

# INFORME TRIMESTRAL

MARZO-JUNIO 2020

PROGRAMA PIDDE



MATERIALES  
AVANZADOS



# INFORME DE TENDENCIAS 1

El estudio de las propiedades tribológicas y mecánicas de la superficie de materiales es de gran importancia para el éxito en el diseño de piezas y mecanismos de trabajo, a fin de evitar que los esfuerzos a que se encuentran sometidas causen deformaciones, fisuras y desgaste superficial de los componentes. Las propiedades tribológicas se refieren a las interacciones entre dos superficies en contacto que se encuentran en movimiento relativo y como consecuencia se producen fenómenos como la fricción y el desgaste. Las propiedades mecánicas se refieren a la respuesta de los materiales cuando son sometidos a la aplicación de esfuerzos. Esta respuesta puede ser deformación plástica si el esfuerzo excede el límite elástico, fractura si el esfuerzo excede la resistencia a la fractura o ningún cambio permanente en el material si el esfuerzo está por debajo del límite elástico.

Cada día se trata de extender la vida útil y las prestaciones de los sistemas mecánicos que se encuentran al servicio del hombre, aumentar su eficiencia y mejorar su rendimiento. En esta búsqueda por mejorar estas condiciones, tienen hoy en día mucha importancia la tecnología de los tratamientos superficiales y recubrimientos de capa fina y esto ha llevado a reconocer el valor del estudio de superficies y el entendimiento de los mecanismos que allí se generan, ya que de éstos se derivan la mayoría de las fallos que ocurren por desgaste, corrosión ...etc

Dado lo anterior resulta imprescindible caracterizar mecánica y tribológicamente los recubrimientos con el fin de mejorar sus propiedades y consecuentemente su desempeño en funcionamiento. Para optimizar determinadas propiedades de los recubrimientos, es necesario diseñar adecuadamente el proceso de depósito seleccionando parámetros indicados y para llevar a cabo esta tarea con eficacia se precisa caracterizar las propiedades de los recubrimientos obtenidos.

Se entiende por recubrimientos duros aquellas películas delgadas con las que se recubren las superficies de muchas piezas de uso técnico con la finalidad de proporcionarles mayor dureza y mayor resistencia al desgaste. También los recubrimientos pueden aportar otras propiedades de gran importancia para aplicaciones específicas como pueden ser: disminuir el coeficiente de fricción, aumentar la resistencia a la corrosión, introducir propiedades ópticas especiales en la superficie o también producir colores y texturas con finalidad decorativa.

En nuestros días los recubrimientos más modernos son los llamados recubrimientos en capa fina: capas delgadas de uno o varios materiales con espesores pequeños, desde algunos nanómetros hasta unas pocas micras, y de alta calidad tanto en su composición como en su estructura. Su desarrollo fue retardado debido a las tecnologías avanzadas involucradas tales como: tecnología de alta corriente y voltaje, tecnologías de control de proceso y electrónicas relacionadas, física y química de plasma y tecnología de vacío.

Las aplicaciones de los recubrimientos duros en capa fina resultan imprescindibles hoy en día en una gran cantidad de áreas tecnológicas y científicas. Algunas de las más significativas son:

- Herramientas de corte de alta velocidad
- Matrices de embutición y de conformado para metales tenaces
- Moldes para la inyección de metales semifundidos
- Moldes para la inyección de plásticos con cargas abrasivas
- Piezas sometidas a deslizamiento o rodadura en seco
- Superficies sometidas a deslizamiento a gran velocidad (discos duros)
- Cerámica decorativa destinada a usos con gran desgaste

Los materiales que constituyen los recubrimientos duros pueden ser de composición metálica o mejor cerámica, entendiéndose aquí por composición cerámica las distintas fases de los óxidos, nitruros o carburos de metales de transición y también de aluminio, boro y silicio.

Todos estos compuestos presentan en mayor o menor medida, durezas elevadas combinadas con estabilidad térmica, química y resistencia a la corrosión.

