# **X CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INGENIERIA MECANICA**

# **DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN CON COMBUSTIBLE EN ACEITES LUBRICANTES UTILIZADOS EN OMNIBUS DAEWOO**

*IDENTIFYNG THE DIESEL POLLUTION IN LUBRICANTS OILS USED IN DAEWOO BUSES*

**Dr. Andrés Frank Paz Menéndez, Dirección de Tecnología, ETECSA, Cuba andres.paz@etecsa.cu**

**Resumen:** En este trabajo se presentan los resultados de los análisis de las propiedades físicoquímicas de los aceites usados en los Ómnibus Daewoo para determinar la contaminación con combustible diésel. Como resultado de esta investigación, se realizaron acciones correctivas en las bombas de inyección de estos Ómnibus para reducir el consumo del aceite lubricante y con ello disminuir los costos en mantenimiento de estos vehículos.

*Abstract:* This paper shows the results from the assessment of physicochemical properties of oils used in Daewoo buses to find out the diesel pollution. As a positive effect of this research, corrective actions in these fuel injection pumps of these buses were carried out in order to reduce this oil consumption.

**Palabras Clave:** *Contaminación diésel; aceites lubricantes; Ómnibus, Daewoo*

*Keywords:* *Diesel pollution; Lubricants oils; Buses; Daewoo*

**1. Introducción**

El monitoreo de los aceites es una de las herramientas más valiosas que el ingeniero de mantenimiento tiene a su disposición con la finalidad de alcanzar la vida útil de los equipos mecánicos. Las diferentes técnicas para el monitoreo periódico de los aceites usados como el análisis físico-químico, la espectrofotometría por emisión atómica, el conteo de partículas y la ferrografía permiten evaluar el estado del aceite para su cambio oportuno y el grado de desgaste de los diferentes mecanismos del equipo, el cual si es anormal permitirá implementar acciones correctivas que eviten la parada no programada o en caso contrario trabajar con confiabilidad y cuantificar la vida real del servicio del equipo.

Los análisis de aceites usados proporcionan información sobre su estado, el nivel de contaminación con partículas sólidas o combustible, la relación de la viscosidad con la temperatura, el contenido de aditivos, el nivel de deterioro del aceite usado, el nivel de desgaste mecánico de las superficies metálicas que se lubrican y las materias orgánicas presentes.

Las propiedades fisicoquímicas y pruebas más utilizadas para determinar la degradación y contaminación del aceite son: viscosidad cinemática a 40 y 100 (º C), el número básico total (TBN, por sus siglas en Inglés), punto de inflamación, contenido de agua en el aceite y contaminación con combustible.

Esta investigación tiene como antecedentes trabajos presentados por el autor durante los años 2001-2011[2], [3], [4], [5] y [6]. En estos se determinaron las propiedades fisicoquímicas que varían cuando hay presencia de combustible en el aceite lubricante usado.

El objetivo principal del trabajo es la evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los aceites lubricantes usados en los motores de los Ómnibus Daewoo, para determinar la contaminación con combustible diésel.

**2. Metodología**

El procedimiento a seguir para esta investigación consta de 3 fases:

1. Selección de los vehículos como objeto de estudio.
2. Selección de la frecuencia de extracción de muestras.
3. Extracción de las muestras y envío para el Laboratorio de Análisis Químico SETECNA.

A continuación, se detallan los aspectos más importantes de las 3 fases.

1a Fase: Se realiza la selección de los vehículos que serían objeto de estudio, se decide emplear 5 ómnibus Daewoo, Modelo BS-106 que pertenecen al Transporte colectivo de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba. Estos ómnibus son los que componen mayoritariamente la flota de transporte colectivo y la cantidad seleccionada se corresponde con el 50 % del total de equipos.

2a Fase: Se hace necesario fijar la frecuencia de extracción de las muestras. Se considera realizar la extracción de las muestras de aceite usado en el momento que se extrae el aceite usado a los 5 000 kilómetros (recomendación del fabricante). Esta consideración es debido a que no existen estudios anteriores de muestreo de aceite usado en estos vehículos.

3a Fase: En esta fase, de las condiciones para la extracción de las muestras, se tiene en cuenta la experiencia acumulada del autor en otros tipos de vehículos: autos ligeros, camiones y locomotoras.

