

Inhibidores de la formación de espumas en los aceites lubricantes

Prof. Ing. G. E. VILLAR.

Instituto de Química de la Facultad de Ingeniería

Causas e inconvenientes de la formación de espumas en los lubricantes. — Con el objeto de mejorar las propiedades de los aceites lubricantes y de reducir su tendencia a la oxidación, así como su corrosividad frente a los metales, se agrega frecuentemente a aquéllos, algunas sustancias que en muchos casos favorecen la formación de espumas. Este fenómeno se presenta con alguna frecuencia en los lubricantes utilizados por la aviación, donde se favorece la formación de espumas por circular el aceite en un contacto muy íntimo con el aire a presiones reducidas.

La formación excesiva de espumas, puede en estos casos hacer insuficiente la lubricación, dar motivo a pérdidas apreciables de aceite en el cárter y aumentar el riesgo de incendio.

También se produce la formación de espumas en las cajas de engranajes, en las cuales éstos están cubiertos sólo parcialmente por el aceite; por lo cual en su movimiento giratorio se encuentran alternativamente en contacto con el aire y con el aceite.

El movimiento giratorio rápido de los engranajes convierte al aceite en una masa espumosa que no tiene las propiedades lubricantes requeridas, produciéndose al mismo tiempo la expulsión del aceite hacia el exterior, con las consiguientes pérdidas de lubricante.

Características químicas de los productos utilizados como inhibidores de la formación de espumas en los lubricantes. Entre los compuestos utilizados con ese objeto, hay un importante grupo constituido por sales amínicas de hidrógeno-fosfatos dialquílicos, tales como los productos de la combinación del ortofosfato ácido isoamil-

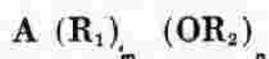
octílico con la anilina, dimetil-anilina o dietil-anilina ⁽¹⁾; los productos de la reacción del mismo hidrógeno-fosfato con la quinolina ⁽²⁾, con la piridina ⁽³⁾, con la dimetilpiridina ⁽⁴⁾ y con la nicotina ⁽⁵⁾.

Tienen una composición similar, los inhibidores obtenidos por la combinación de aminas alifáticas primarias con ácidos monotiofosfóricos di-alquilo sustituidos ⁽⁶⁾. Las sales así obtenidas se agregan a los aceites lubricantes en proporciones variables entre 0.01 y 10 % con el objeto de retardar la corrosión de los metales y reducir la tendencia a la formación de espumas.

Entre los inhibidores que se han propuesto para evitar la formación de espumas en los lubricantes destinados a la aviación, se encuentran numerosos alcoholes alifáticos nitro o amino sustituidos ⁽⁷⁾, entre los que se hallan el 2-nitro-n-butanol, 2-nitro-isobutanol, 2-nitro-etil-1-3-propanodiol, 1-nitro-isopropanol; así como el 2-amino-2-metil-propanol, 2-amino-2-etil-1-3-propanodiol, 2-amino-n-butanol. Estos compuestos se caracterizan porque inhiben la formación de espumas y tienen además propiedades antiemulsificantes.

También se ha patentado el empleo de inhibidores de la formación de espumas constituídos por alcoholes poliamínicos acilados, obtenidos por la combinación de alcoholes amino-sustituidos con ácidos grasos no saturados ⁽⁸⁾.

Se encuentran igualmente dentro del grupo de las combinaciones orgánicas oxigenadas, numerosos inhibidores cuya composición química responde a la fórmula general:



Siendo A, un núcleo aromático; R₁ un radical sustituyente conteniendo oxígeno; R₂ un hidrógeno o un radical alquílico, cicloalquílico, arílico o arilo-alquílico; m y n, números enteros.

El contenido del oxígeno de estos compuestos debe ser superior a un 15 % y su masa molecular superior a 270; siendo su acción inhibidora de la formación de espumas mucho más marcada a altas temperaturas ⁽⁹⁾.

Otro importante grupo de inhibidores está constituido por los productos de la polimerización de compuestos orgánicos clorofluorinados en que la mayor parte de los hidrógenos han sido sustituidos por los halógenos. Tal es el caso, por ejemplo, de los inhibidores obtenidos por polimerización del tricloro-trifluor-propeno ⁽¹⁰⁾.

Ha sido también patentada la adición a los lubricantes de ja-

bases alcalinas, como el oleato de potasio, en proporciones variables entre 0.2 y 0.8 %, con el objeto de reducir su tendencia a la formación de espumas (11).

