

INTRODUCCION DE SISTEMAS DE FILTRACION DE LARGA DURACION PARA ACEITE DE MOTORES DIESEL

Autor

Alex Giovanni Bustamante Rivera¹

Director de Tesis

Xavier Segovia Marín²

¹Egresado de Ingeniería en Mecánica 1992

²Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1994, Master in Manufacturing System Engineering, Leigh University, Pennsylvania 1998, Profesor de ESPOL desde 1998.

RESUMEN

En el desarrollo de esta Tesis se explicará los principios fundamentales que sustentan la creación de los filtros de larga duración y se analizará su impacto en el medio industrial ecuatoriano.

En nuestro país, las industrias del transporte terrestre y marítimo, agrícola y de generación de energía, tienen un alto potencial para la introducción de este revolucionario concepto de filtración. Así como también la preservación del medio ambiente y la ecología se verán beneficiadas con la aparición de este producto. A manera de ejemplo, se estima que el desecho de filtros usados asciende en Estados Unidos a cuatrocientos millones de estos elementos.

Lógicamente estos filtros tienen un costo bastante superior a los convencionales que se venden en el mercado local. Las industrias ecuatorianas lo que primero buscan es un ahorro inmediato y no posterior a la inversión que tengan que hacer para proceder con una renovación integral de los sistemas antiguos que se hubieran empleado.

Debido a esto la tarea se vuelve difícil pero no imposible. En esta Tesis se demostrarán las ventajas que obtendrán las empresas al adquirir estos nuevos sistemas que ayudarán a reducir sus costos de operación y aumentar la vida de sus maquinarias, cooperando al mismo tiempo con la preservación del medio ambiente.

INTRODUCCION

En nuestro país y en todo el mundo, el desecho de filtros usados en motores diesel poco a poco va tornándose en un serio problema de contaminación. A manera de ejemplo, se estima que anualmente en Estados Unidos se generan 170.000 toneladas de chatarra metálica y 90 millones de galones de aceite usado.

El empuje al desarrollo de mejorados lubricantes para maquinaria continúa siendo el foco de atención en la industria del transporte y camiones, debido a que los gerentes de flotas se esfuerzan por obtener costos de operación y mantenimiento más bajos. Mientras que las más grandes compañías petroleras han continuado mejorando sus productos para extender los intervalos de cambio de aceite y mejorar el desempeño de las máquinas, los fabricantes de filtros de aceite han continuado fabricando productos que cuentan con la tecnología tradicional de filtración.

Aún con el incremento en los intervalos de cambio de aceite, el desecho de filtros usados es uno de los más grandes y costosos problemas que las flotas asumen actualmente. Algunos productores de aceite y compañías de filtros han tratado de reducir este problema desarrollando programas de negociación y recambio de aceite quemado y filtros usados; sin embargo, aún con estos programas en vigencia, los problemas permanecen y se siguen añadiendo significativos costos a las operaciones.

Ante esta situación nacen los filtros I.P.C.O. (In place cleanable oil filter), desarrollados por compañías preocupadas en 2 aspectos esencialmente, económico y ecológico, los cuales pueden superar estos dos factores y simplifican el proceso de filtración.

En esta Tesis se analizarán estos dos aspectos, adicional a la calidad del proceso de filtración de este nuevo sistema.

CONTENIDO

CLASES DE FILTROS DE ACEITE Y DE PROCESOS DE FILTRACION

Existen 4 tipos de sistemas para la filtración de aceites en motores de combustión interna o en sistemas hidráulicos.

Estos son¹:

- Desechables
- De Alambre

- Separador Centrífugo
- I.P.C.O. (Filtro de Aceite limpiable in situ)

Los **Filtros Desechables** son los filtros convencionales que vienen como equipo original de los motores actuales; estos son los filtros más comunes y económicos y su eficiencia en el filtrado es comparable al de los filtros **IPCO** motivo de estudio y análisis de esta Tesis. El elemento filtrante consiste de papel con una porosidad variable que va a depender del tipo de aceite o substancia que se requiera purificar. El vaso o carcasa está constituido de latón que por lo general es de un espesor bien delgado. Se puede oxidar fácilmente y normalmente podemos observar síntomas de oxidación en la parte superior de éste.

