

Cavitación de una bomba centrífuga

La cavitación puede ser el principal problema en lo que se refiere al bombeo de fluidos. En muchas ocasiones, se cree que la cavitación es un problema de la bomba en sí misma. Y más bien es un problema de la instalación que aparece sólo en la bomba porque las condiciones han cambiado o porque, en primer lugar, la bomba no se instaló correctamente. No importa cuál sea el tipo de bomba: centrífugas, de desplazamiento positivo, autocebantes o sumergibles, todas ellas pueden sufrir los efectos de la cavitación.

DEFINICIONES

Presión atmosférica – en condiciones normales y al nivel del mar, su valor es de 10,33 metros de columna de agua (m.c.a.); 760 mm de columna de mercurio (mm de Hg); 1.013,25 hPa; 1 atm o bien, 1,01 bar.

Temperatura ambiente – la temperatura del emplazamiento de bombeo en un momento dado.

Presión de vapor – presión a la que un líquido empieza a evaporarse. Depende de la temperatura del líquido.

Implosión – colapso de una burbuja cuya presión interior es menor que la externa.

¿QUÉ ES LA CAVITACIÓN?

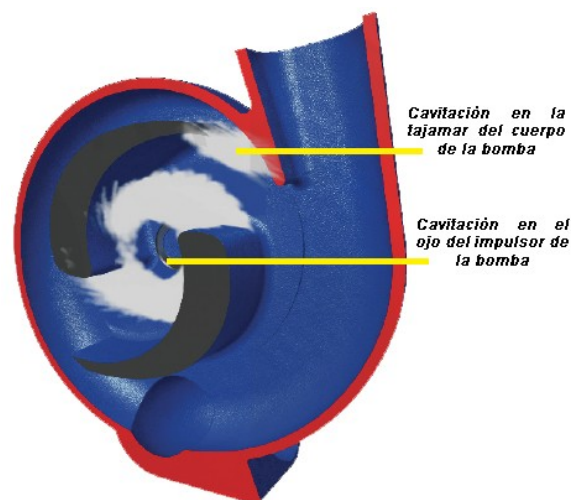
El diccionario define este término como *“formación de burbujas de vapor o de gas en el seno de un líquido, causada por las variaciones que éste experimenta en su presión.”* Cuando las burbujas se colapsan aparecen unas oquedades o picaduras, en la superficie del metal en contacto con el líquido.

Existen dos formas para que un líquido hierva; una de ellas es calentarlo hasta alcanzar su punto de ebullición (100 °C para agua). La 2ª manera es reducir la presión a la que está sometido el líquido

hasta que éste entre en ebullición a temperatura ambiente. En ambos casos, el líquido hierve a una presión de vapor relativa a una temperatura. En el interior de una bomba, se crean vacíos o zonas de presión negativa. Si este vacío excede la presión de vapor del líquido a bombear, entonces se forman burbujas de vapor que se desplazan por el sistema hasta implosionar, cuando existe una presión local suficientemente alta. Cuando las burbujas se colapsan, la implosión puede superar los 6.900 bar. Si la implosión se produce cerca de una zona metálica, se atacará su superficie con una picadura minúscula.

CAUSAS DE LA CAVITACIÓN

En una bomba hay dos zonas donde puede producirse el fenómeno de la cavitación.



Cavitación en el ojo del rodete o de aspiración. Se produce cuando existe demasiado vacío que excede la presión del vapor del líquido bombeado. El líquido hierve y se separa del resto.

Las bolsas de vacío aparecen en el centro del impulsor, que es la zona de más baja presión, y se desplazan hasta su implosión o colapso.

Este tipo de cavitación la causa una altura de aspiración excesiva o bien, que el $NPSH_D$ de la instalación se vuelva insuficiente por aumento de la pérdida de carga en la succión de la bomba (obstrucciones parciales).

La bomba no provoca ambas situaciones sino su entorno (instalación / aplicación).

Cavitación en la tajamar de la voluta o de impulsión. Esta situación se da cuando la altura de descarga es demasiado alta, desplazando el punto de trabajo hacia la izquierda y fuera de la curva de funcionamiento. La cavitación se localiza entre el extremo del álave del rodete y donde acaba la envolvente del cuerpo o tajamar.