Igualmente ha sido patentado el empleo con igual objeto de algunos esteres del ácido ricinoleico, los que se agregan a los lubricantes en la proporción de 0.05 %, utilizando como vehículo el acetato de amilo (12).

Se usan también como antiespumantes de los lubricantes pesados los productos de la polimerización de ciclosilanos dihalogenados (13) y silicones líquidos (14); estos últimos se caracterizan por ser insolubles en el aceite, por lo cual se dispersan finamente en los lubricantes.

Teoría sobre la acción de los agentes inhibidores de la formación de espumas en los lubricantes. — La gran variedad de compuestos que se utilizan como inhibidores de la formación de espumas en los lubricantes ofrece un serio obstáculo para la interpretación del mecanismo de su acción preventiva.

La particularidad de que algunos de estos compuestos sean insolubles en los aceites, ha hecho suponer que tuvieran la tendencia a depositarse bajo la forma de una película en la interface aceite-aire, dificultándose así el contacto del aire con el aceite, y con ello la tendencia a la formación de espumas.

Teniendo en cuenta las características químicas de algunas de las sustancias que favorecen la formación de espuma de los lubricantes, así como la composición de la gran mayoría de los agentes antiespumantes, el autor supone que en muchos casos, el efecto inhibidor se deba a una acción antagonista entre los agentes espumantes y antiespumantes.

La formación de espumas en los lubricantes se debería a que las sustancias agregadas como antioxidantes serían adsorbidas en la interface aceite-aire con una determinada orientación, originándose así la película que envolvería a las burbujas de aire confiriendo la estabilidad a la espuma. En modo similar, las sustancias antiespumantes serían también adsorbidas sobre la interface aceite-aire, pero con una orientación contraria a la de los espumantes. Se produciría así la anulación de los efectos de adsorción y con ello la formación de espumas permanentes.

Se originaría en este caso un fenómeno similar al descrito por

Foulk (15) al explicar la acción inhibidora de los jabones en la formación de espumas durante la concentración de soluciones salinas concentradas.

Según Foulk, la formación de espumas en una solución de sulfato de sodio, que es negativamente adsorbido por la interface solución-aire, se evita con la adición de trazas de jabón, el cual es adsorbido positivamente.

Es muy probable que haya una similitud muy estrecha entre la acción inhibidora de los jabones en el ejemplo citado por Foulk y la del oleato de potasio, cuyo empleo como antiespumante de los lubricantes ha sido patentado (11).

La acción antiespumante de los alcoholes. — El autor investigó la acción antiespumante de algunos alcoholes sobre un aceite lubricante S. A. E. 30, empleando el equipo de la Gulf Oil Corporation para el ensayo de espumificación N° 435, el cual le fué proporcionado por el Laboratorio del Departamento de Combustibles de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (A.N.C.A.P.).

Las experiencias se realizaron siguiendo las normas correspondientes a dicho ensayo, exceptuando el volumen de aire inyectado por minuto, que fué de 80 cc/min. y el tiempo de duración de la experiencia que fué de 30 segundos.

Como los productos empleados como antiespumantes eran volátiles, fué necesario reducir en lo posible el tiempo de duración de la experiencia. El ensayo consiste en colocar 250 cc. de lubricante en una probeta de 1.000 cc. de capacidad y 57 mm. de diámetro, inyectando desde el fondo la corriente de aire, que después de atravesar por un papel de filtro de 30 mm. de diámetro, se distribuye en la masa líquida, ascendiendo bajo la forma de pequeñas burbujas que luego se agrupan sobre la superficie del aceite formando una espuma, cuya altura depende, en gran parte, del tiempo de operación y de la tendencia del lubricante a formar espumas.

Los resultados obtenidos empleando alcoholes como agentes antiespumantes fueron de mucho interés; en primer lugar, porque se verificó que existe una relación entre la actividad antiespumante y el número de carbonos de la molécula alcohólica, similar a la observada por el autor para soluciones acuosas; y además, porque como se verá más adelante, la interpretación del desarrollo de la experiencia permitiría llegar a deducciones de interés sobre la for-

ma como se lleva a cabo la acción inhibidora de la formación de espumas en las sustancias estudiadas.

La actividad antiespumante de los alcoholes se determinó midiendo las cantidades mínimas de alcohol necesarias para impedir la formación de espumas sobre la superficie líquida, obteniéndose los siguientes resultados:

| <u>Alcohol agregado.</u> | <u>Proporción de alcohol que anula la espuma.</u> |
|--------------------------|---|
| Metílico | % 1.45 |
| Etilico | " 0.36 |
| Isopropílico | " 0.21 |
| Isobutílico | " 0.14 |
| Isoamílico | " 0.11 |

Las cifras que anteceden ponen de manifiesto que a medida que aumenta el número de los carbonos de la molécula alcohólica se incrementa notablemente la actividad antiespumante del alcohol.