Se tomaron muestras aceites usados del cárter del motor y muestras de aceite nuevo, para analizar el nivel de contaminación y degradación.

Por otra parte, se hace necesario conocer el tipo de aceite (si es monogrado o multigrado), quién lo suministra y contar con los recipientes para el envío de las muestras al laboratorio.

Todas las muestras de aceite de motor son aceite multigrado 15 w/40 suministrados por la compañía Castrol. Estas fueron extraídas del cárter del motor en el Taller Central Automotriz de la empresa mencionada anteriormente antes de realizar el cambio de aceite.

Las muestras se depositan en recipientes de 500 ml.

Para esta investigación se realizaron las siguientes pruebas en el Laboratorio Químico SETECNA: viscosidad cinemática a 40 º C y 100 º C (por el método IP 71 ASTM D 445), el índice de viscosidad (por el método IP 226 ASTM D 2270), el punto de inflamación por el método IP 34 ASTM D93), el Número Básico Total por el método IP 276 ASTM D 2896 y el % de dilución con combustible diésel.

Considerando la experiencia en trabajos anteriores, solo se hace la solicitud de la prueba de determinación del % de dilución con combustible diésel si hay disminuciones considerables de las viscosidades y del punto de inflamación.

Las pruebas o ensayos de laboratorio que se efectuaron en el mencionado laboratorio cumplen con los procedimientos internacionales de las normas ASTM (por sus siglas en inglés), estas son establecidas por la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.

**3. Resultados y discusión**

En las tablas (1-5) se presentan los resultados experimentales obtenidos.

Antes de realizar el análisis de los resultados obtenidos se deben establecer los límites condenatorios utilizados por Fygueroa [7] para para evaluar las propiedades fisicoquímicas y los contaminantes presentes en los aceites usados. Los límites condenatorios son los valores admisibles para recomendar el cambio de los aceites en uso. Se considera utilizar estos límites condenatorios teniendo en cuenta que los valores sugeridos por el autor anteriormente mencionado representan el valor promedio con relación a otros reportados por otros autores. Los límites condenatorios utilizados en esta investigación fueron:

1. Viscosidad cinemática a (40 y 100) º C: es permisible una disminución de un 25 % y un aumento de un 30 % de su valor inicial.
2. TBN: es permisible hasta una disminución de un 60 % con relación a su valor nominal.
3. Punto de inflamación: es permisible una disminución hasta un valor de 180 º C o una disminución de un 30 %.
4. Dilución por combustible diésel: es permisible una disminución de un 5 % en volumen.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ensayos | UM | Aceite Nuevo | A.U |
| Viscosidad cinemática  a 40 º C | (mm2 /s) | 132.41 | 135.97 |
| Viscosidad cinemática a 100 º C | (mm2 /s) | 15.38 | 14.35 |
| Índice de Viscosidad | --- | 120 | 104 |
| Punto de inflamación | º C | 216 | 222 |
| Número Básico Total (TBN) | (mg KOH/g) | 11.95 | 5.28 |
| Dilución con combustible diésel | % | --- | 1.0 |

Leyenda: UM- unidad de medida

A.U- aceite usado

Tabla 1 Propiedades fisicoquímicas del aceite 15 w/40 en el Ómnibus 513. Fuente: Elaboración propia.

Haciendo el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos realizados al ómnibus 513 se puede observar en la Tabla 1, que las disminuciones de las viscosidades cinemáticas no son de consideración con respecto a los valores del aceite nuevo. Esto significa que no hay presencia de materias sólidas que incrementen las viscosidades cinemáticas ni de combustible que provocaría una disminución de estas viscosidades.

El único parámetro del aceite que ha disminuido es el TBN, pero como la disminución es del 55% se podría seguir utilizando hasta que se incremente la disminución al 60 %.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ensayos | | UM | Aceite  Nuevo | | A.U |
| Viscosidad cinemática  a 40 º C | (mm2 /s) | | 132.41 | 85.28 | |
| Viscosidad cinemática a 100 º C | (mm2 /s) | | 15.38 | 12.20 | |
| Índice de Viscosidad | --- | | 120 | 138 | |
| Punto de inflamación | º C | | 216 | 204 | |
| Número Básico Total (TBN) | (mg KOH/g) | | 11.95 | 7.59 | |
| Dilución con combustible diésel | % | | --- | 8.0 | |

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas del aceite 15 w/40 en el Ómnibus 514. Fuente: Elaboración propia.

