiento general, óxido de hierro en tubos de acero de carbono en los sistemas de agua de refrigeración, el ensuciamiento del tubo del radiador soldado termina en el lado del agua por la corrosión floración soldadura.
- Ensuciamiento biológico: La unión de los microorganismos (bacterias, algas y hongos) y macro organismos (peces, esponjas, peces, algas, etc.) en las superficies de transferencia de calor que se utiliza el agua como refrigeración en condiciones naturales siendo esta extraída de ríos, lagos, el mar como aguas costeras, etc., que comúnmente se conoce como ensuciamiento biológico. En contacto con superficies de transferencia de calor, estos organismos pueden adjuntar y reproducirse, a veces obstruyen por completo los pasos de fluido, así como atrapando limo u otros sólidos en suspensión y dando lugar a depósitos de la corrosión. La concentración de microorganismos

en sistemas de agua de refrigeración puede ser relativamente baja antes de iniciar los problemas de la contaminación biológica.

- **Ensuciamiento por Cristalización:** Este tipo de ensuciamiento tiene lugar principalmente en los sistemas de agua de refrigeración, cuando las sales solubles en agua, predominantemente carbonatos de calcio, se sobresaturan y cristalizan en la pared del tubo para formar la escala. Dicha escala se debe a que muchas de las sales disueltas por los efectos de solubilidad inversa, una condición en la que revierte la solubilidad normal con el aumento de la temperatura como también si disminuye la temperatura. Por lo tanto una solución de solubilidad inversa cristalizará cuando se calienta (por ejemplo, agua de refrigeración), mientras que las sales normales de solubilidad cristalizarán cuando se enfría.
- **Ensuciamiento por Reacción Química:** Los depósitos formados por las reacciones químicas en la superficie de transferencia de calor, el material de la superficie en sí no es un reactivo, se conoce como ensuciamiento por reacción química. La polimerización, agrietamiento y generación de coque de hidrocarburo, estos son los principales ejemplos de ensuciamiento de reacción.
- **Ensuciamiento por congelación:** La congelación de un líquido o de los componentes de mayor punto de fusión de una solución multicomponente sobre una superficie de transferencia de calor sub-enfriado se conoce como ensuciamiento por solidificación. Ejemplos notables incluyen glaseado de humedad en el aire, el congelamiento del agua de enfriamiento en los procesos de baja temperatura, y la cera de parafina deposición durante el enfriamiento de las corrientes de hidrocarburos. [6], [7]

En el caso de la corrosión, las superficies del intercambiador de calor pueden llegar a ser corroída como resultado de la interacción entre los fluidos de proceso

y los materiales utilizados en la construcción del intercambiador de calor. La situación se agrava aún más debido al hecho de que varios tipos de ensuciamiento pueden interactuar entre sí para causar aún más el ensuciamiento. El ensuciamiento puede de hecho resultar de una resistencia adicional con respecto a la transferencia de calor y por lo tanto una disminución del rendimiento con respecto a la transferencia de calor. Las incrustaciones también causan un aumento de la caída de presión en conexión con el fluido que fluye en el interior del intercambiador.

Para mejorar el rendimiento de los intercambiadores de calor que presentan ensuciamiento requiere que los tubos sean limpiados periódicamente. Los procedimientos de limpieza de carcasa y tubos en los intercambiadores de calor se realizan fuera de línea, la eligen con más frecuencia y el método más rápido es la limpieza mecánica. Entre estos métodos fuera de línea se encuentra el uso de agua a muy alta presión, ya que el chorro sólo se puede mover a lo largo del tubo lentamente, el tiempo necesario para limpiar un intercambiador de calor puede llegar a ser extendido y no es conveniente. Los productos químicos también se utilizan para la limpieza fuera de línea de tubos del intercambiador de calor. Varios productos ligeramente ácidos están disponibles y eliminan más depósitos que la mayoría de otros métodos; pero es costoso y toma más tiempo para que la operación se complete, la posterior eliminación de los productos químicos son un peligro ambiental. . [6], [7]

2.7 FACTOR DE ENSUCIAMIENTO

El ensuciamiento es una capa que supone una resistencia adicional al flujo de calor y, por tanto, una disminución de sus prestaciones. El efecto global se representa generalmente mediante un factor de suciedad, o resistencia de suciedad, R_f , que debe incluirse junto con las otras resistencias térmicas para obtener el coeficiente global de transferencia de calor. Los factores de suciedad se

tienen que obtener experimentalmente, mediante la determinación de los valores de U del intercambio de calor tanto en condiciones de limpieza como de suciedad. El factor de suciedad se define entonces:

$$R_f = \frac{1}{U_{sucio}} - \frac{1}{U_{limpio}}$$

Donde Rf es el factor de ensuciamiento, U es el factor de transferencia de calor sucio y limpio. Estos factores de ensuciamiento, Rf, son resistencias térmicas “unitarias” y por lo tanto, cuando vayan a emplearse hay que tener en cuenta el tamaño del área superficial. Debido a que tanto las superficies calientes como las frías pueden ensuciarse, debemos modificar la ecuación del coeficiente global de transmisión según la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{U_{sucia}} = \frac{1}{U_{limpio}} + R_{sf} + \frac{A_f}{A_c} R_{e_s}$$

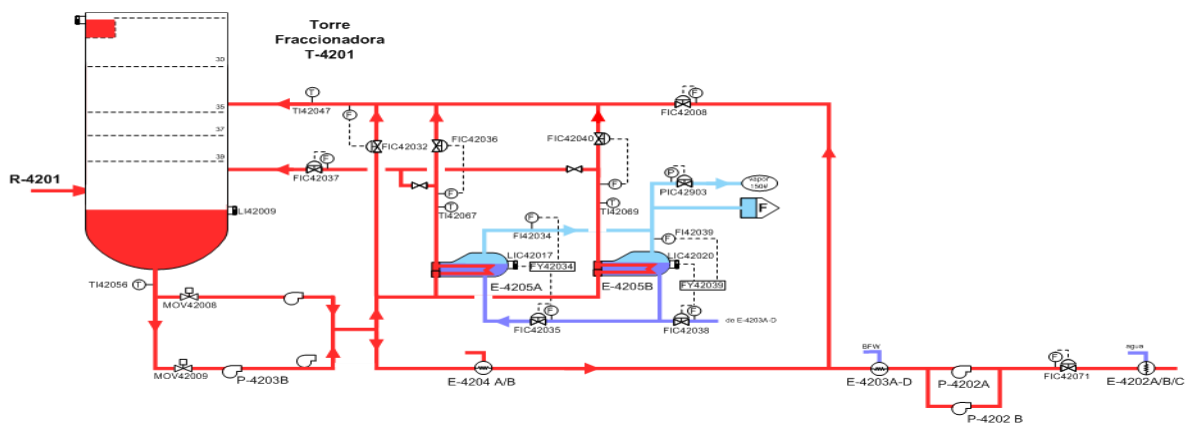
Donde Rsf es el factor de ensuciamiento en y Re,s es el Reynolds en estas condiciones suciedad.[6]

3. METODOLOGÍA

3.1 ANÁLISIS OPERACIONAL DEL SISTEMA DE FONDOS DE UOP II

En el proceso de fraccionamiento catalítico (FCC), se tiene una batería de calentamiento para generar vapor en los intercambiadores de calor E-4205 A/B y para precalentar el alimento fresco de la FCC en los intercambiadores E-4204 A/B, en estos intercambiadores de calor se presentaron problemas de ensuciamiento y taponamiento en el lado de los tubos como se muestra en la gráfica 1.

Gráfica 1. -Sistema de fondos de la fraccionadora principal de la unidad de cracking catalítico fluidizado (FCC) UOP II



Estos intercambiadores se intervienen cada dos años para realizar limpieza mecánica, en el proceso de limpieza se ha encontrado en los tubos material depositado con características de carbón de diferentes tamaños y formas. Una vez realizado el mantenimiento a los intercambiadores, la planta retorna a su operación normal, llevando la carga a sus valores de diseño, manteniendo condiciones estables de temperatura y nivel en la fraccionadora principal T-4201.

Los intercambiadores E-4204A/B y E-4205A/B están diseñados para retirar aproximadamente el 29% del calor generado en el proceso de FCC. Para el lado de los tubos se dispone de la información contenida en la siguiente tabla.

Tabla 1. -Información de diseño de los Intercambiadores- Lado Tubos

DATOS DE LOS INTERCAMBIADORES - LADO TUBOS			
Variables	E4204A/B	E4205A/B	Unidades
Temperatura de operación	360	360	°C
	680	680	°F
Presión de operación	613634	612254	Pa
	89	88,8	Psig
Número de tubos	544	320	Tubos
Transferencia de calor	17380,55	10502,77	kJ/s
	59.3	35.84	MMBtu/h
Factor de ensuciamiento	0.0198	0.0113	m ² K/W
	0.0035	0.002	pie ² .h.F/Btu
Área por unidad	513	151.1	m ²
	5522	1626	pies ²
Diámetro externo del tubo	0,0254	0,0254	M
	1	1	pulg.
Flujo total	(69,27)	(59,24)	kg/s
	549849	470200	lb/h
Tipo de intercambiador	1 - 4 cabezal flotante	1 - 6 Kettle	Carcasa y Tubo

Fuente: Data Sheet de los intercambiadores

Sin embargo, se ha identificado que durante la operación de la unidad, la corriente de slurry circulante y la corriente de slurry producto disminuyen por aumento de la caída de presión por el lado de los tubos de los intercambiadores E-4204A/B y los intercambiadores E-4205A/B, ocasionando un aumento en la temperatura y en el

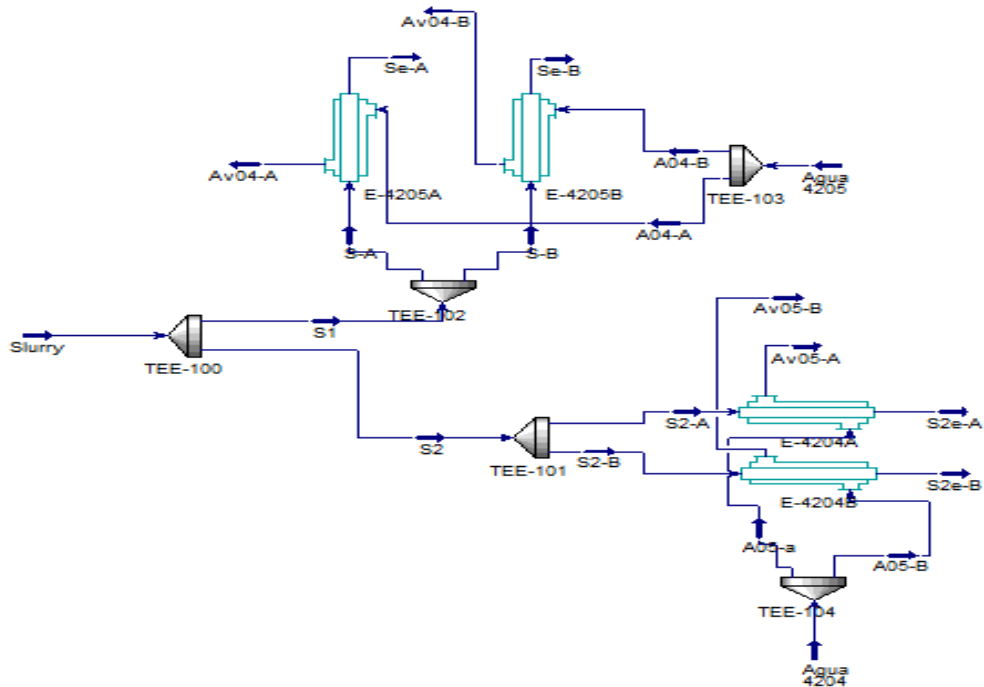
nivel del fondo de la fraccionadora principal. La condición de aumento de temperatura y aumento de nivel en el fondo de la fraccionadora principal T-4201 genera disminución en la carga a la unidad de FCC para mantener las variables dentro de rangos seguros de operación que no afecten la estabilidad y la integridad del proceso. La disminución de carga a la FCC tiene impacto directo sobre el margen de la refinería, por lo cual es una situación no deseada.

3.2 SIMULACIÓN INICIAL DEL SISTEMA DE FONDOS DE LA UOPII

Para la evaluación del coeficiente de ensuciamiento en el sistema de la UOPII se optó por una simulación en el programa Aspen Hysys de Hyprotech la versión 8.0, en la cual se simuló los cuatro intercambiadores de calor, teniendo en cuenta el diseño de estos y las condiciones de diseño de los intercambiadores en operación, sin cambiar en ningún detalle en cuanto a estructura básica de los equipos. Como se vio en la Tabla 1, los factores de diseño en los tubos donde sucede el ensuciamiento, se llevó a cabo las mismas condiciones con todas las características técnicas del caso.

Al final de la simulación se obtuvo la gráfica 2, el sistema de los cuatro intercambiadores que retiran calor del slurry proveniente de la torre de destilación, que será reciclado a la torre después del paso por los intercambiadores E-4205A/B y el otro flujo enviados al FCC después de su paso por los intercambiadores de calor E-4204A/B, esta sería la simulación inicial. Anexos A y B.

Gráfica 2. -Simulación inicial de intercambiadores



Para encontrar la relación con los valores obtenidos de la simulación se realiza una tabla de cálculos en Excel, por medio de la ecuación del factor de ensuciamiento, obteniendo un error mínimo del coeficiente de ensuciamiento inicial, que tiene el valor 1,39 según el diseño inicial, y obtenemos un valor de 1,3902 en los equipos E-4205A/B de igual manera 1,3757 en los equipos E-4204A/B dándonos una simulación aproximada al valor real. Tal como observamos en la Tabla 2:

Tabla 2. -Cálculos de Coeficientes de Ensuciamiento

E4205 A/B										
entrada de ACL(% de flujo en torre)	0									
Temperatura(F)	680									
Presion(psig)	89		119		149		179		209	
Cp/Cv	1	1	1	1	1	1	1,17	1	1,17	1
Kinematic Viscosity [m2/s]	0,338389	0,526012	0,338411	0,526079	0,338325	0,526159	0,338249	0,526253	0,338185	0,526361
Mass Density [kg/m3]	629	691,59	629	692	629,69	692	630	693	631	693
Thermal Conductivity [W/m-K]	0,0821635	0,0906944	0,0821635	0,0906985	0,0821635	0,0907026	0,0821635	0,0907065	0,0821635	0,0907103
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	280	280	2,80E+02	2,80E+02	2,80E+02	2,80E+02	2,80E+02	2,80E+02	2,80E+02	2,80E+02
ID [m]	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Area interna del tubo [m2]	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057
Velocidad del fluido(m/s)	386,185353	386,185353	386,185353	386,185353	386,185353	386,185353	386,185353	386,185353	386,185353	386,185353
Reynolds	14296525,91	14296525,91	14295054,07	14295054,07	14295153,29	14295153,29	14294855,64	14294855,64	14294128,13	15123895,1
Coeficiente de ensuciamiento	1,3923		1,2959		1,2981		1,2998		1,3392	
E4204 A/B										
entrada de ACL(% de flujo en torre)	0									
Temperatura(F)	680									
Presion(psig)	89		119		149		179		209	
Mass Density [kg/m3]	1	1	1	1	1	1	1	1	1,17	1
Kinematic Viscosity [m2/s]	0,338389	0,648157	0,338411	0,648337	0,338325	0,648531	0,338249	0,64874	0,338185	0,648961
Cp/Cv	629	714	629	714	629,69	715	630	715	631	715
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	0,0821635	0,0940951	0,0821635	0,0941005	0,0821635	0,0941056	0	0,0941107	0,0821635	0,0941156
Thermal Conductivity [W/m-K]	239	239	239	239	239	239	239	239	239	239
ID [m]	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Area interna del tubo [m2]	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057
Velocidad del fluido(m/s)	330,3001574	330,3001574	330,3001574	330,3001574	330,3001574	330,3001574	330,3001574	330,3001574	330,3001574	330,3001574
Reynolds	10713747,8	10713747,8	10711554,56	10711554,56	10710382,3	10710382,3	10708939,04	10708939,04	10707235,85	10707235,85
Coeficiente de ensuciamiento	1,3903		1,2944		1,2960		1,2976		1,2992	

Con los datos obtenidos, se realiza en esta simulación inicial un cambio de variables termodinámicas como temperatura y presión, en intervalos de 30 psi-g para la presión y 50°F en la temperatura, con una variación de 5 intervalos, para graficar la primera superficie de operación para la disminución del coeficiente de ensuciamiento.

