

el nivel del líquido a bombear arriba del eje central de la bomba y cuando el nivel se encuentra abajo de dicho eje.

En el primer caso, cuando la bomba es puesta por vez primera en servicio, o después del servicio, la tubería de la bomba y esta misma pueden estar llenos de aire. A menos que la presión de succión sea lo suficientemente alta para forzar el aire dentro de la bomba, esta no estará cebada.

Es por tanto necesario proveer de medios adecuados, como válvulas de purga, para expulsar el aire atrapado en el sistema.

Si el nivel de succión se encuentra abajo del eje central de la bomba (caso más común) el aire debe ser substituído por el líquido a bombear mediante un sistema de cebado que puede variar según convenga a la instalación.

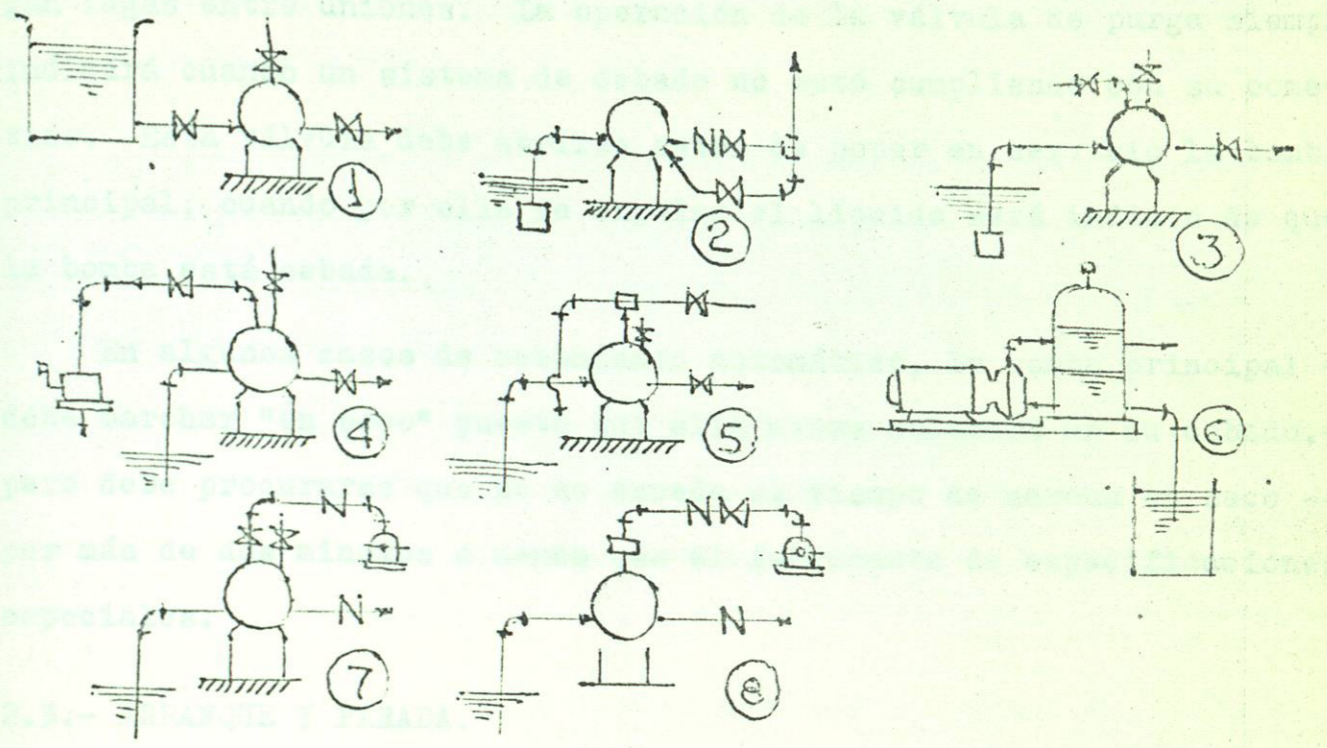
Se han desarrollado algunos sistemas de cebado automáticamente controlados. Un equipo equipado con un aparato de estos, se llama "bomba automáticamente cebada". La mayor parte de estos equipos usan una bomba de vacío, tipo rotatoria que puede ir directamente acoplada a la misma flecha del motor de la bomba a cebar o acoplada a un motor por separado.

Esta bomba rotatoria, lleva su succión conectada a la succión de la bomba que se cebará y su descarga al cuerpo de sus impulsores.

