

Reducción del contenido en azufre en los combustibles marinos: problemas en las mezclas de combustibles

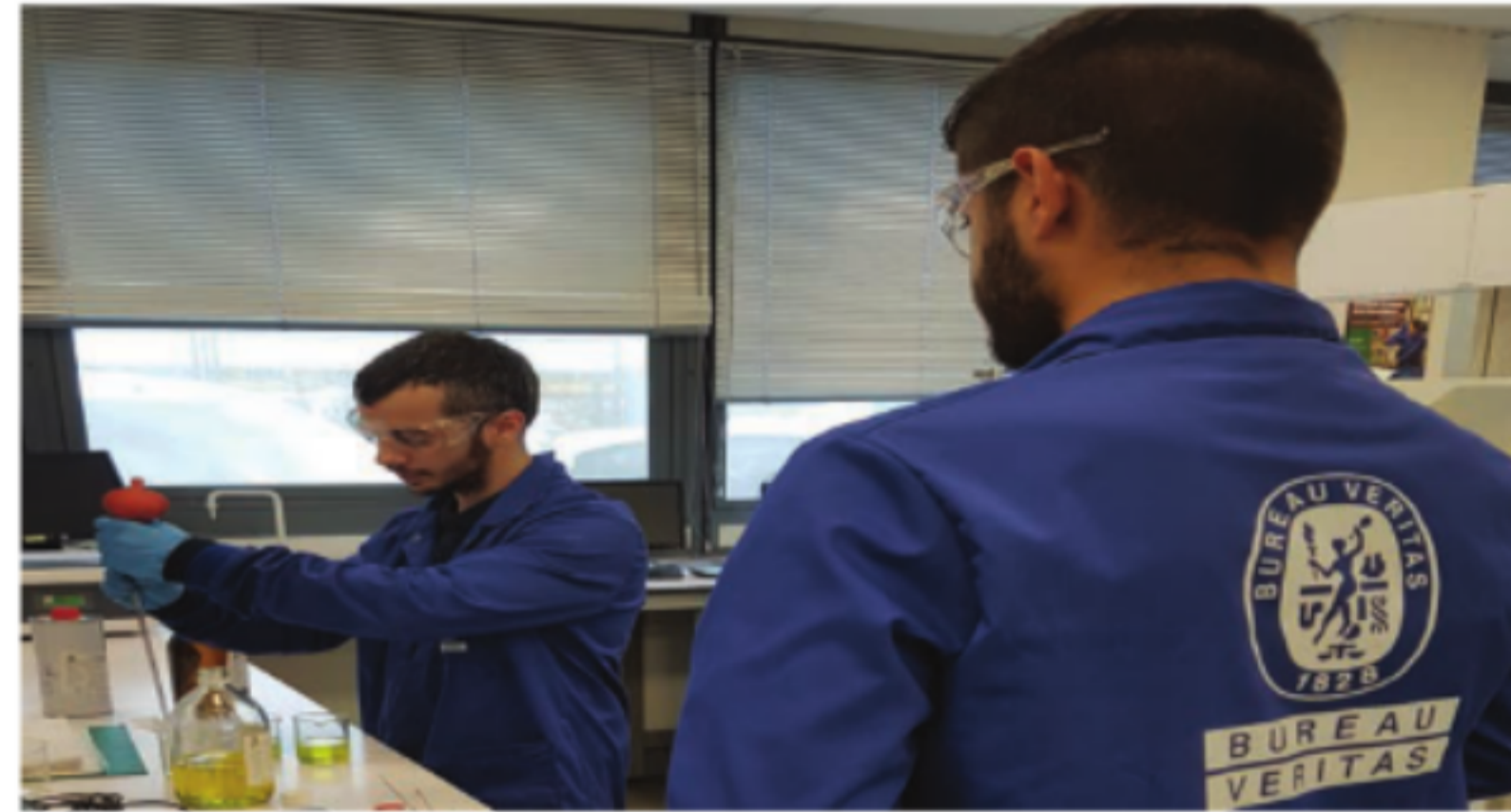
La Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, a través de su programa de servicio de análisis de combustibles marinos Verifuel, ha efectuado ensayos mezclando 23 tipos diferentes de VLSFO procedentes de diferentes puertos y suministradores.

El principal tipo de hidrocarburos utilizado como combustible en los buques hasta muy recientemente era el Fuelóleo pesado (HFO), derivado del residuo de la destilación del petróleo crudo. El petróleo crudo contiene azufre que, tras la combustión en el motor, es liberado en la atmósfera junto con el resto de emisiones del buque. Los óxidos de azufre (SO_x) son perjudiciales para la salud humana, causando síntomas respiratorios y enfermedades de los pulmones. En la atmósfera, los SO_x pueden producir lluvia ácida, que puede a su vez provocar daños en los cultivos, bosques y especies acuáticas, y contribuye además a la acidificación de los océanos. Limitar las emisiones de óxidos de azufre de los buques mejorará la calidad del aire y protegerá el medio ambiente.