3.3 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE FONDOS DE LA MEZCLA DE SLURRY Y ALC

Con la mezcla de slurry y ALC (Aceite Liviano de Ciclo) se realizan diferentes intervalos de mezcla, la simulación inicial se tomara como la etapa 0 del intervalo de mezcla, aumentando el porcentaje de ALC que se mezcla es del flujo destilado en la torre anterior al proceso y que podemos obtener como dato de la Tabla 3.

Tabla 3. -Distribución de productos por diseño de la FCC UOP II

RENDIMIENTOS DE PRODUCTOS EN LA FCC UOP II		
Corriente	Bpd – m³/h	%V
GLP (Gas licuado del petróleo)	8750 57,97	25%
Gasolina (Destilación C5 a 450°F).	17850 118,25	50%
ALC (Aceite liviano de ciclo, destilación 450°F a 650°F)	5950 39,42	15%
Slurry (Producto más pesado)	3500 23,19	10%

Fuente: Manual de diseño de la unidad

El flujo Inicial de slurry se mezclara con intervalos de porcentaje del flujo total de ALC destilado de la FCC del 20%, en un total de 5 intervalos, de esta manera se observó el comportamiento del coeficiente ante la introducción del nuevo componente dentro del sistema, y se realizaron los respectivos cálculos en Excel como en la simulación inicial, dándonos por consiguientes, que las variaciones totales dentro del sistema a evaluar vendrán dadas por las variables de porcentaje de mezcla de ALC, temperatura y presión, para poder determinar las mejores condiciones de estas variables en la operación real de la planta, dándonos las siguientes tablas para la variación de intervalos:

Tabla 4. -Esquema de cálculos para simulación con mezcla

E4205 A/B										
entrada de ACL(% de flujo en torre)	20									
Temperatura(F)	680									
Presion(psig)	89		119		149		179		209	
Mass Density [kg/m3]	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kinematic Viscosity [m2/s]	0,138596	0,218155	0,138571	0,218184	0,138514	0,218215	0,138465	0,218247	0,138424	0,218281
Cp/Cv	608	658	608	658,39	609	659	610	660	611	660
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	0,081711	0,0881024	0,081711	0,0881069	0,081711	0,0881113	0,081711	0,0881155	0,081711	0,0881196
Thermal Conductivity [W/m-K]	375	375	3,75E+02	3,75E+02	3,75E+02	3,75E+02	3,75E+02	3,75E+02	3,75E+02	3,75E+02
ID [m]	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Area interna del tubo [m2]	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057
Velocidad del fluido(m/s)	517,6198724	517,6198724	517,6198724	517,6198724	517,6198724	517,6198724	517,6198724	517,6198724	517,6198724	517,6198724
Reynolds	46429683,22	46429683,22	46429162,64	46429162,64	46432546,6	46432546,6	46434759,46	46434759,46	46435670,7	46435670,7
Coefficiente de ensuciamiento	0,8759		0,8175		0,8191		0,8207		0,8223	
E4204 A/B										
entrada de ACL(% de flujo en torre)	20									
Temperatura(F)	680									
Presion(psig)	89		119		149		179		209	
Mass Density [kg/m3]	1,01	1	1	1	1	1	1	1,16	1	1,16
Kinematic Viscosity [m2/s]	0,138596	0,259472	0,138571	0,259541	0,138514	0,25961	0,138465	0,259681	0,138424	0,259753
Cp/Cv	608	675	608	676	609	676	610	677	611	677
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	0,081711	0,0905768	0,081711	0,0905826	0,081711	0,0905881	0,081711	0,0905935	0,081711	0,0905988
Thermal Conductivity [W/m-K]	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
ID [m]	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Area interna del tubo [m2]	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057	0,000201057
Velocidad del fluido(m/s)	442,7143681	442,7143681	442,7143681	442,7143681	442,7143681	442,7143681	442,7143681	442,7143681	442,7143681	442,7143681
Reynolds	35589044,53	35589044,53	35585111,17	35585111,17	35584038,59	35584038,59	35582072,35	35582072,35	35579302,12	35579302,12
Coefficiente de ensuciamiento	0,8680		0,8104		0,8117		0,8136		0,8148	

4. ANÁLISIS DE DATOS

4.1 ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN INICIAL SIN MEZCLA DE ALC

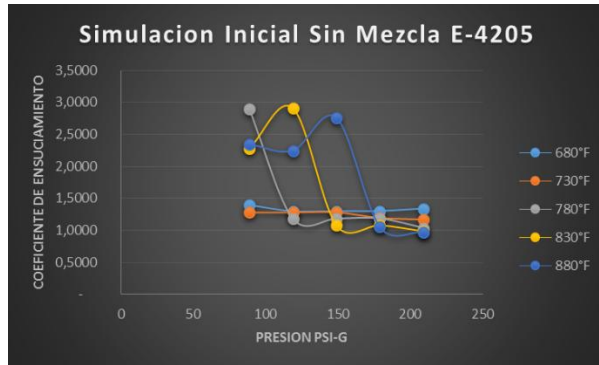
Para la evaluación de la variación de coeficiente de ensuciamiento dentro de los parámetros establecidos en la metodología debemos evaluar dos sistemas, los cuales son dos tipos de intercambiadores, ya que su transferencia de calor son diferentes y sus diseños por consiguiente también tienen diferencias sustanciales, podemos decir que se evaluará los datos de los E-4205A/B para el reciclo de slurry a la FCC y E-4204A/B para la salida de slurry del sistema de la FCC. Como se quiere mirar el crecimiento del factor de ensuciamiento en un estado estable, se realizó la suposición que los tubos dentro del intercambiador de calor no presentan ningún ensuciamiento anterior, eso quiere decir que tomaremos la premisa que los tubos son nuevos y no se ha transitado un flujo de slurry por ellos anteriormente.

4.1.1 Análisis de la simulación inicial sin mezcla de ALC para los equipos E-4205A/B. Los intervalos de variación de temperatura y los de presión nos da diferentes interpretaciones para analizar, la más representativa se da cuando se mira cada intervalo de temperatura y se le realiza su gráfica de presión Vs el coeficiente de ensuciamiento, podemos observar el comportamiento del flujo de slurry cuando se empiezan a alcanzar temperaturas elevadas y sus componentes alcanzan puntos de ebullición donde empiezan a presentarse variaciones considerables dentro del comportamiento en el ensuciamiento de los intercambiadores de calor, las más representativas se podrían observar en los intervalos de 830°F y 880°F, aunque ese comportamiento tiene presencia en el intervalo 780°F, no está tan pronunciado como en los intervalos siguientes de temperatura.

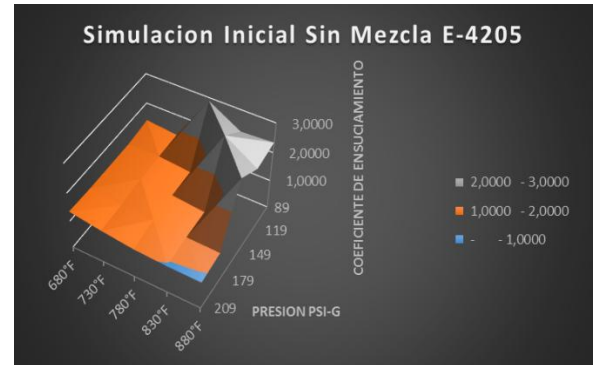
Cuando realizamos una gráfica de los datos en forma de plano, podemos observar la zona estable de operación, en donde el ensuciamiento se ve disminuido pero no

de manera significativa, pero una zona en donde a alta temperatura y presiones altas podemos observar una disminución considerable del ensuciamiento.

Gráfica 3. -Simulación Inicial Sin Mezcla E-4205

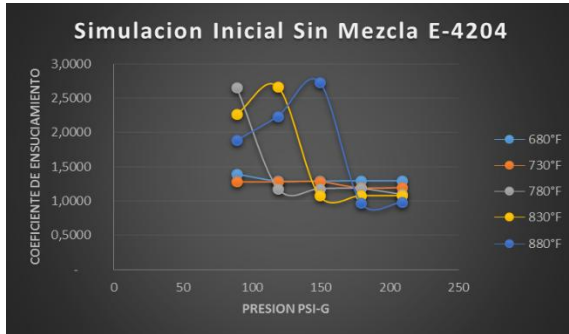


Gráfica 4. -Simulación inicial sin mezcla E-4205 en forma de plano

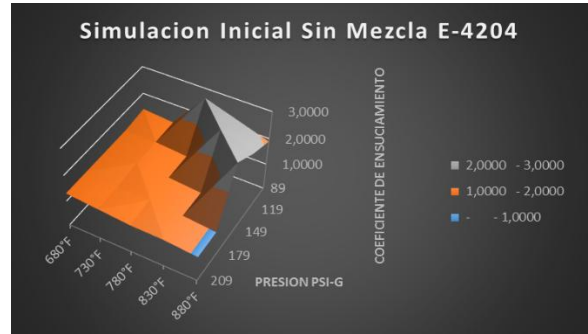


4.1.2 Análisis de la simulación inicial sin mezcla de ALC para los equipos E-4204A/B. Se pudo observar un comportamiento similar del coeficiente de ensuciamiento, donde disminuía al aumento de temperatura y tendía a ser más estable a mayor presión, pero mostrando en los mismos intervalos mencionados para el intercambiador anterior, donde el flujo de slurry presenta un comportamiento de mayor movimiento y mayor ensuciamiento por consiguiente, dándonos a entender que a mayor temperatura el slurry debe ser manejado a alta presión, para poder tener un ensuciamiento en el menor valor.

Gráfica 5. -Simulación Inicial Sin Mezcla E-4204



Gráfica 6. -Simulación inicial sin mezcla E-4204 en forma de plano



Cuando se grafica los planos de variación del coeficiente de ensuciamiento, se puede determinar la zona donde se podría operar antes del comportamiento caótico del slurry que lleva a un ensuciamiento excesivo, pero la zona de operación no disminuye el ensuciamiento considerablemente.

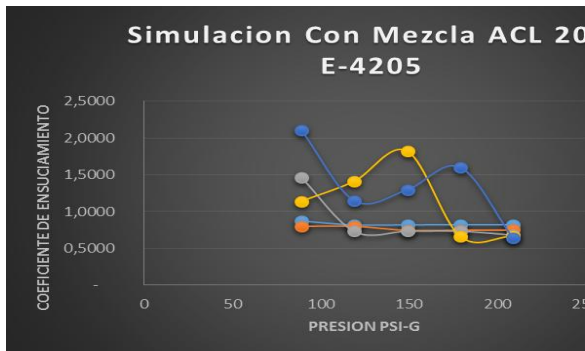
4.2 ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN CON MEZCLA DE ALC

En esta simulación se tiene como base la simulación inicial, pero en esta consideramos la mezcla en el flujo de entrada del sistema de ALC, lo que nos da un flujo de mezcla, donde es una mezcla homogénea, no presenta fases y es estable.

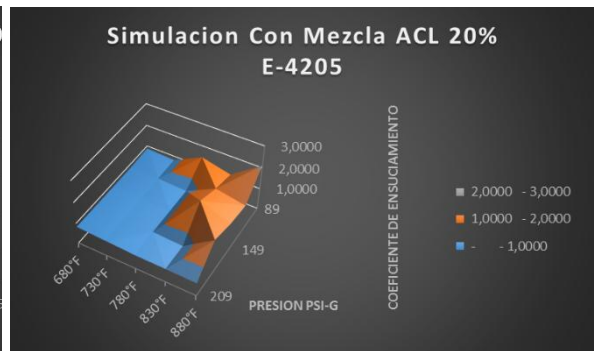
4.2.1 Análisis de la simulación con mezcla de ALC en intervalos. Ante las condiciones anteriormente mencionadas, se realizó un ciclo de simulaciones con intervalos de mezcla del flujo de ALC previamente destilado, ese flujo total de destilación será al cual se le retiró el porcentaje a mezclar de su flujo volumétrico. En estos casos también se observara la variación de temperatura y presión, para cada porcentaje de flujo de ALC.

4.2.1.1 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 20% E-4205A/B

Gráfica 7. -Simulación con Mezcla ALC 20% E-4205



Gráfica 8. -Simulación con Mezcla ALC 20% E-4205 en forma de plano



Se observó un comportamiento similar al de la simulación inicial sin mezcla de ALC, pero con la diferencia que la presencia del flujo caótico, se ve a menor temperatura una afectación del fluido dentro del sistema, debido a que tenemos componentes más volátiles, pero aun en menor cantidad que el de los componentes de volatilidad más alta. Se da una disminución significativa del coeficiente de ensuciamiento del 25% al 30%, debido a la mejora en la disminución de la viscosidad del flujo de Slurry.

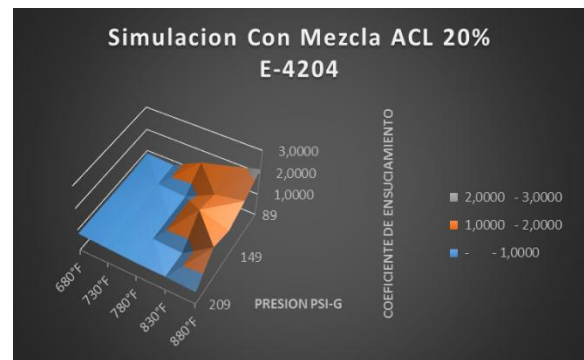
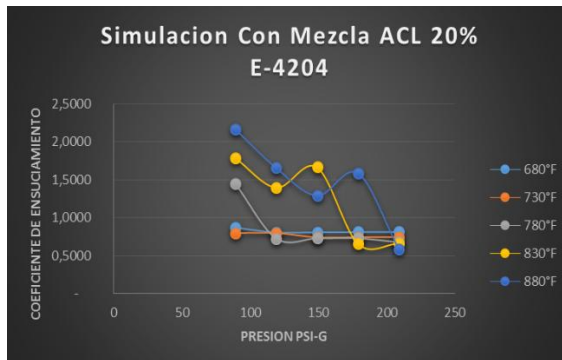
En este intercambiador se nota un incremento de la zona inestable donde el ensuciamiento aumenta su valor y no es conveniente, pero demostrando que la mezcla de ALC puede ser pertinente para la disminución del ensuciamiento del sistema.

4.2.1.2 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 20% E-4204A/B. En este intercambiador podemos observar la tendencia del comportamiento del ensuciamiento, en valores de temperatura elevados de manera más conveniente que en el anterior intercambiador, demostrando que su diseño puede estar mejor

adecuado para el intercambio de calor del slurry, pero manteniendo el mismo patrón de datos que el anterior intercambiador de calor.

Gráfica 9. -Simulación con Mezcla ALC 20% E-4204

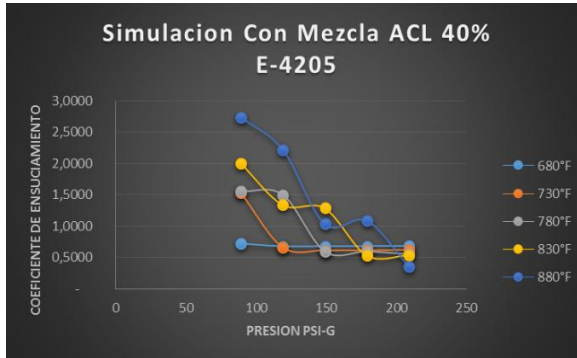
Gráfica 10. -Simulación con Mezcla ALC 20% E-4204 en forma de plano



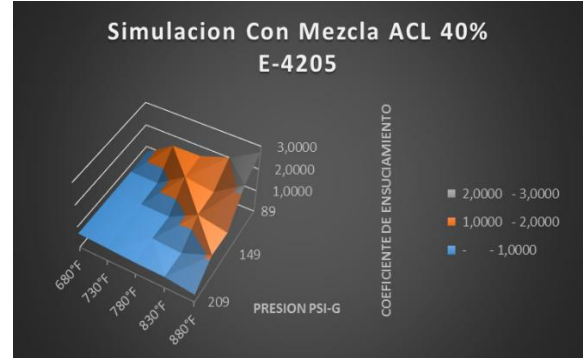
Podemos observar una zona clara de operación con una disminución considerable del ensuciamiento, y con una línea más clara para no alcanzar la zona de comportamiento caótico y por consiguiente donde el ensuciamiento es más elevado.

