
EXPERIENCIAS EN EL USO DE TRIETILENO GLICOL COMO INHIBIDOR DE HIDRATOS EN EL ACONDICIONAMIENTO DE GAS EN PLANTAS TIPO LTS YACIMIENTO VIBORA

UNIDAD DE NEGOCIO: ANDINA S. A. - BOLIVIA

AUTOR : FELIPE LARA C.

ABSTRACT

El problema de formación de hidratos en las líneas de conducción y Plantas de Acondicionamiento de Gas con sistema de refrigeración está directamente relacionado con la presencia de las moléculas de agua contenidas en una corriente gaseosa.

TRIETILENO GLICOL como inhibidor de formación de hidratos en reemplazo de Metanol y Monoetileno glicol en la planta LTS instalada en el Yacimiento Víbora utilizando las Facilidades existentes en lo referente al sistema de deshidratación de Gas Natural. Como resultado de esta experiencia se pudo comprobar que el TEG puede ser utilizado para la inhibición de hidratos.

OBJETIVOS

Los objetivos principales que se tomo en cuenta para el uso del TEG en la Planta LTS de Campo Víbora fueron:

- Cumplir con las exigencias en cuanto a calidad del gas entregado a la transportadora:
Dew Point HC <45°F (7.2°C) a 840 Psi(59 Kg/cm²)
- Readecuación de las Facilidades existentes de deshidratación demasiado caros.
- Reemplazar la utilización de Metanol en el sistema de proceso por su alto costo y lo problemático de su uso en el territorio Boliviano, por ser considerado sustancia controlada al ser precursor en la producción de alcaloides.

INTRODUCCION

FORMACIÓN DE HIDRATOS.

Además de reducir su contenido calorífico, el agua ocasiona una serie de problemas en el manejo del gas cuando se encuentra en forma libre, en especial cuando se trabaja con temperaturas bajas a las que se forman compuestos sólidos del agua y del gas natural llamadas **HIDRATOS**.

Los hidratos son sólidos formados por la asociación de moléculas de agua que provocan obstrucción en las líneas de transporte del gas por lo que su generación debe ser prevista y evitada. Difieren estructuralmente del hielo pero permanecen sólidos bajo las condiciones de hidratación y pueden llegar a bloquear rápidamente una línea o separador.

Los hidratos son sólidos a temperaturas bajas (0°C) siempre que estén sometidos a presión atmosférica.

El fenómeno de la hidratación del gas no está completamente definido, sin embargo, puede afirmarse que los hidratos se forman a una temperatura dada para cada mezcla gaseosa y no para la temperatura de hidratación de un componente particular de la mezcla.

Una condición principal para la formación de hidratos es la condensación del agua. Este es por consiguiente el primer punto a analizar, la cantidad de agua presente en el gas será la que corresponda a la saturación a condiciones de presión y de temperatura del yacimiento.

La turbulencia favorece la formación de hidratos y el congelamiento ocurre por lo general aguas abajo de los reguladores, válvulas, orificios y estranguladores, y una vez que se forma el primer cristal el proceso progresa rápidamente.

Debido a los problemas ocasionados por la hidratación es necesario efectuar un riguroso control de las temperaturas en cualquier equipo de separación o tratamiento del gas. Para el control del punto de rocío de agua del gas natural se utiliza el gráfico que da el contenido de vapor de agua del gas natural en la saturación a diferentes temperaturas y presiones.

El gas natural asciende a la superficie y en cabeza de pozo experimenta una caída de presión en la válvula estranguladora, a objeto de disminuir la presión hasta valores de operación en la línea de transporte. En un punto determinado de la línea puede estimarse la variación teórica de temperatura por cálculo de una expansión isoentalpica.

El paso siguiente, es suponer que hay condensación de agua en la línea, por tanto se deberá evaluar si las condiciones de presión y temperatura permiten la formación de hidratos. En caso de que los cálculos realizados pongan en evidencia la necesidad de evitar

inyectar a la línea metanol o glicol, que son compuestos que rebajan la temperatura de formación de hidratos.