Desde el 1 de enero de 2020, en cumplimiento del convenio MARPOL, el límite de contenido de azufre en el combustible usado a bordo de los buques que operen fuera de las zonas de control de emisiones designadas es de 0,50% masa/masa. De esta forma, se reduce significativamente la cantidad de óxidos de azufre que emiten los buques, lo que conlleva importantes beneficios tanto para la salud como para el medio ambiente mundial, especialmente en las localizaciones cercanas a los puertos y costas. En la última reunión de la Organización Marítima Internacional (OMI) en 2020 se puso de manifiesto con números que esta nueva norma puede reducir hasta en un 86% los daños en la salud de los humanos provocados por dicha contaminación.

¿Cómo se consigue reducir en un hidrocarburo líquido el contenido en azufre hasta 0,50% masa/masa? Una opción es producir desde las refinerías, a partir de una más intensa desulfuración del producto, un Fuel de Muy Bajo Azufre (VLSFO); otra opción, y la más generalizada entre los distribuidores de combustibles marinos, será mezclar el FO residual con Marine Gasoil (MGO). El MGO es un producto destilado parafínico libre de asfaltenos. Los principales problemas de esta mezcla son dos: primero que es un producto más caro y segundo, y lo que tiene a los productores más preocupados, es que en muchos casos estas mezclas no son compatibles, es decir son inestables, y generan dificultades en el bombeo y en la combustión.

Para cumplir los límites de MARPOL existe la tercera vía de limpiar los gases de escape en los *scrubbers*, pero no es objeto de este artículo, centrado en los combustibles convencionales.



Bureau Veritas ha probado varias mezclas de combustibles: 10-90, 50-50 y 90-10. Sólo 4 de ellas fueron incompatibles y sólo una de éstas fue 50-50.

Por supuesto, algunos buques ya estaban utilizando ULSFO para cumplir con el requisito incluso más exigente del 0,10% masa/masa cuando se navega por las zonas de control de emisiones SECA previamente establecidas. Así que estas mezclas de combustibles adecuadas para las zonas de control de emisiones también satisfacen el requisito del 0,50% masa/masa. Sin embargo, hay una diferencia de costes y esas mezclas son más caras que el HFO.

El sector de refino tiene la capacidad de suministrar suficientes cantidades de combustibles marinos con un contenido de azufre igual o inferior al 0,50% o al 0,10% para satisfacer la demanda de estos productos y al mismo tiempo satisfacer la de combustibles no marinos.

Los combustibles marinos con 0,50% de azufre se clasifican en destilados marinos (DM) y fueles residuales marinos (RM) y tienen que cumplir con la norma ISO 8217, que especifica los requisitos que deben cumplir estos combustibles marinos y a partir de dichos requisitos se clasifican las distintas categorías de combustibles destilados y combustibles residuales.

Los parámetros que se muestran en dicha especificación son los siguientes:

Densidad, masa por unidad de volumen, es importante porque la densidad influye en el poder calorífico y en el consumo de combustible, ya que la cantidad de combustible que se introduce en la cámara de combustión se determina volumétricamente.

Viscosidad, influye en la inyección y la combustión, a mayor viscosidad, la resistencia en la bomba de inyección es mayor, causando presiones y volúmenes de inyección más elevados.

Punto de inflamación, es una medida de la in-

flamabilidad del combustible y muy importante, por tanto, en la evaluación de riesgos durante el transporte y el almacenaje.

Azufre, como se ha comentado anteriormente, para asegurar el cumplimiento de las normas de la OMI sobre contenido de azufre en los combustibles marinos.

Residuo Carbonoso, se define como la cantidad de materia carbonosa restante después de una pirólisis a 500°C. Valores elevados indican que el combustible tiene tendencia a producir depósitos en las boquillas de los inyectores y en el interior de las cámaras de combustión.

Sulfuro de hidrógeno (SH_2), es un gas extremadamente tóxico y exposiciones a elevadas concentraciones en ocasiones pueden ser fatales; por eso la concentración debe ser muy baja. Una concentración máxima de 2ppm en el líquido proporciona un margen de seguridad y reduce los riesgos de exposición a los vapores de SH_2 .

CCAI, índice de aromaticidad de carbono, indica la calidad de la ignición y su cálculo depende de la densidad y de la viscosidad. Valores bajos indican que el combustible quema mejor.

Número de Acidez, mide la presencia de componentes ácidos en el combustible. Valores superiores a 2,5mg KOH/g causan ocasionalmente daños en los motores diésel, fundamentalmente en los inyectores.

Sedimentos Totales Envejecidos, TSA (Total Sediment Accelerated) y **TSP** (Total Sediment Potential), los sedimentos se acumulan en el fondo de los tanques, en los filtros o en los inyectores y actúan obstruyendo el flujo del combustible del tanque al quemador.

