TOMO III. 15 de Junio de 1892 Núm. 17

ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS

EMPLEO DE LOS ACEITES PARA LA LUBRIFICACION

DE LAS MÁQUINAS Á VAPOR Y DEL MATERIAL DE LOS FERROCARRILES

Sabemos que la lubrificación de las superficies frotantes de los órganos de una máquina á vapor que están animados de movimientos relativos y sometidos á empujes recíprocos, es muy importante.

En efecto, el engrasamiento disminuye considerablemente los frotamientos y asegura una larga duración y conservación á los distintos órganos, y además, cuando la velocidad y el empuje han alcanzado ciertos límites, la lubrificación impide también el rocío, el calentamiento y los accidentes consecutivos que se producirían más ó menos rápidamente; en todo caso disminuye las probabilidades de fractura y las pérdidas de trabajo útil, consecuencias del frotamiento.

Pero como el engrasamiento constituye un gasto muy importante, es preciso en cada caso particular emplear la materia lubrificadora y el procedimiento de engrasaje más económico.

La materia lubrificadora puede también impedir más ó menos eficazmente el contacto inmediato de las superficies que rozan.

O bien puede ella dividirse en capas atraídas por el frotamiento de las superficies que protege; su adherencia al cuerpo por lubrificar siendo más grande que la adherencia de sus propias moléculas entre si ó que su cohesión.

Aunque se separen las superficies en contacto, cada una de ellas llevará materia. Así es como podemos figurarnos el fenómeno del engrasamiento cuando el lubrificador moja las superficies que debe proteger, como sucede generalmente.

O bien la materia está sometida á un laminaje en los puntos de contacto, entonces ella efectúa un oficio análogo al de los rodillos que se emplean para mover gruesas masas.

En la práctica estos dos modos de acción deben combinarse; en la primera hipótesis, el lubrificador faltaría constantemente y un exceso de materia es necesario para asegurar una buena lubrificación.

En los movimientos mecánicos cada uno de los puntos de una superficie frotante vuelve periódicamente á estar en contacto con los mismos puntos de la superficie frotada. El frotamiento que se produce entre las moléculas de la materia lubrificadora y entre éstas y las superficies de contacto, por muy débil que sea, desarrolla calor. Este calor crece á cada revolución y termina por alterar el lubrificante en sus propiedades físicas y químicas.

De suerte que si el lubrificante no es renovado cuando está alterado químicamente ó si no es enfriado, ó si una llegada constante de materia fresca no viene á llevarse la parte alterada y la que está calentada, la lubrificación se concluye. Se dice entonces que el lubricante está usado. Esto independientemente de las alteraciones cuyos progresos son más lentos debidos á la acción del aire, al ataque químico de los metales que resecan el lubrificante y forman el «cambouis.»

La lubrificación consistiría, pues, generalmente, en último análisis, en el laminaje de una capa de materia interpuesta entre las superficies de frotamiento inducidas de esta misma materia, la cual hace el oficio de un barniz móvil llenando los poros y suavizando estas superficies.

La materia empleada debe resistir á la tendencia que la pre-

sión ejecuta en los puntos de contacto para expulsarla, por eso ella debe pues poseer una fuerte adherencia.

La presencia de la materia interpuesta entre las superficies frotantes tiene por objeto de substituir la resistencia relativamente pequeña de arrancamiento de sus propias moléculas á la resistencia de sostenimiento de las superficies nudas; bajo este punto de vista, la sustancia empleada debe tener la menor cohesión posible.

La gran adherencia, propiedad característica de los cuerpos grasos de cualquiera naturaleza que sean y su débil cohesión hacen, pues, de ellos cuerpos lubrificadores por excelencia, de suerte que lubrificación y engrasamiento han llegado á ser términos sinónimos.

No es menos exacto que otras sustancias que los cuerpos grasos pueden servir de lubrificantes.

El engrasamiento por el agua está en uso en ciertas máquinas hidráulicas y la interposición de una capa de grafita puede dar un buen frotamiento de los cojinetes.

En su Exposición de la teoría mecánica del calor, Hirn dice:

« En condiciones convenientes de superficie y de presión, la « resistencia al movimiento depende casi exclusivamente del « grado de fluidad del cuerpo graso interpuesto; que para que « un líquido lubrifique convenientemente, por muy fluido que « sea, basta que no sea expulsado por la presión que tiende á « acercar las superficies en vistas y que en ciertas condiciones « excepcionales el aire mismo puede llegar á ser el mejor de « los lubrificadores.

. . . . . .

