

BOMBAS MECÁNICAS DE PROFUNDIDAD

La bomba de profundidad es uno de los elementos del Sistema de Bombeo Mecánico, básicamente constituida por:

- El barril o camisa que se fija, en la mayoría de los casos, a la tubería de producción mediante un sistema de anclaje.
- La válvula fija, colocada en la parte inferior del barril, que junto con el mismo constituyen el conjunto estacionario de la bomba.
- El conjunto móvil, formado por el pistón o émbolo y la válvula móvil.

El Equipo de Superficie, o Aparato de Bombeo, le confiere al conjunto móvil de la bomba, mediante la sarta de varillas, un movimiento alternativo constituido por una carrera ascendente y una descendente. Este desplazamiento positivo impulsa el petróleo desde el fondo del pozo hasta la superficie a través de la cañería de producción o tubing.

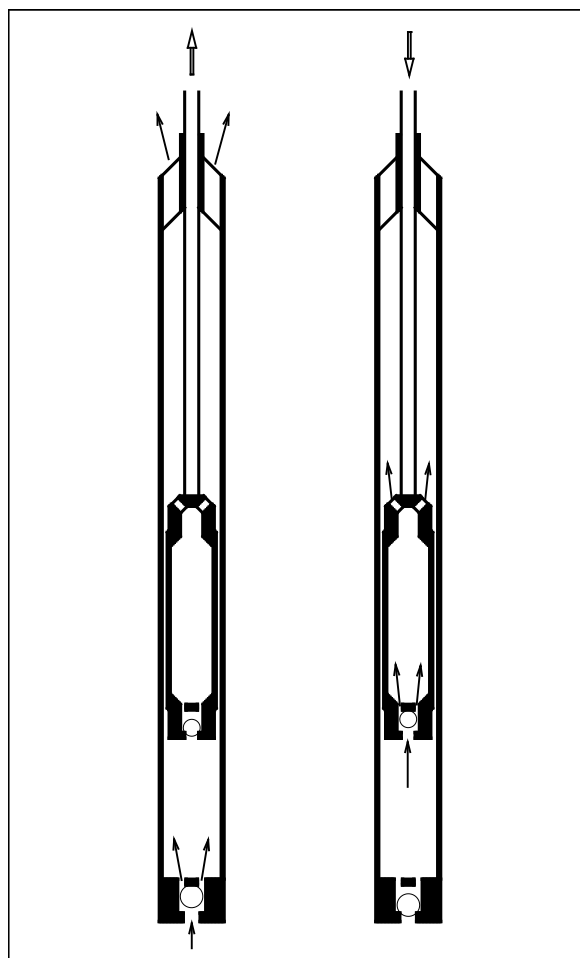
La descripción primaria de la acción de bombeo es la que se detalla a continuación:

En el comienzo de la carrera ascendente, la válvula viajera se cierra y el conjunto móvil del sistema (vástago pulido, sarta de varillas y subconjunto móvil de la bomba) levanta la columna de fluido soportando la carga que ésta le genera. Simultáneamente, y debido a la depresión que se produce en la cámara de la bomba, la válvula estacionaria se abre, permitiendo el ingreso de fluido nuevo.

Finalizada la carrera ascendente, se cierra la válvula estacionaria debido al incremento de presión en la cámara de la bomba y, al comenzar la carrera descendente, se abre la válvula viajera, que permite el pasaje del fluido a través de ella, mientras el pistón desciende hasta el punto muerto inferior.

Ante estas circunstancias, la carga del fluido es transferida al conjunto estacionario del sistema de bombeo (tubing y subconjunto estacionario de la bomba).

Reiniciado el ciclo, la carga del fluido es transferida del conjunto estacionario del sistema al conjunto móvil y así sucesivamente. De lo anterior se puede inferir que el conjunto móvil del sistema de bombeo está sometido a un esfuerzo de tracción máximo durante la carrera ascendente, y de tracción mínimo durante la carrera descendente.



Complementariamente, el conjunto estacionario del sistema está sometido a esfuerzos de tracción máximos durante la carrera descendente. Estas solicitaciones producen el estiramiento y contracción de los elementos involucrados, lo cual se manifiesta en una reducción de la carrera efectiva de la bomba.

La carrera efectiva de la bomba, el escurrimiento de petróleo entre el barril y el pistón, la presencia de gas y el contenido de agua, son algunos de los elementos a tener en cuenta en la selección de la bomba y en el cálculo de la producción de petróleo esperable.

