

SOLVAY INDUPA

Complejo Industrial Bahía Blanca

Carga de agua caliente a reactores de polimerización

Caso de ecoeficiencia

La empresa

Solvay Indupa forma parte del Grupo Solvay, grupo internacional con sede en Bruselas. Es una de las empresas petroquímicas más importantes de la región MERCOSUR. Sus productos principales son PVC (Policloruro de Vinilo) y Soda Cáustica.

Cuenta con dos complejos: uno, ubicado en el Polo Petroquímico de Bahía Blanca, Argentina; y otro, en la zona industrial de Santo André, Brasil.

La producción total que alcanzan ambos complejos es de 450.000 toneladas/año de PVC y 280.000 toneladas/año de soda Cáustica..

En la Argentina, Solvay Indupa emplea a alrededor de 400 personas de manera directa; y en todo el Mercosur, aproximadamente a 800 personas.

Situación inicial

El PVC (Policloruro de Vinilo) se obtiene por polimerización de CVM (Cloruro de Vinilo Monómero). En el proceso que se desarrolla en la planta de Bahía Blanca de Solvay Indupa, la polimerización transcurre en fase acuosa, en reactores discontinuos (batch), a una temperatura de alrededor de 58 °C. Existen dos instalaciones, denominadas Línea I y Línea II, cada una de las cuales cuenta con dos reactores (autoclaves).

Inicialmente, la carga de autoclaves en la Línea I, se realizaba utilizando agua desmineralizada (WDS) a la temperatura del suministro (~20 °C. Esto implica que, luego de la carga de todos los reactivos, se requiere efectuar el calentamiento de la masa de reacción hasta llegar a la temperatura de polimerización (~58°C). Una vez iniciada, la reacción es exotérmica.

Las autoclaves de polimerización de esta línea poseen doble camisa y son enfriadas indirectamente mediante un circuito cerrado de agua helada. La etapa de calentamiento se realizaba alimentando vapor de baja presión a este circuito, a través de toberas mezcladoras. Esta tarea implica una "demora" de unos 45 min/batch. Expresados en pérdida de producción, representan unas 6100 tn/año.

En la línea II, una fracción del agua de reacción es cargada a una temperatura de 180 °C, y el sistema de control (mezcla de agua fría/caliente) permite prescindir de la etapa de calentamiento. Es decir, cuando se finaliza la carga de todos los reactivos, el reactor se encuentra a temperatura de polimerización. El agua caliente de carga (WH) es preparada en un tanque, y enviada por bombas a las autoclaves.

Objetivos

El objetivo de la modificación ha sido incorporar la tecnología de carga de agua caliente a las autoclaves de la línea I, aprovechando la capacidad ociosa de la instalación de preparación existente la cuál, hasta el momento, era utilizada, únicamente, para la Línea II.

Evaluación de la necesidad de agua caliente para las dos líneas

Base de análisis

- LINEA I
 - ✓ Agua: 44 t/batch
 - ✓ VCM: 43 t/batch

- LINEA II
 - ✓ Agua fría: 24 t/batch
 - ✓ Agua Caliente: 32 t/batch
 - ✓ VCM: 55 t/batch

- Condición evaluada: dos cargas consecutivas, una en LII, seguida de otra en LI.

Para estimar el consumo de agua en la LI, se asumió que la fracción de agua caliente, respecto a la masa total cargada al autoclave (VCM+AGUA), sería la misma para las dos líneas. Se asumió, entonces, que las diferencias de composiciones de mezcla VCM+AGUA no tienen influencia significativa sobre este parámetro. Así,

$$\checkmark \text{ Consumo de agua caliente por batch LI} = (\text{VCM} + \text{AGUA}) * 0.29 = 25.2 \text{ m}^3/\text{batch}$$