El líquido se “estira” debido al bajo caudal y a la alta presión diferencial en ambos lados de la tajamar. Al paso de los álaves, se forman y se colapsan burbujas continuamente. Entre un álave y el siguiente, aparecen burbujas que permanecen en la tajamar hasta que el siguiente álave la alcanza. Es entonces cuando se crea una presión suficiente que permite la implosión de la burbuja en el extremo del álave. En la parte posterior del álave ya se ha formado una nueva burbuja que permanece ahí hasta que implosiona en el siguiente álave.

DAÑOS PRODUCIDOS

Debe tenerse en cuenta que válvulas y otros accesorios pueden cavitarse sufriendo los mismos efectos perjudiciales que una bomba. Si una válvula tiene su admisión parcialmente cerrada, probablemente cavitará y se deteriorará de la misma forma que lo haría un impulsor y la placa de desgaste de una bomba cuya aspiración estuviera obstruida.



Efectos de ambos tipos de cavitación



Efectos de la cavitación de impulsión

En la cavitación de aspiración, el daño observado puede abarcar desde unas pocas picaduras localizadas en el ojo del rodete hasta una rotura total del impulsor y destrucción de la placa de desgaste. En la mayoría de casos, el daño consiste en picaduras en el rodete y en la placa de desgaste. A veces se describe el daño como si fuera un queso suizo o como si se hubiera ametrallado el rodete. En general, el daño provocado por una cavitación de aspiración se limita a estas dos piezas.

La cavitación en la tajamar de la carcasa o de impulsión es, con diferencia, mucho más destructiva que la cavitación de aspiración. Cuando se dan las circunstancias de una cavitación de impulsión, aparecen las picaduras características en el extremo de los álaves y por su parte anterior. Si la cavitación es suficientemente severa, el ataque avanza por todo el álave. Por otra parte, en carcasas de volutas simples, a causa de no compensarse la alta presión, el eje aumenta su deflexión a medida que la altura de bombeo es más alta.

Gorman – Rupp diseña los ejes de sus bombas para que admitan esta deflexión en el rango de trabajo de la curva de funcionamiento. Sin embargo, si la altura de bombeo es suficientemente elevada como para que el punto de trabajo se sitúe a la izquierda de la curva característica, entonces se producirá la cavitación de impulsión que reducirá la vida útil del rodete. La deflexión del eje podría producir fatiga y su rotura; los rodamientos podrían deteriorarse por sobreesfuerzo y podría dañarse el cierre mecánico.

¿CÓMO DETECTAR LA CAVITACIÓN?

Cuando una bomba cavita, se oye un ruido característico que recuerda un martillo golpeando una pieza de metal o como si la bomba tuviera piedras en su interior e impactaran constantemente. La forma más precisa para detectar la cavitación es tomar lecturas de presión en la aspiración e impulsión de la bomba y medir con exactitud la velocidad de trabajo de la bomba. Con esta información, se consulta la curva característica de la bomba y se determina dónde está trabajando la bomba.

Si se sospecha que la bomba padece una "cavitación de aspiración" la lectura de presión en la brida de succión indicará un nivel de vacío importante o, posiblemente, debe revisarse el cálculo del NPSH. Evidentemente, si se abre la bomba y en el rodete se observa algún ataque similar a los descritos, entonces la cavitación ya no es una sospecha sino que es una realidad.

CÓMO CORREGIR UNA CAVITACIÓN

Es sencillo si se conoce la causa del problema.

La cavitación de impulsión u operación demasiado a la izquierda de la curva característica implica reducir la altura de bombeo o bien, aumentar el caudal de trabajo para que la bomba "entre" en la curva. En algunos casos, puede ayudar aumentar la velocidad pero debe conocerse la curva de la instalación antes tomar cualquier medida.

En el caso de cavitación en la aspiración, puede deberse a algún cuerpo extraño que obstruye la tubería de succión de la bomba o bien, que la altura de aspiración es demasiado alta y en consecuencia el $NPSH_D$ es inferior al $NPSH_R$ de la bomba. Un vacuómetro instalado en la brida de aspiración solamente indicará que el vacío es elevado pero no su causa. Si detecta un atasco en la tubería de aspiración, ¡límpiolo lo antes posible! No inyecte aire comprimido porque lo devolvería al depósito y podría aspirarse de nuevo. Si la altura de aspiración es demasiado alta, acerque la bomba a la superficie del líquido o cambie la consigna de nivel del pozo de bombeo.