Los **Filtros de Alambre** son filtros de tela de alambre tejida o de malla que tienen una eficiencia media típica de 60 micras (6 veces menos eficiente que un filtro IPCO). Son filtros limpiables, pero requieren desmonte de piezas y un proceso largo de limpieza con ultra-sonido, que resulta impráctico, costoso y difícil de hacerlo en nuestro medio.

Los **Separadores Centrífugos** crean un gran campo de sedimentación para la remoción de partículas. Estos filtros son muy costosos y requieren demasiado espacio, además de presentar demasiada caída de presión.

Los filtros **IPCO** son una nueva clase de filtros reutilizables que usan una espuma aire-aceite que drena los contaminantes fuera del medio sintético de filtrado. El filtro es limpiado en el lugar de trabajo con aire comprimido sin necesidad de retirarlo del vehículo, conectando mangueras con acoples rápidos que evitan el derrame de aceite. El tiempo requerido para este proceso es mínimo. Al completar el nivel de aceite del motor, hasta con un galón de aceite, se restaura los niveles de aditivos necesarios para el buen funcionamiento del lubricante.

COMPARACION DE CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE FILTRACION PARA LOS 4 TIPOS DE FILTROS.¹

Vamos a analizar y explicar este proceso mediante la comparación del desarrollo experimental de pruebas que se realizaron por el fabricante del filtro a los cuatro tipos de filtros existentes que detallamos anteriormente. Se usaron los cuatro tipos de filtros de aceite para hacer pruebas en Laboratorio. Se determinó la eficiencia de cada tipo de filtro, la caída de presión inicial y la capacidad de cada sistema para almacenar contaminantes. Cada producto fue evaluado a una velocidad de flujo para la cual fue diseñado. Para ayudar a las comparaciones, los resultados de capacidad de la Tabla 1 han sido normalizados para tamaños de filtros con una velocidad de flujo de 28 galones por minuto. También se han realizado pruebas de campo con los filtros desechables y los filtros IPCO. Ambos tipos se instalaron en buses, camiones, cabezales y equipo caminero. Se recolectaron muestras de aceite durante las pruebas de campo y fueron analizadas en un laboratorio independiente para determinar su condición. Se analizaron los niveles de sílice, hierro, cobre, plomo, latón, aluminio, cromo níquel, sodio, potasio, bario,

magnesio, calcio, boro, fósforo, zinc, viscosidad agua, dilución por combustible, oxidación y TBN. Las muestras de aceite se recolectaron cada 1.600 y 3.200 km. para camiones y buses, y cada 20 horas en el equipo caminero. Se obtuvo de 4 a 6 muestra en cada intervalo de servicio (tiempo o kilometraje entre cambios de filtro para filtros desechables y limpieza para filtros Eco Clean)

TABLA I²

Cuadro de Comparación de Propiedades de Distintos tipos de Filtros.

Clase de Filtro	Aplicación Típica	Número de Modelos Probados	Medio Filtrante	Eficiencia (Micras)	Caída de Presión Inicial (psi)	Capacidad (gramos)
Desechable	Lubricante Servicio Pesado	5	Celulosa, Sintético	13	< 1.5	50 - 75
	Lubricante Automotriz	2	Celulosa	17	0.1	68
	Hidraulico	3	Celulosa, Sintético	2	< 2	35 - 40
Alambre	Lubricante de Motor	3	Tela de Alambre	>40	<0.5	20
Separador Centrifugo	Lubricante de Motor	1		6 - 10	30 - 60	
IPCO	Lubricante de Motor	3	Sintético	10	< 1.5	> 450
	Hidráulico, Lubricante Motor	3	Sintético	1	< 1.5	< 350

DESARROLLO DE PRUEBAS EXPERIMENTALES PARA DEMOSTRAR LA EFECTIVIDAD DEL PRODUCTO

Desde el mes de Febrero de 1999 hasta Marzo de este año, procedimos a evaluar un filtro Eco Clean L10 en un Generador Kohler 350 equipado con un motor Detroit Diesel 8V92, esto es un motor diesel de 2 tiempos de 8 cilindros en V. Este equipo tiene una potencia de 350 KW.