4.2.1.3 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 40% E-4205A/B. Se nota una disminución más favorable del ensuciamiento, pero también que la zona de operación del intercambiador disminuyó considerablemente y es que se nota que el aumento de material volátil en el flujo va aumentando la zona del ensuciamiento donde el comportamiento caótico del flujo no es conveniente para la operación.

Gráfica 11. -Simulación con Mezcla ALC 40% E-4205



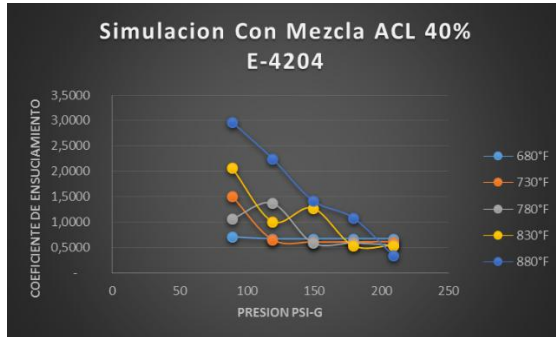
Gráfica 12. -Simulación con Mezcla ALC 40% E-4205 en forma de plano



La zona de operación se puede notar claramente y podríamos decir que los valores de temperatura elevada son menos recomendables y las zonas de alta presión serían las más recomendables para la operación respecto a la disminución de ensuciamiento.

4.2.1.4 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 40% E-4204A/B. Se observó que el diseño del E-4204 es más adecuado para la operación que se lleva a cabo sus valores son estables y dando mejores zonas de operación mejor definidas y que llevarían a un mejor control del ensuciamiento en el sistema, pero al igual que en el equipo anterior la zona de operación se vio disminuida considerablemente.

Gráfica 13. -Simulación con Mezcla ALC 40% E-4204

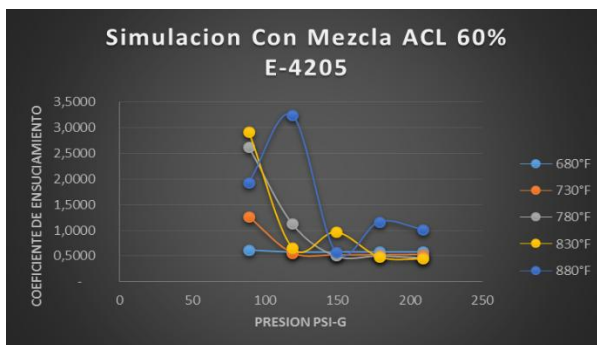


Gráfica 14. -Simulación con Mezcla ALC 40% E-4204 en forma de plano

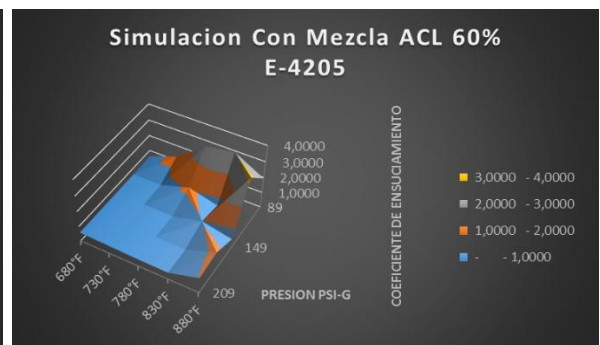


4.2.1.5 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 60% E-4205A/B. Al aumentar el contenido de material más volátil a temperaturas altas podemos observar de igual manera el aumento del comportamiento caótico del flujo, llevando a valores de ensuciamiento muy altos, con temperaturas altas y presiones bajas se podría decir que tendríamos que descartarlas completamente.

Gráfica 15. -Simulación con Mezcla ALC 60% E-4205



Gráfica 16. -Simulación con Mezcla ALC 60% E-4205 en forma de plano



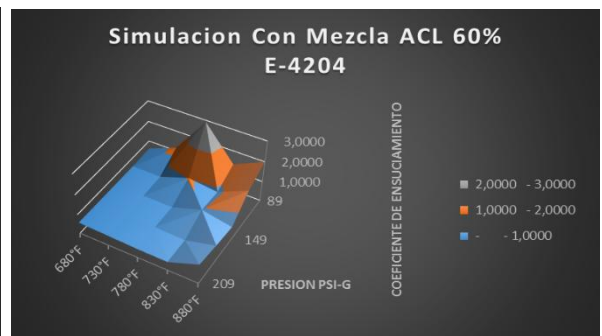
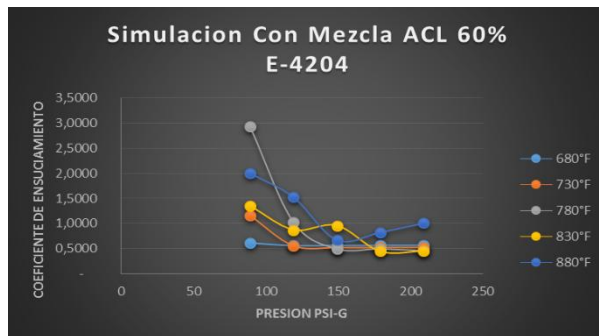
La zona de operación donde el ensuciamiento es menor se mantuvo constante aun así se nota que el material volátil empieza a afectar aun a temperaturas desde los 730°F, lo que conlleva a que se pueda decir que el material volátil no están

conveniente pues su disminución de la zona de operación, por un bajo nivel de ensuciamiento no es viable.

4.2.1.6 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 60% E-4204A/B.

Gráfica 17. -Simulación con Mezcla ALC 60% E-4204

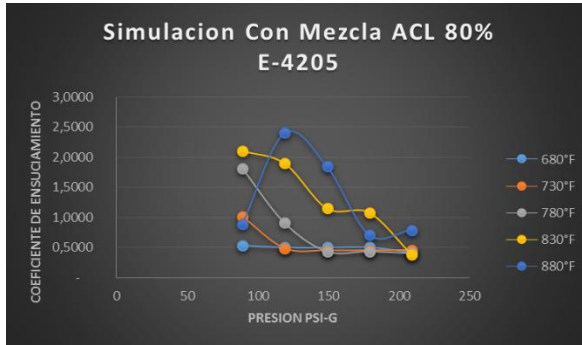
Gráfica 18. -Simulación con Mezcla ALC 60% E-4204 en forma de plano



El E-4204 demuestra ser el intercambiador de más estabilidad con respecto a los valores de ensuciamiento, mostrando que los valores de ensuciamiento se afectan claramente por los contenidos volátiles y su tendencia a causar un flujo más caótico con mayor ensuciamiento.

4.2.1.7 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 80% E-4205A/B. Para este intervalo de aumento de volátiles no se observa una disminución bastante considerable en los valores de ensuciamiento, pero si se nota la afectación de la zona de operación, que podemos observar es cada vez más pequeña, pero llevándonos a la conclusión que las mejores alternativas podrían decirse que son las temperaturas bajas y presiones altas.

Gráfica 19. -Simulación con Mezcla ALC 80% E-4205



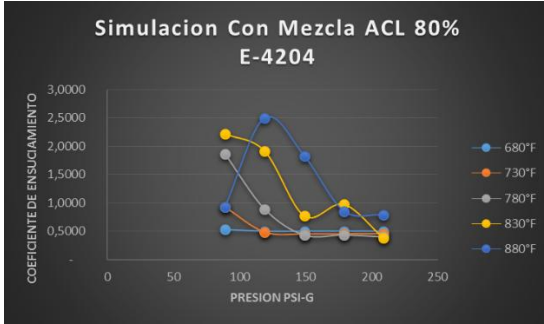
Gráfica 20. -Simulación con Mezcla ALC 80% E-4205 en forma de plano



La zona caótica de ensuciamiento se ve cada vez más estable al aumento de materiales volátiles en el flujo lo que nos lleva que no es tan conveniente las mezclas altas del material más volátil como el ALC, ya que lleva a disminuir considerablemente la zona donde el ensuciamiento es estable.

4.2.1.8 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 80% E-4204A/B. Las gráficas del E-4204 nos hace corroborar el análisis de los datos del E-4205, se nota una zona menor de operación donde el valor de ensuciamiento sea estable, además que el comportamiento del flujo caótico se ve con mayor zona en los datos, dándonos a entender que los volátiles son los que llevan a ese tipo de flujo donde el ensuciamiento es aún mayor.

Gráfica 21. -Simulación con Mezcla ALC 80% E-4204

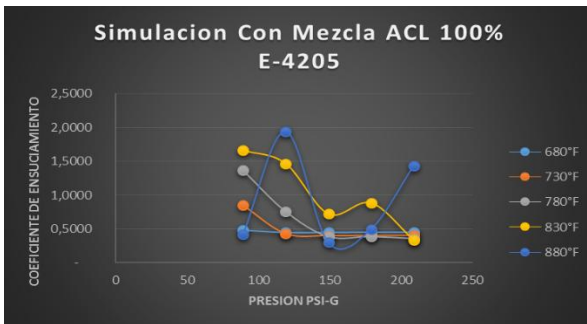


Gráfica 22. -Simulación con Mezcla ALC 80% E-4204 en forma de plano



4.2.1.9 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 100% E-4205A/B. Para un flujo de mezcla total de volátiles al 100%, se puede observar que las tendencias del flujo caótico podría ser sinusoidal, lo que daría unas zonas dentro de este flujo caótico donde los valores de ensuciamiento se ven más bajos, pero no considerablemente que en la zona estable, esto nos da a entender que sería un flujo difícilmente controlable y que es mejor descartar la idea de operar en esas zonas ya que para acceder a la zona donde la presión es ideal, sería difícilmente controlada dentro del intercambiador de calor.

Gráfica 23. -Simulación con Mezcla ALC 100% E-4205

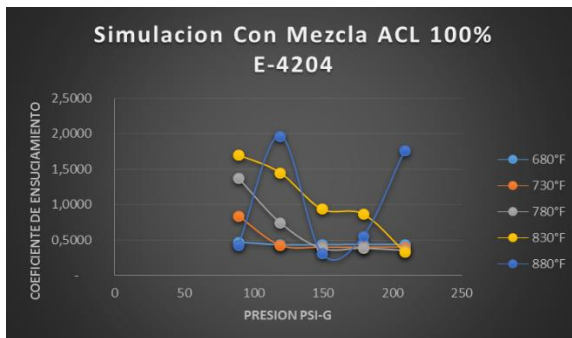


Gráfica 24. -Simulación con Mezcla ALC 100% E-4205 en forma de plano

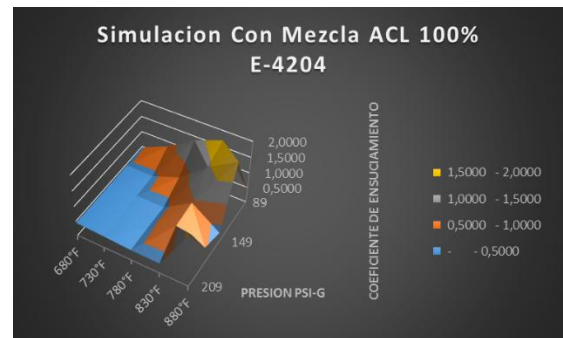


4.2.1.10 Análisis de la simulación con mezcla de ALC 100% E-4204A/B. Con el E-4204 con los datos de ensuciamiento más estables y que su diseño se adecua mejor para el intercambio de calor, que la zona donde el flujo caótico, disminuye menor al de zona de operación estable, tiende a ser menor aun y que ante una pérdida de presión alta podría llevarnos a un ensuciamiento más alto.

Gráfica 25. -Simulación con Mezcla ALC 100% E-4204



Gráfica 26. -Simulación con Mezcla ALC 100% E-4204 en forma de plano



Respecto a la cantidad de material volátil vemos que ante una mayor concentración, la zona de operación estable de ensuciamiento disminuye limitándonos completamente a temperaturas de 680°F y presiones de 209 psi-g, no es favorable la inclusión total de tanto material volátil ya que el coeficiente de ensuciamiento no disminuye de la misma manera ante la mezcla con el material volátil.

5. CONCLUSIONES

Evaluando los diferentes cambios presentados en los intervalos de mezcla de ALC, es viable pensar en la mezcla de este flujo, pero el problema proviene en la cantidad a agregar al flujo de slurry, pues entre más alto es difícil de operar el sistema y se necesitan valores altos de presión y temperatura, se hace imposible operar pues no mejorarían el proceso si no al contrario crearían más ensuciamiento.

En todos los casos de mezcla se presentó una zona donde el ensuciamiento se incrementaba a valores muy altos, podríamos decir que esta zona se crea debido a la evaporación de los materiales más volátiles presentes en el flujo, estos al evaporarse forman un flujo líquido vapor volviendo más difícil el arrastre de materiales densos que crean el ensuciamiento, por consiguiente es recomendable no operar los equipos en esa zona de operación.

El equipo E-4204 tiene una mejor interacción de los datos, lo que hace pensar que su diseño es más adecuado para el fluido que está llevando por los tubos, mientras que el sistema E-4205 aunque sus datos no varían muchos son más arbitrarios y su tendencia demuestra que no es adecuado para ese intercambio de calor.

La mejor condición de operación para ambos equipos, se presenta en la simulación de mezcla de 40% y 60%, siendo más factible la mezcla del 40%, reduciendo el ensuciamiento en casi el 50%, lo que hará menos taponamientos y mejor tiempo de trabajo, reduciendo los costos de mantenimiento.

En variables la temperatura se nota que manejar este efluente en 680°F a 730°F, dará buenos resultados de operación si se da en la mezcla de 40% de ALC, ya que es la mejor zona de operación respecto al ensuciamiento, esto reduciría el

costo de implementar un sistema de calentamiento para la mezcla, ya que se mantendría a la temperatura con la que se está operando actualmente. Y con la variable de presión podría manejarse un intervalo 119 a 149 psi-g, donde es más estable el valor de ensuciamiento.

6. CITAS BIBLIOGRÁFICAS


- [1] E. S.A., “Manual de Descripción del Proceso de la Unidad URC/URU/UREE,” vol. 2, 2007.
- [2] C. Catalítico, F. Fcc, R. Villamizar, G. Cemos, U. I. De Santander, C. Agudelo, G. Automatización, E. Instituto, and P. Icp, “PCA y lógica fuzzy para la detección de eventos anormales de operación , en una planta de.”
- [3] X. Lan, C. Xu, G. Wang, and J. Gao, “Reaction performance of FCC slurry catalytic cracking,” *Catal. Today*, vol. 140, no. 3–4, pp. 174–178, 2009.
- [4] D. Hunt, B. Minyard, J. Koebel, and G. Davison, “Minimising FCC slurry exchanger fouling,” pp. 1–7, 2008.
- [5] S. W. Golden, “Improve FCCU Profitability - Bottoms,” 2003.
- [6] JOSE MARIA MARIN HERRERO, S.A. EDICIONES PARANINFO, 2013, DISEÑO Y CALCULO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR MONOFASICOS
- [7] M. Picón-Núñez, J. L. López-Robles y C. Miranda-Álvarez, REVISTA MEXICANA DE INGENIERIA QUIMICA Vol. 2 (2003), DISEÑO TERMOHIDRAULICO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLATO Y MARCO EN ARREGLO SIMPLE Y MULTIPASO.


