

Optimización de Sistemas de Bombeo / Trasiego

Neftaly A. Moreno



Introducción

Los sistemas de bombeo/trasiego representan una oportunidad de generar ahorros mediante la optimización de sus componentes. Dependiendo de la etapa en la que se encuentre el sistema (diseño preliminar o aprobado, construcción o en operación), la implementación de las mejoras necesarias podrían requerir capital adicional, que deberá justificarse desde el punto de vista técnico y económico.

Una de las mayores dificultades que afronta el profesional de mantenimiento, es la justificación económica tanto de los proyectos de mejora y optimización de activos, como de la necesidad de entrenamiento del personal. En virtud de lo anterior, se presenta el siguiente artículo, el cual forma parte de una serie de escritos en los que se expondrán formas de optimizar sistemas de bombeo, aire comprimido, vapor, equipo rotatorio, etc, su evaluación técnica y monetaria.

Los sistemas de Bombeo / Trasiego

De los costos asociados a la operación de un sistema de bombeo, el consumo eléctrico es un componente que pasa inadvertido debido a la percepción de que "es algo con lo que se tiene que vivir". Sin embargo, mediante la optimización de los sistemas de bombeo es posible reducir los costos de operación debido al consumo eléctrico de los motores que impulsan las bombas de su instalación.

Figura 1. Sistema de Bombeo

En un sistema como el de la figura 1, se requiere de energía tanto para vencer la columna estática (h_s) como para vencer las pérdidas por fricción (h_f) del sistema de tuberías. La energía necesaria para la operación de este sistema tiene un costo, el cual se refleja en el consumo eléctrico del motor, es decir, mientras menor sea tanto la columna estática como las pérdidas por fricción del sistema, menor será la energía necesaria para el trasiego del producto de un punto a otro.

En términos prácticos, la modificación de un sistema o instalación para lograr reducir la columna estática (h_s) puede llegar a ser sumamente oneroso y en ocasiones casi imposible. Por el contrario, las pérdidas por fricción (h_f), pueden ser reducidas enormemente –entre otras cosas- mediante la "Optimización del Sistema de Tuberías"

Optimización del Sistema de Tuberías

La Optimización de un Sistema de Tuberías, para lograr una reducción en los costos asociados a las pérdidas por fricción en las tuberías, puede lograrse a través de:

- Utilización de tubería plástica (PVC, etc.) en lugar de tubería metálica.
- Selección/Sustitución de la tubería por tubería de igual material pero mayor diámetro.
- Cambio de la ruta del sistema de tuberías.

De las opciones anteriores, nos concentraremos en la segunda. Ya que existen ciertas limitaciones en cuanto al uso de un material u otro, tales como tipo de servicio (agua, hidrocarburos, ácidos, productos alimenticios, restricciones de tipo ambiental, etc) que preste el sistema. Por otro lado la ruta escogida para las tuberías no siempre es una variable que por sí sola, produzca una reducción apreciable en los costos de operación.

En virtud de lo anterior, evaluaremos la Selección/Sustitución de la tubería por tubería de igual material pero de mayor diámetro, siempre teniendo presente que la combinación de las tres opciones mencionadas, produce mejores resultados.

Selección/Sustitución de la tubería por tubería de mayor diámetro

El reemplazo de una tubería de 3 " de acero al carbón, por una de mayor diámetro, representa una reducción de los HP[^]s requeridos lo cual se traduce en la utilización de un motor más pequeño y económico. De igual forma, el aumento en el diámetro de las tuberías de succión reduce el riesgo de falla por cavitación de la bomba, debido a que con un mayor diámetro de tubería las pérdidas por fricción son menores y por consiguiente, la presión disponible a la succión del equipo (NPSHa) es mayor.

Para efecto de llevar a la práctica todo este concepto, se presenta el siguiente ejemplo.

Digamos que en su sistema se trasiegan -o se piensa trasegar- agua @ 200 gpm desde el tanque A hasta el tanque B por una tubería de acero al carbón (Ver fig. A). Los costos de energía eléctrica debido a las pérdidas por fricción en el sistema de tuberías (succión y descarga), pueden ser calculados siguiendo los pasos a continuación descritos:

1. Efectuar el cálculo de las pérdidas por fricción del sistema.
2. Convertir los pies de pérdidas por fricción a HP[^]s.
3. Convertir los HP[^]s a \$.

