

# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLORURO DE VINILO

Trabajo Fin de Grado

Alba Ramírez

Eric López

Martin Moreno

Miguel Molina

Pol Serrano

Tutor: Marc Peris



VIMEPAM

**UAB**

Universitat Autònoma de Barcelona



# CAPÍTULO 9

## Operación en planta

Trabajo Fin de Grado

Alba Ramírez

Eric López

Martin Moreno

Miguel Molina

Pol Serrano

Tutor: Marc Peris



VIMEPAM

**UAB**

Universitat Autònoma de Barcelona



## ÍNDICE

9.1. Introducción .....	2
9.2. Operación por áreas.....	3
9.2.1. Área 100. Pulmón de reactivos .....	3
9.2.2. Área 200. Reacción .....	3
9.2.3. Área 300. Purificación del producto I .....	4
9.2.4. Área 400. Purificación del producto II.....	4
9.2.5. Área 500. Tratamiento de gases .....	5
9.2.5.1. Absorción de gases.....	5
9.2.5.2. Destilación de DFM .....	5
9.2.5.3. Absorción de HCl.....	5
9.2.6. Área 600. Almacenamiento de producto.....	6
9.2.7. Área 800. Almacenamiento de efluentes.....	6

## 9.1. Introducción

Una vez se ha realizado la puesta en marcha con éxito y el proceso se ha estabilizado, esta trabaja de forma continua y sin variaciones en las condiciones de proceso.

Los diferentes procesos que se llevan a cabo en la producción de cloruro de vinilo se realizan de forma automatizada y controlada por los diferentes lazos de control que se instalan. Los dispositivos que forman parte de los lazos de control se encargan de mantener las condiciones del proceso constantes en todo momento para garantizar la estabilidad del proceso.

La presencia humana en el control del proceso es casi nula. No obstante, todo el personal de la planta debe de estar formada para poder llevar a cabo el proceso de forma manual y para intervenir de forma rápida y eficaz delante de cualquier problema e irregularidad.

Existen otras tareas que son llevadas a cabo por el personal de planta. En la sala de control hay operarios que supervisan el proceso mediante los ordenadores de dicha sala y son los primeros en solucionar las diferentes irregularidades del proceso o avisar al personal del error. También se encargan de supervisar y llevar a cabo las cargas de los reactivos y las descargas de los productos.

En las paradas de la planta, hay un grupo de operarios que realizan el mantenimiento de los equipos e instrumentos para garantizar su correcto funcionamiento.

Finalmente, en los laboratorios, se realizan análisis de los productos para certificar la calidad de estos y comprobar que el proceso se está llevando correctamente.

## 9.2. Operación por áreas

### 9.2.1. Área 100. Pulmón de reactivos

Esta área consta de dos tanques pulmón, uno de acetileno y otro de cloruro de hidrógeno. Ambos no requerirán de nitrógeno para la inertización ya que contienen un 0.3% de este, pero sí deberán estar presurizados a 1.4 bar. Se hará mediante la misma presión de corriente.

En los tanques de los reactivos se instala un sistema de control de temperatura y otro de presión, con tal de asegurar que estas variables coinciden con las especificadas de la empresa vecina, ya que provienen de ahí, y que no haya incidentes.

### 9.2.2. Área 200. Reacción

En ésta área se preparan los reactivos antes de introducirlos a los reactores. Se dispone de compresores e intercambiadores con tal de que adquieran una presión de 2 bar y una temperatura de 120°C, condiciones óptimas de reacción. El catalizador, cloruro de mercurio (II), ya se encuentra depositado dentro del reactor.

La formación del cloruro de vinilo se lleva a cabo en tres reactores tubulares de lecho fijo, que trabajan isotérmicamente. El grado de conversión del cloruro de vinilo es del 91%. La alta conversión y las condiciones de operación permiten reducir la formación de subproductos no deseados como el 1,2-dicloroetano.

La reacción se realiza en tres reactores por la elevada demanda energética, ya que la reacción es muy exotérmica. Para mantener la temperatura a 120°C se hace pasar agua descalcificada por la carcasa con un salto térmico de 55°C (de 25°C a 80°C) que absorbe el calor de reacción generado. Este sistema está asociado a un lazo de control de temperatura que regula la entrada de agua de refrigeración. También se instala sistemas de seguridad para evitar que la presión interna aumente sin control y pueda llegar a generar una explosión.

El caudal de los reactivos (acetileno y cloruro de hidrógeno) se divide equitativamente en los tres reactores gracias a los lazos de control instalados.

### 9.2.3. Área 300. Purificación del producto I

En esta área se extrae el subproducto, 1,2-dicloroetano, mediante una columna de destilación. Esta trabaja a una presión de 2 bar y una relación de reflujo de 0.5. Las temperaturas de salida del destilado y del rebóiler son de 0.45°C y 109.4°C respectivamente.

Para garantizar que la purificación se realiza con éxito de forma continuada, en la columna y en los equipos anexos se instalan lazos de control de temperatura, presión y nivel.

