
EPET N°3

Materia: **Operaciones Unitarias y Control de Procesos I**

Curso: **6° 5ta en Turno Tarde (Martes 4ta, 5ta y 6ta hora – Miércoles 1ra y 2da hora)**

Profesora: **Claudia Tarabay**

Especialidad: **Técnico Químico**

Ciclo lectivo: **2020 – 2do Cuatrimestre**

Guía 7

Unidad 3: Transporte de fluidos

Contenidos:

- ✓ Criterio de selección de bombas y parámetros a considerar.
- ✓ Circulación de gases. Tipo de instalaciones y equipamientos. Ventiladores. Soplantes.
- ✓ Compresores. Tipos y características. Selección de equipos.

Estimados alumnos, espero se encuentren muy bien, junto a sus familiares en sus hogares, quiero darles mis buenos deseos y saludos a todos. Con esta guía les dejo actividades para que se revisión de los últimos contenidos de la unidad 3.

De la lectura comprensiva realizada a la guía y al apunte Impulsión de fluidos enviado por WhatsApp, más el apoyo de la profesora por chat, mail y videos de zoom.

- Trabajar en forma individual o grupal según su nivel de análisis.
- Confeccionar en computadora un documento formato .doc con las actividades propuestas, sus respuestas e imágenes de las consignas resueltas en su cuaderno.
- Nombrar archivo (sin espacio): **Guía7_6°5°_OUyCPI_ApellidoNombre**
- Enviar por mail a la dirección correo de la profesora en formato PDF para seguimiento y corrección. claudiatarabay33@gmail.com
- De no contar con computadora e internet, transcribir en cuaderno de la materia la guía, responder y enviar fotos por WhatsApp. También puede escanear.
- Realizar consultas en horas de clases o de mañana 8h a 12h, respetar horario.
- Incluir en caratula lo siguiente:

Guía 7

Tema: Transporte de fluidos

Materia: Operaciones Unitarias y Control de Procesos I

Curso: 6°5°

Nombre Alumno:

Profesora: Claudia Tarabay

Fecha entrega: 10-09-2020

Guía 7

El desplazamiento de fluidos, líquidos o gases (en ocasiones incluso con sólidos en suspensión) se desarrolla normalmente en sistemas de flujo, largos y complejos que implican conducciones rectas, generalmente cilíndricas de diámetros variados, enlazadas por uniones convenientes, curvaturas, codos, válvulas, etc.

A través de estos sistemas el fluido sólo fluye espontáneamente si su energía total disminuye en la dirección del flujo. De no ser así, habrá que entregar energía desde el exterior mediante dispositivos tales como bombas, en el caso de líquidos, o compresores, soplantes o ventiladores, en el caso de gases. Tal aporte de energía puede invertirse en aumentar la velocidad, la altura o la presión del fluido.

Los tipos de flujos y fluidos que pueden presentarse pueden dividirse en flujo de líquidos (*incompresibles*) y flujo de gases (*compresibles* y si la variación de presión es baja pueden considerarse incompresibles).

Entre los incompresibles están el bombeo de productos petrolíferos como crudos, gasolinas, naftas, gasóleos, etc. servicios de agua para calefacción o enfriamiento en cambiadores de calor, servicios agua potable y alcantarillado en las grandes ciudades; bombeo de ácidos, álcalis y toda clase de productos químicos desde sus depósitos almacén hasta las unidades en que se requieran, etc.

En cuanto a los gases, están el flujo de gas natural a grandes distancias; servicios de gas propano, de aire comprimido, etc.

A su vez, los fluidos pueden ser gases o líquidos poco viscosos, líquidos de elevada viscosidad, newtonianos o no, con o sin sólidos en suspensión, corrosivos o inertes, etc.