« El valor absoluto del frotamiento está casi en razón direc- « ta de la viscosidad del aceite ó de toda materia empleada co- « mo intermediaria; y que en igualdad de circunstancias, un « mismo aceite produce tanto menos frotamiento cuanto se vuel- « ve más fluido por el calor; que entre los distintos aceites el

« mejor es siempre el más fluido, con tal que no sea ni volátil
« ni sujeto á alteración; que el agua, el alcohol, etc., etc., que
« son todavía más fluidos que el aceite, disminuyen también
« más que él el valor del frotamiento.

. . . . . .

«La idea de frotamiento envuelve para todo el mundo de la
« fractura de las partes frotantes, y por consiguiente la de un
« gasto de esfuerzos necesarios; por otra parte, la física atribuía
« la fractura al calor desarrollado por el frotamiento. Son estas
« sin duda, ideas completamente falsas, pero la experiencia sola
« ha podido probar su falsedad, mostrándonos que la fractura
« no es de ninguna manera una consecuencia necesaria del fro-
« tamiento»

. . . . . .

La última citación tiene por objeto hacer resaltar el punto de vista teórico en el que Hirn se colocaba, resultaría de esta manera de ver las cosas que la comparación de la viscosidad de los productos lubrificantes daría las indicaciones más simples y más fáciles de verificar, concerniente á su resistencia al movimiento; el aceite menos viscoso será el mejor.

El valor del coeficiente de frotamiento no es el único elemento que hay que considerar; es preciso tener en cuenta el consumo y el precio del aceite; en la práctica el frotamiento es tanto mayor cuanto menos cuerpo tiene el lubrificante, para emplear una expresión corriente.

El aceite menos viscoso será también el que correrá más ligero y que ofrecerá menor seguridad en caso de tendencia al recalentamiento. Se llega así á preferir un aceite dando un coeficiente de frotamiento más elevado, pero corriéndose menos ligero, excepto en los oficios donde el frotamiento es la principal resistencia y en los útiles y aparatos delicados.

En la práctica, para que un lubrificador sea de buen empleo, es preciso que conserve sus propiedades al calor y al frío,

que no se altere y que no ataque la superficie que debe proteger.

Aquí todavía la medida de la viscosidad á temperaturas diferentes dará el medio de comparar el valor de los distintos aceites.

Los aceites minerales de engrasamiento, naturales ó proviniendo de destilación de petróleos brutos, de boghead y de shistas betuminosas, procurarán una escala completa de graduación de densidad, de viscosidad, de cohesión, de puntos de inflamación y de congelación en grandes límites.

En su calidad de hidrocaburos se alteran difícilmente y no tienen ninguna acción sobre los metales, pero en cambio el calor tiene una influencia sensible sobre la viscosidad, influencia que varía con su procedencia y su composición.

Los aceites de engrasamiento obtenidos por la destilación de las resinas se acercan á los precedentes, son mucho más densos y tienen mayor tendencia á absorber el oxígeno del aire, á transformarse en resinas.

Ellos deben su propiedad lubrificante á un cuerpo determinado químicamente con el nombre de rétinol.

Se emplean en mezcla.

La viscosidad de los aceites ordinarios es menos sensible al calor, pero estos aceites se congelan rápidamente, se alteran al contacto del aire, atacan los metales y forman el cambouis; en fin, sus propiedades químicas hacen su empleo desventajoso en los cilindros de las máquinas á vapor.

Como ellas convienen para el alumbrado, y aún también para preparaciones culinarias, tientan á sustraerlas á los agentes que las manejan.

Resulta, pues, que en las máquinas, aparatos, útiles, constantemente vigilados y en los cuales no se producen esfuerzos anormales, desde el momento en que un aceite mineral posee la viscosidad necesaria para resistir á la presión de las superficies fro-

tantes, su empleo será ventajoso y el mejor será aquel que, á precio igual, será el más viscoso al calor, el ménos denso y que se encenderá á la más alta temperatura.

En los ferrocarriles, en las locomotoras y en los wagones, sobre todo en estos últimos, la cuestión se complica mucho más.

Las desigualdades de la vía, las curvas, las diferencias de velocidades, un montaje defectuoso, el juego de los resortes de suspensión, traen muy grandes perturbaciones en el empuje de las superficies frotantes; resultarán rozamientos intensos de más ó menos gran duración.

Estos rozamientos tratan de recalentar las superficies que están sometidas y si el aceite empleado es de viscosidad muy sensible al calor, llegarán fatalmente á un recalentamiento completo; los órganos por aceitar son inabordables durante tiempos muy largos, expuestos al polvo y á grandes variaciones de temperatura; además los plazos de visita de las cajas de los wagones son muy espaciados; es lo que explica como cualidades de aceites empleados en las otras industrias pueden ser insuficientes en la explotación de los ferrocarriles.

