

IMPLEMENTACION DE LUBRICACIÓN SECA EN AIB NEUMATICOS

Alejandro Bustos - PAN AMERICAN ENERGY LLC (PAE)

Carlos Alvarez - PAN AMERICAN ENERGY LLC

Federico Caldora - PAN AMERICAN ENERGY LLC

SINOPSIS

La búsqueda de una solución para disminuir el alto impacto provocado por elevadas pérdidas de producción y costos de reparación ocasionados por los Aparatos Individuales de Bombeo (AIB) Lufkin, tipo Air Balanced que Pan American Energy (PAE) LLC tiene en Argentina, determinó el rediseño de su sistema de contrapesado neumático – un conjunto pistón y camisa, originalmente lubricado por aceite - .

Se determinó el uso de tecnología de materiales especiales de aplicación en compresores de gas, permitiendo obtener un cilindro neumático que trabaje “en seco”. El cambio de materiales de los aros debió acompañarse de un cambio en las características de la camisa que contiene al pistón y de la instalación de accesorios adicionales al AIB que dieron mas efectividad a la solución.

La medición de performance final de esta aplicación determinó una expectativa de vida útil de 20 años para este nuevo sistema, logrando un adecuado retorno de la inversión. Su implementación implicó una rotunda mejora en pérdidas de producción por fallas y mantenimiento de estos equipos.

INTRODUCCION

PAE tiene 670 AIB del tipo Air Balanced en la Unidad de Gestión Golfo San Jorge. El alto impacto en las pérdidas de producción y los elevados costos de reparación asociados a estos equipos indujo a efectuar un profundo análisis de falla para detectar puntos de mejora.

El problema raíz radica en que el sistema de lubricación de cilindro requiere una mayor cantidad de intervenciones de mantenimiento en comparación con otro tipo de unidades de bombeo, ocasionadas por excesivas pérdidas y necesidad de reposición de lubricante, por purgados de cilindro y circuito de aire, por necesidad de limpieza y por mantenimiento en general del sistema en sí.

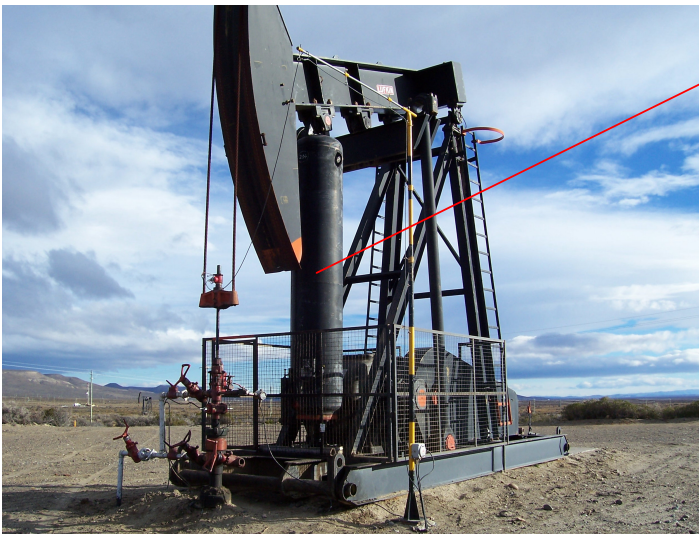
Esto genera un importante riesgo de falta de aceite en el circuito de lubricación, acelerando el desgaste en pistón, camisa y aros, provocando en consecuencia pérdidas de aire que ocasionan finalmente la detención del equipo de bombeo por acción de sus sistemas de protección.

Durante el año 2002 se registraron en el sistema de mantenimiento Mantec 6736 intervenciones relacionadas con el sistema de lubricación de los cilindros; en el 2003, 7224. El impacto es una importante pérdida de producción y ocasiona importantes costos de reparación.