Durante las experiencias realizadas, se observó que las burbujas de aire envueltas en la película líquida que impedía su coalescencia, se reunían sobre la superficie del aceite, disminuyendo la altura de la espuma a medida que se reducía la estabilidad de ésta.

Cuando la proporción de alcohol agregado al aceite alcanzaba a los valores anteriormente indicados, las burbujas de aire se rompían al llegar a la superficie del líquido.

A pesar de la agitación a que se sometía la preparación, se notaba una tendencia de los alcoholes a depositarse sobre la superficie líquida, formándose una película muy delgada en la interface aceite-aire, la que al ser atravesada por las burbujas de aire ascendentes, reducía rápidamente la resistencia de la película líquida que envolvía primitivamente a las burbujas de aire que daban origen al espuma. Esta particularidad del fenómeno, hace suponer que la acción antiespumante se ejerciera sobre la interface aceite-aire y no sobre la masa líquida, en la que las sustancias antiespumantes estudiadas eran prácticamente insolubles, produciéndose emulsiones al aumentar la concentración alcohólica más allá de los valores anteriormente indicados.

Estas experiencias ponen de manifiesto que aún cuando en la práctica la sustancia antiespumante tienda a depositarse sobre la

superficie de contacto aceite-aire, el mecanismo de la prevención de espumas no consistiría en una reducción de la facilidad de contacto del aire con el aceite, pues en tal caso hubiera sido sensiblemente constante la proporción de alcohol agregado, pues se mantuvo constante dicha superficie de contacto. En cambio, la marcada influencia de la composición química en la acción antiespumante de los alcoholes pone en evidencia el carácter físicoquímico del fenómeno, al cual nos hemos referido anteriormente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) H. G. SMITH, T. L. CANTRELL (Gulf Oil Corp.) Patente estadounidense N° 2.397.377 otorgada en marzo 26 de 1946.
- (2) H. G. SMITH, T. L. CANTRELL (Gulf Oil Corp.) Patente estadounidense N° 2.397.378 otorgada en marzo 26 de 1946.
- (3) H. G. SMITH, T. L. CANTRELL (Gulf Oil Corp.) Patente estadounidense N° 2.397.379 otorgada en marzo 26 de 1946.
- (4) H. G. SMITH, T. L. CANTRELL (Gulf Oil Corp.) Patente estadounidense N° 2.397.380 otorgada en marzo 26 de 1946.
- (5) H. G. SMITH, T. L. CANTRELL (Gulf Oil Corp.) Patente estadounidense N° 2.397.381 otorgada en marzo 26 de 1946.
- (6) H. G. SMITH, T. L. CANTRELL, M. L. HILL (Gulf Oil Corp.) Patente estadounidense N° 2.447.288 otorgada en agosto 17 de 1948.
- (7) A. H. BATCHELDER, F. S. ROLLINS, JR. (California Research Corp.) Patente estadounidense N° 2.402.487 otorgada en junio 18 de 1946.
- (8) L. T. MONSON (Petrolite Corp. Ltd.) Patente estadounidense N° 2.408.527, otorgada en octubre 1° de 1946.
- (9) V. N. BORSOFF, J. O. CLAYTON (California Research Corp.) Patente estadounidense N° 2.430.857, otorgada en noviembre 18 de 1947.
- (10) J. C. ZIMMER, R. ROSEN (Standard Oil Development C°) Patente estadounidense N° 2.449.631, otorgada en setiembre 21 de 1948.
- (11) H. G. SMITH (Gulf Oil Corp.) Patente estadounidense N° 2.377.654, otorgada en junio 5 de 1945.
- (12) H. T. BENNETT, J. R. MARSHALL (Mid-Continent Petroleum Corp.) Patentes estadounidenses N.os 2.390.491 y 2.390.492, otorgadas en diciembre 11 de 1945.
- (13) J. M. HERSH (Continental Oil C°) Patente estadounidense N° 2.464.231, otorgada en marzo 15 de 1949.
- (14) E. TRAUTMAN, H. A. AMBROSE (Gulf Research Development C°) Patentes estadounidenses N.os 2.416.503 y 2.416.504, otorgadas en febrero 25 de 1947.
- (15) H. B. WEISER. Colloid Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1949.