BIBLIOGRAFÍA


- ❖ A non-profit Association registered under the Societies Act of Alberta
- ❖ Asphaltene flocculation and collapse from petroleum fluids ELSEVIER 32 (2001) 217
- ❖ Cole and Jessen, 1960; Hunt, 1962; Loreau et al., 1967; Shock et al.1955; Sanchez and Mansoori, 1998, ELSEVIER 32 (2001),ASPHALTENE FLOCCULATION AND COLLAPSE FROM PETROLEUM FLUIDS.
- ❖ Cole and Jessen, 1960; Hunt, 1962; Loreau et al., 1967; Shock et al.1955; Sanchez and Mansoori, 1998).
- ❖ Dra. Rita Aguilar Osorio, Rafael Flores González, Revista de la Asociación Mexicana de Metodología de la Ciencia y de la Investigación, A.C., METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBO DE CORAZA.
- ❖ Francesco Coletta, Sandro Macchietto*, Graham T. Polleyb. Effects of fouling on performance of retrofitted heat exchanger networks: A thermo-hydraulic based analysis. ELSEVIER
- ❖ Jose clopatofsky. Revista Motor. Agosto 26 (2009) P.10
- ❖ JOSÉ MARÍA MARÍN HERRERO, S.A. EDICIONES PARANINFO, 2013, DISEÑO Y CALCULO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR MONOFÁSICOS.
- ❖ M. Picón-Núñez, J. L. López-Robles y C. Miranda-Álvarez, REVISTA MEXICANA DE INGENIERÍA QUÍMICA Vol. 2 (2003), DISEÑO TERMO


HIDRÁULICO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLATO Y MARCO EN ARREGLO SIMPLE Y MULTIPASO.


- ❖ Maida Bárbara Reyes Rodríguez, Jorge Laureano Moya Rodríguez, Oscar Miguel Cruz Fonticiella, Eduardo Miguel Fírvida Don éstevez , José Alberto Velázquez Pérez, Ingeniería Mecánica vol. 17 no. 1 La Habana ene.-abr. 2014, AUTOMATIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CORAZA MEDIANTE EL MÉTODO DE TABOREK.
- ❖ Pablo Herrera Echevarría, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación, Marzo 2015, DISEÑO, MODELIZACIÓN Y CÁLCULO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CARCASA Y TUBO.
- ❖ The Canadian Crude Quality Technical Association
- ❖ Valter A, G. Ali, Mansoori, Luiza C, Xavier, Sang J. Park, Hussain M.
- ❖ Xingying Lan, Chunming Xu, Gang Wang, Jinsen Gao *Reaction performance of FCC slurry catalytic cracking. ELSEVIER Catalysys today
- ❖ Yongbing Xuea, Jianli Yanga, Zhenyu Liua,* , Zhiyu Wang, Zenghou Liua,
- ❖ Yunmei Lia, Yuzhen Zhangb. Paving asphalt modifier from co-processing of FCC slurry with coal. ELSEVIER
- ❖ YUNUS CENGEL, MCGRAW-HILL, 2011, TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA (4ª ED) FUNDAMENTOS Y APLICACIONES.

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC					
	Unit Set: SI					
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015					
Material Stream: Slurry		Fluid Package: Basis-2				
		Property Package: Peng-Robinson				
CONDITIONS						
	Overall	Liquid Phase				
Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000				
Temperature: (C)	471.1	471.1				
Pressure: (kPa)	1542	1542				
Molar Flow (kgmole/h)	2861	2861				
Mass Flow (kg/h)	9.254e+005	9.254e+005				
Std Ideal Liq Vol Flow (m3/h)	1037	1037				
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.103e+005	-3.103e+005				
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	1426	1426				
Heat Flow (kJ/h)	-8.878e+008	-8.878e+008				
Liq Vol Flow@Std Cond (m3/h)	1041	1041				
COMPOSITION						
Overall Phase			Vapour Fraction	0.0000		
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
Hydrogen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrogen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Oxygen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Methane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ethylene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ethane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2S	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1,3-Butadiene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Butane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
cis-2-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Pentane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-Pentene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-1-butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
36-40*	25.9067	0.0091	1911.1487	0.0021	3.0078	0.0029
40-50*	7.0116	0.0025	545.8062	0.0006	0.8345	0.0008
50-60*	8.3408	0.0029	681.8982	0.0007	1.0080	0.0010
60-70*	9.8701	0.0034	847.3957	0.0009	1.2196	0.0012
70-80*	11.6030	0.0041	1046.7276	0.0011	1.4769	0.0014
80-90*	13.4736	0.0047	1284.5228	0.0014	1.8057	0.0017
90-100*	15.5383	0.0054	1565.4095	0.0017	2.1925	0.0021
100-110*	17.9188	0.0063	1905.0438	0.0021	2.6585	0.0026
110-120*	20.4135	0.0071	2283.1930	0.0025	3.1529	0.0030
120-130*	23.2478	0.0081	2729.7602	0.0029	3.7260	0.0036
130-140*	31.6263	0.0111	3895.4447	0.0042	5.2564	0.0051
140-150*	32.0272	0.0112	4134.7194	0.0045	5.5163	0.0053
150-160*	31.5110	0.0110	4255.9499	0.0046	5.6022	0.0054
160-170*	30.2601	0.0106	4277.3667	0.0046	5.5703	0.0054
170-180*	28.5682	0.0100	4224.0533	0.0046	5.4448	0.0052
180-190*	26.8929	0.0093	4126.4811	0.0045	5.2867	0.0051
190-200*	24.8645	0.0087	4017.1785	0.0043	5.0790	0.0049
200-210*	23.6179	0.0083	3886.3886	0.0043	4.9947	0.0048

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC					
	Unit Set: SI					
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015					
Material Stream: Slurry (continued)						
Fluid Package: Basis-2 Property Package: Peng-Robinson						
COMPOSITION						
Overall Phase (continued)						Vapour Fraction 0.0000
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
210-220*	22.9373	0.0080	4043.3304	0.0044	5.0225	0.0048
220-230*	21.7310	0.0076	3999.5428	0.0043	4.9272	0.0048
230-240*	20.6379	0.0072	3964.7662	0.0043	4.8461	0.0047
240-250*	19.9476	0.0070	3999.0593	0.0043	4.8514	0.0047
250-260*	19.2815	0.0067	4044.7459	0.0044	4.8859	0.0047
260-270*	18.4853	0.0065	4043.9151	0.0044	4.8504	0.0047
270-280*	17.7243	0.0062	4041.6722	0.0044	4.8142	0.0046
280-290*	17.1533	0.0060	4074.9655	0.0044	4.8212	0.0046
290-300*	16.5033	0.0058	4091.9590	0.0044	4.7978	0.0046
300-310*	15.7716	0.0055	4058.8226	0.0044	4.7401	0.0046
310-320*	15.0240	0.0053	4019.7443	0.0043	4.6851	0.0045
320-330*	133.5924	0.0467	37127.4260	0.0401	42.8264	0.0413
330-340*	143.7468	0.0502	41453.5439	0.0448	47.5332	0.0458
340-350*	153.0139	0.0535	45732.6650	0.0494	52.1371	0.0503
350-360*	152.2749	0.0532	47103.9531	0.0509	53.3994	0.0515
360-370*	167.9834	0.0587	53695.5694	0.0580	60.5376	0.0584
370-380*	169.3188	0.0592	55824.4898	0.0603	62.6024	0.0604
380-390*	169.7272	0.0593	57855.3983	0.0625	64.7259	0.0624
390-400*	164.6144	0.0575	58152.0784	0.0628	64.7235	0.0624
400-410*	159.8609	0.0558	58618.8441	0.0633	64.9110	0.0626
410-420*	149.5612	0.0523	56957.1411	0.0615	62.7536	0.0605
420-430*	136.1871	0.0476	53700.7345	0.0580	58.8709	0.0588
430-440*	95.9707	0.0335	39119.0634	0.0423	42.6738	0.0411
440-450*	95.5449	0.0334	40199.4699	0.0434	43.6383	0.0421
450-460*	73.3991	0.0257	31893.7802	0.0344	34.3899	0.0332
460-480*	135.8370	0.0474	62572.9061	0.0676	67.1139	0.0647
480-500*	36.8565	0.0129	17939.7358	0.0194	19.0616	0.0184
500-520*	33.7445	0.0118	17263.7226	0.0187	18.1961	0.0175
520-540*	32.0400	0.0112	17238.7788	0.0186	17.9856	0.0173
540-560*	32.6548	0.0114	18439.8749	0.0199	19.0692	0.0184
560-580*	37.8051	0.0132	22402.9031	0.0242	22.9674	0.0221
580-600*	0.0638	0.0000	39.8930	0.0000	0.0403	0.0000
600-650*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
650-700*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
700+*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	2861.0868	1.0000	925382.3823	1.0000	1037.1910	1.0000
Liquid Phase						Phase Fraction 1.000
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
Hydrogen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrogen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Oxygen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Methane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ethylene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ethane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2S	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000


 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC					
	Unit Set: SI					
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015					
Material Stream: Slurry (continued)						
Fluid Package: Basis-2 Property Package: Peng-Robinson						
COMPOSITION						
Liquid Phase (continued)						Phase Fraction 1.000
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
13-Butadiene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Butane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
cis2-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Pentane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-Pentene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-1-butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
36-40*	25.9067	0.0091	1911.1467	0.0021	3.0078	0.0029
40-50*	7.0116	0.0025	545.6062	0.0006	0.8345	0.0008
50-60*	8.3408	0.0029	681.8982	0.0007	1.0080	0.0010
60-70*	9.8701	0.0034	847.3957	0.0009	1.2196	0.0012
70-80*	11.6030	0.0041	1046.7276	0.0011	1.4769	0.0014
80-90*	13.4736	0.0047	1294.5226	0.0014	1.8057	0.0017
90-100*	15.5383	0.0054	1565.4095	0.0017	2.1925	0.0021
100-110*	17.8188	0.0063	1905.0438	0.0021	2.6585	0.0026
110-120*	20.4135	0.0071	2283.1930	0.0025	3.1529	0.0030
120-130*	23.2478	0.0081	2729.7602	0.0029	3.7260	0.0036
130-140*	31.6263	0.0111	3895.4447	0.0042	5.2564	0.0051
140-150*	32.0272	0.0112	4134.7194	0.0045	5.5163	0.0053
150-160*	31.5110	0.0110	4255.9499	0.0046	5.6022	0.0054
160-170*	30.2601	0.0106	4277.3667	0.0046	5.5703	0.0054
170-180*	28.5682	0.0100	4224.0533	0.0046	5.4446	0.0052
180-190*	26.6929	0.0093	4126.4811	0.0045	5.2667	0.0051
190-200*	24.8645	0.0087	4017.1785	0.0043	5.0790	0.0049
200-210*	23.6179	0.0083	3986.3986	0.0043	4.9947	0.0048
210-220*	22.9373	0.0080	4043.3304	0.0044	5.0225	0.0048
220-230*	21.7310	0.0076	3999.5428	0.0043	4.9272	0.0048
230-240*	20.6379	0.0072	3964.7662	0.0043	4.8461	0.0047
240-250*	19.9476	0.0070	3999.0593	0.0043	4.8514	0.0047
250-260*	19.2815	0.0067	4044.7459	0.0044	4.8859	0.0047
260-270*	18.4853	0.0065	4043.9151	0.0044	4.8504	0.0047
270-280*	17.7243	0.0062	4041.6722	0.0044	4.8142	0.0046
280-290*	17.1533	0.0060	4074.9655	0.0044	4.8212	0.0046
290-300*	16.5033	0.0058	4081.9590	0.0044	4.7978	0.0046
300-310*	15.7716	0.0055	4058.8226	0.0044	4.7401	0.0046
310-320*	15.0240	0.0053	4019.7443	0.0043	4.6651	0.0045
320-330*	133.5924	0.0467	37127.4260	0.0401	42.8264	0.0413
330-340*	143.7468	0.0502	41453.5439	0.0448	47.5332	0.0458
340-350*	153.0139	0.0535	45732.8650	0.0494	52.1371	0.0503
350-360*	152.2749	0.0532	47103.9531	0.0509	53.3984	0.0515
360-370*	167.9834	0.0587	53695.5694	0.0580	60.5376	0.0584
370-380*	169.3188	0.0592	55824.4898	0.0603	62.6024	0.0604
380-390*	169.7272	0.0593	57855.3883	0.0625	64.7259	0.0624
390-400*	164.6144	0.0575	58152.0784	0.0628	64.7235	0.0624
400-410*	159.6609	0.0558	58618.8441	0.0633	64.9110	0.0626
410-420*	149.5612	0.0523	56957.1411	0.0615	62.7536	0.0605
420-430*	136.1871	0.0476	53700.7345	0.0580	58.8709	0.0568
430-440*	95.9707	0.0335	39119.0634	0.0423	42.6738	0.0411
440-450*	95.5449	0.0334	40199.4699	0.0434	43.6383	0.0421
450-460*	73.3991	0.0257	31833.7802	0.0344	34.3899	0.0332
460-480*	135.6370	0.0474	62572.9061	0.0676	67.1139	0.0647
480-500*	36.8565	0.0129	17939.7358	0.0194	19.0616	0.0184

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC					
	Unit Set: SI					
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015					
Material Stream: Slurry (continued)			Fluid Package: Basis-2			
			Property Package: Peng-Robinson			
COMPOSITION						
Liquid Phase (continued)			Phase Fraction 1.000			
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
500-520*	33.7445	0.0118	17283.7226	0.0187	18.1961	0.0175
520-540*	32.0400	0.0112	17238.7788	0.0186	17.9856	0.0173
540-560*	32.6548	0.0114	18439.8749	0.0199	19.0692	0.0184
560-580*	37.8051	0.0132	22402.9031	0.0242	22.9674	0.0221
580-600*	0.0638	0.0000	39.8930	0.0000	0.0403	0.0000
600-650*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
650-700*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
700+*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	2861.0868	1.0000	925382.3823	1.0000	1037.1910	1.0000
Material Stream: S-A			Fluid Package: Basis-2			
			Property Package: Peng-Robinson			
CONDITIONS						
	Overall	Liquid Phase				
Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000				
Temperature: (C)	471.1	471.1				
Pressure: (kPa)	1542	1542				
Molar Flow (kgmole/h)	771.1	771.1				
Mass Flow (kg/h)	2.494e+005	2.494e+005				
Std Ideal Liq Vol Flow (m3/h)	279.5	279.5				
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.103e+005	-3.103e+005				
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	1426	1426				
Heat Flow (kJ/h)	-2.393e+008	-2.393e+008				
Liq Vol Flow @Std Cond (m3/h)	280.5	280.5				
PROPERTIES						
	Overall	Liquid Phase				
Molecular Weight	323.4	323.4				
Molar Density (kgmole/m3)	1.569	1.569				
Mass Density (kg/m3)	507.6	507.6				
Act. Volume Flow (m3/h)	491.3	491.3				
Mass Enthalpy (kJ/kg)	-959.3	-959.3				
Mass Entropy (kJ/kg-C)	4.408	4.408				
Heat Capacity (kJ/kgmole-C)	1092	1092				
Mass Heat Capacity (kJ/kg-C)	3.377	3.377				
LHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	---				
HHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	---				
HHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---				
CO2 Loading	---	---				
CO2 App ML Con (kgmole/m3)	0.0000	0.0000				
CO2 App WT Con (kgmol/kg)	0.0000	0.0000				
LHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---				
Phase Fraction [Vol. Basis]	0.0000	1.000				
Phase Fraction [Mass Basis]	0.0000	1.000				
Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	0.0000	1.000				
Mass Exergy (kJ/kg)	484.1	---				
Partial Pressure of CO2 (kPa)	0.0000	---				
Cost Based on Flow (Cost/\$)	0.0000	0.0000				
Act. Gas Flow (ACT_m3/h)	---	---				
Avg. Liq. Density (kgmole/m3)	2.758	2.758				
Specific Heat (kJ/kgmole-C)	1092	1092				
Std. Gas Flow (STD_m3/h)	1.827e+004	1.827e+004				
Std. Ideal Liq. Mass Density (kg/m3)	892.2	892.2				

