

Factores Claves para la Selección de una Bomba Centrífuga



Introducción.

Seleccionar una bomba centrífuga entre las innumerables opciones disponibles puede ser desalentador, pero la decisión debe tomarse. Diversos factores tales como el flujo requerido, la altura diferencial, las condiciones de succión, etc. deben sopesarse frente a los costos de capital y el costo de la energía para la bomba considerada. Para determinar la bomba correcta, debe considerarse el costo total de propiedad, que incluye el costo de capital, los costos operativos y el costo de mantenimiento.

Los criterios de selección ofrecidos en esta Nota Técnica se enfocan principalmente en los parámetros de diseño hidráulico tales como velocidad específica (N_s), velocidad específica de succión (N_{ss}), altura neta positiva de succión (NPSH) y su margen, pendiente de elevación de la altura (HRTSO), y eficiencia de la bomba; algunas consideraciones mecánicas también son tratadas.

Desarrollo.

La geometría óptima de los rotores de la bomba está influenciada principalmente por la velocidad específica N_s , Este parámetro es uno de los grupos adimensionales que surge de un análisis de la ecuación física completa para el rendimiento de la bomba. En esta ecuación, las cantidades de rendimiento como la eficiencia hidráulica y la altura H (o solo H) se establecen para funciones del caudal volumétrico Q , velocidad rotativa N o velocidad angular, diámetro del rotor D o radio r , viscosidad, NPSHA y algunas cantidades que tienen menor influencia. El límite más bajo efectivamente es $\Omega_s = 0.2$ ($N_s = 500$ Aprox.) en donde aún se considera un impulsor, para valores más bajos lo típico es encontrar una rueda tipo "Barske" o disco de arrastre. Al mismo tiempo las mayores eficiencias son alcanzadas en bombas con grandes capacidades en el rango de N_s entre 2250 y 3000.

La velocidad específica de succión (N_{ss}), como la velocidad específica del impulsor (N_s), es un parámetro o índice de diseño hidráulico, excepto que aquí es esencialmente un índice descriptivo de las capacidades de succión y características de un impulsor de primera etapa dado. La velocidad específica de aspiración puede variar entre 3000 y 20000 según el diseño del impulsor, la velocidad, la capacidad, la naturaleza del líquido y las condiciones de servicio y el grado de cavitación; a partir de la experiencia, se han encontrado valores razonables de N_s para fines de estimación en el rango de 7000 a 12000 para agua, dependiendo de la velocidad de la bomba y del tipo de servicio bajo el cual opera la bomba. las bombas que manipulan hidrocarburos pueden funcionar satisfactoriamente con valores de N_s hasta 15000 o más. Bombas con valores de N_s mayores a 11000 deben ser evaluadas y seleccionadas con mucho cuidado.

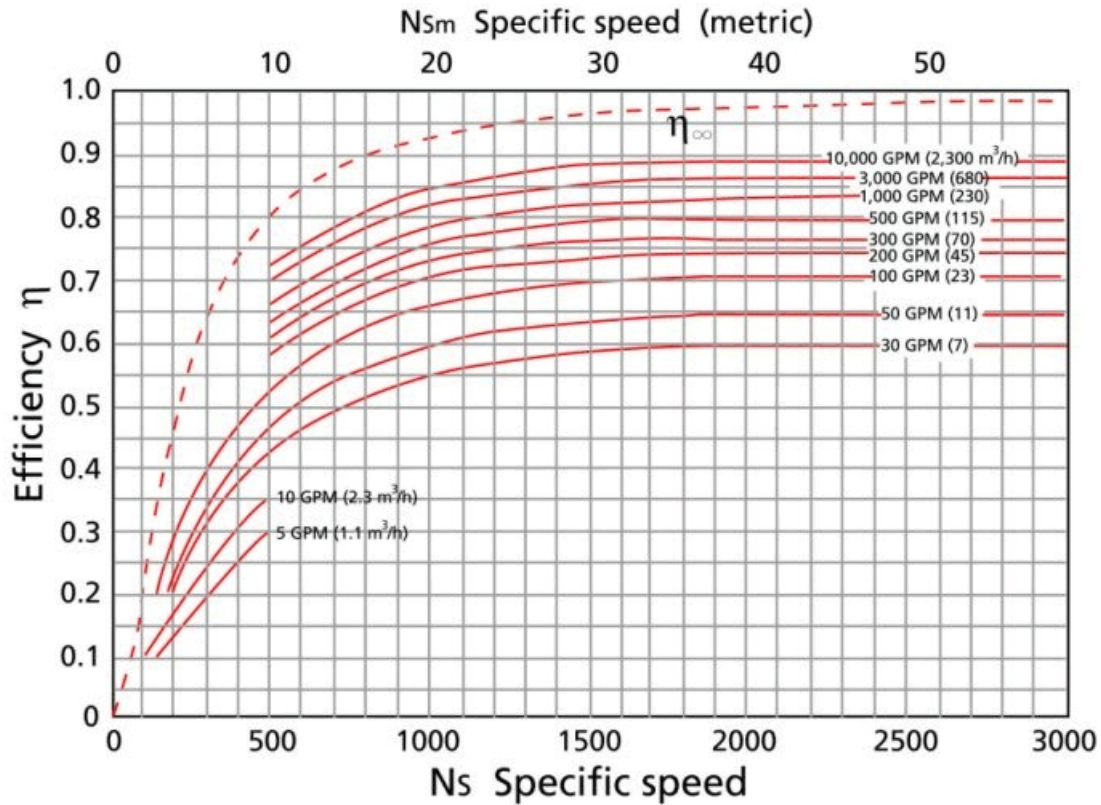


Figura 1. Grafica de velocidad especifica (Ns) vs. Eficiencia

La eficiencia de la bomba para una condición dada nos da una indicación del diseño hidráulico y mecánico. La importancia de la eficiencia en la selección de la bomba es debido al impacto directo en el costo de la energía total durante la vida de la máquina, así como también la confiabilidad y el costo de mantenimiento. Las máximas eficiencias alcanzables han sido extensamente estudiadas y existen gráficos basados en pruebas reales disponibles como buena referencia para evaluar los diseños. Como se muestra en la figura 1.