Lo anterior es posible mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$HP = Q * 0.00025 * Gravedad\ esp. * hf$$

hf = Pérdidas por fricción en pies.

$$\text{Costo de Operación en \$} = HP * 0.744 * (\$ / Kw-H) * \# \text{ horas de operación}$$

(Eficiencia combinada % Bomba-Motor)

Para el caso de una tubería de acero al carbón, cédula 40, con un diámetro de 4" las pérdidas por fricción en un tramo de 10,000 pies tenemos que:

$$hf = 227 \text{ pies}$$

Luego :

$$HP = 600 * 0.00025 * 1 * 227$$
$$HP = 11.35$$

Tomando un valor de \$ 0.10 / kw-h, considerando ocho (8) horas de operación diaria, por seis días a la semana y una eficiencia Bomba-Motor de 70%, tenemos lo siguiente :

$$\text{Costo } \$ = 11.35 * 0.744 * 0.10 * 192 / 0.70$$

$$\text{Costo } \$ = \$ 231.62 \text{ Mensual}$$

$$\text{Costo } \$ = \$ 2,779.4 \text{ Anual}$$

Ahora en el caso de utilizar una tubería de acero al carbón, cedula 40, con un diámetro de 6" las pérdidas por fricción en un tramo de 10,000 pies tenemos que:

$$hf = 29.9 \text{ pies}$$

Luego :

$$HP = 600 * 0.00025 * 1 * 29.9$$

$$HP = 1.50$$

Tomando un valor de \$ 0.10 / kw-h y una eficiencia Bomba-Motor de 70%, tenemos lo siguiente :

$$\text{Costo } \$ = 1.50 * 0.744 * 0.10 * 192 / 0.70$$

$$\text{Costo } \$ = \$ 30.61 \text{ Mensual}$$

$$\text{Costo } \$ = \$ 367.32 \text{ Anual}$$

Como puede observarse el costo operacional de utilizar una tubería de 4" en lugar de una de 6" es 7.57 veces mayor.

Conclusiones

- El empleo de una tubería de mayor diámetro implica un menor costo de operación pero a su vez un mayor costo inicial.
- La decisión de utilizar un mayor o menor diámetro de tubería, debe incluir los costos/ahorros asociados a los soportes requeridos por la tubería en cada caso. Para la utilización de tubería de mayor diámetro debe tomarse en cuenta que la velocidad del fluido en la tubería será menor y por ende –en el caso en que el producto contenga sólidos en exceso – la sedimentación es un factor a considerar. Por otro lado, la velocidad del fluido en tubería de menor diámetro es mayor y por ende la erosión y en consecuencia la pérdida de espesor de la tubería durante la vida del proyecto, debe ser otro factor a evaluar.
- Finalmente la evaluación del diámetro de tubería óptimo, es un trabajo necesario y una práctica favorable para la salud económica de toda empresa que trasiegue líquidos, ya sea para la venta o como parte de su proceso de producción.

Neftaly Moreno es Ingeniero Electromecánico titulado por la Universidad Internacional de Las Américas de San José C. Rica, con estudios a nivel de Postgrado en Alta gerencia y Maestría en Administración de Empresas en la Universidad Interamericana de Panamá.

En la actualidad labora como consultor independiente en la empresa que fundó (Soluciones de Ingeniería, S.A.), brindando servicio a la industria local en las áreas de Ingeniería (Diseño/Evaluación), Entrenamiento, Mantenimiento, Análisis de Causa Raíz y Confiabilidad.

Fue incluido en la edición 2003-2004 de "Who is Who in Science and Engineering" -Marquis Who'sWho- y ha publicado artículos técnicos para revistas en Panamá y en Internet.

Desde 1996 hasta noviembre del 2002 laboró en Refinería Panamá, S.A. -Chevron Texaco-, en las áreas de Ingeniería de Proyectos/Diseño y en el área de Confiabilidad/Mantenimiento. Como ingeniero de Confiabilidad estuvo a cargo de de la evaluación y solución de problemas en: sistemas hidráulicos, equipos rotatorios (bombas, compresores, turbinas, abanicos, etc.), encargado del desarrollo de proyectos de confiabilidad (evaluación técnica y económica), sistemas de sellado mecánico, responsable de Programa de Mantenimiento Predictivo Basado en el Análisis de Vibraciones, desarrollo de procedimientos de reparación e inspección de equipos, investigación de Incidentes y fallas en equipos rotatorios.