

COJINETES

Elementos mecánicos que permiten el libre movimiento entre piezas fijas y móviles. Los cojinetes de antifricción son esenciales para la maquinaria: sostienen o guían sus piezas móviles y reducen al mínimo la fricción y el desgaste. La fricción consume energía inútilmente, y el desgaste altera las dimensiones y el ajuste de las piezas hasta la inutilización de la máquina.

Cojinetes corrientes.

En su forma más sencilla, un cojinete consiste en un eje cilíndrico, llamado gorrón, y en un soporte que forma el cojinete propiamente dicho. Antiguamente los cojinetes se fabricaban de materiales como madera, piedra, cuero o hueso; más tarde se empleó el metal. Pronto se vio que un lubricante disminuirla la fricción y el desgaste y prolongaría la vida útil de este tipo de cojinete. Al principio se utilizaron lubricantes de origen vegetal, animal o marino, tales como sebo de cordero, grasa de cerdo o de pato, aceite de pescado, de castor y de semilla de algodón (las ruedas de los carros egipcios conservan todavía vestigios del sebo de cordero empleado como lubricante).

El uso de aceites minerales empezó en el año 1859, en particular debido al descubrimiento del pozo de Drake en Titusville (Pennsylvania). En la actualidad se emplean generalmente como lubricantes los derivados del petróleo y las grasas, mezclados a veces con jabones y lubricantes sólidos, tales como grafito, bisulfuro de molibdeno, talco y sustancias similares.

Materiales para cojinetes.

En el año 1839 se produjo un adelanto concreto e importantísimo en el perfeccionamiento de los materiales para cojinetes al obtener I. Babbitt la patente para los Estados Unidos de una aleación especial de metal. Esta aleación, en su mayor parte de estaño, contenía pequeñas cantidades de antimonio, cobre y plomo. Con estas materias y otras similares se han logrado cojinetes excelentes. Tienen una apariencia plateada y son conocidos generalmente por metales blancos o metales Babbitt. Durante muchas décadas han servido de pauta y comparación para establecer la calidad de otros materiales para cojinetes.

Todavía se utilizan cojinetes de madera, aunque sólo para aplicaciones limitadas en maquinaria ligera, están hechos frecuentemente de arce o pino duro impregnado de un aceite neutro. También se emplean cojinetes de madera hechos de guayaco, que es la más dura y densa de todas las maderas. El guayaco sólo se encuentra en la zona del Caribe. Esta madera pesa aproximadamente 1.280 kg/m³ y tiene un contenido de resina de un 30% en volumen, por lo que es muy autolubrificante. Al ser el grano densamente entrelazado, este material ofrece una alta resistencia al desgaste y compresión y resulta muy difícil de astillar. Tiene múltiples aplicaciones, pues el guayaco es capaz de resistir la acción destructiva de los ácidos débiles, álcalis, aceites, fósforo líquido, productos blanqueadores, de alimentación, drogas y cosméticos.

Alrededor de 1930 empezaron a realizarse algunos progresos importantes en el campo de los metales para antifricción. En un solo cojinete se combinan hoy distintas composiciones que constituyen algunos de los sistemas más logrados. Este paso viene determinado por la teoría de la fricción, ampliamente aceptada, que dice que la sustancia ideal para cojinetes debe tener cierta dureza y resistencia, pero también una superficie blanda fácilmente deformable.

La goma ha resultado ser un material extremadamente bueno para cojinetes, en especial cuando el lubricante puede contener abrasivos. Los cojinetes de goma tienen gran aplicación en las bocinas de popa marinas, en los cangilones de las dragas, en ciertas bombas centrífugas y en los ejes de las bombas para pozos profundos. La goma empleada es un compuesto de alta resistencia, de estructura similar a las cubiertas de rueda de

automóvil Estos cojinetes rinden el máximo con lubricación de agua que sirve tanto de refrigerante como de lubricante.

El hierro fundido es uno de los materiales más antiguos para cojinetes En la antigüedad ya se utilizaba en la India y en China. Con el advenimiento de maquinaria más compleja en la evolución industrial, el hierro fundido llegó a ser un material corriente para cojinete, y todavía se utiliza cuando se destina a un uso relativamente ligero.

