



POLVO NEGRO

Un problema que se debe enfrentar en Gasoductos y Estaciones de Gas Natural

El largo camino que transcurre el gas natural desde que se extrae de los pozos de producción hasta las plantas industriales, estaciones de GNV y domicilios no resulta tan simple como parece. La primera parada es la planta de separación de líquidos, desde donde debería conducirse hasta los mercados de consumo gas totalmente seco y limpio; en la medida que se incumpla tal objetivo, existirán impurezas que en contacto con el interior de los gasoductos generarán procesos fisicoquímicos que determinarán presencia de hidratos y partículas sólidas en el destino final.

El polvo negro se forma en estas circunstancias y representa un problema en el propio gasoducto, las estaciones de regulación, los circuitos de distribución y las instalaciones de los consumidores finales.

¿Que es el polvo negro?

La literatura técnica identifica como polvo negro todas las partículas que se presentan con el gas natural; para nuestro análisis preferimos separar las impurezas en dos grupos:

- Las impurezas de carácter físico, constituidas por gotas y partículas que pueden provenir del mismo yacimiento o se generan durante las operaciones de extracción, transporte, separación y compresión. Sus características y propiedades físicas son conocidas y las instalaciones disponen de sistemas adecuados para separarlas y eliminarlas.
- Las impurezas de carácter químico que se forman en el interior de las tuberías de gas húmedo y seco, por reacción entre los gases y vapores que forman parte de la composición del gas natural transportado y el hierro del acero de las tuberías del gasoducto. Estos componentes poseen en su composición el oxígeno y lo ceden para permitir la oxidación del hierro, formando compuestos híbridos que solidifican, permaneciendo en suspensión en el flujo transportado. Este es el **polvo negro** que nos interesa conocer y caracterizar para planificar su adecuado tratamiento, evitando los problemas que ocasionan en todo el sistema.

¿Cómo se forma?

Todos los metales y en particular el hierro en condiciones atmosféricas se oxidan formando una capa de óxido que interrumpe el proceso, aislando el metal del contacto con el oxígeno del aire; si desaparece esa capa se volverá a formar y así sucesivamente hasta convertir todo el metal en óxido. El caso más simple lo constituye el tubo de escape de los automóviles.

Como expertos en combustión reconocemos y estudiamos como importante catalizador de la reacción de la combustión el hierro metálico; así lo podemos comprobar cuando quemamos aceites lubricantes usados con limaduras de hierro del interior de los cilindros. En el interior de las tuberías y con la elevada presión del fluido sobre las paredes, en presencia de oxígeno, libre o combinado, el elevado potencial químico de la reacción de oxidación determinará que se forme óxido de hierro que combinado con los hidrocarburos presentes tomará el color negruzco característico. Mientras que exista la más mínima cantidad de oxígeno, se producirá este fenómeno y será fuertemente catalizado por la presencia de agua. Considerando que resultará técnicamente imposible o económicamente inconveniente eliminar totalmente el oxígeno del aire y el agua en la composición del gas, la formación de polvo negro en los gasoductos resultará inevitable.

En el gas húmedo que se extrae de los pozos, en forma conjunta con los hidrocarburos se encuentran contenidos variables de impurezas con diferente comportamiento fisicoquímico, tales como componentes de azufre, vapor de agua, dióxido de carbono, etc. Estos componentes en el interior de la tubería de gas húmedo generan formas de corrosión ácida que tendrían que ser separadas en la planta de tratamiento y separación de líquidos. Si tales elementos subsisten en el gasoducto de transporte de gas seco, continuarán reaccionando con el Hierro de las paredes internas de la tubería de acero

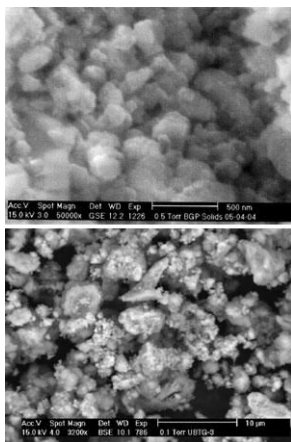
Caracterización del Polvo negro

Estas partículas se forman por reacción química entre componentes ácidos tales como el SH_2 y el vapor de agua, por lo cual no solamente están constituidos por óxido de hierro; la presencia de vapor de agua en el gas natural y las altas presiones de transporte en los gasoductos, facilitará la reacción entre el SH_2 con el Óxido de Hierro, formándose Sulfuro de Hierro (S_2Fe) y vapor de agua.

Atendiendo los potenciales químicos de los compuestos considerador, se formarán sulfuros de hierro con el azufre disponible, incrementándose el contenido de Óxido de Hierro en la medida que quede oxígeno libre o combinado, de tal forma que el polvo negro presenta generalmente mayor proporción de este compuesto en la medida que exista mayor proporción de aire y agua en los gases transportados.