Los equipos utilizados para la impulsión de líquidos y gases tienen construcciones diferentes, no sólo por su distinto comportamiento de compresibilidad, sino porque sus grandes diferencias de densidad y viscosidad requieren que tengan características distintas. Es decir que los equipos para gases deberán tener mayor precisión en el diseño para evitar fugas, que se producen con mucha mayor facilidad que en el caso de los líquidos. También podría decirse que en el caso de los líquidos hay que tener presente en qué lugar se coloca la bomba para evitar problemas de cavitación, circunstancia que no se produce en los gases.



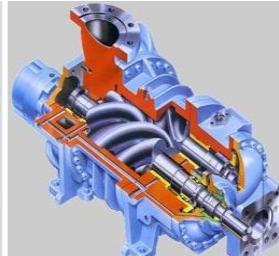
Bomba Centrifuga



Ventilador Industrial



Soplante Centrifugo



Compresor Industrial

Las formas de impulsar un fluido, líquido o gas, a través de una conducción se pueden reducir a una de las siguientes:

- a) por desplazamiento volumétrico del fluido, bien sea mecánicamente o con la ayuda de otro fluido (bombas de desplazamiento positivo, etc.)
- b) por impulsión mecánica, mediante la acción de la fuerza centrífuga (turbobombas, ventiladores y turbocompresores)
- c) por transporte de cantidad de movimiento mediante un segundo fluido (eyectores, etc.)
- d) por la acción de un campo magnético (bombas magnéticas).

Los aparatos destinados a la *impulsión de líquidos* se denominan **bombas**. La forma en que dicha impulsión se produce de dos tipos principales:

- **Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas:** el líquido es introducido y confinado en un cierto espacio de la bomba, donde se le comunica la energía, siendo desplazado a continuación hasta la zona de expulsión. Estas bombas proporcionan una cantidad constante de líquido en cada embolada o revolución de la parte móvil, sin que el líquido pueda circular libremente a través del cuerpo de la bomba. No puede funcionar con la salida cerrada y si se quiere disminuir o suprimir el caudal sin parar la bomba, es necesario recircular parte o todo el líquido bombeado, respectivamente.
- **Turbobombas:** se aumenta la energía cinética del líquido mediante un rodet giratorio, que todavía en el interior de la bomba se transforma en energía de presión. En ellas el líquido sí puede circular libremente a su través, pues recibe la energía por acción de giro que le comunica un disco giratorio a gran velocidad, sin necesidad de ser confinado en espacios interiores. Las turbobombas se clasifican en bombas centrífugas, helicocentrífugas y axiales en función de la trayectoria que siga el fluido a lo largo del rodet giratorio.

Criterios de selección del tipo de bomba

Para seleccionar adecuadamente el tipo de bomba que debe utilizarse en una instalación determinada, es necesario reunir previamente la siguiente información:

- Tipo de líquido que se va a impulsar: densidad, viscosidad, presión de vapor, contenido en sólidos, propiedades corrosivas, abrasivas y lubricantes, etc.
- Condiciones del bombeo: caudal, presión de salida, presión de entrada temperatura, variaciones máximas posibles de temperatura y caudal, etc.

La presencia de sólidos en el líquido es un factor de gran importancia a la hora de seleccionar una bomba, pues los sólidos pueden acelerar la erosión del material o tener tendencia a depositarse o aglomerarse. Todas las cavidades internas de la bomba deben tener dimensiones adecuadas procurando que no existan zonas muertas, ni proximidad excesiva entre partes fijas y móviles en caso de que los sólidos sean abrasivos. Tener atención al mantenimiento del equipo de bombeo que opera con suspensiones de sólidos.

Dada la variedad de tipos de bombas y el elevado número de factores que determinan la selección de una bomba para una instalación concreta, deben eliminarse en una primera selección todos los tipos que no tengan una posibilidad razonable de utilización. Existen gráficos en los que se representan los intervalos de caudal y presión de salida en los que pueden operar los distintos tipos de bomba. Con esta información es posible realizar una ulterior selección, observando las curvas que están situadas por encima del punto deseado las cuales indican las bombas utilizables.

