

TABLA DE CONTENIDO

	Página
LISTA DE ILUSTRACIONES	IV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
REFERENCIAS	6

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Página
Fig. 1. Accesorios para el montaje de los sensores de presión y temperatura.	3
Fig. 2. Arreglo de sensores a lo largo de la bomba.	3
Fig. 3. Diagrama del circuito experimental.	4
Fig. 4. Distribución de presión para varios ΔP con flujo monofásico.	4
Fig. 5. Distribución de presión para varios ΔP con flujo bifásico.	5
Fig. 6. Distribución de temperatura dentro de la bomba con flujo bifásico.	5

1. INTRODUCCIÓN

Las bombas de cavidades progresivas (BCP) son utilizadas ampliamente en el levantamiento de petróleo, con cientos de instalaciones en Venezuela y miles a nivel mundial. Salvo casos excepcionales, las BCP manejan una mezcla bifásica de gas y crudo, condición que es característica de la industria petrolera. En este sentido, es de importancia conocer el comportamiento de las BCP manejando mezclas gas-líquido.

Hasta el día de hoy, se le ha prestado poca atención al comportamiento fluidodinámico y termodinámico del proceso de bombeo en las BCP, tanto de líquidos como de mezclas compresibles. La documentación técnica de las BCP para subsuelo solo contienen datos básicos sobre eficiencia volumétrica y potencia requerida para el bombeo de agua. Aspectos del proceso de bombeo tales como efectos de la viscosidad del líquido, presencia de una fase gaseosa y ajuste entre rotor y estator no están documentados. El impacto de estas variables sobre la vida útil de la bomba y su desempeño global es desconocido.

Por otra parte, en los últimos años se ha venido observando un incremento en el volumen de gas asociado a la producción en los yacimiento de la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO). Conocer el impacto de este cambio en las características de los fluidos bombeados por los sistemas BCP es de importancia para el mantenimiento de las operaciones de producción, diagnóstico acertado de fallas prematuras y procura de nuevas bombas.

El presente informe contiene un resumen de la literatura en materia de BCP bombeando mezclas bifásicas y otras condiciones de importancia para la producción de petróleo tales como viscosidad y ajuste rotor-estator. La búsqueda de referencias está limitada a publicaciones en revistas periódicas, congresos, trabajos de grado y patentes. En general, la información técnica en otras fuentes tales como manuales, monografías, catálogos y páginas web de los fabricantes es prácticamente nula.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

MARTÍN y col. (1999)

En este estudio se realizó la evaluación del desempeño de una BCP con diferentes fracciones de vacío. La bomba de prueba tiene cuatro etapas, con un rotor de 20 mm de diámetro. Los sensores para la medición de presión y temperatura se colocaron en unos dispositivos que se pueden apreciar en la Figura 1. En la Figura 2 se muestra el arreglo de los instrumentos en la bomba. La carcasa de la bomba fue perforada para que los sensores estuviesen en contacto directamente con el fluido dentro de la cavidad durante la operación de la bomba. Cada adaptador para los sensores fue colocado en la entrada y salida de cada etapa de la bomba. Los agujeros fueron hechos en la parte con menos espesor del estator.

El circuito de prueba se ilustra en la Figura 3. Está compuesto por un compresor de aire, bomba de agua, tanque de separación, bomba de prueba en posición horizontal, válvula de alivio y válvula de control de presión a la descarga de la bomba de prueba. El circuito trabaja con agua y aire.

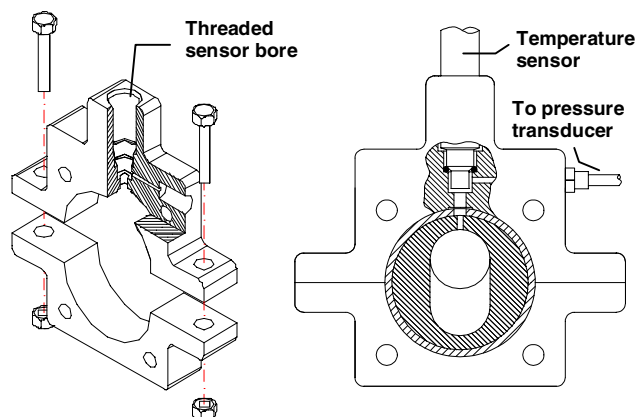
Se realizaron estudios con flujo monofásico y bifásico. En la Figura 4, se observa la distribución de presión a lo largo de la bomba para diferentes ΔP y 650 rpm con flujo monofásico. Se evidencia que para bajos gradientes de presión la máxima presión de la bomba no se encuentra en las últimas etapas de la bomba, sino hacia el centro de la misma. Sin embargo, a medida que aumenta el ΔP , la máxima presión de la bomba se desplaza hacia la descarga.