En el tipo de una bomba de vacío directamente acoplada unos controles abren su línea de succión a la atmósfera cuando la bomba principal está operando para que la bomba de vacío opere descargada. Si el tipo de la bomba de vacío es de operación por separado, los controles la paran cuando la bomba principal ha sido cebada.

Existen varios sistemas de cebamiento auxiliar, algunos se mues

tran en las siguientes figuras:



- 1) Una succión sumergida de compuerta de succión, permite que el líquido de entrada empuje el aire fuera de la carcasa.
- 2) El paso lateral que puentea la válvula cheque de descarga, usa el mismo líquido de la línea de descarga para cebar la bomba.
- 3) Aquí se muestra el uso de la válvula de pie. Esta cierra cuando deja de bombearse no permitiendo que se descargue la succión. Se puede usar una fuente de líquido auxiliar.
- 4) Una bomba separada extrae el aire de la carcasa de la bomba principal para dar una acción cebante.
- 5) Un eyector se encarga de extraer el aire de la carcasa para cebar la bomba principal.
- 6) Un tanque de cebamiento conteniendo la suficiente cantidad de líquido para establecer el flujo a través de la bomba al arrancar.
- 7) y 8) Se usan bombas de vacío para cebar la bomba. Se pueden controlar en forma manual o automática.

El mantenimiento de los sistemas auxiliares de cebado, se reduce a la inspección periódica de sus partes, procurando que no se tengan fugas entre uniones. La operación de la válvula de purga siempre indicará cuando un sistema de cebado no está cumpliendo con su cometido. Esta válvula debe abrirse antes de poner en servicio la bomba principal; cuando por ella se expulse el líquido será indicio de que la bomba está cebada.

En algunos casos de cebamiento automático, la bomba principal debe marchar "en seco" puesto que ella misma colabora en su cebado, pero debe procurarse que no se exceda el tiempo de marcha en seco -- por más de dos minutos a menos que el fabricante de especificaciones especiales.

2.3.- ARRANQUE Y PARADA.

Antes de arrancar una bomba, se deberá checar si se cumplen las condiciones de succión, si la bomba está provista de un colador o pichancha; estar seguros de que no está obstruída. Estas precauciones se toman solo cuando la bomba se opera por primera vez.

A las bombas centrífugas o bombas rotatorias que se van a arrancar por primera vez se les necesita cebar, a estas últimas es necesario llenar la parte inferior de la carcasa con el líquido a bombear para que queden cebadas.

Una vez checados los sistemas auxiliares de las bombas, su correcto cebado en las que lo necesitan y que estén sus condiciones -- normales de succión apropiadas, la bomba puede ser arrancada.

Una bomba centrífuga puede ser puesta en marcha con la válvula de descarga abierta o cerrada. Si la válvula se encuentra cerrada, el agua, dentro de la carcasa de la bomba, circulará como, en cir--

cuito cerrado, no así en las bombas de desplazamiento positivo como las rotatorias o reciprocantes que si encuentran obstrucción en su descarga sufren fuertes daños, pues desarrollan una gran presión requiriendo alta potencia.

Normalmente, a las descargas de las bombas de desplazamiento positivo no se les instalan válvulas de obstrucción como las de compuerta, por ejemplo, más que cuando se requiere regular un gasto o puentear (uso del by-pass); por lo regular solo se instalan válvulas del tipo cheque. Pero en caso de que se tengan válvulas de compuerta en las descargas de bombas de desplazamiento positivo, se deberá checar que estén completamente abiertas antes de arrancar la bomba.

Dependiendo del tipo de lubricación que se tenga en una bomba y sus accesorios, antes de su arranque se debe proceder a inspeccionar aceiteras, graseras o tanques de agua para prelubricación; en caso de que la bomba sea de flecha vertical con columna más o menos larga, se deberá dejar correr el lubricante por algún tiempo para asegurarse que las chumaceras han quedado bien bañadas de aceite o agua, según el caso. En caso de que el lubricante usado sea grasa, basta con estar seguros que no falte en el sistema lubricador.

La mayoría de las bombas son propulsadas por motor eléctrico ya sean del tipo síncrono o asíncrono. Si el voltaje aplicado, el número de fases, ciclaje y alimentación y medio de arranque han sido bien seleccionados para un correcto tamaño en HP requeridos, el arranque del motor no tiene problemas. Actualmente los arrancadores para motores eléctricos se construyen en forma que presenten una operación de arranque-parada sumamente sencilla.

Sin embargo, deben tenerse en cuenta algunas consideraciones para efectuar arranques correctamente.

Los motores pueden ser arrancados directo sobre la línea (tensión plena) o a voltaje reducido a través de resistencias, reactores, autotransformadores o por devanado partido.