El metanol es un producto mas barato que el glicol, pero su recuperación y regeneración son más costosas. Como regla general se inyecta metanol cuando se prevee que la adición tendrá lugar en

En la entrada a la Planta, los líquidos que acompañan al gas se decantan en un separador de entrada
rá el agua y el agente inhibidor añadido. Si el gas
lleva asociado un condensado de hidrocarburos la mezcla liquida de estos debe someterse a una
estabilización y posterior fraccionamiento.

INHIBICIÓN DE HIDRATOS CON GLICOL.

Los hidratos de gas tienen una estructura cristalina similar en apariencia a los cristales. Los hidratos de gas están principalmente compuestos de hidrocarburos, pero también pueden formar hidratos el H_2S , el NH_3 , CO_2 , y acetileno.

Las condiciones para evitar la formación del hidrato es calentado el gas, aunque esta practica es ordinariamente impractico y antieconómico debido a los grandes volúmenes que se puedan manejar. Un medio simple de prevenir la formación del hidrato es un sistema estático o dinámico, es quitar el agua libre, o introduciendo un inhibidor para disolver selectivamente el hielo formado, o inhibir la formación del cristal.

La inhibición del hidrato no es nueva, ya que en 1.934 E.G. Hammerschmidt en su libro **FORMACIÓN DE HIDRATOS EN LINEAS DE TRANSMISIÓN DE GAS NATURAL** informo el efecto que producía la inyección de alcoholes y amoniaco para evitar la formación de hidratos en el gas natural.

Aunque se han usado alcoholes y amoniaco extensivamente para la inhibición de hidratos, estos presentan desventajas bastantes serias, ya que son productos bastantes caros, porque no pueden recuperarse; el amoniaco reacciona con el dióxido de carbono presente en el gas natural y forma el carbonato de amonio que es un compuesto sólido. En contraste, los glicoles que también son inhibidores eficaces no tienen ninguna desventaja, y su uso esta creciendo rápidamente.

La inyección de glicol se efectúa mediante un dispositivo llamado atomizador, que es una cañería recta de diámetro pequeño que proyecta a través de la misma el liquido en forma de niebla o llovizna fina, mejorando grandemente así la inhibición.

El glicol acuoso es separado en un equipo del condensado y el gas, y es enviado a una columna de destilación para su reconcentración, y vuelto nuevamente al punto de inyección para el circuito.

El punto de rocío del gas no solo depende de la temperatura del separador frío, sino también de la cantidad y la concentración del glicol inyectado, proporcionando los volúmenes adecuados se logra entre el glicol y el gas unas condiciones de equilibrio propicias para reducir el punto de rocío de agua.

Para lograr ese equilibrio es importante tomar en cuenta dos factores: Una es la flexibilidad que debe tener la bomba a poder regular el caudal de glicol a ser inyectado, debido a las continuas variaciones en el flujo de gas.

El otro factor importante es la boquilla, en la cual se logra una proporción en la inyección específica, el cual depende mucho de la densidad, viscosidad y limpieza.

La experiencia ha demostrado que bajo esas condiciones optimas, una llovizna fina o nieblina resultaran muy beneficiosamente. La adaptación de la boquilla y orientación pueden requerir en el lugar de trabajo orientarlas a las condiciones de inyección optimas.

Así, es que la boquilla y la capacidad de la bomba se emparejan tan estrechamente para obtener una dispersión completa del glicol en el caudal de gas. Debe evitarse inyecciones grandes de glicol y deben establecerse las condiciones de equilibrio.

Los tiempos de residencia en los separadores deben estar entre 7 a 14 minutos, si el tiempo es reducido, el condensado arrastrara consigo glicol.

A una temperatura determinada, la concentración debe estar entre las dos líneas, siendo una concentración de un 60% de glicol seguro a cualquier temperatura. T glicol pobre contienen entre un 15-25% de agua.

SELECCIÓN DEL INHIBIDOR.

El conocimiento de la composición del gas natural es muy importante para seleccionar el glicol a ser usado. Si una línea transporta solo gas natural, el etileno glicol es la mejor opción ya que tiene una solubilidad mas baja en los hidrocarburos de peso molecular alto.

Por otro lado, si las perdidas de vaporización son altas, los dietileno o trietileno glicol son los más convenientes debido a tener una presión de vapor bajo, sin embargo debido a su peso molecular mas alto, no serán tan eficaz como el etileno en su habilidad para impedir la formación de hidratos.