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC		
	Unit Set: SI		
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015		
Material Stream: S-A (continued)		Fluid Package: Basis-2	
		Property Package: Peng-Robinson	
PROPERTIES			
	Overall	Liquid Phase	
Act. Liq. Flow (m3/s)	0.1365	0.1365	
Z Factor	0.1588	0.1588	
Watson K	11.77	11.77	
User Property	---	---	
Partial Pressure of H2S (kPa)	0.0000	---	
Cp(Cp - R)	1.008	1.008	
Cp/Cv	1.008	1.008	
Heat of Vap. (kJ/kgmole)	8.329e+004	---	
Kinematic Viscosity (cSt)	0.1871	0.1871	
Liq. Mass Density (Std. Cond) (kg/m3)	889.1	889.1	
Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (m3/h)	280.5	280.5	
Liquid Fraction	1.000	1.000	
Molar Volume (m3/kgmole)	0.6372	0.6372	
Mass Heat of Vap. (kJ/kg)	257.5	---	
Phase Fraction [Molar Basis]	0.0000	1.0000	
Surface Tension (dyne/cm)	3.644	3.644	
Thermal Conductivity (W/m-K)	6.999e-002	6.999e-002	
Viscosity (cP)	9.496e-002	9.496e-002	
Cv (Semi-Ideal) (kJ/kgmole-C)	1084	1084	
Mass Cv (Semi-Ideal) (kJ/kg-C)	3.352	3.352	
Cv (kJ/kgmole-C)	1084	1084	
Mass Cv (kJ/kg-C)	3.352	3.352	
Cv (Ent. Method) (kJ/kgmole-C)	---	---	
Mass Cv (Ent. Method) (kJ/kg-C)	---	---	
Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	
Reid VP at 37.8 C (kPa)	2.251	2.251	
True VP at 37.8 C (kPa)	2.349	2.349	
Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (m3/h)	280.5	280.5	
Viscosity Index	---	---	
Material Stream: Se-A		Fluid Package: Basis-2	
		Property Package: Peng-Robinson	
CONDITIONS			
	Overall	Liquid Phase	
Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000	
Temperature: (C)	407.4	407.4	
Pressure: (kPa)	1529	1529	
Molar Flow (kgmole/h)	771.1	771.1	
Mass Flow (kg/h)	2.494e+005	2.494e+005	
Std Ideal Liq Vol Flow (m3/h)	279.5	279.5	
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.773e+005	-3.773e+005	
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	1332	1332	
Heat Flow (kJ/h)	-2.909e+008	-2.909e+008	
Liq Vol Flow @Std Cond (m3/h)	280.5	280.5	
PROPERTIES			
	Overall	Liquid Phase	
Molecular Weight	323.4	323.4	
Molar Density (kgmole/m3)	1.805	1.805	
Mass Density (kg/m3)	583.7	583.7	
Act. Volume Flow (m3/h)	427.2	427.2	
Mass Enthalpy (kJ/kg)	-1166	-1166	
Mass Entropy (kJ/kg-C)	4.117	4.117	
Heat Capacity (kJ/kgmole-C)	1014	1014	
Mass Heat Capacity (kJ/kg-C)	3.134	3.134	
LHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	---	

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC			
	Unit Set: SI			
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015			
Material Stream: Se-A (continued)				
Fluid Package: Basis-2 Property Package: Peng-Robinson				
PROPERTIES				
	Overall	Liquid Phase		
HHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	---		
HHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---		
CO2 Loading	---	---		
CO2 App ML Con (kgmole/m3)	0.0000	0.0000		
CO2 App WT Con (kgmol/kg)	0.0000	0.0000		
LHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---		
Phase Fraction [Vol. Basis]	0.0000	1.000		
Phase Fraction [Mass Basis]	0.0000	1.000		
Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	0.0000	1.000		
Mass Exergy (kJ/kg)	363.7	---		
Partial Pressure of CO2 (kPa)	0.0000	---		
Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000		
Act. Gas Flow (ACT_m3/h)	---	---		
Avg. Liq. Density (kgmole/m3)	2.758	2.758		
Specific Heat (kJ/kgmole-C)	1014	1014		
Std. Gas Flow (STD_m3/h)	1.827e+004	1.827e+004		
Std. Ideal Liq. Mass Density (kg/m3)	892.2	892.2		
Act. Liq. Flow (m3/s)	0.1187	0.1187		
Z Factor	0.1487	0.1487		
Watson K	11.77	11.77		
User Property	---	---		
Partial Pressure of H2S (kPa)	0.0000	---		
Cp(Cp - R)	1.008	1.008		
Cp/Cv	1.176	1.176		
Heat of Vap. (kJ/kgmole)	8.497e+004	---		
Kinematic Viscosity (cSt)	0.2612	0.2612		
Liq. Mass Density (Std. Cond) (kg/m3)	889.1	889.1		
Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (m3/h)	280.5	280.5		
Liquid Fraction	1.000	1.000		
Molar Volume (m3/kgmole)	0.5541	0.5541		
Mass Heat of Vap. (kJ/kg)	282.7	---		
Phase Fraction [Molar Basis]	0.0000	1.0000		
Surface Tension (dyne/cm)	6.471	6.471		
Thermal Conductivity (W/m-K)	7.686e-002	7.686e-002		
Viscosity (cP)	0.1524	0.1524		
Cv (Semi-Ideal) (kJ/kgmole-C)	1005	1005		
Mass Cv (Semi-Ideal) (kJ/kg-C)	3.108	3.108		
Cv (kJ/kgmole-C)	861.7	861.7		
Mass Cv (kJ/kg-C)	2.664	2.664		
Cv (Ent. Method) (kJ/kgmole-C)	883.9	883.9		
Mass Cv (Ent. Method) (kJ/kg-C)	2.733	2.733		
Cp/Cv (Ent. Method)	1.147	1.147		
Reid VP at 37.8 C (kPa)	2.251	2.251		
True VP at 37.8 C (kPa)	2.349	2.349		
Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (m3/h)	280.5	280.5		
Viscosity Index	-30.07	---		
Heat Exchanger: E-4205A				
CONNECTIONS				
Tube Side		Shell Side		
Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	
Name S-A	Name Se-A	Name A04-A	Name Av04-A	
From Op TEE-102	To Op	From Op TEE-103	To Op	
Op. Type Tee	Op. Type	Op. Type Tee	Op. Type	

 LEGENDS Burlington, MA USA		Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC Unit Set: SI Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015					
Heat Exchanger: E-4205A (continued)							
Temp	471.11 C	Temp	407.38 C	Temp	-3.89 C	Temp	118.37 C
PARAMETERS							
Heat Exchanger Model:				Simple End Point			
Tube Side DeltaP:		13.79 kPa		Shell Side DeltaP:		13.79 kPa	
UA:		1.367e+005 kJ/C-h		Tolerance:		1.0000e-04	
Tube Side Data				Shell Side Data			
Heat Transfer Coeff		---		Heat Transfer Coeff		---	
Tube Pressure Drop		13.79 kPa		Shell Pressure Drop		13.79 kPa	
Fouling		0.00000 C-h-m ² /kJ		Fouling		0.00000 C-h-m ² /kJ	
Tube Length		6.00 m		Shell Passes		1	
Tube O.D.		25.40 mm		Shell Series		1	
Tube Thickness		4.7000 mm		Shell Parallel		1	
Tube Pitch		50.0000 mm		Baffle Type		Single	
Orientation		Horizontal		Baffle Cut(%Area)		20.00	
Passes Per Shell		6		Baffle Orientation		Horizontal	
Tubes Per Shell		318		Spacing		800.0000 mm	
Layout Angle		Triangular (30 degrees)		Diameter		1031.4930 mm	
TEMA Type		C E P		Area		152.25 m ²	
SPECS							
	Spec Value	Curr Value	Rel Error	Active	Estimate		
E-100 Heat Balance	0.0000 kJ/h	-2.619e-008 kJ/h	-5.072e-016	On	Off		
E-100 UA	---	1.367e+005 kJ/C-h	---	Off	Off		
Detailed Specifications							
E-100 Heat Balance							
Type: Duty	Pass: Error		Spec Value: 0.0000 kJ/h				
E-100 UA							
Type: UA	Pass: Overall		Spec Value: ---				
RATING							
Sizing							
Overall Data							
Configuration							
# of Shells in Series	1	Tube Passes per Shell	6	Elevation (Base)	0.0000 m		
# of Shells in Parallel	1	Exchange Orientation	Horizontal	First Tube Pass Flow Direction	Counter		
TEMA Type:	C		E		P		
Calculated Information							
Shell HT Coeff	---		Tube HT Coeff	---			
Overall U	897.8 kJ/h-m ² -C		Overall UA	1.367e+005 kJ/C-h			
Shell DP	13.79 kPa		Tube DP	13.79 kPa			
Shell Vol per Shell	4.047 m ³		Tube Vol per Shell	0.3836 m ³			
HT Area per Shell	152.3 m ²						
Shell Data							
Shell and Tube Bundle							
Shell Diameter (mm)	1031	Tube Pitch (mm)	50.00	Shell Fouling (C-h-m ² /kJ)	0.0000		
# of Tubes per Shell	318	Tube Layout Angle	Triangular (30 degrees)				
Shell Baffles							
Shell Baffle Type	Single	Shell Baffle Orientation	Horizontal				
Baffle Cut (%Area)	20.00	Baffle Spacing	800.0 mm				
Tube Data							
Dimensions							
OD (mm)	25.40	ID (mm)	16.00	Tube Thickness (mm)	4.700	Tube Length (m)	6.000
Tube Properties							
Aspen Technology Inc. Aspen HYSYS Version 8 (27.0.0.8138) Page 7 of 11							
Licensed to: LEGENDS							

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC
	Unit Set: SI
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015

Heat Exchanger: E-4205A (continued)


Tube Fouling (C-h-m ² /kJ)	0.0000	Thermal Cond. (W/m-K)	45.00	Wall Cp (kJ/kg-C)	---	Wall Density (kg/m ³)	---
---------------------------------------	--------	-----------------------	-------	-------------------	-----	-----------------------------------	-----

CONDITIONS

Name	S-A	A04-A	Se-A	Av04-A
Vapour	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Temperature (C)	471.1111	-3.8889	407.3809	118.3704
Pressure (kPa)	1542.3300	202.6500	1528.5405	188.8605
Molar Flow (kgmole/h)	771.0629	1039.2267	771.0629	1039.2267
Mass Flow (kg/h)	249390.5520	18721.7740	249390.5520	18721.7740
Std Ideal Liq Vol Flow (m ³ /h)	279.5230	18.7596	279.5230	18.7596
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.103e+005	-2.885e+005	-3.773e+005	-2.388e+005
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	1426	45.77	1332	177.5
Heat Flow (kJ/h)	-2.3925e+08	-2.9978e+08	-2.9090e+08	-2.4814e+08

PROPERTIES

Name	S-A	A04-A	Se-A	Av04-A
Molecular Weight	323.4	18.02	323.4	18.02
Molar Density (kgmole/m ³)	1.569	57.10	1.805	5.885e-002
Mass Density (kg/m ³)	507.6	1029	583.7	1.060
Act. Volume Flow (m ³ /h)	491.3	18.20	427.2	1.766e+004
Mass Enthalpy (kJ/kg)	-859.3	-1.801e+004	-1166	-1.325e+004
Mass Entropy (kJ/kg-C)	4.408	2.541	4.117	9.855
Heat Capacity (kJ/kgmole-C)	1092	77.99	1014	34.70
Mass Heat Capacity (kJ/kg-C)	3.377	4.329	3.134	1.926
LHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	0.0000	---	0.0000
HHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	4.101e+004	---	4.101e+004
HHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	2276	---	2276
CO2 Loading	---	---	---	---
CO2 Apparent Mole Conc. (kgmole/m ³)	0.0000	---	0.0000	---
CO2 Apparent Wt. Conc. (kgmol/kg)	0.0000	---	0.0000	---
LHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---	---	---
Phase Fraction [Vol. Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Phase Fraction [Mass Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Mass Exergy (kJ/kg)	484.1	6.589	363.7	584.3
Partial Pressure of CO2 (kPa)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cost Based on Flow (Cost/\$)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Act. Gas Flow (ACT_m ³ /h)	---	---	---	1.766e+004
Avg. Liq. Density (kgmole/m ³)	2.758	55.40	2.758	55.40
Specific Heat (kJ/kgmole-C)	1082	77.99	1014	34.70
Std. Gas Flow (STD_m ³ /h)	1.827e+004	2.462e+004	1.827e+004	2.462e+004
Std. Ideal Liq. Mass Density (kg/m ³)	892.2	998.0	892.2	998.0
Act. Liq. Flow (m ³ /s)	0.1365	5.055e-003	0.1187	0.0000
Z Factor	0.1588	1.585e-003	0.1497	---
Watson K	11.77	---	11.77	---
User Property	---	---	---	---
Partial Pressure of H2S (kPa)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cp/(Cp - R)	1.008	1.119	1.008	1.315
Cp/Cv	1.008	1.124	1.176	1.336
Heat of Vap. (kJ/kgmole)	8.329e+004	4.001e+004	8.497e+004	4.012e+004
Kinematic Viscosity (cSt)	0.1871	1.662	0.2612	12.01
Liq. Mass Density (Std. Cond) (kg/m ³)	899.1	1015	899.1	1015
Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (m ³ /h)	280.5	18.45	280.5	18.45
Liquid Fraction	1.000	1.000	1.000	0.0000
Molar Volume (m ³ /kgmole)	0.6372	1.751e-002	0.5541	18.99
Mass Heat of Vap. (kJ/kg)	257.5	2221	262.7	2227
Phase Fraction [Molar Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Surface Tension (dyne/cm)	3.644	77.06	6.471	---
Thermal Conductivity (W/m-K)	6.999e-002	0.5648	7.686e-002	2.593e-002

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC
	Unit Set: SI
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015

Heat Exchanger: E-4205A (continued)

PROPERTIES

Name	S-A	A04-A	Se-A	Av04-A	
Viscosity (cP)	9.496e-002	1.709	0.1524	1.273e-002	
Cv (Semi-Ideal) (kJ/kgmole-C)	1084	69.67	1005	26.39	
Mass Cv (Semi-Ideal) (kJ/kg-C)	3.352	3.867	3.108	1.465	
Cv (kJ/kgmole-C)	1084	69.35	861.7	25.98	
Mass Cv (kJ/kg-C)	3.352	3.850	2.664	1.442	
Cv (Ent. Method) (kJ/kgmole-C)	---	---	883.9	---	
Mass Cv (Ent. Method) (kJ/kg-C)	---	---	2.733	---	
Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	1.147	---	
Reid VP at 37.8 C (kPa)	2.251	6.467	2.251	6.467	
True VP at 37.8 C (kPa)	2.349	6.467	2.349	6.467	
Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (m3/h)	290.5	18.45	290.5	18.45	
Viscosity Index	---	9.457	-30.07	-32.84	

Exchanger Design and Rating

Heat Exchanger: E-4204A

CONNECTIONS

Tube Side				Shell Side			
Inlet		Outlet		Inlet		Outlet	
Name	S2-A	Name	S2e-A	Name	A05-a	Name	Av05-A
From Op.	TEE-101	To Op.		From Op.	TEE-104	To Op.	
Op. Type	Tee	Op. Type		Op. Type	Tee	Op. Type	
Temp	471.11 C	Temp	383.11 C	Temp	110.56 C	Temp	118.37 C

PARAMETERS

Heat Exchanger Model:		Simple End Point	
Tube Side DeltaP:	13.79 kPa	Shell Side DeltaP:	13.79 kPa
UA:	1.938e+005 kJ/C-h	Tolerance:	1.0000e-04
Tube Side Data		Shell Side Data	
Heat Transfer Coeff	---	Heat Transfer Coeff	---
Tube Pressure Drop	13.79 kPa	Shell Pressure Drop	13.79 kPa
Fouling	0.00000 C-h-m2/kJ	Fouling	0.00000 C-h-m2/kJ
Tube Length	6.00 m	Shell Passes	1
Tube O.D.	25.40 mm	Shell Series	1
Tube Thickness	4.7000 mm	Shell Parallel	1
Tube Pitch	50.0000 mm	Baffle Type	Single
Orientation	Horizontal	Baffle Cut(%Area)	20.00
Passes Per Shell	4	Baffle Orientation	Horizontal
Tubes Per Shell	544	Spacing	800.0000 mm
Layout Angle	Triangular (30 degrees)	Diameter	1341.3034 mm
TEMA Type	C E N	Area	260.46 m2

SPECS

	Spec Value	Curr Value	Rel Error	Active	Estimate
E-102 Heat Balance	0.0000 kJ/h	5.239e-008 kJ/h	8.705e-016	On	Off
E-102 UA	---	1.938e+005 kJ/C-h	---	On	Off


Detailed Specifications

E-102 Heat Balance

Type: Duty	Pass: Error	Spec Value: 0.0000 kJ/h
------------	-------------	-------------------------

E-102 UA

Type: UA	Pass: Overall	Spec Value: ---
----------	---------------	-----------------

