

El Arte de Pigging



Introducción

El propósito de este escrito es el conocimiento adicional sobre pigging y revisar los diferentes tipos de pigs disponibles para hacerlo. Discutiremos las razones para pigging y los varios tipos de pigs disponibles para lograr nuestros objetivos de pigging. Por muchos años, el pigging de tuberías fue considerado maligno. Luego de la limpieza después de la construcción y las pruebas de las líneas, muchas empresas no consideraban el hacer pigging en una base regular. Cuando los años pasaron y las capacidades de las líneas se incrementaron, la eficiencia de las mismas disminuyeron. Esa disminución en la eficiencia lleva al alza de los costos de energía, entonces las líneas comenzaron a incrementar el pigging para incrementar la eficiencia.

A medida que las tuberías envejecen, vemos un incremento en la corrosión. Esto es causado por la carencia de pigging operacional, bien sea porque se ha acumulado agua en la línea causando MIC, acumulación de parafina en las paredes internas de la tubería u otras razones. Entonces comenzamos a correr pigs en las líneas para limpiarlas o separar inhibidores, etc.

¿Qué es un Pig?

Un pig es definido como “Un dispositivo que se mueve a través del interior de una tubería con el propósito de limpiarla, dimensionarla o inspeccionarla” Esta definición cubre en general los aproximadamente 500 diferentes diseños y tipos de pigs. Aquí discutiremos mucho de los variados diseños. Otros de los nombres con los cuales los Pigs son conocidos en el mundo de habla hispana, incluyen: “Cochinos”, “Diablos” y “Raspa-Tubos”, entre otros.

¿Por Qué Motivos Correr un Pig en una Tubería?

Existen varias razones para correr un pig en una tubería. Luego de que la tubería es construida, será necesario correr pigs para remover cualquier resto o desecho de la construcción dejado en la línea; cosas como bolsas de papel, herramientas, barras de soldadura, animales muertos dejados en la línea, etc. Pigging también puede remover depósitos de calcio o restos de soldadura en la línea. El propietario también puede requerir correr un pig para verificar la ovalidad de la tubería.

Esto requerirá un pig calibrador y algunas veces un pig geométrico.

Luego de que la línea ha sido limpiada, la siguiente fase es aceptar la prueba donde los pigs son usados para llenado de la línea con agua para prueba hidrostática, remoción del agua luego de la prueba, y secado. Si es una línea de líquidos, se usa un pig para el llenado de la línea con un producto durante la fase de comisión y puesta en marcha de la línea.

Cuando la tubería ya está en servicio, será necesario correr pigs en la línea para mantener la eficiencia de la misma y ayudar en el control de la corrosión. Es necesario remover los líquidos en sistemas mojados de gas, remover el agua acumulada en las líneas de productos, remoción de parafina y control de petróleo crudo en líneas de petróleo. Los pigs también son usados para separar inhibidores.

Al ir pasando el tiempo pueden presentarse necesidad de una limpieza de la línea. Un pigging de pre-inspección antes de correr una herramienta para inspeccionar la línea por dentro (ILI por sus siglas en Inglés), no sólo requerirá que la línea esté limpia, sino que se enviaría un pig tipo esponja para asegurarse de que la herramienta ILI pasará por la línea. Bajo ciertas condiciones las tuberías pueden requerir limpieza con químicos o un tren de pigs de gel puede ser usado para ciertas condiciones requeridas de limpieza. Algunas veces las líneas son abandonadas y requieren limpieza antes de que las clausuren definitivamente.

Otras aplicaciones incluyen correr un pig Geométrico (pig inteligente con sensor) para determinar si hay abolladuras o reducciones del diámetro interno de la tubería. Para determinar la cantidad de corrosión o pérdida de metal en la tubería, se usa una herramienta ILI. Las líneas que manejan múltiples productos tales como varios grados de gasolinas, aceites a altas temperaturas y gasolina para aviones; se usa a menudo un pig o esfera para separar estos productos. Los pigs se corren usualmente para remover cualquier agua que se haya acumulado en las partes bajas de la tubería y reducir la corrosión. La corrida de pigs en tuberías con diámetros duales siempre conlleva un reto.

Tipos de Pigs

Los pigs pueden ser divididos en tres categorías generales; el pig convencional o utilitario para un pigging de rutina, los pigs geométricos o inteligentes para inspecciones, y las herramientas ILI (Inspecciones en Línea) para pérdida de metal y corrosión. Esta presentación es con la intención de discutir pigs convencionales o utilitarios.

Los pigs convencionales o utilitarios pueden ser divididos en dos categorías: Pigs de Limpieza y Pigs de Sellado.