Aunque el etileno glicol normalmente es la mejor opción para la inhibición de hidratos, no es muy practico su uso en equipos de deshidratación de gas debido a su presión de vapor alta, mientras que los dietilen o trietilen están mejor preparados para ser usados en unidades de deshidratación. Por consiguiente, siempre que en la deshidratación se use junto con la inyección de glicol, es normalmente muy ventajoso usar un solo glicol, siendo el dietilen glicol el que mejor se adapta en los sistemas combinados.

USO DE LA ECUACIÓN DE HAMMERSCHMIDT.

Sin considerar que tipo de glicol se usara como inhibidor, la concentración puede determinarse de

$$d = \frac{2335 \times X_i}{M(1 - X_i)}$$

Donde: d= Temperatura de depresión del hidrato (°F)

M= Peso molecular del inhibidor

X_i= Porcentaje en peso del inhibidor a la salida del separador frío.

Se han propuesto la siguiente correlación, para cuando se use metanol.

$$d = -129.6 \ln(1 - X_m)$$

Donde: d= Depresión del punto de hidrato (°F)

X_m= Fracción molar del metanol en la fase acuosa.

La cantidad total del inhibidor que se requiere es:

$$m_I = m_w \frac{X_R}{(X_L - X_R)}$$

Donde: m_I= Masa del inhibidor (Kg)

m_w= Masa del agua liquida (Kg)

X_R= Concentración del inhibidor en la solución rica (%).

X_L= Concentración del inhibidor en la solución pobre (%)

La concentración del inhibidor en la solución pobre casi siempre es 100% para el caso del metanol, y para los glicoles varia entre 60-80%.

PROPIEDADES DE LOS GLICOLES PUROS.

PROPIEDAD	MONOETILEN GLICOL	DIETILEN GLICOL	TRIETILEN GLICOL	TETRAETILEN GLICOL	PROPILEN GLICOL
Formula	HOC ₂ H ₄ OH	HOC ₂ H ₄ OC ₂ -H ₄ OH	HO(C ₂ H ₄ O) ₂ -C ₂ H ₄ OH	HO(C ₂ H ₄ O) ₃ -C ₂ H ₄ OH	C ₃ H ₈ O ₂
Peso molecular	62.1	106.1	150.2	194.2	76.1
Punto de ebullición (a 1 atm) °F	387.1	472.6	545.9	597.2	369
Presión de vapor a 77°F (mmHg)	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	0.22
Densidad a 77°F(gr/cc)	1.110	1.113	1.119	1.120	1.0333
Densidad a 140°F(gr/cc)	1.085	1.088	1.092	1.092	1.007
Punto de congelamiento (°F)	8	17	19	22	

Punto de desplazamiento (°F)		-65	-73	-42	-71
Viscosidad absoluta(cp a 77°F)	16.5	28.2	37.3	44.6	44.0
Viscosidad absoluta (cp a 140°F)	4.68	6.99	8.77	10.2	8.5
Tensión superficial a 77°F (Dina/cm)	47	44	45	45	36
Índice de refracción a 77°F	1.430	1.446	1.454	1.457	1.431
Calor específico a 77°F (Btu/lb, °F)	0.58	0.55	0.53	0.52	0.60
Punto de inflamación(°F)	245	290	330	375	220
Temperatura de descomposición(°F)	329	328	404	460	

DESARROLLO

EXPERIENCIA OBTENIDA EN LA PLANTA LTS DE 60 MMSCFD (1.7 MMsm³) DE VIBORA USANDO TRIETILENO GLICOL COMO INHIBIDOR DE HIDRATOS

La Planta de LTS de Víbora fue diseñada para poder procesar 60 MMscfd de gas natural bajo las siguientes bases de diseño:

Composición:	N ₂	2.607
	CO ₂	0.699
	C ₁	84.375
	C ₂	6.729
	C ₃	3.379
	i-C ₄	0.4
	n-C ₄	0.938
	i-C ₅	0.221
	n-C ₅	0.275
	C ₆	0.192
	C ₇	0.191
	Total	100

El gas alimento a la Planta LTS es un gas de salida del actual sistema de deshidratación con un punto de rocío de 4.5 Lb H₂O/MMscf.