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC				
	Unit Set: SI				
	Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015				
Heat Exchanger: E-4204A (continued)					
RATING					
Sizing					
Overall Data					
Configuration					
# of Shells in Series	1	Tube Passes per Shell	4	Elevation (Base)	0.0000 m
# of Shells in Parallel	1	Exchange Orientation	Horizontal	First Tube Pass Flow Direction	Counter
TEMA Type:		C		E	N
Calculated Information					
Shell HT Coeff	---	Tube HT Coeff	---		
Overall U	744.0 kJ/h-m ² -C	Overall UA	1.939e+005 kJ/C-h		
Shell DP	13.79 kPa	Tube DP	13.79 kPa		
Shell Vol per Shell	6.824 m ³	Tube Vol per Shell	0.6563 m ³		
HT Area per Shell	280.5 m ²				
Shell Data					
Shell and Tube Bundle					
Shell Diameter (mm)	1341	Tube Pitch (mm)	50.00	Shell Fouling (C-h-m ² /kJ)	0.0000
# of Tubes per Shell	544	Tube Layout Angle	Triangular (30 degrees)		
Shell Baffles					
Shell Baffle Type	Single	Shell Baffle Orientation	Horizontal		
Baffle Cut (%Area)	20.00	Baffle Spacing	800.0 mm		
Tube Data					
Dimensions					
OD (mm)	25.40	ID (mm)	16.00	Tube Thickness (mm)	4.700
				Tube Length (m)	6.000
Tube Properties					
Tube Fouling (C-h-m ² /kJ)	0.0000	Thermal Cond. (W/m-K)	45.00	Wall Cp (kJ/kg-C)	---
				Wall Density (kg/m ³)	---
CONDITIONS					
Name	S2-A	A05-a	S2e-A	Av05-A	
Vapour	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	
Temperature (C)	471.1111	110.5556	383.1117	118.3704	
Pressure (kPa)	1542.3300	202.6500	1528.6405	188.8605	
Molar Flow (kgmole/h)	659.4805	1477.1236	659.4805	1477.1236	
Mass Flow (kg/h)	213300.6391	26610.5292	213300.6391	26610.5292	
Std Ideal Liq Vol Flow (m ³ /h)	239.0725	26.8642	239.0725	26.8642	
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.103e+005	-2.795e+005	-4.015e+005	-2.388e+005	
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	1426	73.46	1295	177.5	
Heat Flow (kJ/h)	-2.0483e+08	-4.1288e+08	-2.6481e+08	-3.5270e+08	
PROPERTIES					
Name	S2-A	A05-a	S2e-A	Av05-A	
Molecular Weight	323.4	18.02	323.4	18.02	
Molar Density (kgmole/m ³)	1.569	52.12	1.882	5.885e-002	
Mass Density (kg/m ³)	507.6	939.0	608.8	1.060	
Act. Volume Flow (m ³ /h)	420.2	28.34	350.4	2.510e+004	
Mass Enthalpy (kJ/kg)	-859.3	-1.552e+004	-1241	-1.325e+004	
Mass Entropy (kJ/kg-C)	4.408	4.077	4.005	9.855	
Heat Capacity (kJ/kgmole-C)	1092	79.72	987.6	34.70	
Mass Heat Capacity (kJ/kg-C)	3.377	4.425	3.053	1.926	
LHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	0.0000	---	0.0000	
HHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	4.101e+004	---	4.101e+004	
HHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	2276	---	2276	
CO2 Loading	---	---	---	---	
CO2 Apparent Mole Conc. (kgmole/m ³)	0.0000	---	0.0000	---	
CO2 Apparent Wt. Conc. (kgmol/kg)	0.0000	---	0.0000	---	
LHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---	---	---	



LEGENDS
Burlington, MA
USA

Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2.HSC

Unit Set: SI

Date/Time: Sun Oct 18 15:11:54 2015

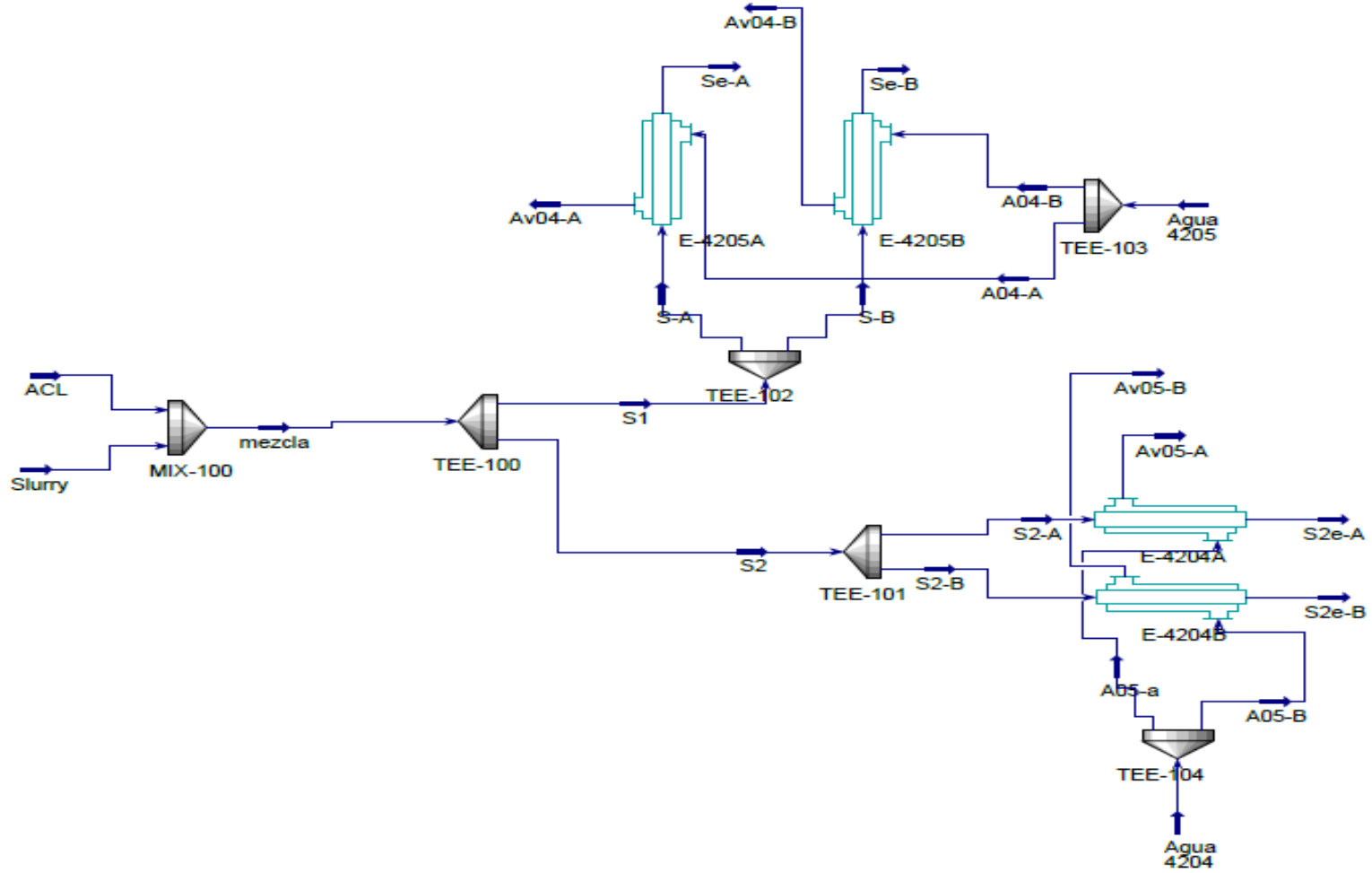
Heat Exchanger: E-4204A (continued)


PROPERTIES


Name	S2-A	A05-a	S2e-A	Av05-A
Phase Fraction [Vol. Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Phase Fraction [Mass Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Mass Exergy (kJ/kg)	484.1	45.25	322.1	584.3
Partial Pressure of CO2 (kPa)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Act. Gas Flow (ACT_m3/h)	---	---	---	2.510e+004
Avg. Liq. Density (kgmole/m3)	2.758	55.40	2.758	55.40
Specific Heat (kJ/kgmole-C)	1092	79.72	987.6	34.70
Std. Gas Flow (STD_m3/h)	1.582e+004	3.499e+004	1.582e+004	3.499e+004
Std. Ideal Liq. Mass Density (kg/m3)	892.2	998.0	892.2	998.0
Act. Liq. Flow (m3/s)	0.1167	7.872e-003	9.732e-002	0.0000
Z Factor	0.1588	1.219e-003	0.1488	---
Watson K	11.77	---	11.77	---
User Property	---	---	---	---
Partial Pressure of H2S (kPa)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cp/(Cp - R)	1.008	1.116	1.008	1.315
Cp/Cv	1.008	1.178	1.174	1.336
Heat of Vap. (kJ/kgmole)	8.329e+004	4.001e+004	8.497e+004	4.012e+004
Kinematic Viscosity (cSt)	0.1871	0.2672	0.2982	12.01
Liq. Mass Density (Std. Cond) (kg/m3)	889.1	1015	889.1	1015
Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (m3/h)	239.9	26.22	239.9	26.22
Liquid Fraction	1.000	1.000	1.000	0.0000
Molar Volume (m3/kgmole)	0.6372	1.919e-002	0.5313	16.99
Mass Heat of Vap. (kJ/kg)	257.5	222.1	262.7	2227
Phase Fraction [Molar Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Surface Tension (dyne/cm)	3.644	56.58	7.664	---
Thermal Conductivity (W/m-K)	6.999e-002	0.6844	7.955e-002	2.593e-002
Viscosity (cP)	9.496e-002	0.2509	0.1816	1.273e-002
Cv (Semi-Ideal) (kJ/kgmole-C)	1084	71.40	979.2	26.39
Mass Cv (Semi-Ideal) (kJ/kg-C)	3.352	3.963	3.028	1.465
Cv (kJ/kgmole-C)	1084	67.66	841.5	25.98
Mass Cv (kJ/kg-C)	3.352	3.756	2.602	1.442
Cv (Ent. Method) (kJ/kgmole-C)	---	---	866.6	---
Mass Cv (Ent. Method) (kJ/kg-C)	---	---	2.679	---
Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	1.140	---
Reid VP at 37.8 C (kPa)	2.251	6.467	2.251	6.467
True VP at 37.8 C (kPa)	2.349	6.467	2.349	6.467
Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (m3/h)	239.9	26.22	239.9	26.22
Viscosity Index	---	-28.74	-23.44	-32.84


Exchanger Design and Rating


Anexo B. Simulación de mezcla slurry-ALC



 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC						
	Unit Set: SI						
	Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015						
Material Stream: Slurry							
Fluid Package: Basis-2							
Property Package: Peng-Robinson							
CONDITIONS							
	Overall	Liquid Phase					
Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000					
Temperature: (C)	360.0	360.0					
Pressure: (kPa)	715.0	715.0					
Molar Flow (kgmole/h)	2861	2861					
Mass Flow (kg/h)	9.254e+005	9.254e+005					
Std Ideal Liq Vol Flow (m3/h)	1037	1037					
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-4.242e+005	-4.242e+005					
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	1261	1261					
Heat Flow (kJ/h)	-1.214e+009	-1.214e+009					
Liq Vol Flow@Std Cond (m3/h)	1041	1041					
COMPOSITION							
Overall Phase						Vapour Fraction	0.0000
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION	
Hydrogen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Nitrogen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
CO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Oxygen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Methane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Ethylene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Ethane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
CO2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
H2S	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Propene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Propane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
i-Butane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
i-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
1-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
13-Butadiene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
n-Butane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
cis-2-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
tr-2-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
i-Pentane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
1-Pentene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
2M-1-butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
n-Pentane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
H2O	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
36-40*	25.9067	0.0091	1911.1497	0.0021	3.0078	0.0029	
40-50*	7.0116	0.0025	545.6062	0.0006	0.8345	0.0008	
50-60*	8.3408	0.0029	681.8982	0.0007	1.0080	0.0010	
60-70*	9.8701	0.0034	847.3957	0.0009	1.2196	0.0012	
70-80*	11.6030	0.0041	1046.7276	0.0011	1.4769	0.0014	
80-90*	13.4736	0.0047	1284.5226	0.0014	1.8057	0.0017	
90-100*	15.5383	0.0054	1565.4095	0.0017	2.1925	0.0021	
100-110*	17.9188	0.0063	1905.0438	0.0021	2.6585	0.0026	
110-120*	20.4135	0.0071	2283.1930	0.0025	3.1529	0.0030	
120-130*	23.2478	0.0081	2729.7602	0.0029	3.7260	0.0036	
130-140*	31.6263	0.0111	3895.4447	0.0042	5.2564	0.0051	
140-150*	32.0272	0.0112	4134.7194	0.0045	5.5163	0.0053	
150-160*	31.5110	0.0110	4255.9499	0.0046	5.6022	0.0054	
160-170*	30.2601	0.0106	4277.3667	0.0046	5.5703	0.0054	
170-180*	28.5682	0.0100	4224.0533	0.0046	5.4448	0.0052	
180-190*	26.6929	0.0093	4126.4811	0.0045	5.2667	0.0051	
190-200*	24.8645	0.0087	4017.1795	0.0043	5.0790	0.0049	
200-210*	23.6179	0.0083	3886.3986	0.0043	4.9947	0.0048	

