

# SISTEMAS AUXILIARES DEL PROCESO

El diseño de los sistemas auxiliares del proceso suele ser la última fase del diseño del mismo y es crítico para el éxito comercial de dicho proceso

## 1. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE SISTEMAS AUXILIARES

### A) OPERABILIDAD DE LA PLANTA

La operabilidad de la planta se disminuida por varios factores:

1. Tiempo en que la planta debe **parar** para el mantenimiento de los sistemas auxiliares.

2. **Emergencias:** fallos de la corriente eléctrica, equipos , etc... La solución consiste en instalar equipos de emergencia que se pongan inmediatamente en funcionamiento cuando se produce el fallo.

3. **Capacidad de almacenamiento** de materias primas, productos intermedios y productos terminados. Cuando se produce una saturación de la capacidad de almacenamiento, es necesario para la producción.

Soluciones: Aumentar la capacidad de almacenamiento. Los proveedores sean de distintos sitios geográficos para asegurar el mantenimiento de las materias primas a pesar de las huelgas.

### B) DISEÑO MÍNIMO ADECUADO:

A la hora de diseñar los sistemas auxiliares hay que tener en cuenta las condiciones de la planta industrial. No es lo mismo en una planta pequeña que en una planta grande.

Por ejemplo: El equipo de emergencia en las plantas grandes es rentable, porque el costo de la inversión adicional es equivalente al costo de para la producción por un corto espacio de tiempo. Mientras que la inversión en un equipo de emergencia en una planta pequeña supone un gasto adicional que no justifica las perdidas debidas a una parada.

## 2. TRANSPORTE DE MATERIALES.

El equipo para el manejo de materiales puede ser **manual o mecánico**. El equipo mecánico es el mejor coordinador de los procesos, no sólo elimina el trabajo manual sino que también sirve para regular la marcha del proceso y para convertir una operación intermitente en continua. Puede ser para el manejo de **sólidos, líquidos y gases**. La selección del equipo depende del costo y del trabajo que debe realizarse. Los factores que deben tenerse en cuenta a la hora de elegir el equipo serán:

1. Naturaleza química del material a manejar.
2. Naturaleza física del material a manejar
3. Carácter del movimiento a efectuar (horizontal, vertical o combinación).
4. Distancia a recorrer (del movimiento).
5. Cantidad de material (peso, nº de piezas, volumen) a mover por unidad de tiempo.
6. Naturaleza de la alimentación del equipo de manejo.
7. Naturaleza de la descarga.
8. Naturaleza del flujo - continuo o intermitente.

### a) TRANSPORTE DE SÓLIDOS:

### a.1) Transportadores

- Banda - transportan todo tipo de sólidos
- Cadena - cenizas calientes, escoria caliente, arrastrar vagonetas por pendiente, abastecer materiales a granel.
- Cubos - manejo de materiales abrasivos o de difícil transporte
- Rodillos - cajas y paquetes
- Tornillo - materiales pegajosos, materiales que tienden a pegarse entre sí...
- Cangilones - materiales a granel desde grandes áreas de almacenamiento hacia la planta.
- Neumáticos - emplean aire o gases inertes. Materiales en polvo (virutas, cenizas).
- Bomba de sólidos - manejo de materiales pulverizados.
- Elevadores entre pisos - barriles, cajas, tambores...

### a.2) Alimentadores de sólidos.

Es un artefacto que mantiene un flujo uniforme de materiales a granel, llevando a cabo simultáneamente una función de medición. Puede funcionar con:

- sólidos a granel
- mezclas de sólidos - líquidos
- mezclas sólido - gas.

Hay dos tipos:

- **Volumétricos:** miden su carga en volumen por unidad de tiempo.
- **Gravimétricos:** peso por unidad de tiempo. Son más precisos porque en los materiales a granel el peso por unidad de volumen puede variar hasta un 15%.

### b) TRANSPORTE DE FLUIDOS:

El **factor limitante** para su diseño es la **energía requerida** para la operación.