Por este conjunto de causas es que hasta aquí, excepto para los cilindros de locomotoras, en las cuales es preferible emplear aceite mineral puro, y en cajas de grasa especiales, no se ha podido todavía, en buena práctica, emplear más que mezclas de aceites minerales, de resina ordinaria, por los cuales se obtiene lubrificadores que participan de las cualidades y defectos de los componentes, son de mejor empleo que los aceites ordinarios.

Veamos en resumen cuales son las materias lubrificantes que más se emplean para engrasar las superficies frotantes en las máquinas.

Se emplea:

1.º Materias vegetales, como aceite de olivos, de colza, de navo, etc;

2.º Materias animales, aceite de tocino, de piel de buey, de pescado, sebo fundido, sebo en rama;

3.º Materias minerales en forma de aceites, nafta rusos y americanos, valvolina, cilindrina ó sebo mineral, y en forma de grasas sólidas.

Mostremos ahora cuáles son las ventajas y los inconvenientes de estas distintas clases de materias lubrificantes.

Los aceites vegetales y animales son seguramente los mejores como lubrificantes, es decir, que son los más eficaces para disminuír el frotamiento al cual da lugar el resfalamiento de dos superficies metálicas con una cierta presión. Pero como sabemos son de un precio elevado, además ensucian las máquinas y tienen el grave defecto de descomponerse rápidamente, así como ya lo hemos dicho, á la acción del aire, de la presión y del calor, en dos sustancias de la cual la una es un ácido graso, materia corrosiva que en presencia del metal y de los polvos de cal en suspensión, forma el cambouis.

Además estos aceites son más ó menos secativos, es decir, que se secan al aire.

Los aceites minerales no se secan, no se descomponen y son de un precio menos elevado que los aceites precedentes. Por eso es que su empleo tiende a propagarse mucho más.

Las grasas consistentes tienen, además, la ventaja de poder ser más ventajosamente utilizadas que los aceites. Estos últimos, á causa de su fluidez, se derraman en gran parte sin haber sido empleados; el gasto de aceite es, pues, superior á la cantidad realmente necesaria; resulta, pues, un aumento de los gastos de engrasamiento.

Se disminuye, sin embargo, el primer inconveniente recogiendo los aceites botados y empleándolos de nuevo después de haberlos convenientemente filtrado. Existen filtros especiales para efectuar esta operación.

No es posible naturalmente apreciar por una simple inspección la calidad de un aceite ó de una grasa.

Para apreciar el valor de una materia lubrificante, es preciso someter esta última á ensayes variados que no caen bajo la competencia del mecánico que las emplea.

Pero como estos ensayes no son siempre suficientes para permitir preveer con certidumbre cuáles son los resultados que se obtendrán en la práctica y que ciertos defectos de un aceite ó de una grasa no se reconocen sino por el uso, por consiguiente es deber de un mecánico señalar á su jefe las observaciones que la materia empleada le haya sugerido.

Un análisis de un cuerpo lubrificador considerado en esta última calidad, debiera dar aisladamente coeficientes comparativos:

1.º De adherencia, midiendo la propiedad de resistir á una presión dada por unidad de superficie y de velocidad.

2.º De cohesión, midiendo la resistencia al resbalamiento de sus propias moléculas las unas sobre las otras, proporcional al coeficiente de frotamiento.

3.º De sequedad, midiendo las variaciones de cohesión y de adherencia en un tiempo dado después de simple exposición al aire.

4.º De neutralidad bajo el punto de vista químico.

5.º De alterabilidad, midiendo la resistencia por su empleo en condiciones dadas.

6.º De congelación.

7.º De inflamabilidad.

La importancia relativa de cada uno de estos elementos de apreciación varía con las condiciones de empleo del lubrificante.

En un reloj, es preciso antes de todo, aceite fino y neutro, que se congele con dificultad, etc.

Los dos primeros datos, difíciles de aislar, son determinados en su resultante por la medida de la viscosidad á diferentes temperaturas.

Se construyen los viscosímetros, de los cuales se debe recomendar el uso, determinando la cantidad de aceite que se desparrama en un tiempo dado, á diferentes temperaturas, con una misma presión, por un mismo orificio. Son colocados en una estufa de Assonval á temperatura constante.

La secabilidad sería medida por la comparación de las cantidades de oxígeno absorbido en condiciones idénticas.