Caudal del gas 60 MMscfd(1.7 MMsm³)

Gas residual. Punto de rocío de hidrocarburo 60°F @ 800 psi

regeneración de MEG (Monoetileno Glicol), pero su puesta en servicio significaba una fuerte inversión de dinero, ya que los equipos se encontraban desmantelados.

Entonces se efectuó el análisis para poder usar el TEG utilizado en la Torre Contactora para la deshidratación del gas, pero no se tenía antecedentes alguno de uso en ninguna planta de procesamiento de gas natural en Bolivia.

La teoría indicaba que si se podía utilizar, por lo que se procedió a efectuar la instalación para la
concluido el trabajo se tuvo algunos inconvenientes en los siguientes casos:

- Primero que el separador frío era bifásico, por lo que se tuvo que adaptar un controlador de nivel en la bota para retirar el TEG.
- Segundo en tratar de regular el caudal de inyección de glicol, ya que en el separador frío la línea de salida de la gasolina arrastraba también TEG con las consiguientes

perdidas, ya que su recuperación era casi imposible, por que la gasolina es enviada al

Superado estos inconvenientes, se comenzó a reducir la temperatura en el sistema hasta conseguir una temperatura en el Chiller de 25°F, fue la mínima temperatura alcanzada ya que con 50 MMscfd de gas natural el volumen de propano evaporado y comprimido sobrepasaba la capacidad de enfriamiento, dejando las condiciones operativas en esos rangos de operación.

No se tuvo problema alguno en la formación de hidratos, la producción de gasolina fue incrementado de 115 BPD a 190 BPD.

Los datos obtenidos están señalados en las siguientes tablas, tanto en el alimento como en la salida de la Planta LTS:

CONTENIDO DE AGUA EN EL ALIMENTO LTS No 2.

FECHA	TEMP. ROCIO AGUA °F(°C)	CONTENIDO AGUA Lb/Mscf(Kg/MMm³)	PRESION Psig(Kg/cm²)	% GLICOL SALIDA TORRE CONTACTORA
30/03/00	34(1.1)	6.34(101.6)	1299(91.3)	92
21/04/00	31(-0.6)	5.69(91.2)	1299(91.3)	90
24/04/00	32(0)	5.88(94.3)	1302(91.5)	89
17/05/00	33(0.6)	6.18(99.1)	1277(89.8)	94
31/05/00	30(-1.1)	5.51(88.3)	1288(90.6)	90
8/06/00	30(-1.1)	5.5(88.2)	1294(91)	90
13/07/00	31(-0.6)	5.71(91.5)	1291(90.8)	91
17/07/00	29(-1.7)	5.27(84.5)	1309(92)	90
24/08/00	30(-1.1)	5.48(87.9)	1303(91.6)	91.5
3/08/00	29(-1.7)	5.31(85.1)	1295(91)	91
13/09/00	30(-1.1)	5.48(87.9)	1300(91.4)	92
12/10/00	31(-0.6)	5.65(90.6)	1315(92.5)	92
15/11/00	31(-0.6)	5.61(89.9)	1332(93.6)	90
23/11/00	30(-1.1)	5.41(86.7)	1333(93.7)	89.5
29/12/00	32(0)	5.79(92.8)	1340(94.2)	92.5
8/01/01	32(0)	5.82(93.3)	1327(93.3)	93
21/02/01	33(0.6)	5.99(96)	1348(94.8)	94
1/03/01	32(0)	5.8(93)	1337(94)	92
26/04/01	31(-0.6)	5.61(89.9)	1334(93.8)	91
2/05/01	31(-0.6)	5.6(89.8)	1335(93.9)	91
19/07/01	33(0.6)	5.19(83.2)	1340(94.2)	90
21/08/01	32(0)	5.78(92.7)	1346(94.6)	93.5
27/08/01	33(0.6)	6(96.2)	1345(94.6)	93.5

CONTENIDO DE AGUA EN EL GAS RESIDUAL LTS No 2.