DESARROLLO

Descripción del problema

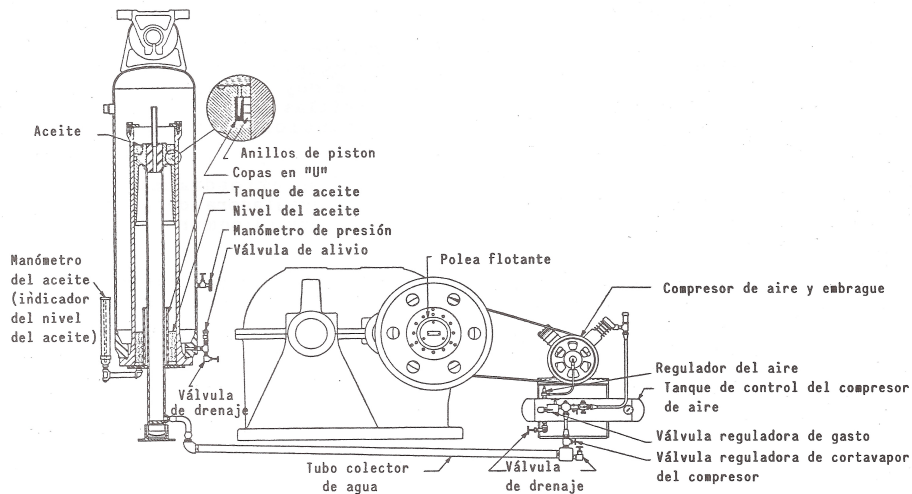
Los AIB tipo neumático tienen como particularidad que su sistema de contrapesado estructural se basa en que la manivela reciba –durante la carrera ascendente de la sarta de varillas- un empuje provocado por la descompresión de un volumen de aire -previamente comprimido durante la carrera descendente- a unos 30.000 Pa (aprox. 450 psi).



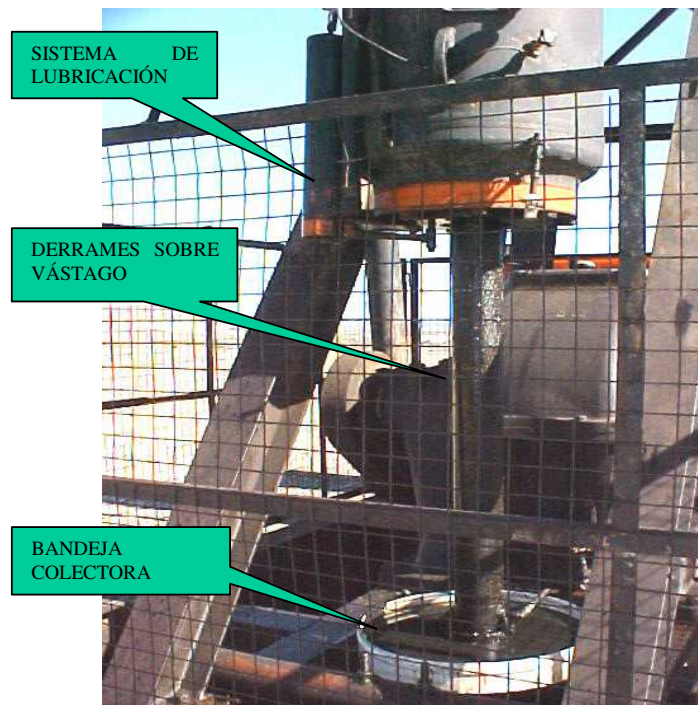
Cilindro neumático

El sistema requiere de un compresor de dos etapas que envía aire -con humedad ambiente- al cilindro donde se produce la compresión. El cilindro tradicional consta de un pistón de fundición de acero con aros metálicos; para minimizar la fricción entre aros y camisa, la misma presión de aire envía aceite desde un reservorio hasta los aros del pistón.

El compresor de aire está comandado por el mismo reductor del AIB mediante una transmisión a correa/ polea y con un embrague neumático intermedio. De manera tal que cuando la presión del cilindro disminuye –y por ende el efecto de contrapeso del equipo-, una válvula provoca el accionamiento del embrague y el compresor comienza a funcionar hasta llevar nuevamente la presión al valor de corte seteado.(FIG. 1).