En la Figura 5 están los resultados con flujo bifásico. Es notable el hecho de que casi todo el incremento de presión ocurre cerca de la descarga de la bomba, con muy poca importancia de la fracción de vacío de la mezcla bifásica.

En la Figura 6 está la distribución de temperatura dentro de la bomba. MARTÍN y col. plantean que la distribución de temperatura en flujo bifásico podría ser causado por el relativo pobre desempeño de la conductividad térmica del elastómero. Atribuye el incremento de temperatura a la compresión del elastómero por el avance del rotor y, a su vez, a la fricción entre rotor y elastómero. Ambas acciones ocurren de manera simultánea. La flexión cíclica del elastómero genera un calentamiento debido a la histéresis. Al incrementar la fracción de gas libre ocurre un aumento de la temperatura del estator. Mientras menos líquido hay dentro de la bomba, menos lubricación se tiene.

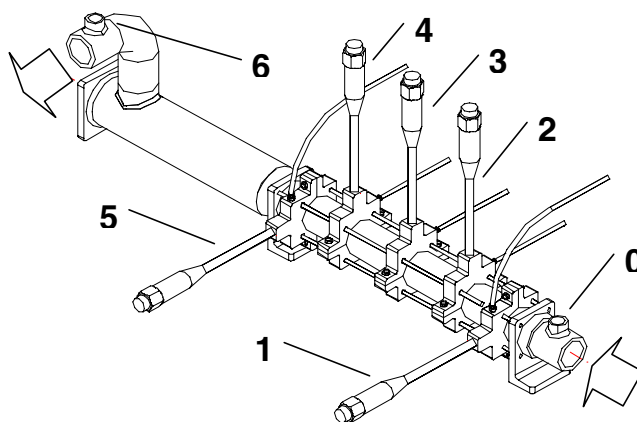
OLIVET y col. (2002)

Los autores estudiaron el desempeño de una BCP con estator metálico. La bomba tiene



Fuente: MARTÍN y col. (1999)

Figura 1. Accesorios para el montaje de los sensores de presión y temperatura.

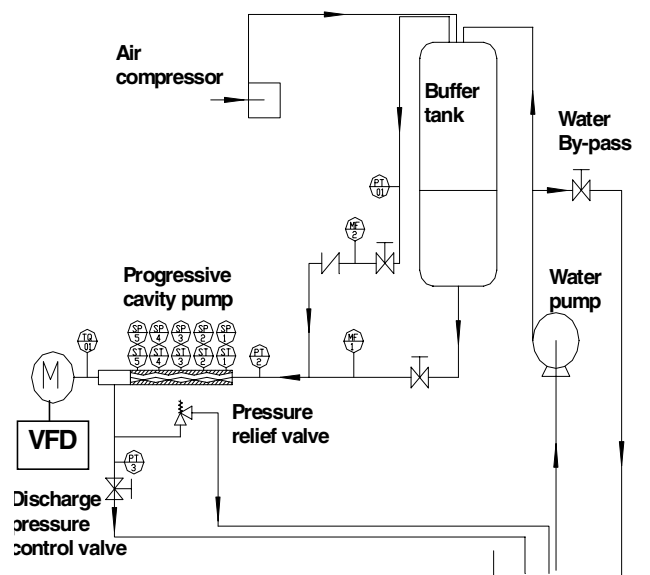


Fuente: MARTÍN y col. (1999)

Figura 2. Arreglo de sensores a lo largo de la bomba.

