

Conocimientos básicos Cavitación

¿Cuándo se produce la cavitación?

En los fluidos en movimiento se producen bajas presiones en puntos localizados. Estas presiones pueden ser menores que la presión del vapor correspondiente del líquido. Aquí, el líquido se evapora y se producen burbujas de vapor. Debido al aumento de volumen durante la evaporación, los patrones de flujo cambian respecto al flujo inalterado. En las bombas, las burbujas de vapor

pueden crecer tanto que la sección transversal de flujo restante se reduce notablemente y la potencia de la bomba resulta afectada. El proceso es a menudo inestable porque la velocidad de flujo aumenta debido a la reducción de la sección transversal de flujo y, por tanto, la cavitación es impulsada por la caída de presión ulterior.

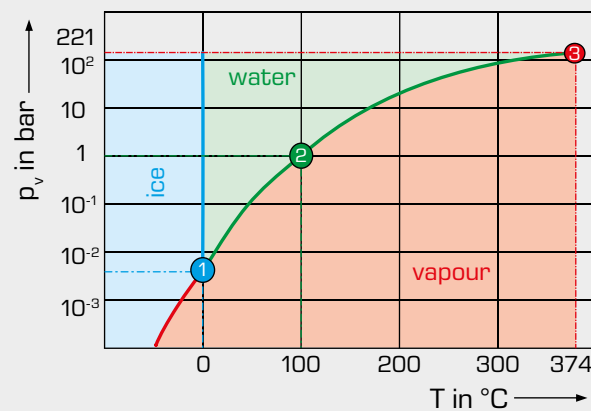


Diagrama de temperatura-presión del agua

1 punto triple, 2 punto de ebullición, 3 punto crítico; ■ curva de sublimación, ■ curva del punto de ebullición, ■ curva del punto de fusión

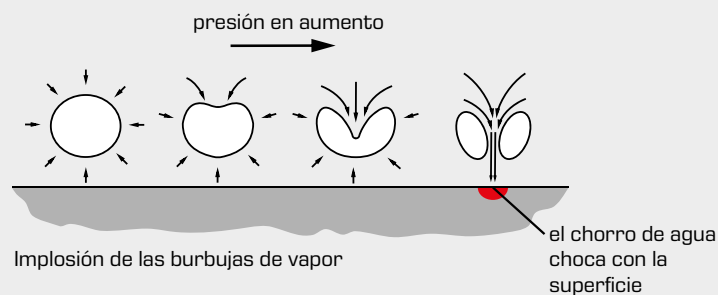


Formación de burbujas de vapor por cavitación en un rodete de la bomba (HM 380)

Daños a la máquina por cavitación

Se producen daños especialmente grandes por la erosión del material, provocada en conexión con la cavitación. Cuando la presión vuelve a aumentar, las burbujas de vapor implosionan. Durante la implosión se forma un chorro de líquido muy rápido en la burbuja de vapor, capaz de generar presiones de más de 1000bar al chocar con un material sólido. Esto corroe el material de hélices, platos de válvula o rodetes. En las máquinas sujetas a daños por cavitación deben utilizarse materiales especialmente duros y resistentes.

La cavitación también suele producir corrosión. Las capas protectoras se desgastan y la superficie porosa y rugosa ofrece condiciones ideales para la corrosión.



Implosión de las burbujas de vapor

el chorro de agua choca con la superficie



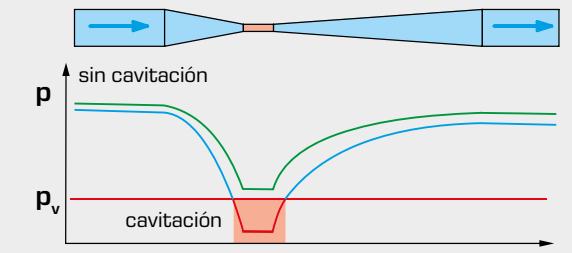
Rodete de la bomba destruido por la erosión de cavitación



Hélice de barco destruida por la erosión de cavitación

Cavitación generada artificialmente

La aparición de cavitación puede visualizarse claramente en un tubo de Venturi, p.ej. ST 250 de GUNT. En la parte convergente se acelera el flujo produciendo una reducción de la presión. Cuando no se alcanza la presión de vapor p_v , en la sección transversal más estrecha se producen burbujas de vapor. Dependiendo de la intensidad, estas vuelven a desaparecer en la parte divergente o se mantienen a lo largo de una sección más larga.



Cavitación en un tubo de Venturi

Criterios para la aparición de cavitación

Los criterios para la aparición de cavitación son principalmente el coeficiente de cavitación y la altura de aspiración neta necesaria.

El **coeficiente de cavitación** adimensional σ es una medida que indica cuándo se produce cavitación en un fluido.

$$\sigma = \frac{p - p_v}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2}$$

ρ densidad, p presión, p_v presión de vapor, v velocidad de flujo

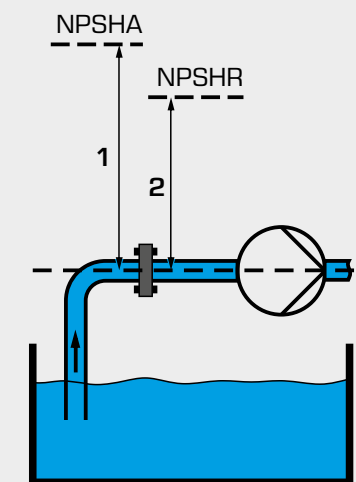
Otro criterio es la altura de aspiración posible de la bomba, el valor NPSH (Net Positive Suction Head; Carga Neta Positiva en la Aspiración). El valor NPSH corresponde a la energía (de presión) de una columna de líquido con las condiciones de funcionamiento existentes en la brida de conexión. El valor siempre es positivo.

Se diferencia entre dos valores NPSH:

NPSHA (Net Positive Suction Head Available, Carga Neta Positiva en la Aspiración Disponible): Esta es la presión existente de la instalación en condiciones de funcionamiento como diferencia de altura.

NPSHR (Net Positive Suction Head Required, Carga Neta Positiva en la Aspiración Requerida): Esta es la presión necesaria para el funcionamiento de la bomba como diferencia de altura.

El valor **NPSHA de la instalación** siempre debe estar por encima del valor **NPSHR necesario de la bomba**.



La diferencia entre NPSHA (1) y NPSHR (2):

1 energía de presión suministrada por la instalación, 2 energía de presión necesitada por la bomba

Prevención de cavitación

Para evitar la cavitación, el **coeficiente de cavitación** σ debe mantenerse lo más alto posible. Por otro lado, un coeficiente de cavitación pequeño resulta en un gran rendimiento energético y mediciones pequeñas de la turbomáquina.

Las medidas siguientes reducen la tendencia a la cavitación:

- evitar presiones bajas
- evitar temperaturas cerca del punto de ebullición del fluido
- utilizar perfiles delgados de álabes
- seleccionar un ángulo de ataque pequeño de los álabes
- prevenir cambios abruptos de la dirección del flujo
- redondeado de los bordes de ataque