Cuando, debido a la falta de espacio o inaccesibilidad para la lubricación, no son prácticos los Cojinetes normales de metal, se emplean con frecuencia cojinetes porosos.Estos tienen vacíos del 16–36% de su volumen. Estos huecos se llenan de lubricante por un sistema de vacío. Durante su funcionamiento proporcionan una cantidad ilimitada de lubricante a la superficie de frotamiento entre el gorrón y el soporte. Estos cojinetes son, en general, satisfactorios para cargas ligeras y velocidades moderadas.

Investigaciones recientes en ciertos campos han demostrado. Aunque parezca extraño, que materiales muy duros pueden tener características adecuadas para cojinetes en aplicaciones especiales. Se utilizan materiales como Stellite, Carboloy. Colmonoy, Hastelloy y Alundum, A causa de su dureza, estos cojinetes deben ser extremadamente suaves y su geometría perfecta, pues existen pocas posibilidades de que se corrijan faltas de alineación por desgaste.

Lubricantes para cojinetes.

Los aceites de Petróleo y las grasas han sido reforzados con aditivos químicos a fin de que puedan reducir el desgaste en los elementos de maquinaria sometidos a un serio esfuerzo tales como engranajes y levas. Esos aditivos químicos pueden ser naftenato de plomo, cloro, azufre, fósforo o materias similares. De ordinario se utilizan como aditivos compuestos que contienen estos elementos para formar, por reacción con la superficie del metal. cloruros, sulfuros y fosfuros que tienen una baja resistencia al cizallamiento y protegen la superficie del desgaste y la abrasión.

El factor más importante para establecer las características de rendimiento del cojinete lo constituye a menudo el método de engrase y la cantidad del mismo. Por ejemplo, al faltar el lubricante, el gorrón y el cojinete frotan uno contra el otro en seco. La fricción y el desgaste son relativamente altos, el coeficiente de rozamiento de un eje de acero al frotar con un cojinete de bronce, por ej., puede ser en seco de 0.3. Si están lubricados. aunque sólo sea en pequeña cantidad, el aceite se reparte por las superficies y, según sea su composición química. el coeficiente puede ser reducido a 0.1. Si el cojinete se engrasa en abundancia, de manera que haya incluso un exceso, es posible lograr una película de presión constante en el espacio libre. Estas presiones pueden ser suficientes para soportar una carga considerable y mantener separadas las superficies flotantes del cojinete Éste es el tipo de cojinete clásico de un cigüeña de motor de automóvil. Las presiones de estos cojinetes alcanzan y exceden los 175 kg/cm, y con algún cuidado las piezas duran casi indefinidamente. siempre que el aceite esté limpio y libre de partículas abrasivas y que los materiales no se deterioren por fatiga, desgaste o corrosión.

Los tipos de engrasadores que en general resultan insuficientes para lograr una película fluida continua son, por ej, las aceiteras, los engrasadores de goteo y los cojinetes con empaquetadura y con estopa de fieltro.

Los tipos de engrase que proporcionan una lubricación abundante son los sistemas de anillos, lubricación por baño y engrase a presión. El coeficiente de fricción de un cojinete con una película fluida continua puede llegar a ser sólo de 0,001.

Cojinetes hidrodinámicos de película fluida.

Si las superficies de los cojinetes pueden mantenerse separadas, el lubricante no necesita un agente oleaginoso

(grasa, aceite o sebo). En consecuencia, se encuentran muchas aplicaciones extremas en las que los cojinetes de película fluida funcionan con lubricantes consistentes en agua, ácidos altamente corrosivos, metales molidos, vapor, gasolina, refrigerantes líquidos, mercurio, gases. etc. La autogeneración de presión en tales cojinetes tiene lugar sea cual sea el lubricante empleado, pero la presión máxima que se genera depende de la viscosidad del lubricante. Así, por ej. la capacidad de carga máxima de un cojinete lubricado por gas es mucho menor que la de un cojinete lubricado por líquido. El porcentaje está en proporción directa a la viscosidad.

Gran parte de las investigaciones se refieren al funcionamiento de la maquinaria a temperaturas extremas. En las zonas bajas puede tratarse de 240° C. En las máximas se prevé que algunos aparatos pueden llegar a funcionar a 1.000–1.500 C. El gas es el único lubricante conocido con posibilidades de ser empleado en temperaturas extremas. Debido a que la viscosidad de gas es muy baja, la fricción que resulta en el cojinete es, por tanto, de un orden inferior. Por ello las máquinas lubricadas por gas pueden funcionar a temperaturas extremadamente altas al no representar un serio problema el mantener los cojinetes refrigerados. Se ha logrado hacer funcionar hasta a 433.000 r.p.m. un rotor con cojinetes de lubricación gaseosa.