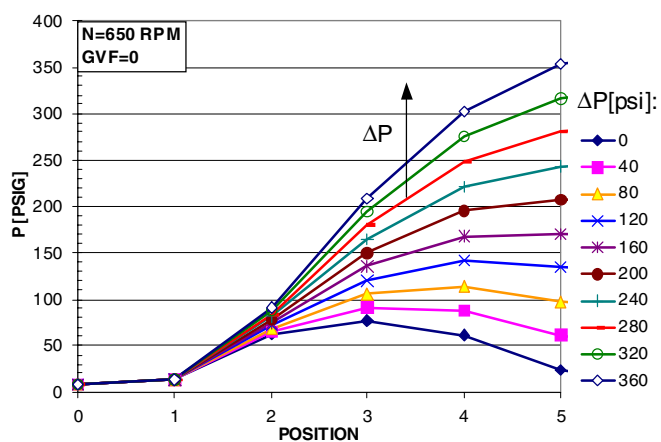
3 etapas y se le colocaron 20 sensores de presión dispuestos como se puede observar en las Figuras 11 y 12. Se describen las curvas características y perfiles instantáneos de presión a lo largo de la bomba con flujo monofásico y bifásico. OLIVET y col. Demostraron que el escurrimiento con flujo bifásico es una función de la fracción de vacío, la presión diferencial y la velocidad de rotación de la bomba.

En este estudio



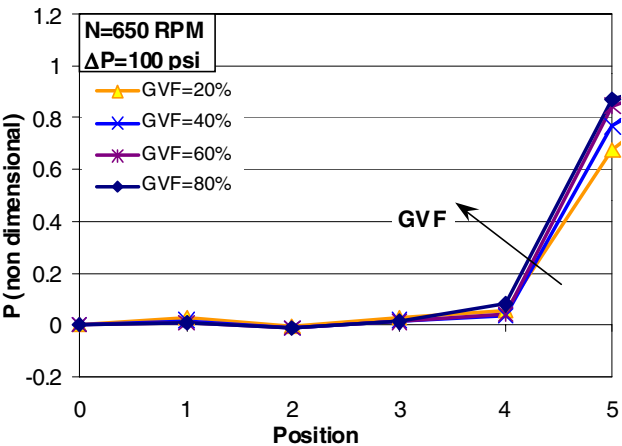
Fuente: MARTÍN y col. (1999)

Figura 3. Diagrama del circuito experimental.



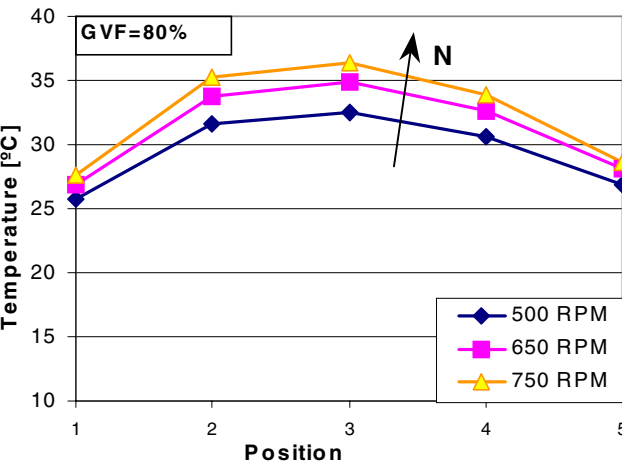
Fuente: MARTÍN y col. (1999)

Figura 4. Distribución de presión para varios ΔP con flujo monofásico.



Fuente: MARTÍN y col. (1999)

Figura 5. Distribución de presión para varios ΔP con flujo bifásico.



Fuente: MARTÍN y col. (1999)

Figura 6. Distribución de temperatura dentro de la bomba con flujo bifásico.

REFERENCIAS

- MARTÍN, A. M., F. KENYERY y A. TREMANTE, 1999. Experimental study of two phase pumping in progressive cavity pumps. En: *Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference*. SPE. Caracas, Venezuela, 21-21 de abr. de 1999, págs. 1-6. DOI: 10.2118/53967-MS.
- OLIVET, Aurelio, José GAMBOA y Frank KENYERY, 2002. Experimental study of two-phase pumping in a progressive cavity pump metal to metal. En: *Annual Technical Conference and Exhibition*. SPE. San Antonio, Texas. DOI: 10.2118/77730-MS.