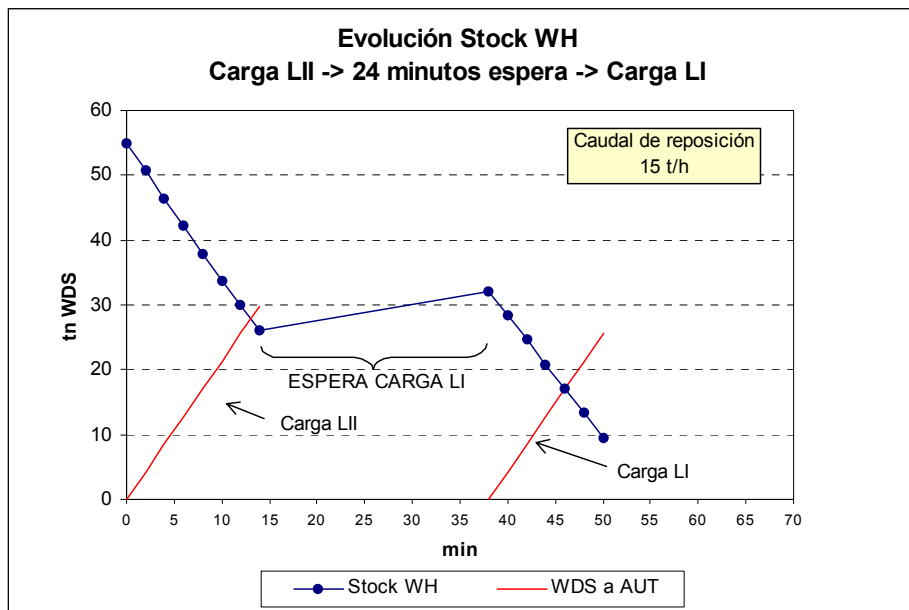
En función de lo descrito, los valores de consumos de WH para ambas líneas, considerados en el cálculo fueron:

- LI : 25 m³/batch
- LII: 32 m³/batch

Evaluación de la evolución del stock de WH

El caudal promedio de carga de agua caliente a las autoclaves es de 128 t/h, lo que representa un tiempo de carga de agua caliente de 14 min para la LII y de 12 min para la LI.

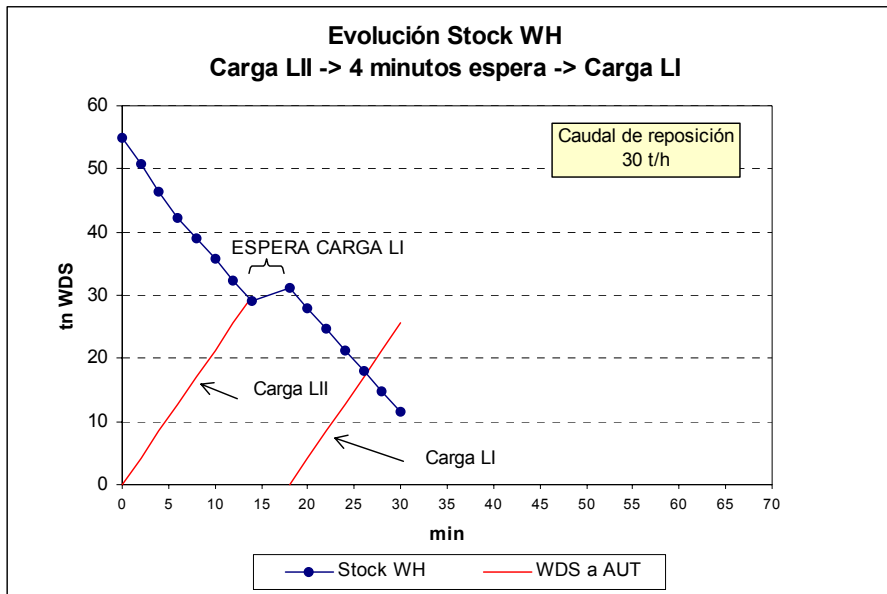
Durante la carga de agua caliente LII el nivel del tanque cae desde 85 % (~55 tn) hasta 40 % (~26 tn). La reposición comenzaba automáticamente cuando el nivel del tanque llegaba a 60%. Manteniendo el valor inicial respecto al volumen mínimo requerido para autorizar una nueva carga, establecido en 50 % (~32 tn), en las condiciones de diseño (15 t/h de caudal máximo de reposición) habría que demorar la carga de la LI unos 24 min. Al finalizar la segunda carga el stock de WH sería de aproximadamente 9.5 tn.



Si se autoriza la carga LI sin esperar reposición de nivel, el stock de WH final sería de 4 tn.

Para eliminar la demora, sería necesario un caudal de reposición de unos 52 t/h. Se verificó que los motores instalados no disponen de la potencia necesaria para acceder a estos requerimientos.

Marchando con las dos bombas disponibles en paralelo (~30 m³/h), la demora estimada entre dos cargas simultáneas se vería disminuía a unos 10 min. Si además se adelanta el valor de set de reposición a 75 % (~48 tn), la demora sería de 4 min. En esta situación, al finalizar la segunda carga, el stock de WH sería de aproximadamente 11.5 tn.