**b.1) Tuberías:** Conducto cerrado que se usa para el transporte de fluidos. Suministran los fluidos esenciales para el mantenimiento de la planta.

Problemas a la hora de diseñar tuberías:

- Selección del material adecuado.
- Selección del tamaño adecuado.
- Distribución de las tuberías ( facilidad de acceso)
- Selección de válvulas.
- Unión de juntas (sellado)
- Determinación de colores para su identificación.

#### 1) Diámetro de las tuberías:

A la hora de diseñar una tubería se presentan los problemas típicos de flujo de fluidos:

- encontrar el diámetro óptimo de la tubería para un determinado flujo.
- encontrar la caída de presión en función de la velocidad de flujo.
- estudio del coste: Tubería con un diámetro pequeño tendrá un coste menor, pero el costo en bombeo es excesivo. Si tenemos una tubería con un diámetro menor el coste será mayor, pero el coste por bombeo será mucho menor.

Con un diámetro menor aumenta el rozamiento y la pérdida de presión. El fluido tiene que ir a altas velocidades, con lo cual el bombeo necesario es alto. Si la tubería tiene un mayor diámetro el rozamiento es menor, la velocidad es menor por lo tanto el bombeo necesario es menor.

## 2) Criterio de selección de materiales:

Dependiendo de las condiciones de trabajo (presiones elevadas, paredes gruesas, altas temperaturas deslizamiento, bajas temperaturas fragilidad, corrosión)

## 3) Selección del tamaño final de la tubería:

Una vez determinado el diámetro interno hay que seleccionar el espesor de pared y el material de la tubería para que resista la presión interna de trabajo.

### b.2) Bombas:

Se utilizan en las plantas químicas para el transporte de líquidos, suspensiones coloidales o sólidos suspendidos en gas. El transporte cubre distancias largas y cortas, horizontales y verticales bajo presiones que varían desde valores inferiores a P atm hasta presiones muy elevadas. También se utilizan para producir presiones altas o bajas en el equipo con objeto de favorecer reacciones químicas u operaciones físicas que se lleven a cabo. **Son medios de propulsión para el transporte de fluidos por medio de tuberías.**

**b.2.1) Bombas alternativas:** Desplazamiento provocado por un pistón. Se utilizan para capacidades pequeñas y grandes presiones de trabajo.

**b.2.2) Bombas de diafragma:** Inmune a la abrasión y obstrucción cuando manejamos pulpas, lodos y materiales no homogéneos. Trabajo por succión. Para el transporte de lodos, pulpas y este tipo de materiales, se utilizan también los denominados Tornillos de Arquímedes.

**b.2.3) Bombas centrifugas:** Su flujo está libre de pulsaciones. Son seguras y de manejo sencillo. Manejan mayores cantidades de material al reducir la presión de trabajo.

**b.2.4) Bombas rotatorias de engranajes:** Emplea dos engranajes dentro de una cubierta que atrapan el líquido y lo llevan desde la entrada hasta la descarga. Pueden ser de **tornillo o de paletas deslizantes**. Materiales utilizadas para bombas dependen del servicio a que se las destine.

## c) TRANSPORTE DE GASES.

**c.1) Compresores:** Su función es aumentar la presión en un gas o suministrar gas a alta presión. Pueden ser **centrifugas, rotatorias**.

**c.2) Ventiladores:** Manejan volúmenes de gases sin ningún efecto de compresibilidad. Se clasifican por la dirección del flujo del aire en **radiales y axiales**.

**c.3) Eyectores:** Se emplean para producir vacíos no muy fuertes en el manejo de líquidos corrosivos.

## **MEZCLADO**

Los objetivos de **mezclado** son:

1. Producir **mezclas físicas simples** donde no se efectúen reacciones ni cambios en el tamaño de partícula.
2. Efectuar cambios físicos:
  - **disolución de compuestos.**
  - **formación de cristales.**
3. Llevan a cabo una **dispersión** en aquellos casos en que se va a fabricar un producto de apariencia homogénea.
4. **Promover una reacción**, es el uso más importante.