A.- Pigs de Limpieza: son usados para remover sólidos acumulados y restos de las paredes de la tubería. Esto es normalmente parafina en líneas de petróleo crudo. Cuando se usan inhibidores en una tubería de gas, los solventes en los inhibidores se evaporan, formando un desecho como lodo en las paredes de la tubería, el cual puede ser removido con pigs de limpieza. Los pigs de limpieza también son usados en conjunto con tratamientos químicos a las líneas para alterar la corrosión de la misma y remover agua, microbios, productos corrosivos y alimentos para microbios. Los pigs de limpieza están normalmente equipados con cepillos o cuchillas para realizar la limpieza.

B.- Pigs de Sellado: son usados durante pruebas hidrostáticas de las líneas para llenar las mismas con agua y luego sacar el agua. Remoción de condensados y agua en sistemas mojados de gas, agua de las líneas de productos o separación de productos diferente en una línea de productos, son otras de las aplicaciones. Los pigs de sellado pueden ser esferas, pigs de poliuretano sólido hechos

en moldes, o pigs con cuerpo de acero con copas sellantes o discos.

Estas categorías pueden ser desglosadas en cuatro diferentes tipos de pigs. Los cuales son Polly-Pigs (espuma), Hierro o Acero, Sólidos de Moldes y Esferas.

Polly-Pigs (Espuma)

Los Pigs de espuma, mejor conocidos como Polly-Pigs, son fabricados de célula abierta de espuma de poliuretano. La espuma es de varias densidades, en un rango desde densidad ligera (2lbs/ft³), densidad media (5-8 lbs/ft³), hasta densidad pesada (9-10 lbs/ft³). Aunque normalmente se fabrican con forma de bala, pueden tener las puntas cóncavas, o planas o tener nariz de bala en ambos extremos. Los Polly-Pigs pueden ser de espuma sin cubierta en el cuerpo o recubiertos con un material de poliuretano de un durómetro 90. Los pigs recubiertos pueden tener un revestimiento con forma de espiral de poliuretano, varios cepillos o revestimiento en carburo de silicio. Si el pig es de sólo de espuma sin revestimiento, el mismo tendrá la base con revestimiento. El largo estándar del Polly-Pig es dos veces su diámetro. Algunas ventajas de los Polly-Pigs son las siguientes: son comprimibles, expandibles, de peso ligero, y son flexibles. Los Polly-Pigs viajarán a través de tuberías de múltiples diámetros, pasan por curvas difíciles, radios cortos y curvaturas de 90 grados. Ellos pueden hacer girar abruptamente en divisiones "T" de manera que los laterales son limpiados. También pueden pasar por válvulas con aberturas tan pequeñas como de 65%. Los Polly-Pigs son muy económicos en costo.

La desventaja del Polly-Pig es que es un producto que se usa una sola vez; corta duración de las corridas, y la concentración alta de algunos ácidos, les acorta la vida útil.

Los Polly-Pigs son usados para pruebas de líneas (probar que el pig pasará por la línea), secando, removiendo depósitos gruesos suaves, remoción de condensados en sistemas mojados de gas y pigging líneas con diámetros múltiples. Los Polly-Pigs revestidos con un cepillo de alambre o carburo de silicio son usados para raspado y abrasión suave de la tubería.

Pigs de Cuerpo de Hierro

Los pigs de Cuerpo de hierro, tienen un cuerpo metálico que puede ser de hierro o de aluminio y están equipados con sellos (copas raspadoras o discos) para proveer un presión diferencial que impulse el pig en la línea. Para limpiar la línea el pig es equipado con cepillos de alambre o cuchillas de poliuretano.

Una ventaja del pig de hierro es que puede ser tanto un pig de limpieza, un pig de sellado o una combinación de ambos. Los sellos y cepillos pueden ser reemplazados para que el pig sea reusable. Los pigs de limpieza están diseñados para raspado pesado y pueden ser equipados con cepillos de alambre o cuchillas de poliuretano. Estos pigs son diseñados para corridas largas. Los huecos en el centro en la nariz del pig controlan la velocidad o actúan como puertos de jets para mantener los desechos en frente del pig.

También hay algunas desventajas de los pigs de hierro; el costo de revestir el cuerpo del pig el alto; y pigs más grandes requieren equipos para manejo especial para cargar y descarga del pig. Ocasionalmente las cerdas de los cepillos de alambre se desprenden y se meten en los equipos de instrumentación y otros sitios indeseables. Los pigs más pequeños de hierro no negocian curvaturas de 1.5D.