En función del análisis y para minimizar las pérdidas de producción por espera de agua caliente, se decidió:

- ✓ Setear el valor de reposición de nivel del tanque de WH a un valor de 75 %.
- ✓ Hacer las reposiciones con las dos bombas en servicio.

Evaluación de la Capacidad de Calentamiento de agua

Para calentar 30 t/h de agua desde 60 °C a 180 °C, se requiere un caudal de vapor SM de unas 5.5 t/h de vapor.

Para las condiciones iniciales, 15 t/h de reposición y unas 2.8 t/h de vapor, la válvula de regulación operaba en un 25 / 30 % de apertura, lo que indica que le quedaba margen de regulación para aumentar el caudal de vapor. Del data sheet de la válvula se obtiene que, para el delta P existente, el caudal máximo estimado es de 6 t/h.

Se concluyó, entonces, que la capacidad de calentamiento de la instalación de WH, no debería introducir demoras en las cargas de autoclaves.

Cañerías

Se montó una nueva línea aislada de carga de agua caliente a la LI (DN 6") que acomete a la cañería anterior en la brida ciega existente aguas abajo del sistema de control de caudal y temperatura. El agua ingresa a las autoclaves LI por la línea de descarga.

Válvulas e Instrumentos

En la entrada de agua caliente a los autoclaves LI se instalaron válvulas tipo pistón, motorizadas de 4" de diámetro y equipadas con fin de carrera.

En la línea de agua caliente se montó una válvula automática de 6" controladora de caudal. Se instalaron, además, nuevas válvulas de bloqueo de tipo esféricas, de inoxidable 316L y con asientos de PTFE reforzado.

Entre esta válvula y la manual de bloqueo se colocó una válvula de seguridad que aliviará la presión en el colector de efluentes.

Secuencia de control

La carga de agua caliente LI es comandada por el DCS (Distributed Control System), de manera similar a lo que se hace con la etapa de carga de CVM.

La secuencia de control de carga de agua caliente a la LI funciona de la siguiente manera:

- cuando comienza la carga de CVM LI, el DCS hace la reserva del sistema de WH
- Finalizada la carga de CVM, el control queda en el DCS y se comienza la carga de agua caliente.
 - ✓ Marchan las bombas
 - ✓ Realiza el test de presurización de líneas.
 - ✓ Cumplido el test de presurización abre las válvulas correspondientes, comenzando la carga de agua caliente al autoclave.
- el DCS lee la evolución de la temperatura del autoclave y comanda la mezcla de agua caliente /agua fría.
- Una vez cargada el 95 % del agua caliente total, el sistema hace el pre-cierre de la válvula de entrada (posición media)
- Completada la cantidad de agua total seteada, se cierran las válvulas de control.
- Finalmente se paran las bombas.

Inversiones

Cañerías	20.296,76
Válvulas	67.786,36

Instrumentos	8.800,00
Ingeniería	9.088,31
Imprevistos	4.998,57
Total	104.970,01

Beneficios Ambientales

Antes de esta innovación, los reactores eran calentados mediante la inyección de vapor de baja presión en un circuito de doble camisa. Los condensados generados eran colectados en el circuito cerrado de agua helada. Por causa de los productos químicos utilizados en el tratamiento de agua helada, no es posible reutilizar ésta como agua desmineralizada para alimentar las calderas. En consecuencia, era necesario purgar periódicamente el circuito hacia el canal de efluentes industriales.

A partir de la implantación de este proyecto, no se hace necesaria la reposición de agua al circuito cerrado de enfriamiento. Esto implica un ahorro de unos 30.000 m³ de agua desmineralizada por año.

Paralelamente, se elimina la pérdida de productos químicos del circuito de agua helada y el tratamiento de la purga previo a su vertido al canal industrial.

Beneficios económicos

	U.M	
Incremento productividad	Ton/año	6.100
Ahorro agua desmineralizada	\$/año	66.400
Ahorro productos químicos	\$/año	40.450
I/G (sin considerar productividad)	Meses	11,8

Grupo de trabajo

Integrado por:

Ing. Juan Domingo Racosta
 Ing. Daniel Oscar Ameri
 Ing. Fabián González Noel

Liderado por:

Ing. Rubén Aldo Gabbarrini