### **Tipos de mezcladores:**

**a) Mezclador de flujo:** se usa en los sistemas continuos, el mezcla se produce por interferencia en el flujo.

**b) Mezcladores de paletas o brazos:** incluyen un gran número de tipos según las paletas utilizadas. El flujo se produce hacia las paredes del tanque. Se utiliza para fluidos viscosos.

**c) Mezcladores de hélice:** utilizan dos hélice con las paletas dispuestas para que propulsen el fluido en direcciones opuestas. Fluidos poco viscosos.

**d) Mezcladores de turbina:** los materiales son sumergidos en el fluido con el que va a mezclarse. Giran a velocidades moderadas y altas. Fluidos con viscosidad intermedia.

## **ADECUACIÓN DE TAMAÑO:**

**A) REDUCCIÓN DE TAMAÑO:** Consiste en cortar o romper partículas sólidas en piezas más pequeñas. Formas de romper un sólido en los equipos de reducción de tamaño:

1. **Compresión:** reducción gruesa, sólidos duros, da lugar a sólidos poco finos.
2. **Impacto:** genera productos gruesos medios y finos.
3. **Frotación o rozamiento:** da lugar a productos muy finos a partir de materiales blandos.
4. **Corte:** da lugar a un tamaño definido de partícula.

### **Equipos utilizados**

**A. Quebrantadores:** maquinas de baja velocidad para la reducción gruesa de grandes cantidades de sólidos.

**B. Molinos (intermedios y finos):** El producto procedente del quebrantador se introduce en el molino y se reduce a polvo.

**C. Molinos Ultrafinos:** Reducen sólidos hasta partículas tan finas con un tamaño comprendido entre 1 y 20 micras.

**D. Maquinas de corte:** Se utilizan cuando se quieren conseguir dimensiones fijas o para materiales demasiado tenaces o elásticos.

**B) AUMENTO DE TAMAÑO:** En determinadas ocasiones para poder realizarse convenientemente algunas operaciones es necesario aumentar el tamaño de las partículas, para lo cual se recurre a distintos procesos:

**1. Sinterización:** donde se produce una unión físico-química de las partículas del material a altas temperaturas, pero siempre menores que la temperatura de fusión del material. Se producen fenómenos de difusión. Es el más utilizado.

**La industria sinterizadora y pulvimetalúrgica produce grandes cantidades de piezas de formas complicadas y compuestos que no se pueden obtener por la metalurgia convencional. No es un simple operación de aumento de tamaño sino que además es todo un proceso de obtención de piezas finales.**

**2. Briquetización:** Las partículas se cementan formando una mezcla sólida del mineral más un compuesto orgánico o inorgánico que se usa como cementante.

**3. Peletización:** similar al anterior, la forma final de las piezas es diferente.

**4. Nodulización:** sólido de 3 a 4 centímetros en forma esférica. Tenemos un rodamiento en bandejas cilindricas que continuamente están girando dentro del horno se produce una fusión incipiente de las partículas del sólido que se van pegando unas a otras, de forma similar que la formación de una bola de nieve.

### **3. MANEJO DE ENERGÍA**

#### **a) Transferencia de calor.**

Los equipos utilizados son **cambiadores de calor y condensadores.**

#### **a.1) Cambiadores de calor:**

Los cambiadores de calor se utilizan para enfriar o calentar toda clase de fluidos. Los tipos más comunes son:

- 1) Serpentinas sumergidas en el liquido (circula refrigerante o fluido caliente)
- 2) Tubulares: Se pueden observar una serie de tubos paralelos sumergidos.
- 3) Doble tubo concéntrico.

#### **a.2) Condensadores:**

Los condensadores se utilizan para condensar o licuar los vapores provenientes de los evaporadores. Se licúan con un liquido frío, refrigerante.