Cenizas, todos los combustibles residuales contienen metales en su composición, algunos provenientes del crudo del que se han obtenido, como Vanadio, Sodio, Calcio y Níquel y otros introducidos en el proceso de elaboración, como Aluminio, Silicio o Hierro. Cuando se quema el combustible, estos metales se quedan formando óxidos, sulfatos o complejos que conjuntamente originan cenizas. Estas cenizas pueden quedar adheridas a los componentes del motor y producir daños en pistones, válvulas, calentadores.

Agua, el agua fomenta el crecimiento biológico, los desechos de estas bacterias crean fangos y lodos que obstruyen los filtros. Por otro lado, el agua origina corrosión en las piezas metálicas y en el sistema de inyección.

Aluminio+Silicio, provienen de restos finos de catalizadores usados en el proceso productivo.

Vanadio y Sodio, en realidad lo ideal es tener una relación Na/V de 1:3

ULO's (Used Lubricating Oil), en ocasiones, pueden utilizarse aceites usados para mezclarlos con los combustibles marinos pero esto no es una buena práctica porque los aceites usados ya han sufrido periodos prolongados bajo elevadas condiciones de presión y temperaturas; estos aceites contienen cantidades significativas de detergentes y aditivos anti-desgaste que originan valores elevados de Ca y Zn y P respectivamente. Valores bajos de estos metales indican que el combustible marino está exento de aceites lubricantes usados.

Los FO están compuestos de hidrocarburos parafínicos, hidrocarburos aromáticos y asfaltenos. Los

asfaltenos constituyen una pequeña proporción, dispersa en el FO como micropartículas que se consumen en los motores sin dificultad. Para mantener estables los asfaltenos, tienen que estar distribuidos por el FO y rodeados de componentes aromáticos. La formación de lodos ocurre cuando los asfaltenos coalescen formando partículas macroscópicas. Este fenómeno se conoce como inestabilidad.

¿Qué puede ocurrir en una mezcla de dos FO diferentes? Si un FO contiene mayor proporción de hidrocarburos parafínicos, los asfaltenos se vuelven inestables al reducirse la proporción de aromáticos y se puede ocasionar la formación de lodos. A este fenómeno le llamamos incompatibilidad.

Como hemos dicho antes, el MGO es parafínico y también puede ocasionar incompatibilidad en una mezcla con FO. La introducción del MGO en el FO aumenta el riesgo de que los asfaltenos en el combustible residual precipiten como lodos pesados, que obstruyen los filtros provocando que el motor se pare. En otras ocasiones, la bomba de inyección se atasca porque estos lodos se alojan entre el émbolo y la cámara.

Estas mezclas presentan problemas de incompatibilidad debido a que ambos tienen propiedades muy diferentes (densidad, color, viscosidad, acidez, capacidad calorífica...), por lo que después de mezclarse se produce en muchos casos, pasado el tiempo de asentamiento, la separación de fases y la formación de lodos provocando un serio problema ya que bloquean los filtros y los separadores.

Cuando una mezcla es incompatible se pueden añadir aditivos dispersantes/estabilizadores de asfaltenos que reducen el riesgo de incompatibilidad de combustible, eso sí, encareciendo sustancialmente el coste. Para saber si una mezcla de FO es compatible, hay que efectuar un ensayo en un laboratorio independiente y especializado antes de la operación de suministro del combustible al buque, Bureau Veritas Inspección y Testing, dispone de laboratorios con capacidad para estos análisis completos en Algeciras, Barcelona y Huelva.

La experiencia acumulada en nuestros laboratorios desde la entrada en vigor del límite del 0,5% a nivel mundial nos dice que un 30% de los VLSFO que hemos ensayado tienen un contenido de azufre de 0,49% a 0,50%, es decir, muy próximo al límite. Esto aumenta el riesgo de que algunas muestras exceden ligeramente el límite, como hemos verificado en un 4% de las muestras analizadas, que contenían entre 0,51 y 0,53%. Además, el TSP/TSA y la proporción de agua fueron las principales causas de que no se cumpliera la especificación del combustible.

Hay que tener en cuenta la distinción entre "muestra comercial" o "muestra representativa" que tiene un grado de confianza del 95% según ISO 4259, y la "muestra MARPOL" que requiere un máximo absoluto de 0,50%.

Bureau Veritas, a través de su programa de servicio de análisis de combustibles marinos Verifuel, ha efectuado ensayos mezclando 23 tipos diferentes de VLSFO procedentes de diferentes puertos y suministradores. Se probaron varias mezclas: 10-90, 50-50 y 90-10. Sólo cuatro de las mezclas fueron incompatibles, y sólo una de ellas era 50-50, aunque esperábamos que éste fuese el caso más desfavorable.

PATROCINADO POR:



BUREAU VERITAS