Los tipos y tamaños de bombas, y sus componentes, han sido normalizados por el API, "American Petroleum Institute" en su especificación ESPEC. 11AX.

Este Instituto cuenta con numerosas publicaciones sobre el tema, como ser la "Recomendación para el uso y cuidado de Bombas de Profundidad (RP 11AR)" y la "Recomendación para el diseño de Sistemas de Bombeo (RP 11L)", entre otros.

TIPOS DE BOMBAS MECÁNICAS, VENTAJAS Y LIMITACIONES

Existen varios tipos de Bombas de Profundidad para diferentes aplicaciones. Entre paréntesis se indica la denominación API de las mismas.

Describiremos a continuación las más comunes, señalando sus ventajas y límites de aplicación.

BOMBAS DE TUBING (TH):

Son bombas resistentes en su construcción y simples en su diseño. El barril se conecta directamente al tubing y la sarta de varillas se conecta directamente al pistón. En la parte inferior del barril se ubica un niple de asiento, que alojará la válvula fija.

Una de las posibilidades es bajar la válvula fija con un pescador acoplado a la parte inferior del pistón, hasta fijarla al niple. Luego el pistón se libera de la válvula fija, rotándolo en sentido contrario a las agujas del reloj.

La bomba TH provee el máximo desplazamiento de fluido para una determinada cañería de producción; el diámetro del pistón es ligeramente menor que el diámetro interno del tubing.

De estructura robusta, el barril de pared gruesa está conectado directamente al tubing por un niple.

Las varillas se conectan directamente a la jaula superior del pistón, eliminando la necesidad de usar vástago.

Las ventajas de esta bomba la hacen una de las más utilizadas por los productores en pozos que no requieren frecuentes intervenciones.

Como factores limitativos se puede señalar que:

- Para cambiar el barril hay que sacar todo el tubing.
- No es lo más aconsejable para pozos con gas, ya que tiene un gran espacio nocivo debido al pescador de la válvula fija, lo que en este caso reduce la eficiencia de la bomba.
- Los grandes volúmenes desplazados hacen que las cargas en las varillas y el equipo de bombeo sean muy importantes. Estas cargas también provocan grandes estiramientos de tubing y varillas con consecuencias en la carrera efectiva de la bomba.

BOMBAS INSERTABLES (RH – RX – RW):

Su característica principal es que se fijan al tubing mediante un sistema de anclaje, por lo cual para retirarlas del pozo no es necesario sacar el tubing, ahorrando en esta operación más del 50 % de tiempo.

Para su instalación, se debe colocar en el tubing un elemento de fijación denominado niple de asiento. Posteriormente se baja la bomba, mediante la sarta de varillas, hasta que el anclaje de la bomba se fija al asiento, quedando ésta en condiciones de operar.

El uso ampliamente difundido de estas bombas ha llevado al diseño de una gran variedad de opciones en bombas insertables, entre otras:

BOMBA DE BARRIL MÓVIL CON PARED FINA O GRUESA (RWT – RHT):

La particularidad de esta bomba es que el elemento móvil es el barril con su válvula, en lugar del pistón. En este caso, el pistón está anclado al asiento mediante un tubo hueco denominado tubo de tiro.

Las válvulas fija y móvil están ubicadas en la parte superior del pistón y del barril respectivamente.

El movimiento del barril, en su carrera ascendente y descendente, mantiene la turbulencia del fluido hasta el niple de asiento, imposibilitando que la arena se deposite alrededor de la bomba aprisionándola contra el tubing.

Al tener la válvula móvil en la jaula superior del barril, en caso de pararse el pozo por alguna causa, la válvula se cerrará impidiendo el asentamiento de la arena dentro de la bomba, lo cual es de suma importancia, ya que sólo una pequeña cantidad de arena depositada sobre el pistón es suficiente para que éste se aprisione al barril, cuando la bomba se ponga en marcha nuevamente.

Las siguientes son importantes ventajas de este diseño:

- Las varillas se conectan directamente a la jaula superior del barril, que es mucho más robusta que la jaula superior del pistón.
- Ambas válvulas tienen jaulas abiertas que permiten un mayor pasaje de fluido.
- Por ser una bomba de anclaje inferior, las presiones dentro y fuera del barril son iguales, haciéndola más resistente al golpe de fluido.