Pigs de Limpieza

Los Pigs de limpieza son diseñados para remover sólidos o desechos acumulados en la tubería. Esto incrementa la eficiencia y baja los costos de operación. Ellos tienen cepillos de alambre para raspar las paredes de la tubería para remover los sólidos. Pigs de 14" y más pequeños usan ruedas rotativas con cepillos de alambre. Estos cepillos son fáciles de reemplazar y son económicos. Los cepillos especiales rotativos son usados en algunos pigs de gran tamaño. Los pigs más grandes tienen que usar cepillos que compensen.

Estos cepillos pueden ser individualmente reemplazados como se vaya necesitando y son montados en bases de resortes tipos de base : "leaf springs, cantilever springs o coil springs". Los resortes de la base empujan los cepillos contra la pared de la tubería. Cuando el cepillo se va desgastando, la fuerza del resorte lo mantiene en contacto con la pared de la tubería, compensando por el desgaste del cepillo.

Hay muchos materiales disponibles para los cepillos. Los cepillos estándar son hechos de alambre de acero al carbono fino o grueso. Para tuberías con revestimiento interno, Prostran es el material que se usa para fabricar los cepillos. Algunos servicios requieren cepillos de acero inoxidable. El diseño de cepillos especiales como el cepillo de limpieza de "pit" de tuberías.

Cuando depósitos suaves de parafina, lodo, etc. Necesitan ser removidos, las cuchillas de poliuretano son una excelente elección. El diseño de la cuchilla es intercambiable con los cepillos.

Puertos de by-pass son instalados en la nariz del pig o en el cuerpo. Estos puertos se usan para controlar el paso de los fluidos. Si los puertos están en el cuerpo del pig, el flujo también pasará a través de los cepillos y los mantendrá limpios. Cuando los fluidos van pasando a través de los puertos en la nariz del pig, esto ayuda a mantener los desechos al frente del pig en constante movimiento y avanzando. Tapones tipo enchufe son usados para regular el by-pass.

Los elementos de sellado son copas de elastómero o discos. Estos se usan como una combinación de elementos de limpieza y sellado para remover depósitos suaves. Las copas pueden ser de diseño estándar o cónico. Hay copas especiales disponibles para algunas aplicaciones. El material de fabricación de las copas y los discos es generalmente poliuretano el cual da una abrasión excepcional y resistencia a romperse, pero es limitado en el rango de temperatura. Neopreno, Nitrilo, EPDM y Vitón están disponibles para aplicaciones con temperaturas más altas.

Pigs de Separación

Los pigs de separación o "Batching Pigs" se usan para separar fluidos no similares tales como varios grados de gasolina, aceites calientes, etc. en líneas de productos múltiples. Estos pigs son unidireccionales si tienen copas raspadoras y bi-direccionales si están equipados con discos.

Pigs de Desplazamiento

Los pigs de desplazamiento desplazan un fluido con otro. Pueden ser bi-direccionales o unidireccionales. Se usan en fases de pruebas y puesta en marcha de la tubería; por ejemplo pruebas hidrostáticas, llenado de la línea y sacado de agua, etc. Evacuación de la línea y abandono es otra aplicación para los pigs de desplazamiento.

Pigs Calibradores

Los pigs calibradores o "Gauging Pigs" son usados luego de la construcción de la tubería para determinar si hay alguna obstrucción en la líneas. Esto asegura que la ovalidad de la línea está dentro de la tolerancia aceptada. El plato calibrador puede ser montado en el frente o en la parte trasera del pig y es hecho de acero suave o aluminio. El plato puede ser ranurado o sólido. El diámetro exterior del plato es 90% - 95% del diámetro interno de la tubería.

Pigs Perfiladores

Un pig perfilador o "Profile Pig" es un pig calibrador con múltiples platos calibradores, usualmente tres platos. Un plato es montado en el frente, uno en el medio y uno en la parte trasera del pig. Normalmente se usa antes de correr una herramienta ILI (Inspección en Línea) para asegurarse de que la herramienta ILI vaya a pasar por las curvaturas y por la tubería en general.

Pigs de Diámetro Dual

Existen muchas millas de tubería de diámetro dual atravesando todo el país de lado a lado. Las líneas son normalmente de dos tuberías de tamaños diferentes; por ejemplo, 4" x 6", 8" x 10", etc. El Pig de cuerpo de acero usualmente se completa con discos sólidos para la línea más pequeña y un disco ranurado para la línea más grande. Si es un pig de limpieza, los cepillos soportarán al pig en la línea y lo mantendrán centrado. El Polly-Pig también es ampliamente usado para esta aplicación.