El principio de autogeneración de presión se aplica tanto a cojinetes de empuje como a cojinetes de línea. Una de las primeras aplicaciones industriales del tipo de cojinetes autogeneradores fueron los axiales de patín oscilante. Es indispensable el gran valor de los cojinetes de empuje con zapata oscilante por su baja fricción y gran regularidad.

Cojinetes hidrostáticos de película fluida.

Los cojinetes cerrados, o casquillos del tipo presión autogenerada, funcionan con un alto grado de rendimiento y regularidad una vez alcanzadas las revoluciones de régimen. Sin embargo, cuando la velocidad del gorrón es demasiado baja para mantener una película fluida continua, o cuando al arrancar, parar o invertir la marcha se rompe la película, la fricción aumenta y se acelera el desgaste del cojinete. Esta situación puede ser eliminada introduciendo aceite a alta presión entre el espacio del fondo del gorrón y el mismo cojinete. Si la presión y el caudal están en la proporción correcta, el eje hallará levantado y sostenido por una película de aceite, tanto si gira como si está parado. El rozamiento puede descender a una décima parte de su valor original o aun menos, y en ciertas clases de máquinas pesadas en las que el par disponible es moderado puede representar la diferencia entre ponerse en marcha o no arrancar. Este tipo de lubricación se llama lubricación hidrostática, y aplicada de la manera indicada a los cojinetes de bolas se denomina flotación en aceite. Los condensadores sincrónicos necesitan la flotación en aceite cuando el conjunto es de gran tamaño.

Los cojinetes de los trenes de laminación pueden ser equipados con sustentación de aceite para reducir la fricción cuando los laminadores están bajo carga. A veces el sistema hidrostático se utiliza de agujero de manera continua en cojinetes sobrecargados que no logran mantener una película de aceite o de presión automática normal.

La lubricación hidrostática en forma de cojinetes de apoyo ha sido utilizada en varias máquinas para soportar el empuje. Puede conseguirse un empuje axial este o no el eje girando, y puede mantenerse una separación completa entre las superficies en fricción.

Se han hecho flotar con éxito grandes estructuras sobre cojinetes de tipo hidrostático. Por ejemplo, el telescopio Hale de 200 pulgadas de Monte Palomar pesa unas 450 t., no obstante, el coeficiente de fricción de sistema completo de soporte, debido al cojinete de tipo hidrostático, es inferior a 0,000004. La potencia requerida extremadamente pequeña y basta un motor de 1/12 CV para hacer rodar el telescopio cuando se efectúan investigaciones. Los cojinetes hidrostáticos suelen emplearse en grandes antenas de radiotelescopios y radar, algunas de las cuales deben soportar esfuerzos de 2.000 o más, teniendo en cuenta la fuerza del viento, así como el peso muerto. Existe el precedente de la construcción por la Asociación de Universidades Norteamericanas de un conjunto de este tipo con un disco parabólico o antena de 43 m de diámetro en Creen

Bank (Virginia occidental).

Rodamientos.

La experiencia demuestra que la resistencia al rodamiento es mucho menor que la resistencia al deslizamiento. La carretilla de mano, la de equipajes de dos ruedas y aparatos semejantes son ejemplos evidentes de la reducción de fricción. Con el uso de la rueda, las cajas pesadas y objetos similares se mueven fácilmente introduciendo rodillos bajo la base de sustentación de la carga mientras se empuja la carga u objeto. Los egipcios, al construir las pirámides, transportaron con rodillos enormes bloques de piedra desde la cantera al lugar de construcción. Este principio, que ha tenido una enorme difusión, se usa en el Cojinete de elementos rodantes o rodamiento.

La primera aplicación importante de estos cojinetes se hizo en la bicicleta y su empleo llegó al máximo poco antes del año 1900. En el desarrollo del automóvil los cojinetes de bolas y de rodillos resultaron ideales para muchas aplicaciones. y hoy son ampliamente utilizados en casi toda clase de maquinaria.

Constitución– Estos cojinetes se caracterizan por sus bolas o cilindros, confinados entre un aro interior y Otro exterior. De ordinario las bolas o rodillos están separados uniformemente por una aleta o separador. Los elementos rodantes son los más importantes porque transmiten las cargas de las piezas móviles de la máquina a los soportes fijos. Las bolas son esféricas, pero los rodillos pueden ser cilindros rectos o adoptar forma de barril, como u otras, según la aplicación. Los aros, o pistas de rodamiento, proporcionan a las bolas o a los rodillos superficies suaves, duras y precisas de rodamiento. Algunos tipos de cojinete se fabrican sin separadores. Otros sólo tienen el anillo interior o exterior y los rodamientos actúan directamente sobre un eje o un casquillo, bien templado y rectificado.