Se podría imaginar un aparato que por medio de pesos mediría la dificultad para separar dos platillos cuyo contacto sería cubierto del lubricante, después de tiempos igualmente espaciados en una misma duración de contacto.

Para conocer sus propiedades corrosivas lo probamos con un pedazo de cobre, si no se ataca, el lubrificante es neutro.

La alterabilidad se mide por la cantidad de cambouis.

La congelación y la inflamabilidad las da el termómetro.

A excepción de la inflamabilidad y de la viscosidad, la avaluación de los otros datos no son del dominio de la práctica.

Las máquinas para ensayar los aceites dan las cantidcdes de trabajo que éstas pueden lubrificar antes de la fractura, pero como es difícil obtener una seguridad suficiente en sus indicaciones, éstas deben de ser sancionadas por la práctica.

En general, la cantidad de aceite realmente consumida por el trabajo de la pieza lubrificada antes de su fractura, no está en relación con la cantidad perdida por derrame. En resumen, el mejor ensaye del aceite será siempre el que habrá sido hecho en las condiciones mismas de su empleo, es decir, en invierno y en verano en una locomotora y en un wagón, con los aceites que se emplean en los ferrocarriles.

Un aceite habiendo sido reconocido propio al uso y ventajoso como precio, lo esencial es entonces de disponer de medios rápidos para que los empleados puedan fácilmente asegurarse de la calidad de las distintas remesas hechas por los proveedores.

Pero el mérito de los aceites minerales es precisamente la

poca ventaja que se tiene en falsificarlos y la facilidad que ellos presentan para constatar su identidad por medio de simples verificaciones de los caracteres físicos. Son éstos principalmente la densidad y la viscosidad á diferentes temperaturas; á los cuales se puede añadir los grados de inflamación y de conjelación, que siendo los mismos para dos de ellos, se les podrá atribuir el mismo valor.

Veamos cuales son los principales inconvenientes que una materia lubrificante puede presentar en el uso.

La materia puede pues no tener como lubrificante las cualidades que se requieren.

En este caso será preciso, para obtener de la máquina su trabajo normal, prolongar la admisión de vapor más allá del valor previsto. Si la expansión no puede ser variada, la máquina no hará el número de revoluciones pedido. A causa de la resistencia debida al frotamiento, algunos turillones, pivotes y guías podrán calentarse.

El aceite puede tener una tendencia pegajosa, estacionándose entre las superficies frotantes cuando la máquina quede en descanso durante un tiempo bastante prolongado. La máquina encuentra entonces dificultad para ponerse en acción.

El aceite puede todavía no ser suficientemente viscoso para mantenerse entre las superficies frotantes, á pesar de la presión que comprime á estas últimas, la una contra la otra. Se desparrama pues muy ligero y debe ser frecuentemente renovado.

Puede también descomponerse y dar lugar á materias corrosivas que atacan los metales.

En fin, puede él despedir un olor incómodo.

Indiquemos ahora la manera como se deben engrasar los principales órganos de una máquina á vapor.

En primer lugar, consideremos el interior de los cilindros á vapor, los órganos distribuidores y las cajas de estopas.

Por lo que concierne á la naturaleza dé la materia lubrificadora que se emplea, no puede haber duda.

Los aceites vejetales y animales deben excluirse. Hemos dicho, en efecto, que se descomponen por el calor y dan nacimiento á una materia ácida que opera una acción corrosiva sobre el cilindro y sobre el pistón; se forma por esta causa un compuesto que resulta de la acción del ácido sobre el fierro y que encontramos en forma de depósitos, muy duros, en el cilindro, en el condensador y en la caldera.

Es preciso pues, preferir los aceites minerales de buena calidad á todos los otros productos. Deben ser de antemano desalquitranados y filtrados. Se les encuentra preparados en el comercio con el nombre de *Cilindrina, Valvolina, Sebo mineral, Aceite de cilindro.*

Se emplean los mismos productos para engrasar las cajas de estopas.

Sin embargo, cuando el aceite mineral es de calidad conveniente, debe operar al través de las estopas y entonces es inútil engrasar especialmente estas últimas.

En cuanto á la introducción del aceite en el cilindro y en la caja de distribución puede obtenerse de dos maneras. Se puede establecer cajas de aceite en puntos convenientes de las paredes y dejar caer el aceite directamente sobre las superficies por lubrificar.

Se puede también instalar un solo engrasador, aunque sea grande, sobre el cañón de llegada de vapor y dejar caer el aceite gota á gota en las corrientes de vapor. El vapor se hace entonces untuoso y él engrasa todas las superficies con las cuales se encuentra en contacto.