FECHA	TEMP. CHILLER °F(°C)	TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. ROCIO AGUA °F(°C)	CONTENIDO Lb/MMscf(Kg/MMm ³)	PRESION Psig(Kg/cm ²)	CAUDAL GAS MMscfd(MMsm ³)	% GLICOL SALIDA TORRE
30/03/00	28(-2.2)	25	22(-5.6)	4.13(66.2)	1286(90.4)	49(1.4)	82
21/04/00	25(-3.9)	27	23(-5)	4.29(68.8)	1282(90.1)	45(1.3)	81
24/04/00	26(-3.3)	29.5	21(-6.1)	3.99(64)	1285(90.3)	41.3(1.2)	80
17/05/00	25(-3.9)	38	24(-4.4)	4.49(72)	1264(88.9)	42.5(1.2)	85
31/05/00	29(-1.7)	29.5	23(-5)	4.33(69.4)	1264(88.9)	44.6(1.3)	81
8/06/00	26(-3.3)	19.5	24(-4.4)	4.46(71.5)	1278(89.9)	46.2(1.3)	81
13/07/00	26(-3.3)	14.2	22(-5.6)	4.16(66.7)	1272(89.4)	44(1.2)	82
17/07/00	26(-3.3)	20.6	22(-5.6)	4.12(66.1)	1296(91.1)	42.9(1.2)	81
24/08/00	26(-3.3)	25	24(-4.4)	4.45(71.3)	1284(90.3)	45(1.3)	83
3/08/00	27(-2.8)	23.2	18(-7.8)	3.57(57.2)	1284(90.3)	44.1(1.2)	82
13/09/00	27(-2.8)	30	20(-6.7)	3.83(61.4)	1290(90.7)	45.5(1.3)	81
12/10/00	26(-3.3)	30.4	18(-7.8)	3.55(56.9)	1300(91.4)	44(1.2)	83
15/11/00	25(-3.9)	23.4	21(-6.1)	3.95(63.3)	1307(91.9)	44.9(1.3)	81
23/11/00	25.5(-3.6)	32	21(-6.1)	3.95(63.3)	1306(91.8)	45.5(1.3)	80
29/12/00	27(-2.8)	25.4	25(-3.9)	4.54(72.8)	1325(93.2)	46(1.3)	83
8/01/01	26(-3.3)	30	25(-3.9)	4.57(73.3)	1308(92)	47(1.3)	82
21/02/01	32(0)	29	25(-3.9)	4.53(72.6)	1328(93.4)	46.5(1.3)	83
1/03/01	27(-2.8)	27.2	22(-5.6)	4.07(65.3)	1326(93.2)	46(1.3)	83
26/04/01	26(-3.3)	25.5	18(-7.8)	3.53(56.6)	1312(92.2)	42.5(1.2)	80
2/05/01	25(-3.9)	23.3	20(-6.7)	3.78(60.6)	1327(93.3)	48.8(1.4)	80
19/07/01	27(-2.8)	25	24(-4.4)	4.38(70.2)	1324(93.1)	46(1.3)	81
21/08/01	30(-1.1)	20	23(-5)	4.3(68.9)	1327(93.3)	45.5(1.3)	84
27/08/01	27(-2.8)	28	23(-5)	4.24(68)	1320(92.8)	46(1.3)	84

El calculo efectuado para determinar el caudal de inyección de TEG fueron los siguientes:

CALCULO DEL VOLUMEN DE INHIBIDOR A INYECTAR A LA LTS No 2

CASO No 1: Para un caudal de 60 MMscfd (1.7 MMsm³) de gas natural y un punto de rocío en el

Datos: Q= 60 MMscfd

$$T_e = 32^\circ\text{F}$$

$$T_s = 10^\circ\text{F}$$

$$W_e = 5.85 \text{ lb/MMscf}$$

$$P_e = 1332 \text{ Psi}$$

$$P_s = 1321 \text{ Psi}$$

$$W_s = 2.4 \text{ lb/MMscf}$$

$$M = 150.2$$

$$D = 1.119 \text{ gr/cc} = 2.465 \text{ lb/lt}$$

1. Calculo del agua condensada: $W = W_e - W_s$

$$W = 5.85 - 2.4 = 3.45 \text{ lb/MMscf}$$

$$W_t = 60 \times 3.45 = 207 \text{ Lb de agua condensada}$$

2. Calculo de la cantidad de inhibidor requerida. $M_i = \frac{W_t \times X_R}{(X_i - X_R)}$

$$(X_i - X_R)$$

$$M_i = 207 \times 82 / (93 - 82) = 1543 \text{ lb/dia}$$

$$M_i = 1543 / (2.465 \times 24) = \mathbf{26 \text{ Lts/hr}}$$

CASO No 2: Para un caudal de 50 MMscfd de gas natural y un punto de rocío en el residual de