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC					
	Unit Set: SI					
	Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015					
Material Stream: Slurry (continued)						
Fluid Package: Basis-2 Property Package: Peng-Robinson						
COMPOSITION						
Overall Phase (continued)						Vapour Fraction 0.0000
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
210-220*	22.9373	0.0080	4043.3304	0.0044	5.0225	0.0048
220-230*	21.7310	0.0076	3999.5428	0.0043	4.9272	0.0048
230-240*	20.6379	0.0072	3964.7682	0.0043	4.8461	0.0047
240-250*	19.9476	0.0070	3999.0593	0.0043	4.8514	0.0047
250-260*	19.2815	0.0067	4044.7459	0.0044	4.8859	0.0047
260-270*	18.4853	0.0065	4043.9151	0.0044	4.8504	0.0047
270-280*	17.7243	0.0062	4041.6722	0.0044	4.8142	0.0046
280-290*	17.1533	0.0060	4074.9655	0.0044	4.8212	0.0046
290-300*	16.5033	0.0058	4081.9590	0.0044	4.7978	0.0046
300-310*	15.7716	0.0055	4058.8226	0.0044	4.7401	0.0046
310-320*	15.0240	0.0053	4019.7443	0.0043	4.6851	0.0045
320-330*	133.5924	0.0467	37127.4260	0.0401	42.8264	0.0413
330-340*	143.7468	0.0502	41453.5439	0.0448	47.5332	0.0458
340-350*	153.0139	0.0535	45732.6650	0.0494	52.1371	0.0503
350-360*	152.2749	0.0532	47103.9531	0.0509	53.3984	0.0515
360-370*	167.9834	0.0587	53695.5694	0.0580	60.5376	0.0584
370-380*	169.3188	0.0592	55824.4898	0.0603	62.6024	0.0604
380-390*	169.7272	0.0593	57855.3883	0.0625	64.7259	0.0624
390-400*	184.6144	0.0575	58152.0784	0.0628	64.7235	0.0624
400-410*	159.6609	0.0558	58618.8441	0.0633	64.9110	0.0626
410-420*	149.5612	0.0523	56957.1411	0.0615	62.7536	0.0605
420-430*	136.1871	0.0476	53700.7345	0.0580	58.8709	0.0588
430-440*	95.9707	0.0335	39119.0634	0.0423	42.6738	0.0411
440-450*	95.5449	0.0334	40199.4699	0.0434	43.6383	0.0421
450-460*	73.3991	0.0257	31893.7802	0.0344	34.3899	0.0332
460-480*	135.6370	0.0474	62572.9061	0.0676	67.1139	0.0647
480-500*	36.8565	0.0129	17939.7358	0.0194	19.0616	0.0184
500-520*	33.7445	0.0118	17283.7226	0.0187	18.1961	0.0175
520-540*	32.0400	0.0112	17238.7788	0.0186	17.9856	0.0173
540-560*	32.6548	0.0114	18438.8749	0.0199	19.0692	0.0184
560-580*	37.8051	0.0132	22402.9031	0.0242	22.9674	0.0221
580-600*	0.0638	0.0000	39.6930	0.0000	0.0403	0.0000
600-650*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
650-700*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
700+*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	2861.0868	1.0000	925382.3823	1.0000	1037.1910	1.0000
Liquid Phase						Phase Fraction 1.000
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
Hydrogen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrogen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Oxygen	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Methane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ethylene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ethane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2S	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC					
	Unit Set: SI					
	Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015					
Material Stream: Slurry (continued)						
Fluid Package: Basis-2 Property Package: Peng-Robinson						
COMPOSITION						
Liquid Phase (continued)						Phase Fraction 1.000
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
13-Butadiene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Butane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
cis2-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Pentane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-Pentene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-1-butene	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentane	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
36-40*	25.9067	0.0091	1911.1487	0.0021	3.0078	0.0029
40-50*	7.0116	0.0025	545.6062	0.0006	0.8345	0.0008
50-60*	8.3408	0.0029	681.8982	0.0007	1.0080	0.0010
60-70*	9.8701	0.0034	847.3957	0.0009	1.2196	0.0012
70-80*	11.6030	0.0041	1046.7276	0.0011	1.4769	0.0014
80-90*	13.4736	0.0047	1294.5226	0.0014	1.8057	0.0017
90-100*	15.5383	0.0054	1565.4095	0.0017	2.1925	0.0021
100-110*	17.9188	0.0063	1905.0438	0.0021	2.6585	0.0026
110-120*	20.4135	0.0071	2283.1930	0.0025	3.1529	0.0030
120-130*	23.2478	0.0081	2729.7602	0.0029	3.7260	0.0036
130-140*	31.6283	0.0111	3895.4447	0.0042	5.2584	0.0051
140-150*	32.0272	0.0112	4134.7194	0.0045	5.5163	0.0053
150-160*	31.5110	0.0110	4255.9499	0.0046	5.6022	0.0054
160-170*	30.2601	0.0106	4277.3667	0.0046	5.5703	0.0054
170-180*	28.5682	0.0100	4224.0533	0.0046	5.4446	0.0052
180-190*	26.6929	0.0093	4126.4811	0.0045	5.2667	0.0051
190-200*	24.8645	0.0087	4017.1785	0.0043	5.0790	0.0049
200-210*	23.6179	0.0083	3986.3986	0.0043	4.9947	0.0048
210-220*	22.9373	0.0080	4043.3304	0.0044	5.0225	0.0048
220-230*	21.7310	0.0076	3999.5428	0.0043	4.9272	0.0048
230-240*	20.6379	0.0072	3964.7662	0.0043	4.8461	0.0047
240-250*	19.9476	0.0070	3999.0593	0.0043	4.8514	0.0047
250-260*	19.2815	0.0067	4044.7459	0.0044	4.8659	0.0047
260-270*	18.4853	0.0065	4043.9151	0.0044	4.8504	0.0047
270-280*	17.7243	0.0062	4041.6722	0.0044	4.8142	0.0046
280-290*	17.1533	0.0060	4074.9655	0.0044	4.8212	0.0046
290-300*	16.5033	0.0058	4081.9590	0.0044	4.7978	0.0046
300-310*	15.7716	0.0055	4058.8226	0.0044	4.7401	0.0046
310-320*	15.0240	0.0053	4019.7443	0.0043	4.6651	0.0045
320-330*	133.5924	0.0467	37127.4260	0.0401	42.8264	0.0413
330-340*	143.7468	0.0502	41453.5439	0.0448	47.5332	0.0458
340-350*	153.0139	0.0535	45732.6650	0.0494	52.1371	0.0503
350-360*	152.2749	0.0532	47103.9531	0.0509	53.3984	0.0515
360-370*	167.9834	0.0587	53695.5694	0.0580	60.5376	0.0584
370-380*	189.3188	0.0592	55824.4898	0.0603	62.6024	0.0604
380-390*	189.7272	0.0593	57855.3883	0.0625	64.7259	0.0624
390-400*	184.6144	0.0575	58152.0784	0.0628	64.7235	0.0624
400-410*	159.6609	0.0558	58618.8441	0.0633	64.9110	0.0626
410-420*	149.5612	0.0523	56957.1411	0.0615	62.7536	0.0605
420-430*	136.1871	0.0476	53700.7345	0.0580	58.8709	0.0588
430-440*	95.9707	0.0335	39119.0634	0.0423	42.6738	0.0411
440-450*	95.5449	0.0334	40199.4699	0.0434	43.6383	0.0421
450-460*	73.3991	0.0257	31833.7802	0.0344	34.3899	0.0332
460-480*	135.6370	0.0474	82572.9061	0.0676	67.1139	0.0647
480-500*	36.8585	0.0129	17939.7358	0.0194	19.0616	0.0184

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC					
	Unit Set: SI					
	Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015					
Material Stream: Slurry (continued)						
Fluid Package: Basis-2 Property Package: Peng-Robinson						
COMPOSITION						
Liquid Phase (continued)						
Phase Fraction 1.000						
COMPONENTS	MOLAR FLOW (kgmole/h)	MOLE FRACTION	MASS FLOW (kg/h)	MASS FRACTION	LIQUID VOLUME FLOW (m3/h)	LIQUID VOLUME FRACTION
500-520*	33.7445	0.0118	17283.7226	0.0187	18.1961	0.0175
520-540*	32.0400	0.0112	17238.7788	0.0186	17.9856	0.0173
540-560*	32.6548	0.0114	18439.8749	0.0199	19.0692	0.0184
560-580*	37.8051	0.0132	22402.9031	0.0242	22.9674	0.0221
580-600*	0.0638	0.0000	39.6930	0.0000	0.0403	0.0000
600-650*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
650-700*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
700+*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	2861.0868	1.0000	925382.3823	1.0000	1037.1910	1.0000
Material Stream: S-A						
Fluid Package: Basis-2 Property Package: Peng-Robinson						
CONDITIONS						
	Overall	Liquid Phase				
Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000				
Temperature: (C)	360.3	360.3				
Pressure: (kPa)	715.0	715.0				
Molar Flow (kgmole/h)	2558	2558				
Mass Flow (kg/h)	6.483e+005	6.483e+005				
Std Ideal Liq Vol Flow (m3/h)	755.2	755.2				
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.301e+005	-3.301e+005				
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	974.7	974.7				
Heat Flow (kJ/h)	-8.446e+008	-8.446e+008				
Liq Vol Flow@Std Cond (m3/h)	756.6	756.6				
PROPERTIES						
	Overall	Liquid Phase				
Molecular Weight	253.4	253.4				
Molar Density (kgmole/m3)	2.275	2.275				
Mass Density (kg/m3)	576.4	576.4				
Act. Volume Flow (m3/h)	1125	1125				
Mass Enthalpy (kJ/kg)	-1303	-1303				
Mass Entropy (kJ/kg-C)	3.847	3.847				
Heat Capacity (kJ/kgmole-C)	782.4	782.4				
Mass Heat Capacity (kJ/kg-C)	3.088	3.088				
LHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	---				
HHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	---				
HHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---				
CO2 Loading	---	---				
CO2 App ML Con (kgmole/m3)	0.0000	0.0000				
CO2 App WT Con (kgmol/kg)	0.0000	0.0000				
LHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---				
Phase Fraction [Vol. Basis]	0.0000	1.000				
Phase Fraction [Mass Basis]	0.0000	1.000				
Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	0.0000	1.000				
Mass Exergy (kJ/kg)	289.7	---				
Partial Pressure of CO2 (kPa)	0.0000	---				
Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000				
Act. Gas Flow (ACT_m3/h)	---	---				
Avg. Liq. Density (kgmole/m3)	3.388	3.388				
Specific Heat (kJ/kgmole-C)	782.4	782.4				
Std. Gas Flow (STD_m3/h)	6.061e+004	6.061e+004				
Std. Ideal Liq. Mass Density (kg/m3)	858.4	858.4				
Aspen Technology Inc.		Aspen HYSYS Version 8 (27.0.0.8138)		Page 4 of 11		
Licensed to: LEGENDS						



LEGENDS
Burlington, MA
USA

Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC

Unit Set: SI

Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015

Material Stream: S-A (continued)

Fluid Package: Basis-2

Property Package: Peng-Robinson

PROPERTIES

	Overall	Liquid Phase		
Act. Liq. Flow (m3/s)	0.3124	0.3124		
Z Factor	5.968e-002	5.968e-002		
Watson K	11.80	11.80		
User Property	---	---		
Partial Pressure of H2S (kPa)	0.0000	---		
Cp(Cp - R)	1.011	1.011		
Cp/Cv	1.011	1.011		
Heat of Vap. (kJ/kgmole)	1.070e+005	---		
Kinematic Viscosity (cSt)	0.1536	0.1536		
Liq. Mass Density (Std. Cond) (kg/m3)	856.8	856.8		
Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (m3/h)	756.6	756.6		
Liquid Fraction	1.000	1.000		
Molar Volume (m3/kgmole)	0.4396	0.4396		
Mass Heat of Vap. (kJ/kg)	422.4	---		
Phase Fraction [Molar Basis]	0.0000	1.0000		
Surface Tension (dyne/cm)	5.851	5.851		
Thermal Conductivity (W/m-K)	8.113e-002	8.113e-002		
Viscosity (cP)	8.853e-002	8.853e-002		
Cv (Semi-Ideal) (kJ/kgmole-C)	774.0	774.0		
Mass Cv (Semi-Ideal) (kJ/kg-C)	3.055	3.055		
Cv (kJ/kgmole-C)	774.0	774.0		
Mass Cv (kJ/kg-C)	3.055	3.055		
Cv (Ent. Method) (kJ/kgmole-C)	---	---		
Mass Cv (Ent. Method) (kJ/kg-C)	---	---		
Cp/Cv (Ent. Method)	---	---		
Reid VP at 37.8 C (kPa)	0.6536	0.6536		
True VP at 37.8 C (kPa)	0.6689	0.6689		
Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (m3/h)	756.6	756.6		
Viscosity Index	---	---		

Material Stream: Se-A

Fluid Package: Basis-2


Property Package: Peng-Robinson

CONDITIONS

	Overall	Liquid Phase		
Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000		
Temperature: (C)	334.0	334.0		
Pressure: (kPa)	701.2	701.2		
Molar Flow (kgmole/h)	2558	2558		
Mass Flow (kg/h)	6.483e+005	6.483e+005		
Std Ideal Liq Vol Flow (m3/h)	755.2	755.2		
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.503e+005	-3.503e+005		
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	942.2	942.2		
Heat Flow (kJ/h)	-8.962e+008	-8.962e+008		
Liq Vol Flow @Std Cond (m3/h)	756.6	756.6		

PROPERTIES

	Overall	Liquid Phase		
Molecular Weight	253.4	253.4		
Molar Density (kgmole/m3)	2.386	2.386		
Mass Density (kg/m3)	604.7	604.7		
Act. Volume Flow (m3/h)	1072	1072		
Mass Enthalpy (kJ/kg)	-1382	-1382		
Mass Entropy (kJ/kg-C)	3.718	3.718		
Heat Capacity (kJ/kgmole-C)	754.8	754.8		
Mass Heat Capacity (kJ/kg-C)	2.979	2.979		
LHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	---		

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC
	Unit Set: SI
	Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015

Material Stream: Se-A (continued)

Fluid Package: Basis-2
 Property Package: Peng-Robinson

PROPERTIES


	Overall	Liquid Phase		
HHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	---		
HHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---		
CO2 Loading	---	---		
CO2 App ML Con (kgmole/m3)	0.0000	0.0000		
CO2 App WT Con (kgmol/kg)	0.0000	0.0000		
LHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---		
Phase Fraction [Vol. Basis]	0.0000	1.000		
Phase Fraction [Mass Basis]	0.0000	1.000		
Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	0.0000	1.000		
Mass Exergy (kJ/kg)	248.3	---		
Partial Pressure of CO2 (kPa)	0.0000	---		
Cost Based on Flow (Cost/\$)	0.0000	0.0000		
Act. Gas Flow (ACT_m3/h)	---	---		
Avg. Liq. Density (kgmole/m3)	3.388	3.388		
Specific Heat (kJ/kgmole-C)	754.8	754.8		
Std. Gas Flow (STD_m3/h)	6.061e+004	6.061e+004		
Std. Ideal Liq. Mass Density (kg/m3)	858.4	858.4		
Act. Liq. Flow (m3/s)	0.2978	0.2978		
Z Factor	5.821e-002	5.821e-002		
Watson K	11.80	11.80		
User Property	---	---		
Partial Pressure of H2S (kPa)	0.0000	---		
Cp(Cp - R)	1.011	1.011		
Cp/Cv	1.163	1.163		
Heat of Vap. (kJ/kgmole)	1.078e+005	---		
Kinematic Viscosity (cSt)	0.1847	0.1847		
Liq. Mass Density (Std. Cond) (kg/m3)	858.8	858.8		
Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (m3/h)	756.6	756.6		
Liquid Fraction	1.000	1.000		
Molar Volume (m3/kgmole)	0.4191	0.4191		
Mass Heat of Vap. (kJ/kg)	425.4	---		
Phase Fraction [Molar Basis]	0.0000	1.0000		
Surface Tension (dyne/cm)	7.381	7.381		
Thermal Conductivity (W/m-K)	8.432e-002	8.432e-002		
Viscosity (cP)	0.1117	0.1117		
Cv (Semi-Ideal) (kJ/kgmole-C)	746.5	746.5		
Mass Cv (Semi-Ideal) (kJ/kg-C)	2.946	2.946		
Cv (kJ/kgmole-C)	649.3	649.3		
Mass Cv (kJ/kg-C)	2.562	2.562		
Cv (Ent. Method) (kJ/kgmole-C)	651.3	651.3		
Mass Cv (Ent. Method) (kJ/kg-C)	2.570	2.570		
Cp/Cv (Ent. Method)	1.159	1.159		
Reid VP at 37.8 C (kPa)	0.6536	0.6536		
True VP at 37.8 C (kPa)	0.6689	0.6689		
Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (m3/h)	756.6	756.6		
Viscosity Index	---	---		

Heat Exchanger: E-4205A

CONNECTIONS

Tube Side				Shell Side			
Inlet		Outlet		Inlet		Outlet	
Name	S-A	Name	Se-A	Name	A04-A	Name	Av04-A
From Op.	TEE-102	To Op.		From Op.	TEE-103	To Op.	
Op. Type	Tee	Op. Type		Op. Type	Tee	Op. Type	

 LEGENDS Burlington, MA USA		Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC Unit Set: SI Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015					
Heat Exchanger: E-4205A (continued)							
Temp	360.28 C	Temp	334.01 C	Temp	-3.89 C	Temp	118.37 C
PARAMETERS							
Heat Exchanger Model:				Simple End Point			
Tube Side DeltaP:		13.79 kPa		Shell Side DeltaP:		13.79 kPa	
UA:		1.810e+005 kJ/C-h		Tolerance:		1.0000e-04	
Tube Side Data				Shell Side Data			
Heat Transfer Coeff		---		Heat Transfer Coeff		---	
Tube Pressure Drop		13.79 kPa		Shell Pressure Drop		13.79 kPa	
Fouling		0.00000 C-h-m ² /kJ		Fouling		0.00000 C-h-m ² /kJ	
Tube Length		6.00 m		Shell Passes		1	
Tube O.D.		25.40 mm		Shell Series		1	
Tube Thickness		4.7000 mm		Shell Parallel		1	
Tube Pitch		50.0000 mm		Baffle Type		Single	
Orientation		Horizontal		Baffle Cut(%Area)		20.00	
Passes Per Shell		6		Baffle Orientation		Horizontal	
Tubes Per Shell		318		Spacing		800.0000 mm	
Layout Angle		Triangular (30 degrees)		Diameter		1031.4930 mm	
TEMA Type		C E P		Area		152.25 m ²	
SPECS							
	Spec Value	Curr Value	Rel Error	Active	Estimate		
E-100 Heat Balance	0.0000 kJ/h	5.239e-008 kJ/h	1.014e-015	On	Off		
E-100 UA	---	1.810e+005 kJ/C-h	---	Off	Off		
Detailed Specifications							
E-100 Heat Balance							
Type: Duty	Pass: Error		Spec Value: 0.0000 kJ/h				
E-100 UA							
Type: UA	Pass: Overall		Spec Value: ---				
RATING							
Sizing							
Overall Data							
Configuration							
# of Shells in Series	1	Tube Passes per Shell	6	Elevation (Base)	0.0000 m		
# of Shells in Parallel	1	Exchange Orientation	Horizontal	First Tube Pass Flow Direction	Counter		
TEMA Type:	C		E		P		
Calculated Information							
Shell HT Coeff	---		Tube HT Coeff	---			
Overall U	1189 kJ/h-m ² -C		Overall UA	1.810e+005 kJ/C-h			
Shell DP	13.79 kPa		Tube DP	13.79 kPa			
Shell Vol per Shell	4.047 m ³		Tube Vol per Shell	0.3836 m ³			
HT Area per Shell	152.3 m ²						
Shell Data							
Shell and Tube Bundle							
Shell Diameter (mm)	1031	Tube Pitch (mm)	50.00	Shell Fouling (C-h-m ² /kJ)	0.0000		
# of Tubes per Shell	318	Tube Layout Angle	Triangular (30 degrees)				
Shell Baffles							
Shell Baffle Type	Single	Shell Baffle Orientation	Horizontal				
Baffle Cut (%Area)	20.00	Baffle Spacing	800.0 mm				
Tube Data							
Dimensions							
OD (mm)	25.40	ID (mm)	16.00	Tube Thickness (mm)	4.700	Tube Length (m)	6.000
Tube Properties							
Aspen Technology Inc. Aspen HYSYS Version 8 (27.0.0.8138) Page 7 of 11							
Licensed to: LEGENDS							