Este equipo pertenece a Sociedad Verificadora Universal, que es una compañía Operadora Portuaria que da servicios en el interior del Puerto de Guayaquil. Este generador trabaja en forma continua y al máximo de su capacidad ya que su función es alimentar de energía a contenedores refrigerados cargados de importación o exportación que permanecen en el interior de la compañía.

Es importante aclarar que el fabricante recomienda hacer cambios de aceite cada 150 horas de trabajo.

Instalamos este filtro a las 1900 horas de trabajo del equipo.

Se tomaron 7 muestras de aceite, las cuales se enviaron a analizar a los laboratorios de Mobil Oil en Bogota Colombia. Las horas de trabajo de el generador a las cuales se evaluaron las muestras son:

2100, 2250, 2400, 2600, 2900, 3150, y 3250 horas.

En todo este periodo fue utilizado un solo elemento con el que se obtuvieron los resultados que en la siguiente Tabla se van a enunciar:

Tabla II

Tabla de Resultados de Análisis de Laboratorio de Aceite de Generador Kohler 350²

ENSAYO	METODO	RESULTADOS							LIMITES DE
		2100 Hr.	2250 hr.	2400 hr.	2600 hr.	2900 hr.	3150 hr.	3400 hr.	SERVICIO
Viscosidad (cSt @ 100 ° C)	D-445	16,6	15,8	15,8	17,2	17,1	16,8	18	10.6 Mín. - 19.9 Máx.
Insolubles en 1.2 micras (% peso)	M-490	0,05	0,07	0,05	0,07	0,08	0,05	0,08	3.5 Máx.
Oxidación en 5.8 u, A/cm	M-1067	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	20.0 Máx.
TBN, mg. KOH/g.	D-2896	6,5	6,8	6,2	6,0	6,5	6,0	5,6	1.0 Mín.
Agua (% en peso)	M-1067	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0.2 Máx.
Color Visual / ASTM	D-1500	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4.0 - 5.0
Dilución por comb. Diesel (% Vol)	GRAFICO	1,0	0,0	0,0	1,5	1,0	0,0	1,0	5.0 Máx.
Metales de Desgaste (ppm)	M-1011								
Hierro		25,0	22,0	25,0	28,0	26,0	24,0	30,0	125 Máx.
Cobre		9,0	8,0	5,0	5,0	6,0	5,0	7,0	45 Máx.
Aluminio		1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	20 Máx.
Cromo		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20 Máx.
Sílice		3,5	2,0	5,0	7,0	5,0	4,0	7,0	15 Máx.

De acuerdo a la Tabla II de resultados de la prueba del filtro I.P.C.O. tipo L 10, se puede apreciar claramente que los resultados de viscosidad se encuentran dentro de los parámetros aceptables, es decir el aceite ha mantenido una buena viscosidad en todos los periodos de prueba. El porcentaje de insolubles casi tiende a cero, y su máximo nivel tolerable es 3,5 %.

En cuanto a la oxidación tenemos resultados de 2 y 3% aceptándose hasta 20 %. El Total Base Número que define a la reserva total alcalina que tienen los aceites para combatir los ácidos que se forman producto de la combustión tiene un valor de 6,6 en promedio alejado del mínimo permisible que es 1. Es decir que su TBN es excelente. El porcentaje de agua es 0%. La dilución por combustible tiene un valor de 1 y su máximo tolerable es 5.

En lo que se refiere a la presencia de metales de desgaste, podemos observar los siguientes valores, en el caso del Hierro se tiene como resultado la quinta parte del máximo permisible en partes por millón. Los resultados de la presencia de Cobre en las muestras nos arrojan resultados de la sexta parte del límite tolerable. En cuanto al Aluminio y Cromo estos tienen valores de 1 y 0 partes por millón con un máximo permisible de hasta 20 p.p.m. Finalmente los valores de sílice nos arrojan resultados de que van desde 2 p.p.m. hasta 7 p.p.m. con un máximo de 15 partes por millón. Es aquí donde el filtro saca a relucir con mayores méritos sus excelentes cualidades de filtración. Es necesario aclarar que el equipo Kohler 350 trabaja en un medio altamente agresivo en cuanto a la calidad de aire se refiere, ya que lo hace en un terreno no pavimentado y con una presencia de vientos polvorosos que incurren en la presencia de sílice al interior del motor, pero este se ve que es retenido eficientemente por el filtro Eco Clean evitando que pase al interior de las cámaras de combustión y contribuya al desgaste de los componentes.