- **Superficie:** que se utilizan cuando es necesario evitar la mezcla de la fase que se condensa con el liquido de enfriamiento.

- **Tromba:** Se usan en los evaporadores en los cuales el agua de enfriamiento se mezcla con el vapor y lo condensa. Hay dos tipos:

- flujo de vapor y agua de enfriamiento paralelos.
- flujo de vapor y agua de enfriamiento contracorriente.

- **Eductor:** necesita grandes volúmenes de agua de enfriamiento.

#### 4) SEPARACIÓN

La mayoría de los procesos químicos, una vez efectuada la reacción, requieren una **separación de los subproductos y de las materias primas sin reaccionar**, impurezas o catalizador. Es determinante en la economía del proceso.

##### 1. Sólido - líquido:

- a) Sedimentación:** sedimentación por acción de la gravedad. Tanques abiertos con un mecanismo de recolección de lodos.
- b) Filtración:** separación mecánica de partículas sólidas contenidas en un fluido por el paso a través de un medio filtrante. Tipos: **gravedad, presión, vacío, centrifugas.**
- c) Prensado:** se prensa el sólido para expulsar el líquido. Muchas veces se utiliza como un paso previo al secado.
- d) Centrifugación:** provocar la sedimentación mediante un aumento de la fuerza de la gravedad.
- e) Secado:** separación de un líquido que humedece a un sólido. Se lleva a cabo suministrando calor.

##### 2. Sólido - gas.

El fin de la operación es la recolección de partículas en suspensión:

- a) Ciclones:** cámara en la que la aceleración de la gravedad es reemplazada por la aceleración centrifuga. Las partículas por acción del giro se concentran cerca de las paredes y luego caen.
- b) Precipitados electrostáticos:** Las partículas cargadas eléctricamente atraídas hacia los electrodos que crean un campo eléctrico y se depositan.

##### 3. Sólido - sólido:

- a) Cribas:** separación de sólidos de diferentes tamaños por medio de una malla. Hay muchos tipos de mallas.
- b) Extracción con disolventes:** uno de los sólidos será soluble y el otro insoluble.
- c) Separación magnética:** en base a las propiedades magnéticas de los sólidos.
- d) Flotación:** separación de sólidos finos mediante espumantes, que son productos con ciertas afinidades con las partículas que se quieren separar. Esta operación se basa en la mojabilidad que posee la partícula frente a la fase gaseosa creada. Las burbujas se fijan a las partículas menos densas haciendo que floten. Normalmente son líquidos tensoactivos que se adicionan al tanque de flotación.

Los sólidos con distintas densidades son puestos de agua u otro líquido por el que ascienden burbujas de aire y son arrastradas a distintas alturas.

#### 4. Fluido - fluido:

a) **Directas:** no requieren otros fluidos externos.

- **destilación**, separación de mezclas de líquidos con distintos puntos de ebullición
- **evaporación**, transformación de líquido a fase vapor, este último se desecha. Se busca la concentración del líquido.
- **Separación por membranas**

b) **Indirectas:** requieren la introducción de otra sustancia.

- **extracción líquida**, se adiciona otro inmiscible con el primero que tiene más afinidad con el líquido que se quiere extraer y pasará a la fase adicionada. Se utiliza cuando no se puede destilar.
- **absorción, desorción**, se produce la captación de un gas por un líquido. El gas es soluble en el líquido y se produce su absorción. Ejemplo: Mezcla ( $\text{NH}_3$ /aire) se le hace pasar (o burbujear) a través de agua y éste le absorbe.
- **adsorción**, captación de un fluido por un sólido (adsorbente)

#### 5. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO

Es necesario decidir:

- a) variables que afectan al proceso y en que grados influyen en la operación.
- b) Cuales son las funciones físicas que se deben medir y con que grado de exactitud.
- c) Cuales son las funciones físicas que se deben regular automáticamente y en que grado.