En el medio orgánico considerado y en la interfase gas-líquido presente, el desarrollo microbiano también determina una forma de catálisis bacteriana que favorece la presencia de partículas de color negruzco, originado por la presencia preponderante de hidrocarburos en el medio.

El origen químico de las partículas formadas establecen una condición granulométrica muy pequeña, presentándose predominantemente partículas muy finas, menores a 1 micra, lo cual determina grandes dificultades de captación.



Vistas microscópicas de muestras de polvo negro húmedo y seco que permiten apreciar la finura de las partículas, menores a 1 micra.

Problemas que ocasiona el polvo negro

El polvo negro puede ocasionar problemas en 3 partes del sistema:

1. En los Gasoductos:

- Cuando en los gasoductos se mantienen velocidades muy bajas se produce la sedimentación del polvo negro, acompañado de otras impurezas, lo cual comienza a disminuir la capacidad de transporte efectiva del gasoducto, hasta llegar con el tiempo a niveles de obturación que obligan a su paralización para operaciones de limpieza.
- Cuando se opera a velocidades muy altas, las partículas sólidas en suspensión provocan erosión en el interior de las tuberías.
- La presencia de polvo negro, impurezas e hidratos favorece la corrosión química de las tuberías.

2. En las Estaciones de Recepción, Regulación, Medición y Limpieza:

La exagerada finura del polvo negro (1 micra) establece dificultades para su captación en los separadores ciclónicos y filtros de cartucho, llegando una proporción importante a los sistemas de regulación y medición, provocando inconvenientes físicos (erosión y obturación) y químicos (corrosión).

En los medidores de flujo, afectará los medidores tipo turbina y de pistón, resultando menos dañinos en los medidores ultrasónicos y gravimétricos (efecto Coriolis) porque no afectan y por el contrario inclusive favorecen la detección de la señal.

3. En los equipos de combustión

En los quemadores de gas natural que trabajan a baja presión los inconvenientes se presentan en los trenes de válvulas de regulación y medición; en quemadores de alta velocidad (supersónicos) se presenta la erosión de las boquillas.

En turbinas de gas, el polvo negro se quema en la cámara de combustión donde se maneja atmósferas muy oxidantes, pero siempre se tendrán partículas de óxido de hierro impactando en los álabes, por lo cual debe procurarse su eliminación total en los circuitos de limpieza.



Polvo Negro: El azote de los gasoductos

SOLUCIONES

Siendo inevitable la formación de polvo negro, solamente existen dos posibilidades de minimizar los problemas que ocasiona el polvo negro: Evitarlo y Removerlo.

- Para evitar su formación se debe disminuir al mínimo posible la presencia de componentes sulfurosos, agua y aire en el gas natural seco. El cumplimiento de este objetivo depende exclusivamente del tratamiento aplicado en la planta de separación de líquidos. Evidentemente en los ductos para transporte de gas húmedo resultará mayor la producción de polvo negro.

En los City Gates y derivaciones importantes, donde se deben ubicar calentadores para compensar la disminución de temperatura que acompaña la regulación de presión en niveles inferiores, se puede utilizar el polvo negro separado como fuente térmica.

- Para remoción del polvo negro se utilizan chanchos de limpieza, requiriendo un número importante de pasadas, dependiente del polvo acumulado. Se debe disponer de instalaciones adecuadas para su eliminación del circuito hacia tanques cerrados y protegidos, sin afectar las instalaciones aguas abajo y el ambiente. La utilización de “limpieza química” para eliminar el polvo adherido al interior de las paredes no lo recomendamos, porque se volverá a oxidar el acero, generando un acelerado agravamiento del problema eliminado; preferible mantener esta capa protegiendo la tubería de abrasión y oxidación.

COMENTARIO FINAL

El polvo negro representa un problema inevitable en todas las fases del circuito del gas natural, dependiendo la gravedad de los problemas que ocasiona el nivel de presencia de impurezas en el gas natural que emerge del pozo y su eliminación en la planta de separación de líquidos. Generalmente se tienen problemas en este campo cuando no se toma en cuenta en la etapa de diseño de instalaciones, al definirse las características del proceso de separación y dimensionamiento de gasoductos. Cuando existe una empresa productora desvinculada del transporte, generalmente se agudiza el problema.

El mayor costo de inversión que representa disponer de plantas de separación que permitan la máxima eliminación de las impurezas que ocasionan el polvo negro resulta insignificante comparado con las graves pérdidas que ocasiona su presencia en el resto del circuito del gas natural.

En México se presentan graves problemas en este campo por tener el gas natural asociado importantes contenidos de azufre. En el Perú se tienen porcentajes muy bajos de azufre en el gas natural, pero se tienen más problemas de los que corresponden. En ambos casos, la principal razón del polvo negro y sus problemas es un tratamiento insuficiente en las plantas de separación de líquidos.