Este último medio es preferible hoy día por muchos constructores.

Mostremos un sistema de aparato aislado que se empleaba antes para engrasar únicamente el cilindro.

Este engrasador se compone de una copa *c*, de un receptor *r* y de dos llaves *a* y *b*. Para engrasar, estando cerradas las dos llaves *a* y *b*, se llena de aceite la copa *c*, se abre la llave *a* y el aceite pasa de *c* á *r*. Luego después de cierra *a* y se abre *b*.

Para el segundo sistema de engrasar el vapor antes de llegar á la caja de distribución, existen varios aparatos. Hé aquí el más eficaz:

Es un receptor generalmente de bronce, que se atornilla en una corona, y al centro lleva un tubo de cobre.

El vapor y el aceite corren en sentido inverso por el mismo tubo.

En muchos talleres se encuentra un solo engrasador, que sirve para engrasar dos ó tres máquinas á la vez.

ENGRASAMIENTO DE LOS TURILLONES Y PIVOTES

Se emplean aceites ó bien grasas consistentes, la elección dependerá del precio de los productos y de los aparatos engrasadores de que se dispone.

Para engrasar con aceite, puede servirse de diversos sistemas de engrasadores, entre los cuales, la caja con mecha de algodón es lo más conocido y lo más empleado.

Se obtiene así un engrasamiento continuo que es favorable á la economía y á la buena marcha de la máquina.

Todos los órganos por lubrificar no están siempre provistos de engrasadores.

Este inconveniente se remedia por un engrasamiento moderado y á menudo repetido.

Una gran cantidad de aceite vaciada á la vez sobre un turillón ó sobre una superficie frotante cualquiera, no produce me-

jor efecto que la cantidad de aceite estrictamente necesaria; todo exceso de aceite se desparrama á pura pérdida, y ensucia los aparatos.

Cuando se emplea una grasa consistente, se coloca ésta en un engrasador que tiene la forma de un cilindro, en el cual se encuentra un pistón montado sobre una barra fileteada que atraviesa la tapa y termina en tuerca.

Haciendo dar vuelta, de tiempo en tiempo, un platillo fijado á la barra, el pistón comprime la grasa y la envía al través de un tubo hasta la superficie por lubrificar.

En ciertos aparatos, el pistón es comprimido por un resorte y entonces la presión es constante en lugar de ser intermitente.

Este último sistema es principalmente empleado para los pequeños pivotes, mientras tanto que el precedente es preferido para los turillones de grandes dimensiones.

El empleo de las grasas consistentes ha permitido reducir en una notable proporción los gastos de engrasamiento de los turillones y pivotes.

Veamos como se hace el engrasamiento de las guías.

El empleo de grasas consistentes semi fluidas es particularmente recomendable para este uso. Se sirven para distribuir la materia lubrificadora, de engrasadores de pistón y de resortes que se colocan sobre la pieza que resbala. Esta debe estar provista de rayas bastante profundas para alojar la grasa.

Indiquemos lo que es preciso hacer si se reconoce que se ha empleado un aceite de mala calidad para la lubrificación.

En este caso será menester engrasar con un aceite de buena calidad y bastante abundante, durante un día ó dos, á fin de atraer el aceite defectuoso, cuya influencia podría persistir largo tiempo sin esta última precaución.

CONCLUSIÓN

La cuestión de los aceites de engrasamiento para el industrial, se resume á saber si no paga muy caro un resultado que pudiera obtener con más economía.

Los aceites minerales, poco caros, no pueden ser falsificados más que por otros aceites minerales más inflamables y es fácil determinar *á priori* su valor en el servicio.

Los aceites minerales ordinarios son los menos sensibles á las alteraciones físicas y químicas.

El industrial juzgará de la bondad de un aceite cuando éste le proporcione seguridad y economía en su empleo.

Resultados que han sido obtenidos en los ferrocarriles belgas sobre mezclas de aceites de colza y de aceite mineral, en las condiciones siguientes:

Cilindros.—Aceite mineral puro.

Movimientos de las locomotoras.—50% aceite mineral y 50% aceite de colza.

Cajas de aceites de los coches y wagones.—33% aceite mineral y 66% aceite de colza.

El consumo kilométrico de aceite por locomotora ha sido de $0^k,022$; y el consumo por coche, kilométrico, de $0^k,000689$.

La economía se produce pues, no solamente sobre el precio de compra, sino también sobre el consumo.

ENRIQUE LABATUT B.
Ingeniero-mecánico.