Estos cojinetes pueden ser clasificados, de acuerdo con su función, en tres grupos: cojinetes radiales, axiales o de empuje y de contacto angular. Los cojinetes radiales están diseñados para soportar una carga en un sentido perpendicular al eje de rotación. No obstante, algunos cojinetes radiales, son también capaces de soportar cierta carga de empuje, esto es, una *carga* paralela al eje de rotación que tiende a empujar en sentido axial. De todos modos, algunos cojinetes se diseñan para aguantar solamente cargas axiales. Los cojinetes de contacto angular están proyectados y fabricados para soportar cargas de empuje pesadas y también cargas radiales.

Duración. Una característica única de los rodamientos es que su vida útil no está determinada por el desgaste, sino por la fatiga de las superficies de trabajo que soportan las tensiones repetitivas de trabajo normal. Los daños debidos a la fatiga se manifiestan por un cuarteamiento y un picado progresivos de las superficies del aro de rodamiento y elementos rodantes, lo que constituye la razón básica para determinar el término de utilización de estos cojinetes o su Vida útil

.

Como la carga en un cojinete determina la intensidad del esfuerzo en las superficies de los aros de rodamiento y elementos rodantes, si se aumenta la carga disminuirá la duración del cojinete, y viceversa. Esto se acostumbra expresar con el siguiente enunciado: la vida del cojinete es inversamente proporcional al cubo de la carga. Así pues el doblar la carga reducirá la duración del cojinete ocho veces.

Por lo tanto, la duración de un cojinete bajo una carga dada vendrá expresada por un número determinado de revoluciones. Según la utilización de este número total de revoluciones, la Vida del cojinete será corta o larga; la duración es inversamente proporcional a la velocidad. El cálculo de duración es una predicción basada en resultados obtenidos probando gran número de cojinetes idénticos bajo cargas y a velocidades iguales. Algunos rodamientos pueden diferir de un valor tomado como base estadística, pero los fabricantes, al establecer sus características, han seguido la ley de promedios estadísticos. Por ejemplo, algunos constructores especifican *datos* de velocidad y carga para sus cojinetes basados en 3,000 horas de trabajo. El fabricante que

utilice 3.000 horas como dato de duración prevista presume que al menos el 90% de los cojinetes durarán 3.000 horas en las condiciones de carga y velocidad especificadas. Basándonos en promedios estadísticos, esto significa, sin embargo, que el 10% de los cojinetes fallarán antes de alcanzar la duración prevista de 3,000 horas, el 50% alcanzarán cinco veces la vida designada y unos pocos llegarán a alcanzar 20–30 veces la Vida prevista de 3,000 horas.

Características Los diferentes tipos de rodamientos se pueden identificar denominándolos según sus características más generales. Un cojinete libre o de tipo magneto es útil cuando se debe desmontar frecuentemente. El aro de rodamiento exterior se introduce firmemente en el bastidor, y el interior puede calarse al eje. Un colinere permite que se usen más bolas en el cojinete que las que se ven en otros y de esta manera soportar cargas radiales más pesadas. No obstante, a causa del alojamiento poco profundo de las bolas sólo deberá usarse para cargas de empuje ligeras. Si el empuje es en un sentido, el cojinete ha de montarse con la muesca de entrada fuera de la dirección de empuje. Los cojinetes radiales de doble fila de bolas con gargantas profundas admiten cargas radiales y de empuje más pesadas que un cojinete simple de las mismas dimensiones. Los cojinetes interiores autocentrantes de doble fila se pueden usar para cargas radiales pesadas cuando se requiera la alineación automática. La característica de autoalineación no debe usarse para corregir un diseño o montaje deficientes, pues la falta de alineación excesiva daña el cojinete. Las cargas de empuje han de ser ligeras *porque* son sostenidas por una sola fila de bolas. Los cojinetes de contacto angular sirven para un empuje máximo y cargas radiales modestas. Pueden ser montados uno contra otro como cojinetes dúplex y soportar el empuje en ambas direcciones. Para disminuir el movimiento axial de estos cojinetes y del eje que los retiene, pueden presentarse para evitar cualquier aflojamiento o juego.