Podemos notar claramente que todos los resultados concuerdan con lo que hemos afirmado en el desarrollo de esta Tesis. Todos los parámetros evaluados son excelentes y altamente satisfactorios, incluso en el intervalo cuando la vida del aceite se prolonga hasta 300 horas de trabajo, algo que con un filtro convencional pudo haber generado problemas de gran magnitud al motor. Esto nos demuestra que la vida del aceite puede ser ampliada hasta en un 200 %.

ANALISIS DE COSTOS

A continuación podremos observar una tabla que denota los valores que por cambios de aceite hay que gastar tanto con filtros desechables como con filtros I.P.C.O.

TABLA III

Cuadro Comparativo de Costos de Filtros Desechables e I.P.C.O.

Análisis de costos por cambios de aceite de un motor Diesel promedio							
	Filtros Desechables		Filtros I.P.C.O.			Ahorro con I.P.C.O. (porcentaje)	
	No. De Cambios	Costo Anual U.S. \$	No. de cambios	Costo 1er año U.S. \$	Costo 2do año U.S. \$	1er año	2do año
Ejemplo # 1	10	1050,00	5	505,00	405,00	52%	61%
Ejemplo # 2	6	630,00	3	365,00	265,00	42%	58%
Ejemplo # 3	4	420,00	2	295,00	195,00	30%	53%

CONCLUSIONES

Movidos por regulaciones ambientales, confiabilidad y aspectos económicos, las prácticas de filtrado de aceite están siendo re evaluadas, particularmente por flotas grandes.

El consumidor final puede escoger de las opciones expuestas, incluyendo los filtros desechables, filtros de alambre, separadores centrífugos y filtros del tipo I.P.C.O.

Al elegir el filtro, la eficiencia en la remoción de partículas, la capacidad de almacenaje de contaminantes, la cantidad de desecho generado, la facilidad de servicio y el costo deben ser considerados.

Esta Tesis provee una base para comparar distintas clases de filtros. En general:

- La eficiencia en la remoción de partículas para los filtros I.P.C.O. tiende a ser mayor que para los filtros desechables del mismo tipo.
- La capacidad de almacenaje de contaminantes y la vida del filtro es diez veces

más grande para los filtros I.P.C.O. que para los desechables. Los filtros de alambre tienen la capacidad más baja.

- En campo, los contaminantes se mantienen en niveles algo más bajos en los filtros I.P.C.O. que en los filtros desechables comparables.
- La vida del aceite se puede incrementar hasta en un 200 % con los filtros I.P.C.O.
- La cantidad de desecho generado por los filtros desechables es mucho más grande que la de los filtros I.P.C.O.
- Los costos iniciales son más bajos para los filtros desechables y mucho más altos para los separadores centrífugos y filtros I.P.C.O.
- El costo total de filtrado es más bajo para los filtros I.P.C.O. con o sin extensión de la vida del aceite.
- Disminuimos la presencia en nuestros talleres e industrias de desperdicios peligrosos, y conseguimos el ahorro de recursos energéticos al extender la vida del aceite y utilizar sistemas de extrema duración como el vaso o carcaza del filtro y su elemento.
- Es necesario inculcar y fomentar el uso de este tipo de productos que ayudan a la preservación del medio ambiente, evitando el derrame y desecho de aceites y filtros a este, adicional que nos ayudan a disminuir los costos de mantenimiento en nuestras flotas e industrias.

REFERENCIAS

1. Barry M. Verdegan, Brian W. Schwantdt, Protecting Engines and The Environment, SAE TECHNICAL PAPERS
2. Alex Bustamante, “Introducción de Sistemas de Filtración de Larga Duración para aceite de Motores Diesel. (Tesis Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral , 1999)

Alex Bustamante Rivera

Ing. Xavier Segovia Marín
DIRECTOR DE TESIS