Desde luego el voltaje pleno es el método más sencillo y económico para el arranque de motores eléctricos, además que los motores modernos están diseñados no sólo para soportar el arranque a voltaje pleno sino también la baja corriente de arranque. Generalmente es la capacidad de la fuente de suministro la que limita el uso del arranque a voltaje pleno a través de la línea.

Los sistemas más usuales en bombeo para arranque a voltaje reducido, son por resistencia y por autotransformador de transición cerrada.

El tipo de resistencia, emplea una resistencia en serie con la línea, la caída de voltaje a través de la resistencia produce un voltaje reducido en el motor. La corriente de arranque se reducirá en proporción directa a la reducción del voltaje.

En los arrancadores a tensión reducida tipo autotransformador, se tiene la ventaja de que el motor en su arranque, toma menos corriente de la línea para una reducción de voltaje dada. En un arrancador del tipo de resistencia, si el voltaje es reducido a la mitad de su valor, la corriente en la línea será también la mitad de su valor a plena carga. Con el arrancador a tensión reducida tipo autotransformador, la corriente en la línea varía con el cuadrado de la relación del voltaje del autotransformador, así que si se aplica la mitad del voltaje al motor desde el secundario del autotransformador, la corriente en la línea será solamente de una cuarta parte de su valor a pleno voltaje.

En un sistema de arranque a tensión reducida se debe procurar-

obtener el máximo par de arranque por amper entregado por la línea.

En los arrancadores tipo autotransformador, para caballajes de hasta 50 HP, se entregan dos derivaciones de 65% y 80% en el secundario, del voltaje de línea, arriba de 50 HP las derivaciones que se proveen son de 50%, 65% y 80% del voltaje de la línea, dando respectivamente, corriente en la línea de 25%, 42% y 64% de la corriente de arranque a pleno voltaje. En todos los casos, un máximo de 25% de la corriente a plena carga de un motor, se deberá agregar a la corriente de la línea para incluir la corriente magnetizante del autotransformador. Por ejemplo, si se tiene una corriente de arranque a pleno voltaje de 500% de la corriente a plena carga de un tipo determinado de motor y su voltaje de arranque se reduce al 80%, la corriente de arranque en la línea será también reducida a:

$$(500 \times 0.64) + 25 = 345\% \text{ de la corriente a plena carga.}$$

El par requerido para operar una bomba desde su arranque hasta su velocidad de regimen, es importante para la buena operación del motor. Las bombas de turbina tienen un bajo par de arranque requerido y usualmente son equipadas con motores de par normal tipo inducción, jaula de ardilla.

Los HP requeridos por una bomba de turbina aumentan con el cubo de la velocidad, permitiendo al motor arrancar y facilmente recuperar el incremento gradual de carga con el incremento de velocidad.

El par entregado por el motor, deberá ser en todo momento, superior al requerido por la bomba. La mayor parte de este exceso de par, en el motor, es la aceleración

El tiempo aproximado, requerido por la aceleración desde el reposo hasta la velocidad plena es:

$$t = \frac{\text{rpm} \times \text{WR}^2}{T \times 308} \quad (\text{ en segundos})$$

donde: rpm = velocidad plena de la bomba

T = par en libras por pie aprovechable "

WR² = Inercia de las partes en rotación, en libras por pie cuadrado.

Si el tiempo de la aceleración (del reposo a la velocidad plena) es mayor que 20 segundos, se deberán requerir motores o arrancadores especiales para evitar sobrecalentamientos.

El momento de inercia varía con el cuadrado del diámetro. En este aspecto, la bomba vertical tipo turbina tiene la ventaja de un diámetro relativamente más pequeño comparado a una bomba centrífuga tipo horizontal, de la misma capacidad. Con la adición de más pasos se puede tener, para una determinada capacidad y altura, menores diámetros y consecuentemente una disminución del del producto - WR².

La correcta determinación del tiempo de aceleración que requiere una bomba para ir de su punto de reposo a su velocidad de régimen es muy importante sobre todo en arrancadores a tensión reducida con relevadores de tiempo ajustables que determinan el tiempo en que el motor tendrá aplicado el voltaje reducido. Si el tiempo no está bien ajustado puede suceder que antes de ser aplicado el voltaje pleno, la bomba se halla descolorado y al entrar éste sea como arrancar el motor a pleno voltaje.

Para evitar que, en el cambio de voltaje de un arrancador a tensión reducida tipo autotransformador, el motor quede momentaneamente fuera de la línea provocando choques bruscos a la flecha, se prefiere el arrancador de transición cerrada que mantiene el motor siempre conectado.