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC
	Unit Set: SI
	Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015

Heat Exchanger: E-4205A (continued)


Tube Fouling (C-h-m ² /kJ)	0.0000	Thermal Cond. (W/m-K)	45.00	Wall Cp (kJ/kg-C)	---	Wall Density (kg/m ³)	---
---------------------------------------	--------	-----------------------	-------	-------------------	-----	-----------------------------------	-----

CONDITIONS

Name	S-A	A04-A	Se-A	Av04-A
Vapour	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Temperature (C)	360.2806	-3.8889	334.0069	118.3704
Pressure (kPa)	714.9589	202.6500	701.1694	188.8605
Molar Flow (kgmole/h)	2558.3049	1039.2267	2558.3049	1039.2267
Mass Flow (kg/h)	648254.3304	18721.7740	648254.3304	18721.7740
Std Ideal Liq Vol Flow (m ³ /h)	755.1905	18.7596	755.1905	18.7596
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.301e+005	-2.885e+005	-3.503e+005	-2.388e+005
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	974.7	45.77	942.2	177.5
Heat Flow (kJ/h)	-8.4457e+08	-2.9978e+08	-8.9621e+08	-2.4814e+08

PROPERTIES

Name	S-A	A04-A	Se-A	Av04-A
Molecular Weight	253.4	18.02	253.4	18.02
Molar Density (kgmole/m ³)	2.275	57.10	2.386	5.885e-002
Mass Density (kg/m ³)	576.4	1029	604.7	1.060
Act. Volume Flow (m ³ /h)	1125	18.20	1072	1.766e+004
Mass Enthalpy (kJ/kg)	-1303	-1.601e+004	-1382	-1.325e+004
Mass Entropy (kJ/kg-C)	3.847	2.541	3.718	9.855
Heat Capacity (kJ/kgmole-C)	782.4	77.99	754.8	34.70
Mass Heat Capacity (kJ/kg-C)	3.088	4.329	2.979	1.926
LHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	0.0000	---	0.0000
HHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	4.101e+004	---	4.101e+004
HHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	2276	---	2276
CO2 Loading	---	---	---	---
CO2 Apparent Mole Conc. (kgmole/m ³)	0.0000	---	0.0000	---
CO2 Apparent Wt. Conc. (kgmol/kg)	0.0000	---	0.0000	---
LHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---	---	---
Phase Fraction [Vol. Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Phase Fraction [Mass Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Mass Exergy (kJ/kg)	289.7	6.589	248.3	584.3
Partial Pressure of CO2 (kPa)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cost Based on Flow (Cost/\$)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Act. Gas Flow (ACT_m ³ /h)	---	---	---	1.766e+004
Avg. Liq. Density (kgmole/m ³)	3.388	55.40	3.388	55.40
Specific Heat (kJ/kgmole-C)	782.4	77.99	754.8	34.70
Std. Gas Flow (STD_m ³ /h)	6.061e+004	2.462e+004	6.061e+004	2.462e+004
Std. Ideal Liq. Mass Density (kg/m ³)	858.4	998.0	858.4	998.0
Act. Liq. Flow (m ³ /s)	0.3124	5.055e-003	0.2978	0.0000
Z Factor	5.968e-002	1.585e-003	5.821e-002	---
Watson K	11.80	---	11.80	---
User Property	---	---	---	---
Partial Pressure of H2S (kPa)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cp/(Cp - R)	1.011	1.119	1.011	1.315
Cp/Cv	1.011	1.124	1.163	1.336
Heat of Vap. (kJ/kgmole)	1.070e+005	4.001e+004	1.078e+005	4.012e+004
Kinematic Viscosity (cSt)	0.1536	1.662	0.1847	12.01
Liq. Mass Density (Std. Cond) (kg/m ³)	858.8	1015	858.8	1015
Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (m ³ /h)	758.6	18.45	758.6	18.45
Liquid Fraction	1.000	1.000	1.000	0.0000
Molar Volume (m ³ /kgmole)	0.4396	1.751e-002	0.4191	16.99
Mass Heat of Vap. (kJ/kg)	422.4	2221	425.4	2227
Phase Fraction [Molar Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Surface Tension (dyne/cm)	5.851	77.06	7.381	---
Thermal Conductivity (W/m-K)	8.113e-002	0.5648	8.432e-002	2.593e-002

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC
	Unit Set: SI
	Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015

Heat Exchanger: E-4205A (continued)

PROPERTIES

Name	S-A	A04-A	Se-A	Av04-A	
Viscosity (cP)	8.853e-002	1.709	0.1117	1.273e-002	
Cv (Semi-Ideal) (kJ/kgmole-C)	774.0	69.67	746.5	28.39	
Mass Cv (Semi-Ideal) (kJ/kg-C)	3.055	3.867	2.946	1.465	
Cv (kJ/kgmole-C)	774.0	69.35	649.3	25.98	
Mass Cv (kJ/kg-C)	3.055	3.850	2.562	1.442	
Cv (Ent. Method) (kJ/kgmole-C)	---	---	851.3	---	
Mass Cv (Ent. Method) (kJ/kg-C)	---	---	2.570	---	
Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	1.159	---	
Reid VP at 37.8 C (kPa)	0.6536	6.467	0.6536	6.467	
True VP at 37.8 C (kPa)	0.6689	6.467	0.6689	6.467	
Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (m3/h)	756.6	18.45	756.6	18.45	
Viscosity Index	---	9.457	---	-32.84	

Exchanger Design and Rating

Heat Exchanger: E-4204A

CONNECTIONS

Tube Side				Shell Side			
Inlet		Outlet		Inlet		Outlet	
Name	S2-A	Name	S2e-A	Name	A05-a	Name	Av05-A
From Op.	TEE-101	To Op.		From Op.	TEE-104	To Op.	
Op. Type	Tee	Op. Type		Op. Type	Tee	Op. Type	
Temp	360.28 C	Temp	324.25 C	Temp	110.56 C	Temp	118.37 C

PARAMETERS

Heat Exchanger Model:		Simple End Point	
Tube Side DeltaP:	13.79 kPa	Shell Side DeltaP:	13.79 kPa
UA:	2.648e+005 kJ/C-h	Passes:	---
Tube Side Data		Shell Side Data	
Heat Transfer Coeff	---	Heat Transfer Coeff	---
Tube Pressure Drop	13.79 kPa	Shell Pressure Drop	13.79 kPa
Fouling	0.00000 C-h-m2/kJ	Fouling	0.00000 C-h-m2/kJ
Tube Length	6.00 m	Shell Passes	1
Tube O.D.	25.40 mm	Shell Series	1
Tube Thickness	4.7000 mm	Shell Parallel	1
Tube Pitch	50.0000 mm	Baffle Type	Single
Orientation	Horizontal	Baffle Cut(%Area)	20.00
Passes Per Shell	4	Baffle Orientation	Horizontal
Tubes Per Shell	544	Spacing	800.0000 mm
Layout Angle	Triangular (30 degrees)	Diameter	1341.3034 mm
TEMA Type	C E N	Area	260.46 m2


SPECS

	Spec Value	Curr Value	Rel Error	Active	Estimate
E-102 Heat Balance	0.0000 kJ/h	-2.619e-008 kJ/h	-4.352e-016	On	Off
E-102 UA	---	2.648e+005 kJ/C-h	---	On	Off

Detailed Specifications

E-102 Heat Balance

Type: Duty	Pass: Error	Spec Value: 0.0000 kJ/h
E-102 UA		
Type: UA	Pass: Overall	Spec Value: ---

 LEGENDS Burlington, MA USA	Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA.HSC				
	Unit Set: SI				
	Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015				
Heat Exchanger: E-4204A (continued)					
RATING					
Sizing					
Overall Data					
Configuration					
# of Shells in Series	1	Tube Passes per Shell	4	Elevation (Base)	0.0000 m
# of Shells in Parallel	1	Exchange Orientation	Horizontal	First Tube Pass Flow Direction	Counter
TEMA Type:		C		E	N
Calculated Information					
Shell HT Coeff	---	Tube HT Coeff	---		
Overall U	1017 kJ/h-m ² -C	Overall UA	2.648e+005 kJ/C-h		
Shell DP	13.79 kPa	Tube DP	13.79 kPa		
Shell Vol per Shell	6.824 m ³	Tube Vol per Shell	0.6563 m ³		
HT Area per Shell	260.5 m ²				
Shell Data					
Shell and Tube Bundle					
Shell Diameter (mm)	1341	Tube Pitch (mm)	50.00	Shell Fouling (C-h-m ² /kJ)	0.0000
# of Tubes per Shell	544	Tube Layout Angle	Triangular (30 degrees)		
Shell Baffles					
Shell Baffle Type	Single	Shell Baffle Orientation		Horizontal	
Baffle Cut (%Area)	20.00	Baffle Spacing		800.0 mm	
Tube Data					
Dimensions					
OD (mm)	25.40	ID (mm)	16.00	Tube Thickness (mm)	4.700
				Tube Length (m)	6.000
Tube Properties					
Tube Fouling (C-h-m ² /kJ)	0.0000	Thermal Cond. (W/m-K)	45.00	Wall Cp (kJ/kg-C)	---
				Wall Density (kg/m ³)	---
CONDITIONS					
Name	S2-A	A05-a	S2e-A	Av05-A	
Vapour	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	
Temperature (C)	360.2606	110.5556	324.2467	118.3704	
Pressure (kPa)	714.9589	202.6500	701.1694	188.8605	
Molar Flow (kgmole/h)	2188.0864	1477.1236	2188.0864	1477.1236	
Mass Flow (kg/h)	554443.8707	26610.5292	554443.8707	26610.5292	
Std Ideal Liq Vol Flow (m ³ /h)	645.9050	26.8642	645.9050	26.8642	
Molar Enthalpy (kJ/kgmole)	-3.301e+005	-2.795e+005	-3.576e+005	-2.398e+005	
Molar Entropy (kJ/kgmole-C)	974.7	73.46	930.0	177.5	
Heat Flow (kJ/h)	-7.2235e+08	-4.1288e+08	-7.8253e+08	-3.5270e+08	
PROPERTIES					
Name	S2-A	A05-a	S2e-A	Av05-A	
Molecular Weight	253.4	18.02	253.4	18.02	
Molar Density (kgmole/m ³)	2.275	52.12	2.425	5.885e-002	
Mass Density (kg/m ³)	576.4	939.0	614.5	1.060	
Act. Volume Flow (m ³ /h)	961.9	28.34	902.2	2.510e+004	
Mass Enthalpy (kJ/kg)	-1303	-1.552e+004	-1411	-1.325e+004	
Mass Entropy (kJ/kg-C)	3.847	4.077	3.670	9.855	
Heat Capacity (kJ/kgmole-C)	782.4	79.72	745.2	34.70	
Mass Heat Capacity (kJ/kg-C)	3.088	4.425	2.941	1.926	
LHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	0.0000	---	0.0000	
HHV Molar Basis (Std) (kJ/kgmole)	---	4.101e+004	---	4.101e+004	
HHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	2276	---	2276	
CO2 Loading	---	---	---	---	
CO2 Apparent Mole Conc. (kgmole/m ³)	0.0000	---	0.0000	---	
CO2 Apparent Wt. Conc. (kgmol/kg)	0.0000	---	0.0000	---	
LHV Mass Basis (Std) (kJ/kg)	---	---	---	---	



LEGENDS
Burlington, MA
USA

Case Name: SIMULACION DE INTERCAMBIADORES DE CALOR 2 MEZCLA HSC

Unit Set: SI

Date/Time: Sun Oct 18 15:18:02 2015

Heat Exchanger: E-4204A (continued)

PROPERTIES

Name	S2-A	A05-a	S2e-A	Av05-A
Phase Fraction [Vol. Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Phase Fraction [Mass Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Phase Fraction [Act. Vol. Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.000
Mass Exergy (kJ/kg)	289.7	45.25	233.7	584.3
Partial Pressure of CO2 (kPa)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cost Based on Flow (Cost/s)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Act. Gas Flow (ACT_m3/h)	---	---	---	2.510e+004
Avg. Liq. Density (kgmole/m3)	3.388	55.40	3.388	55.40
Specific Heat (kJ/kgmole-C)	782.4	79.72	745.2	34.70
Std. Gas Flow (STD_m3/h)	5.184e+004	3.499e+004	5.184e+004	3.499e+004
Std. Ideal Liq. Mass Density (kg/m3)	858.4	998.0	858.4	998.0
Act. Liq. Flow (m3/s)	0.2672	7.872e-003	0.2506	0.0000
Z Factor	5.968e-002	1.219e-003	5.821e-002	---
Watson K	11.80	---	11.80	---
User Property	---	---	---	---
Partial Pressure of H2S (kPa)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cp/(Cp - R)	1.011	1.116	1.011	1.315
Cp/Cv	1.011	1.178	1.161	1.336
Heat of Vap. (kJ/kgmole)	1.070e+005	4.001e+004	1.078e+005	4.012e+004
Kinematic Viscosity (cSt)	0.1538	0.2672	0.1975	12.01
Liq. Mass Density (Std. Cond) (kg/m3)	858.8	1015	858.8	1015
Liq. Vol. Flow (Std. Cond) (m3/h)	647.1	26.22	647.1	26.22
Liquid Fraction	1.000	1.000	1.000	0.0000
Molar Volume (m3/kgmole)	0.4396	1.919e-002	0.4123	16.99
Mass Heat of Vap. (kJ/kg)	422.4	222.1	425.4	2227
Phase Fraction [Molar Basis]	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Surface Tension (dyne/cm)	5.851	56.58	7.972	---
Thermal Conductivity (W/m-K)	8.113e-002	0.6844	8.550e-002	2.593e-002
Viscosity (cP)	8.853e-002	0.2509	0.1214	1.273e-002
Cv (Semi-Ideal) (kJ/kgmole-C)	774.0	71.40	736.8	26.39
Mass Cv (Semi-Ideal) (kJ/kg-C)	3.055	3.963	2.908	1.465
Cv (kJ/kgmole-C)	774.0	67.66	641.8	25.98
Mass Cv (kJ/kg-C)	3.055	3.756	2.533	1.442
Cv (Ent. Method) (kJ/kgmole-C)	---	---	646.2	---
Mass Cv (Ent. Method) (kJ/kg-C)	---	---	2.550	---
Cp/Cv (Ent. Method)	---	---	1.153	---
Reid VP at 37.8 C (kPa)	0.6536	6.467	0.6536	6.467
True VP at 37.8 C (kPa)	0.6689	6.467	0.6689	6.467
Liq. Vol. Flow - Sum(Std. Cond) (m3/h)	647.1	26.22	647.1	26.22
Viscosity Index	---	-28.74	---	-32.84

Exchanger Design and Rating