Datos: Q= 50 MMscfd

$$T_e = 32^\circ\text{F}$$

$$T_s = 15^\circ\text{F}$$

$$W_e = 5.85 \text{ lb/MMscf}$$

$$P_e = 1332 \text{ Psi}$$

$$P_s = 1321 \text{ Psi}$$

$$W_s = 3.2 \text{ lb/MMscf}$$

$$M = 150.2$$

$$D = 1.119 \text{ gr/cc} = 2.465 \text{ lb/lt}$$

3. Calculo del agua condensada: $W = W_e - W_s$

$$W = 5.85 - 3.2 = 2.65 \text{ lb/MMscf}$$

$$W_t = 50 \times 2.65 = 132.5 \text{ Lb de agua condensada}$$

4. Calculo de la cantidad de inhibidor requerida. $M_i = \frac{W_t \times X_R}{(X_I - X_R)}$

$$(X_I - X_R)$$

$$M_i = 132.5 \times 82 / (93 - 82) = 988 \text{ lb/dia}$$

$$M_i = 1543 / (2.465 \times 24) = \mathbf{17 \text{ Lts/hr}}$$

CASO No 3: Para un caudal de 45 MMscfd de gas natural y un punto de rocío en el residual de

Datos: Q= 45 MMscfd

$$T_e = 32^\circ\text{F}$$

$$T_s = 22^\circ\text{F}$$

$$W_e = 5.85 \text{ lb/MMscf}$$

$$P_e = 1332 \text{ Psi}$$

$$P_s = 1321 \text{ Psi}$$

$$W_s = 4.11 \text{ lb/MMscf}$$

$$M = 150.2$$

$$D = 1.119 \text{ gr/cc} = 2.465 \text{ lb/lt}$$

5. Calculo del agua condensada: $W = W_e - W_s$

$$W = 5.85 - 4.11 = 1.74 \text{ lb / MMscf}$$

$$W_t = 45 \times 1.74 = 78.3 \text{ Lb de agua condensada}$$

6. Calculo de la cantidad de inhibidor requerida. $M_i = \frac{W_t \times X_R}{(X_I - X_R)}$

$$(X_I - X_R)$$

$$M_i = 78.3 \times 82 / (93 - 82) = 584 \text{ lb/dia}$$

$$M_i = 584 / (2.465 \times 24) = \mathbf{10 \text{ Lts/hr}}$$

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN LA INYECCION DE TEG.

El circuito de glicol tiene por función remover el agua condensada durante las etapas de enfriamiento e inhibir la formación de hidratos que a bajas temperatura se pudieran formar.

Al tal efecto se inyecta en las placas del intercambiador gas / gas y chiller, una solución de trietileno glicol al 92%, la cual se diluye hasta el 82% con el agua condensada.

La solución acuosa de trietileno glicol fría al 82% en peso que sale del separador frío, se une con la corriente de trietileno glicol que sale de la torre contactora, ambas corrientes se precalientan en el stripper. Esta solución ingresa al tanque de flasheo en donde los vapores de hidrocarburos se desprenden. Desde el separador la solución de glicol es enviada a los filtros de glicol tipo malla para la retención de partículas sólidas en suspensión que pudieran arrastrar la corriente, siendo necesaria su retención pues su presencia inhibe la ruptura de emulsión interfacial que por presencia de hidrocarburos pudiera formarse. De ahí se extrae una corriente de trietileno glicol para enviarla nuevamente al sistema de enfriamiento.

En el cabezal del intercambiador gas / gas del equipo se encuentra la tobera de inyección que ingresa aproximadamente 12 Lts/hr de trietileno glicol al 92%, la tobera atomiza la solución

Del mismo modo que en el intercambiador, el cabezal del chiller posee una tobera de inyección que puede suministrar 12 Lts/hr de trietileno glicol al 92% sobre la placa tubular.