Por otro lado, la eficiencia en el punto nominal de operación puede diferir en gran escala con respecto al punto de mejor eficiencia de la bomba (BEP), y las repercusiones sobre este modo de operación de manera continua son conocidas, las mejores prácticas indican que el punto nominal de operación se debe encontrar dentro rango preferido entre 80% y 110% del punto de mejor eficiencia (BEP). Así mismo es reconocido por las normas API, HI entre

otras.

En lo que se refiere curvas “estables” e “inestable”, y a la preferencia por curvas de Altura vs. caudal "estables" (con un continuo aumento de la altura hasta el punto de cero flujos) en general y como requisito para el funcionamiento paralelo. Se establece que, para operación en paralelo, un aumento mínimo del 10% del flujo nominal (no flujo normal) para cerrar o flujo cero es especificado. Se nota que muchas practicas especifican un aumento del 5% para la operación con una sola bomba y un mínimo de 10% para bombas en paralelo. Sin embargo, esta recomendación generaliza estos valores como regla general, la elaboración de la curva de sistema y el estudio de la interacción con la bomba podría arrojar resultados diferentes y hacer posible una operación exitosa por fuera de estos valores recomendados.

No menos importante es el análisis del margen entre “Altura Neta Positiva de Aspiración” disponible (NPSHa), siendo esta una característica del sistema, el producto bombeado, su presión de vapor y temperatura; y la “Altura Neta Positiva de Aspiración” requerida (NPSHr) que a su vez es inherente al diseño del impulsor y más específicamente al ojo de la succión del impulsor. Existen varios criterios sobre el NPSHr tales como 3%, 1%, 0% o incipiente, el criterio más ampliamente aceptado es 3% de caída de la altura. De la misma forma existen recomendaciones generales acerca del margen entre el NPSHa y NPSHr desde 10% sobre el NPSHr o no menos de 5 pies de altura sobre el NPSHr para agua; estos criterios son diferentes para hidrocarburos, productos criogénicos entre otros.

En cuanto al tamaño ineficiente del impulsor. En algunas especificaciones mencionan que el diámetro del impulsor no será mayor de 90 o 95 % del que puede aceptar la bomba, a fin de tener una reserva de carga. Si esta reserva se utiliza sólo un 5 % del tiempo, esas bombas funcionarán casi siempre a menos de su eficiencia.

En adición a estos conceptos hidráulicos, es de igual importancia observar algunos elementos mecánicos del diseño, su relación con el desempeño de la bomba, la

confiabilidad y el costo inicial.

Es importante saber distinguir entre la mejor eficiencia alcanzable y la eficiencia sostenible. La eficiencia alcanzable no solo depende de la velocidad específica (N_s) también depende de factores tales como el diseño del impulsor, las dimensiones relativas de las holguras internas, la rigidez relativa del diseño del eje (Particularmente cierto para bombas multietapas).

La eficiencia en el diseño de la bomba generalmente se puede mejorar utilizando altos coeficientes de altura, reduciendo las holguras internas, y reduciendo el diámetro del eje motriz este último también aporta al desempeño de la succión.

La rotodinámica de la bomba es la segunda tarea del diseñador, siendo este tema crítico de incluir en la selección de las maquinas, y en algunos casos es recomendable realizar un análisis rotodinámico.

El análisis rotodinámico estándar se compone de cuatro partes:

- (a) Modelado del rotor y sistemas de cojinetes.
- (b) Análisis de velocidad crítica no amortiguado.
- (c) Análisis de respuesta de desequilibrio amortiguado.
- (d) Análisis de estabilidad de la dinámica del rotor.

En un diseño de bomba centrífuga, el diámetro del eje y el tamaño del cojinete pueden verse afectados por la deflexión permitida según lo determinado por la rigidez del eje, el peso del impulsor, las fuerzas radiales y torque a transmitir.

Por tanto, es recomendable estudiar con atención durante el proceso de selección las siguientes características del diseño del rotor y estator-colector:

1. Rigidez del eje (diseño flexible versus rígido)
2. Tipo de colector (tipo Voluta o difusor)
3. La distancia entre apoyos-cojinetes
4. Tipo de cojinetes

5. Velocidad en la punta del alabe
6. Tipo de sellos anulares
7. Potencia por etapa

Especial atención se debe dar a bombas de alta energía.

Customer Support
Machinery & Reliability Institute
Mobile, Alabama – USA. 36608
Email: info@machineryinstitute.org
Web: www.machineryinstitute.org



Customer Services
ThePumpStars
Denver, Colorado – USA. 80014
Email: info@thepumpstars.com
Web: www.thepumpstars.com

The **Pump Stars**