Debe tenerse en cuenta de que el mayor número de bombas posibles en la instalación sean de igual tipo y marca, pues de esta forma la inversión en piezas de repuesto para el mantenimiento disminuye, amortizándose rápidamente el mayor coste inicial.

Como se detalló antes, una primera clasificación de máquinas que impulsan fluidos diferenciaba entre bombas, que impulsan líquidos, y **compresores, soplantes y ventiladores que impulsan gases**.

Ventiladores aquellos aparatos que proporcionan grandes caudales de gas a una presión ligeramente superior a la de aspiración, descargando a un espacio abierto o a una tubería de gran diámetro. **Soplantes** son las máquinas rotatorias de gran velocidad que pueden elevar la presión del gas hasta alrededor de 2 bar. **Compresores** son los aparatos capaces de elevar la presión del gas por encima de las presiones indicadas de ventiladores y soplantes.

Por lo cual puede suponerse que las bombas y los ventiladores no producen variaciones apreciables de la densidad del fluido, por lo que su flujo se puede considerar incompresible, siéndole aplicable las ecuaciones de energía vistas para dicho tipo de flujo.

Por el contrario, en soplantes y compresores, el flujo deberá considerarse como compresible, no siendo válida la anterior simplificación de las ecuaciones de energía.

En cualquiera de estas máquinas, deberá distinguirse siempre entre el motor primario que comunica a la máquina la potencia necesaria (motor eléctrico, de gasolina, turbina de vapor, etc.) y el órgano que realmente comunica la citada energía al fluido, que es el propiamente denominado *bomba, ventilador, soplante o compresor*.

Los aparatos destinados a la impulsión de gases suelen clasificarse en tres grupos, según sea el valor de la presión de descarga:

- Ventiladores: presiones de 300 a 1500 mm columna de agua por arriba de 1 atm
- Soplantes: presiones inferiores a 2 bar
- Compresores: presiones superiores a 2 bar

$$1\text{atm} = 1,013\text{bar} = 760\text{mmHg} = 10 \text{ m columna H}_2\text{O m.c.a}$$

Esta clasificación no es muy rigurosa, pudiendo hablarse indistintamente de ventiladores o soplantes cuando el aparato de impulsión produce una presión intermedia próxima a los dos intervalos citados. Igual podría decirse respecto a las soplantes y compresores.

Ventiladores

Se utilizan para impulsar grandes caudales de gas a bajas presiones, sin que apenas se produzca variación en su densidad; de hecho, no comprimen prácticamente el gas, sino que se limitan a hacerlo circular.

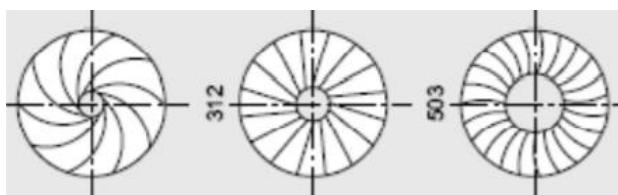
Los ventiladores se utilizan frecuentemente en las torres de humidificación y enfriamiento de agua, para la impulsión del aire, en equipos de ventilación y acondicionamiento de aire, instalaciones de secado, eliminación de humos, etc.

Se clasifican según la dirección del flujo en axiales y centrífugos.

Los ventiladores axiales constan de uno o más discos dotados de aspas o álabes que giran sobre un eje paralelo a la dirección de flujo del gas. Los álabes pueden ser rectos o curvos, y el diámetro del rotor puede ser hasta de varios metros. Los ventiladores centrífugos son similares en su funcionamiento a las bombas centrífugas. El rotor giratorio, cuyo diseño puede diferir apreciablemente del rodamiento de las bombas centrífugas, puede ser de álabes rectos, curvados en la dirección de giro o curvados en la dirección contraria.

La teoría del funcionamiento de un ventilador centrífugo es prácticamente la misma que la de las bombas centrífugas. La presión de descarga procede de la fuerza centrífuga debida a la rotación de la masa de gas contenida en el interior del ventilador y de la energía cinética que las paletas comunican al gas, convertida parcialmente en energía de presión en la voluta. Cuanto mayor sea la longitud de dichas paletas, compatible con el tamaño del ventilador, mayores serán los dos términos energéticos acabados de citar.