El condensador trabaja con un intercambiador de calor de agua glicolada con un salto térmico de 0.2°C (de -15°C a -14.8°C) y el rebóiler con vapor a 10 bar. El corriente de condensados, 1,2-dicloroetano con una pureza del 100%, se enfría a 25°C mediante un intercambiador con agua.

### 9.2.4. Área 400. Purificación del producto II

En esta área se extrae el producto principal, cloruro de vinilo, mediante una columna de destilación. Esta trabaja a una presión de 18 bar y una relación de reflujo de 2. Las temperaturas de salida del destilado y del rebóiler son de 29.78°C y 89.28°C respectivamente.

El condensador trabaja con un intercambiador de calor de agua con un salto térmico de 4°C (de 20°C a 24°C) y el rebóiler con vapor a 10 bar. El corriente de condensados, cloruro de vinilo con una pureza del 99.98%, se enfría a 25°C mediante un intercambiador con agua.

Se instalan exactamente los mismos lazos de control que la columna del área 300.

Además, el corriente de destilado será tratado con una destilación flash con el objetivo de recuperar tanto los reactivos como el producto, dicho corriente será recirculado hacia la entrada del reactor.

La recirculación consta de intercambiadores y compresores que adquirirán al corriente una temperatura de 120°C y una presión de 2 bar.

### 9.2.5. Área 500. Tratamiento de gases

Esta área se encarga de tratar los gases generados en la producción de cloruro de vinilo. El tratamiento de gases se divide en tres procesos principales: absorción de gases, destilación de dimetilformamida, y absorción de cloruro de hidrógeno.

#### 9.2.5.1. Absorción de gases

El primer tratamiento que recibe el gas de proceso es la eliminación completa del nitrógeno mediante una columna de absorción con dimetilformamida, el cual absorbe los demás componentes del corriente dejando libre el nitrógeno, que será emitido a la atmósfera ya que las emisiones entran dentro de la legalidad.

Se dispone de un sistema de control de presión en la salida de los gases con el objetivo de regular las emisiones atmosféricas.

#### 9.2.5.2. Destilación de DFM

El segundo tratamiento se trata de la extracción de la dimetildormamida mediante una columna de destilación, se recupera el disolvente para después recircularlo al tratamiento anterior. La columna opera a una presión de 13 bar y con una relación de reflujo de 25.98. El alimento se introduce a 110°C para mejorar la eficiencia de la separación y el corriente de destilado y condensado salen de la destilación a una temperatura de 22.07°C y 273.5°C respectivamente.

En este caso, debido a que la temperatura de condensación total de la mezcla es de 22.07°C, es necesario utilizar un intercambiador de calor con agua glicolada con un salto térmico de 10°C (de -15°C a -5°C). El reboiler trabaja con vapor a 10 bar de presión.

Se instalan exactamente los mismos lazos de control que la columna del área 300.

#### 9.2.5.3. Absorción de HCl

El tercero y último tratamiento de gases consiste en una absorción del cloruro de hidrógeno con agua descalcificada y desionizada, mediante una columna de absorción de película descendente. El cloruro de hidrógeno es absorbido obteniéndose ácido clorhídrico al 30% mientras que por otro lado se obtiene los componentes restantes, acetileno y cloruro de vinilo.

Se dispone de un sistema de control de nivel en la salida de los condensados con el objetivo de regular el nivel de líquido en la columna.

### 9.2.6. Área 600. Almacenamiento de producto

Esta área consta de dos tanques de cloruro de vinilo. Debido a que esta sustancia está clasificada como peligrosa, los tanques deberán estar inertizados con nitrógeno para evitar mezclas peligrosas con el aire.

Estos tanques tienen un sistema de control que se encarga de regular la entrada de nitrógeno en base a la presión interna del tanque. El cloruro de vinilo se almacena a 7 bar de presión ya que debe estar licuado. Con tal de mantenerlo a temperatura ambiente se ha requerido aumentar tanto la presión. También se instala una válvula de liberación de presión para eliminar el nitrógeno necesario para regular la presión.

En los tanques de cloruro de vinilo, a parte de inertización, se instala un sistema de control de temperatura debido a que se quiere almacenar a temperatura ambiente, 20°C, y garantizar que no suba a 37°C. Para ello se han provisto los tanques de un sistema de refrigeración por serpentín que utiliza agua como refrigerante. El paso de este fluido está regulado por un lazo de control de temperatura que recibe señales de una sonda instalada en los tanques y accionando la válvula de control de regulación de entrada del fluido.

### 9.2.7. Área 800. Almacenamiento de efluentes

Esta área consta de dos tanques, uno de 1,2-dicloroetano y otro de ácido clorhídrico al 30%, y un tanque pulmón de dimetilformamida. Los tres tanques no requerirán de nitrógeno para la inertización ni de aire comprimido para su presurización, sino que disponen de un venteo que regula la presión a atmosférica. El estado de almacenamiento será líquido.

La descarga se lleva a cabo desde la sala de control mediante una serie de válvulas automáticas que permiten la descarga del tanque. Dichas válvulas estarán programadas de forma de que, si se llega al nivel mínimo de líquido, se cierre automáticamente, dando un aviso al operario de control, abriendo la válvula de un tanque que esté lleno o por encima del nivel mínimo.