Este sistema neumático tiene predisposición a tener pérdidas de aceite por impregnación del vástago del pistón; lo que sumado a la condición climática predominantemente ventosa de la Patagonia provoca contaminación con del lubricante con sílice, acelerando la abrasión de aros y camisa, incrementando la cantidad de partículas metálicas de desgaste en el aceite, desencadenando un ciclo cerrado de desgaste.



Esto implica una frecuencia mayor de intervenciones de mantenimiento, para agregado de aceite, purgado de cilindro y circuito de aire, limpieza de vástago, bandeja y chasis y para mantenimiento del sistema de lubricación. El no controlar y compensarse adecuadamente las pérdidas de lubricante agrega un ingrediente al proceso de desgaste por contacto metal – metal (pistón, camisa, aros). Todo esto aumenta las pérdidas de aire del sistema, generando descontrapesado y consecuente paro

del Aparato Individual de Bombeo por efecto de sus protecciones; consecuentemente, pérdidas de producción asociadas al down time.

Además se produce un impacto al medio ambiente por derrames de aceite; esto se atenúa -pero no elimina- mediante la colocación de bandejas de contención.

Antecedentes

Dentro de la industria del Petróleo y Gas se han enfrentado importantes desafíos en la búsqueda de optimizar la vida útil de pistones y sellos de compresores alternativos de gas. A lo largo de los últimos 25 años se fueron desarrollando y ensayando diversos materiales para aros y sellos, incluyendo el PTFE (politetrafluoroetileno) y otros materiales autolubricados especialmente formulados, que incrementaban la vida útil desde 3 a 40 veces la del metal.

Una aplicación crítica ha sido la de la compresión de nitrógeno –gas de amplio uso industrial, que ocupa las 4/5 partes de la atmósfera-. La aplicación compromete a que el proceso de compresión no contamine el gas con lubricante; a principios de los '60 se comenzaron a utilizar compuestos de resinas con un notable éxito que convirtió a estos materiales en los íconos frente a los cuales se hacían mediciones comparativas de otros nuevos desarrollos. Las vidas de los componentes lograban llegar a algunos cientos de horas o semanas..

Procesos de transferencia

Finalmente en los 90 se lograron obtener “aleaciones” de polímeros para aros y empaquetaduras de pistón que permitieron vidas de varios años o miles de horas.

Uno de los desarrollos mas destacables es el uso de materiales auto - lubricados en compresores de Nitrógeno seco. La primera aplicación data de 1995 y las mediciones de desgaste de las pruebas iniciales dieron proyecciones de vida útil de casi 20 años. Los materiales autolubricados trabajan por el llamado “mecanismo de desgaste adhesivo”. Esto es, inicialmente se deposita una delgada capa de material en la superficie rozante, que se convierte en la película lubricante que posteriormente reduce la fricción y la tasa de desgaste del aro y camisa. Esto es, hay un gran desgaste inicial (provocado en decenas o cientos de horas) que provoca la adherencia de la película y luego se obtiene un tasa de desgaste estabilizada, muy baja. Se aprecia esto en la FIG 2.