El rendimiento de un ventilador centrífugo varía con los cambios de temperatura, velocidad de giro y densidad del gas. Dichas variaciones afectan de la siguiente forma: para una misma velocidad y caudal de gas, la presión de salida y la potencia varían inversamente con la temperatura absoluta, la presión y la potencia varían en razón directa con la densidad.



Gráfica de álabes inclinados en la dirección de giro, rectos y en contra de la dirección de giro

Soplantes

Los soplantes conocidos también como compresores de baja presión son equipos de impulsión de gases que proporcionan presiones hasta de 2,5 bar. Existen diversos tipos, según sea el flujo del gas. Los principales son: de desplazamiento positivo, centrífugos (de una sola etapa), axiales (de múltiples etapas) y de anillo líquido.

Compresores

Se utilizan para impulsar gases a presiones superiores a los 2,5 - 4 bar que pueden incluso llegar a miles de bar. La obtención de presiones tan elevadas requiere la utilización de varias

etapas, ya que por razones económicas la razón de compresión conseguida en cada etapa no suele ser superior a 3 (existen pequeñas unidades con razones de compresión hasta de 8, y superiores).

La compresión adiabática de un gas produce una considerable elevación de temperatura que es menor si la compresión es isoterma, lo que exige la total eliminación del calor generado en la compresión. Como una parte del trabajo de compresión se convierte en calor, se tratar de aproximar la transformación al proceso isotermo (mínima cantidad de trabajo requerido). El calor originado en la compresión del gas se elimina en su mayor parte, procurando que en cada etapa el gas se refrigerere hasta alcanzar la temperatura de entrada al compresor. Se obtiene de esta forma un ciclo de compresión intermedio entre el adiabático y el isotermo, denominado politrópico.

Los dos tipos fundamentales de compresores son: los *compresores alternativos* (de desplazamiento positivo) y los *compresores centrífugos* de múltiples etapas.

Criterios de selección de ventiladores, soplantes y compresores

Los criterios para la selección del equipo más adecuado para la impulsión de gases son en principio los mismos que para la selección del tipo de bomba. Se han de tener en cuenta las propiedades del gas y las condiciones de la impulsión. El primer factor para considerar es la presión de descarga que se ha de alcanzar (salto de presión) requerido. Ello determina la selección entre ventiladores, soplantes y compresores. Dentro de cada grupo deben conocerse el caudal y las condiciones funcionamiento continuo o intermitente, etc. Existen gráficos análogos a los de bombas para los aparatos de impulsión de gases, en ellos que aparecen las zonas de presión y caudal aptas para cada tipo. La utilización de estos gráficos es similar a la de los correspondientes a las bombas.

- 1) *Clasifique los flujos y fluido. Detalle ejemplos industriales de cada uno.*
- 2) *¿Cuáles son las formas de impulsar un fluido, líquido o gas, a través de una conducción?*
- 3) *Explique como trabaja una bomba volumétrica y detalle sus diferentes tipos.*
- 4) *Detalle las ventajas y desventajas entre bombas periféricas y centrífugas.*
- 5) *Grafique la curva del sistema vs caudal para el bombeo de un fluido.*
- 6) *Con la gráfica comparativa de los diversos tipos de bombas, seleccione que bombas corresponde para caudales superiores a 1 m³/h y presiones inferiores a 100 bar.*
- 7) *¿Cuál es la clasificación de las maquinas que impulsan gases?*
- 8) *Busque en internet video tutorial de ventiladores industriales axiales y centrífugos.*
- 9) *¿Cuáles son las ventajas de usar sistemas neumáticos?*
- 10) *Busque en internet video tutorial del ciclo de compresión de gas isotérmica y adiabática.*

Director EPET N°3 Arq. Eduardo Yañez