Con relación a los resultados de los ensayos realizados al Ómnibus 514, se puede apreciar en la Tabla 2, las disminuciones de las viscosidades cinemáticas. La viscosidad a 40 º C disminuyó al 36 % y la viscosidad a 100 º C disminuyó al 21 %. Teniendo en cuenta nuestra experiencia y los resultados reportados por otros autores en la literatura internacional se hace necesario analizar el punto de inflamación. Como este punto ha disminuido se solicitó al laboratorio determinar el % de dilución con combustible diésel.

El % de dilución es del 8 %, por lo que se sugirió al Taller la revisión del sistema de alimentación de combustible, porque esta dilución hace que se incremente el consumo del aceite.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ensayos | UM | Aceite  Nuevo | A.U |
| Viscosidad cinemática  a 40 º C | (mm2 /s) | 132.41 | 87.36 |
| Viscosidad cinemática a 100 º C | (mm2 /s) | 15.38 | 12.00 |
| Índice de Viscosidad | --- | 120 | 130 |
| Punto de inflamación | º C | 216 | 202 |
| Número Básico Total (TBN) | (mg KOH/g) | 11.95 | 9.48 |
| Dilución con combustible diésel | % | --- | 8.0 |

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas del aceite 15 w/40 en el Ómnibus 515. Fuente: Elaboración propia.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ensayos | UM | Aceite  Nuevo | A.U |
| Viscosidad cinemática  a 40 º C | (mm2 /s) | 132.41 | 114.43 |
| Viscosidad cinemática a 100 º C | (mm2 /s) | 15.38 | 13.28 |
| Índice de Viscosidad | --- | 120 | 112 |
| Punto de inflamación | º C | 216 | 212 |
| Número Básico Total (TBN) | (mg KOH/g) | 11.95 | 10.59 |
| Dilución con combustible diésel | % | --- | 3.0 |

Tabla 4. Propiedades fisicoquímicas del aceite 15 w/40 en el Ómnibus 516. Fuente: Elaboración propia.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ensayos | UM | Aceite  Nuevo | A.U |
| Viscosidad cinemática  a 40 º C | (mm2 /s) | 132.41 | 86.83 |
| Viscosidad cinemática a 100 º C | (mm2 /s) | 15.38 | 12.51 |
| Índice de Viscosidad | --- | 120 | 141 |
| Punto de inflamación | º C | 21 | 196 |
| Número Básico Total (TBN) | (mg KOH/g) | 11.95 | 10.0 |
| Dilución con combustible diésel | % | --- | 8.0 |

Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas del aceite 15 w/40 en el Ómnibus 517. Fuente: Elaboración propia.

**4. Conclusiones**

Se realizó la evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los aceites lubricantes usados para determinar la contaminación del aceite con combustible diésel, cumpliendo con el objetivo principal de este trabajo.

Se determinó la relación que existe entre las propiedades determinadas y la contaminación.

Como aspectos positivos de los resultados de esta investigación se realizó la sustitución y/o reparación de las bombas de inyección de combustible diésel, disminuyendo los altos consumos de aceite que tenían algunos de los ómnibus.

**5. Referencias bibliográficas**

1. Albarracín, P. (1993) Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz”, Tomo I, 2da. Edición. Colombia.
2. Paz A. (2001) Diagnóstico de motores diésel a partir del estado del lubricante, 6º Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas.
3. Paz A, Trejo A, y Carvajal I. (2003) Evaluación experimental de aceites automotrices nuevos, usados y regenerados mediante la extracción supercrítica. 7º Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas.
4. Paz, A. (2006) La regeneración de aceites lubricantes usados una tecnología para la industria en Cuba. IV Congreso Cubano de Ingeniería Mecánica.
5. Paz A, Bonet, C y Pérez, J. (2007) Diagnóstico técnico a motores diésel a partir de la aplicación de los análisis de aceites. Revista Transporte, Desarrollo y Medio Ambiente. Vol.27: 57-60.
6. Paz A. (2011). Selección de los lubricantes y su aplicación en el diagnóstico de los motores de combustión interna. V Taller Nacional de Portadores Energéticos.
7. Fygueroa, S (1997) Técnicas de análisis de aceite empleadas en el mantenimiento de los motores diésel, Consejo de Publicaciones, Universidad de los Andes, Venezuela.