Pigs Transmisores

Ocasionalmente los pigs se quedan atascados en una línea. La ubicación del pig atascado puede ser localizada usando un pig detector con un transmisor dentro de su cuerpo. El transmisor emitirá una señal para que pueda ser localizado con un receptor. Luego de que el pig es localizado, la línea puede ser excavada y abierta y el pig puede ser removido. Los transmisores normalmente se instalarán en un pig de cuerpo metálico, de poliuretano sólido o un Polly-Pig.

Pigs Especializados

Muchas aplicaciones requieren pigs especiales. Los fabricantes en la industria del pigging han hecho pigs especiales para muchas aplicaciones. Un pig con un eje de rueda de pines; el cual usa pines de acero con punta endurecida fue desarrollado para remover cera y calcio de una línea. Un pig de limpieza magnético fue desarrollado para recoger desperdicios de hierro dejados en una tubería.

Pig hechos en Moldes Sólidos

Los pigs hechos en moldes sólidos tienen varios diseños y son usualmente fabricados en poliuretano; sin embargo, neopreno, nitrilo, vitón y otros elastómeros de goma están disponibles en tamaños más pequeños de pigs. Ellos son considerados pigs selladores, aunque algunos pigs de moldes están disponibles con cepillos alrededor y pueden ser usados con propósitos de limpieza. El pig de molde sólido está disponible en diseño de copa, disco o una combinación de copa/disco. La mayoría de los pigs son de una pieza de construcción, pero algunos fabricantes tienen el pig

completo de poliuretano con elementos de sellado reemplazables.

Debido al costo de reparar un pig de cuerpo de acero (entre materiales y mano de obra), y el costo de transporte, muchas empresas usan el pig de molde sólido hasta 14" o 16". Algunos diseños en moldes sólidos están disponibles hasta un tamaño de 36".

Los pigs de molde sólido son extremadamente efectivos al remover líquidos de líneas de productos, remover condensado y agua de sistemas mojados de gas, y controlar acumulación de parafina en los sistemas de crudo pesado.

Esferas

Las esferas han sido usadas por muchos años como pig sellador. Hay cuatro tipos básicos de esferas; inflables, sólidas, de espuma y solubles. La esfera soluble se usa usualmente en líneas de petróleo crudo y contiene una cera micro cristalina y un polietileno amorfo el cual actúa como un inhibidor de la parafina. Aunque la esfera normalmente se disuelve en unas pocas horas, el ritmo o tiempo de disolución viene dado por una función de la temperatura del fluido, el movimiento del fluido, fricción y grado de absorción del crudo. Si la línea nunca ha sido limpiada con pigs, es una buena idea correr un pig soluble. Si se queda en la línea, no obstruirá el flujo.

La esfera inflable es fabricada de varios elastómeros (poliuretano, neopreno, nitrilo y vitón) dependiendo de la aplicación. Tienen un hueco en el centro con válvulas de llenado, las cuales son usadas para inflar la esfera con líquido. Las esferas son llenadas con agua, o con agua y glicol y son infladas hasta el tamaño deseado. Las esferas nunca deben ser infladas con aire. Dependiendo de la aplicación y el material, la esfera se infla 1% ó 2% sobre el diámetro interno de la tubería. Cuando las esferas se van desgastando por el uso, las mismas se re-inflan para extender su vida útil. En tamaños pequeños la esfera puede ser fabricada sólida, eliminando así la necesidad de inflarla. La esfera sólida no tiene la vida útil de las esferas inflables porque no se pueden re-inflar.

Las esferas también pueden ser fabricadas de célula abierta flexible de espuma. Las mismas pueden ser recubiertas con poliuretano para que tengan un menor desgaste. Para propósitos de limpieza se le pueden agregar cepillos en la superficie. Las ventajas de las esferas de espuma es que son ligeras de peso, económicas y no necesitan ser infladas.

Las esferas en general son fáciles de manejar, negociarán radios pequeños de 90 grados, vueltas irregulares y curvaturas. Ellas pueden ser usadas desde líneas laterales pequeñas hasta líneas principales más grandes y son más fáciles de automatizar que otros estilos de Pigs.

Las esferas se usan comúnmente para remover líquidos de sistemas mojados de gas, agua de tuberías de productos, separación de productos no similares, servicio de medición en tuberías "prover", control de parafina en tuberías de petróleo crudo, prueba hidrostática y sacado de agua luego de rehabilitación de tuberías o construcción de la misma.

Consideraciones especiales de diseño de la tubería deberían ser tomadas en cuenta cuando se vayan a usar esferas. Las esferas nunca se deben correr en líneas que no tengan "T" de flujo instaladas.