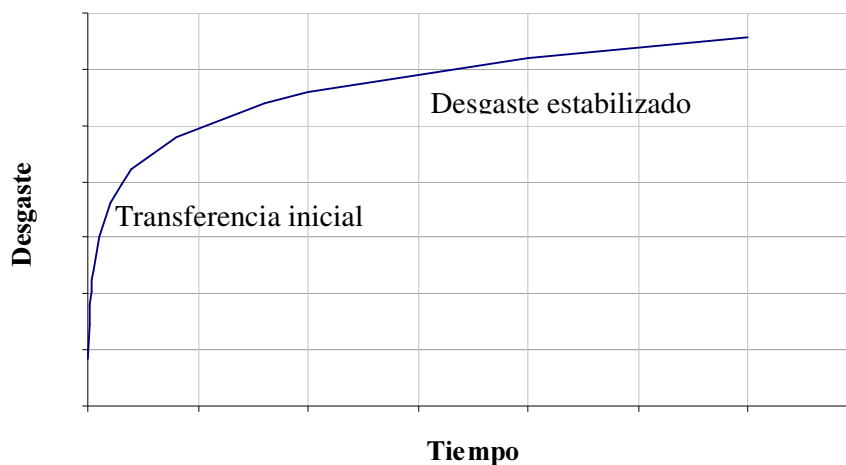


FIG 2

PRUEBA

Se efectuó una prueba inicial, para lo cual hubo que diseñar algunas modificaciones y cambios:

Se cambió el diseño del pistón, reemplazando las 3 ranuras para alojar los aros metálicos por 7 ranuras para los nuevos aros de polímero y tres zonas de diámetro menor para alojar las fajas guías del pistón

Se rectificaron camisas en uso para eliminar zonas de desgaste y restaurar la superficie cilíndrica de las mismas.

Se eliminaron del tanque contenedor del pistón y camisa, todas las conexiones de lubricación, sellando adecuadamente orificios de entrada / salida.

Se seleccionó el AIB tradicional del pozo Oriental 871. El pozo está equipado con sistema Pump Off.

El equipo se ensayó durante 10 meses sin anomalías, lapso en el que se produjeron aproximadamente 18.000 arranques y paradas del AIB. Se midió la pérdida de presión del sistema durante los períodos de detención, verificando una disminución de presión de 214 pa, valor despreciable que indicaba la virtual ausencia de pérdidas.

Se pusieron posteriormente en funcionamiento dos cilindros más, en uno de los cuales las pérdidas de aire iniciales no permitían poner en funcionamiento el equipo. Revisadas las causas de la falla, la conclusión hizo necesario revisar las especificaciones de rugosidad superficial de las camisas de fundición gris.

Se realizaron especificaciones técnicas para la fabricación y reparación de camisas, definiendo dureza superficial y rugosidad superficial. Posteriormente se amplió el alcance del ensayo, detectándose en las pruebas dos AIB con rendimiento deficiente, con pérdidas de aire continuas. Efectuadas las verificaciones de camisas y pistones se detectó que a pesar de tener las camisas la rugosidad superficial necesaria, la forma en que estaba hecho el bruñido no favorecía la formación de la capa de la adherencia inicial. Esto impide la formación del film protector, ocasiona mayor desgaste inicial e impide el correcto sellado.



FIG 4: Medición de rugosidad superficial en cilindros



FIG 5: Pistón con aros de compresión y fajas guía de polímero

CONCLUSIONES

Sobre el cilindro de la prueba inicial se efectuaron mediciones de espesores de aros y desgaste en camisa. Se extrapolaron los resultados de estas mediciones, aplicando una ecuación logarítmica -de acuerdo a la FIG 2 – y se determinó una expectativa de vida útil de más de 15 años, valor que satisface plenamente la necesidad de retorno de la inversión.

Las especificaciones técnicas definidas para el conjunto hoy incluyen:

Medidas dimensionales para camisas, con tolerancias $+0.10\text{mm}$, -0.00 mm .

- Dureza superficial para camisas de Fundición Gris : 170 a 250 HB
- Rugosidad superficial: entre 0.8 y 1 Micrones.
- Marcas de bruñido a 45° .
- Control dimensional y de rugosidad en cada reparación.
- Trazabilidad de las reparaciones; aseguramiento de la calidad.
- Verificación de correcta alineación de los vástagos de pistón previo al armado del sistema.

La implementación de esta nueva tecnología implica una rotunda mejora en pérdidas de producción por fallas y mantenimiento de estos equipos. El plan de PAE implica el recambio paulatino del viejo al nuevo sistema a medida que va siendo necesario efectuar reparaciones. La estimación inicial es la de lograr en 8 años el recambio total de los cilindros del parque de AIB neumáticos.