Se pueden considerar como limitaciones las siguientes:

- No es aconsejable en pozos con bajo nivel dinámico debido a la mayor caída de presión entre el pozo y la cámara de la bomba, producida por la circulación del fluido en el interior del tubo de tiro.
- Como la válvula fija está en el pistón, es de menor dimensión que la válvula fija de una bomba de barril estacionario.
- Si debido a la profundidad, el peso del fluido es importante, puede llegar a pandear el tubo de tiro.

BOMBA BARRIL DE PARED FINA O GRUESA CON ANCLAJE SUPERIOR (RWA – RHA):

Las bombas de anclaje superior son extensamente usadas en el bombeo de fluidos con arena. Por su diseño, la descarga de fluido de la bomba se produce prácticamente a la altura del anclaje, evitando el depósito de arena sobre el mismo y, por lo tanto, el aprisionamiento de la bomba.

Debe prestarse especial atención en las instalaciones profundas, sobre todo en el caso de barriles de pared fina ya que, la presión interior durante la carrera descendente es a menudo muy superior a la exterior, creando riesgo de reventón del barril.

BOMBA BARRIL DE PARED FINA, SEMIGRUESA O GRUESA CON ANCLAJE INFERIOR (RWB – RXB – RHB):

En este tipo de bomba, el anclaje está colocado por debajo de la válvula fija del barril, por lo tanto, las presiones dentro y fuera del barril en la carrera descendente son iguales y la profundidad no debiera ser un inconveniente.

Una excepción es el caso en que, por excesiva restricción en la válvula de entrada (fluido muy viscoso u obturación parcial de la válvula), el barril no se llena completamente durante la carrera ascendente, disminuyendo la presión en el interior del mismo y produciendo la falla por abolladura o colapso.

Es ideal para pozos con nivel dinámico de fluido bajo, no sólo porque la entrada a la bomba está muy próxima a la válvula del barril, sino también porque esta válvula es mayor que la correspondiente a la RHT y RWT. Ambas condiciones mejoran notablemente el llenado de la bomba.

El inconveniente más importante se produce en pozos con presencia de arena, la cual decanta y se deposita entre el barril y el tubing desde el anclaje inferior hasta la parte superior de la bomba, impidiendo la extracción de la misma. Esta situación obliga a la extracción del tubing lleno de petróleo.

Debido a que el barril está abierto en la parte superior, y en caso de operaciones intermitentes durante la parada del equipo, la arena u otros elementos se pueden introducir en el interior de la bomba, bloqueando el pistón en el arranque.

BOMBA DE VÁSTAGO HUECO CON BARRIL DE PARED FINA O GRUESA Y CON ANCLAJE SUPERIOR O INFERIOR (RWACP – RWBCP – RHACP – RHBCP):

Las bombas PECOM de vástago hueco son usadas en el bombeo de fluidos con gas. Esta característica se obtiene por la acumulación del gas libre en la cámara anular formada por el vástago hueco y el barril, entre la cara superior del pistón y la guía del vástago.

El conjunto móvil de la bomba de vástago hueco se caracteriza por tener un conector perforado entre el pistón y el extremo inferior del vástago y una jaula, con asiento y bola, en el extremo superior del mismo.

En la carrera descendente, el cierre de la válvula superior soporta la presión hidrostática de la columna y facilita la apertura de la válvula inferior de pistón. Adicionalmente, el vacío creado en la cámara anular produce el pasaje del gas por el conector perforado y la acumulación del mismo en la cámara anular.

En la carrera ascendente, la compresión de la cámara anular fuerza el gas a través del conector perforado hacia el vástago hueco donde es producido conjuntamente con el fluido.

Debe prestarse especial atención en las instalaciones profundas con anclaje superior, sobre todo en el caso de barriles de pared fina ya que, en caso de cierre defectuoso de la válvula superior o fugas en la guía de vástago, la presión interior durante la carrera descendente podía ser muy superior a la exterior, creando riesgo de reventón del barril.

En esta breve descripción de equipos, ventajas y limitaciones de los mismos, y variedad de aplicaciones, se puede apreciar que la tarea de seleccionar la bomba más adecuada puede resultar bastante compleja.

Los técnicos de Pecom Servicios Energía S.A.U. están a disposición de los productores para asistirlos con sus conocimientos y experiencia en la elección del mejor producto para cada aplicación.