Las toberas utilizadas para la inyección de TEG son del siguiente tipo: En el intercambiador gas / gas es de 3/8", la otra es de 1/2", finalmente en el chiller se tiene una tobera de 1/4".

El gas, gasolina condensada y la solución acuosa de trietileno glicol provenientes del chiller, ingresan al separador frío donde las tres fases son separadas. Este equipo es un recipiente trifásico horizontal. Al ingreso al separador existe un baffle de impacto que obliga a los líquidos a dirigirse al fondo del equipo. Este separador posee una bota, desde la cual se remueve la solución de glicol bajo la acción de un controlador de nivel, que gobierna la válvula en la descarga de glicol.

La gasolina que proviene del separador frío es enviada al separador intermedio de baja temperatura, na temperatura de 30°F por efecto de la reducción de presión.

Los líquidos del separador intermedio, son enviados a la columna de estabilización ingresando como reflujo para enfriar los gases de cabeza.

El resto del glicol que no se usa en la inyección a la LTS, pasa por los filtros de carbón activado donde se retienen por absorción las trazas de hidrocarburos presentes. La corriente ingresa luego al regenerador de glicol del tipo de fuego directo, con una columna rellena montada en el domo donde es calentada hasta aproximadamente 360°F. Esto produce la separación de vapor de agua que asciende por la columna rellena del regenerador evacuándose a la atmósfera.

De esta manera la solución acuosa de trietileno glicol se concentra al 100% en peso. La solución concentrada se enfría hasta 120°F en el intercambiador glicol / glicol y es tomada por las bombas de inyección para su envío a la torre contactora de 60 MMCFD de capacidad con un caudal de 4.85

CONCLUSIÓN

Por los resultados obtenidos en el sistema de refrigeración con propano de la LTS No 2 en Planta Víbora con la inyección continua de trietileno glicol para prevenir la formación de hidratos podemos indicar que este producto químico es un buen inhibidor de hi reconcentrarlo nuevamente para su reutilización.

No ocurre esto con el metanol, ya que su recuperación se torna muy difícil, por lo que se tiene que gastar dinero en forma continua para la adquisición de este producto.

La experiencia que se tuvo en Víbora con el metanol, era que para tener una temperatura en el chiller de alrededor de 30°F se tenía que usar alrededor de 27 Lts/día. Calcularemos el consumo de metanol para el caso No 3.

El agua condensada para un caudal de 45 MMscfd es de 313.2 Lb/día.

Los datos del metanol son:

M= 32

D= 49.7 Lb/pc= 1.75 Lb/Lt

La concentración final a la salida del chiller es:

$$X_{\text{MOH}} = (32-22) \times 32 / (2335 + 10 \times 32) = 12\%$$

El volumen de metanol a utilizar será:

$$M_i = 313.2 \times 12 / (100 - 12) = 43 \text{ Lb} / \text{día} = 24.6 \text{ Lts} / \text{día}$$

Esto representa un consumo mensual de alrededor 738 Lts, significando un gasto mensual de aproximadamente \$us 1,300.00, y \$us 15,600.00/año.

Por lo que desde todo punto de vista es mas rentable el uso de glicol en la inhibición de hidratos, y mucho mejor si los sistema de secado del gas natural trabaja en serie.

BIBLIOGRAFÍA

“GAS CONDITIONING FACT BOOK” The Dow Chemical Company

“GAS CONDITIONING AND PROCESSING” Volume 1 and 2. By: John M. Campbell.

“ENGINEERING DATA BOOK” Volume II By: Gas Processors Suppliers Association.

CURRICULUM VITAE

Felipe Lara Céspedes, Licenciado en Ingeniería Química de la Universidad Gabriel Rene Moreno de Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. Desde 1988 hasta 1997 trabajé en la Empresa Estatal del petróleo YPFB como Ingeniero de Producción encargado de los Campos de Sirari-Yapacani.

A partir de 1997 a la fecha en la Empresa Petrolera ANDINA S.A. inicialmente como Supervisor de Yacimiento Área Norte, luego como Supervisor Coordinador de Ingeniería, encargado de la Planificación, Ejecución y Supervisión de todos los trabajos de instalación de Nuevas Facilidades.