Como mejora adicional se incluyó un filtro coalescente con purga automática en el circuito de aire a presión hacia el cilindro. Esto asegura el envío de aire seco hacia el cilindro sin necesidad de mano de obra para el purgado del agua acumulada en la cuba del filtro.

El rediseño completo del sistema tiene actualmente en estudio incluir la conversión de los pequeños compresores de aire de aros metálicos a “lubricación seca”, lo cual minimizará la cantidad de humedad en el sistema neumático del AIB.

REFERENCIAS

R.S.Wilson: Developements in piston and rod sealings for oil-free gas compressors. Fluid machinery congress, 1990, paper C403/014.

CURRICULUM DE LOS AUTORES

ALEJANDRO D. BUSTOS

Area Cerro Dragón, Ruta Nacional N° 26, km 65, Chubut, Argentina.

Dirección postal: Democracia 51 – CP 9000 - Comodoro Rivadavia.

Tel 0297 – 4499800 / int. 9953 ó 4499953; Cel: 0297 – 155 946616

e-mail: abustos@pan-energy.com

Experiencia profesional

Desde 2001 desempeña actividades en PAN AMERICAN ENERGY.LLC, actualmente a cargo del sector Ingeniería de Mantenimiento Mecánico de la Unidad de Gestión Golfo San Jorge, Chubut.

Desempeñó actividades desde 1989 hasta 2001 en PEREZ COMPANC S.A., en el sector Mantenimiento, finalmente como Jefe de Mantenimiento del yacimiento Piedras Coloradas – Mendoza.

Formación académica

Formación de grado: **Ingeniero Civil**, graduado en la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, en 1989.

Estudios de Posgrado: **Project Management**: Universidad Belgrano, actualmente en curso, **Formación Gerencial**: IAE, Universidad Austral, en 2004, **Dirección Estratégica de empresas**: Universidad de Congreso, Mza., de 1998 a 1999.

Estudios secundarios: **Técnico Electromecánico**, graduado en la Enet n° 1 de Mza., Ing. Pablo Nogués, en 1980.

CARLOS A. ALVAREZ

Area Cerro Dragón, Ruta Nacional N° 26, km 65, Chubut, Argentina.

Dirección postal: Democracia 51 – CP 9000 - Comodoro Rivadavia.

Tel 0297 – 4499800 / int. 9511; cel.: 0297 – 154 032804

e-mail: calvarez@pan-energy.com

Experiencia laboral

Desde 2001 al presente, desempeña actividades en PAN AMERICAN ENERGY, en el sector mantenimiento; actualmente, como Líder de AIB de Ingeniería de Mantenimiento Mecánica.

Desde 1992 a 2001 en TALLERES INTEGRALES PATAGONICOS S.A., en varias posiciones técnicas, finalmente como Supervisor de Oficina Técnica.

Desde 1983 a 1992, en Y.P.F., en diferentes posiciones dentro de mantenimiento, finalmente como Supervisor de AIB

Estudios secundarios: **Técnico Mecánico**, graduado en la Enet n° 1 de Comodoro Rivadavia en 1993.

FEDERICO C. CALDORA

Area Cerro Dragón, Ruta Nacional N° 26, km 65, Chubut, Argentina.

Dirección postal: Democracia 51 – CP 9000 - Comodoro Rivadavia.

Tel 0297 – 4499800 / int. 9863 ó 4499863; Cel: 0297 – 155 940377

e-mail: fcaldora@pan-energy.com

Experiencia profesional

Desde 1986 desempeña actividades en PAN AMERICAN ENERGY.LLC (antes Bidas SAPIC) en diversas posiciones dentro del sector Mantenimiento. Actualmente es Gerente de Operaciones de Gas y Servicios de la Unidad de Gestión Golfo San Jorge, Chubut.

Formación académica

Formación de grado: **Ingeniero Industrial Mecánico**, graduado en 1986.

Estudios de Posgrado: ha aprobado diversos cursos de posgrado y expuesto en diversos simposios internacionales.