Los recubrimientos duros en capa delgada pueden estar constituidos por una sola capa monocapa o bien tener una estructura multicapa para combinar propiedades de dos materiales distintos, o también para crear propiedades específicas de la estructura multicapa, especialmente cuando ésta tiene dimensiones de periodo en la escala nanométrica. En la mayoría de los casos las estructuras, incluso en los recubrimientos monocapa, incluyen una o varias capas intermedias para aumentar la adhesión o reducir las tensiones residuales.

Las propiedades tribológicas de los recubrimientos duros modernos son, en general, muy importantes en sus aplicaciones y usualmente son muy diferentes de las propiedades tribológicas de los materiales macizos que forman las piezas recubiertas. También son bastantes distintos los procedimientos utilizados para la caracterización de las propiedades tribológicas de los recubrimientos duros en capa fina cuando se comparan con los procedimientos de caracterización clásicos empleados en la ingeniería metalúrgica convencional.

La palabra tribología es derivada de la palabra griega “tribos” que significa frotamiento, por tanto la traducción literal podría ser “la ciencia del frotamiento”. Los diccionarios definen tribología como la ciencia y la tecnología de superficies interactuando en movimiento relativo y prácticas relacionadas. La tribología estudia condiciones de operación aplicadas a problemas de gran significado económico, es decir fiabilidad, mantenimiento y desgaste de equipo técnico, en el rango de dispositivos desde naves espaciales hasta del hogar. Las interacciones superficiales en una interfase tribológica son altamente complejas y su entendimiento requiere conocimiento de varias disciplinas incluyendo física, química, matemáticas aplicadas, mecánica de sólidos, mecánica de fluidos, termodinámica, transferencia de calor, lubricación, diseño de máquinas, entre otras....

La tribología estudió, casi en exclusiva, los problemas relacionados con el deslizamiento lubricado porque este ha sido hasta el presente el único que ha permitido aplicaciones tecnológicas prácticas.

El rápido desarrollo de la tribología sin lubricación se debe a la aparición de los recubrimientos duros en los últimos años, y esta se debe en gran parte a la disponibilidad de procesos para hacer recubrimientos PVD, y CVD, con los cuales se pueden lograr propiedades que antes eran inalcanzables . Aunque los principios fundamentales de la mayoría de estos procesos han sido conocidos desde varios años atrás, los requerimientos para la explotación a escala industrial solo se han podido satisfacer en los últimos años.

La importancia de la investigación del contacto de una aspereza nanométrica en estudios de tribología fundamental ha sido ampliamente reconocida. La proliferación de microscopias basadas en punta (el microscopio túnel de barrido y el microscopio de fuerzas atómicas ) y las técnicas informáticas para simular interacciones superficie-punta y propiedades interfaciales, han permitido investigaciones sistemáticas de problemas interfaciales con alta resolución . Estos avances han permitido el desarrollo del nuevo campo de micro tribología, nano tribología, tribología molecular o tribología a escala atómica. En macro tribología o tribología convencional, las pruebas de fricción son conducidas sobre componentes de masa relativamente grande bajo condiciones de alta carga. En estas pruebas, el desgaste es inevitable y las propiedades del volumen de los componentes en contacto dominan el desempeño tribológico.

En micro y nano tribología, al menos uno de los componentes en contacto tiene masa muy pequeña y las pruebas son realizadas bajo condiciones de carga muy baja, en estas condiciones, el desgaste es nulo o mínimo y las propiedades superficiales dominan el desempeño tribológico.

Actualmente, existe un considerable conocimiento teórico acerca de las propiedades mecánicas y tribológicas de superficies recubiertas y hay consenso muy general de los mecanismos físicos y químicos básicos que ocurren.

En el caso de las pruebas tribológicas experimentales no están claras del todo, las contribuciones de los parámetros de prueba sobre cada caso particular, debido a la complejidad de los mecanismos en los contactos tribológicos.

Por tanto, aún se está lejos de la situación donde el coeficiente de fricción o la tasa de desgaste, se puedan predecir con certeza para las condiciones de un contacto particular en base únicamente análisis teóricos. Una indicación de esto, puede ser encontrada en numerosos artículos publicados que describen medidas experimentales de propiedades de fricción y desgaste de recubrimientos, entre los cuales es difícil comparar el desempeño de un recubrimiento determinado, debido a que las medidas son efectuadas con diferentes tipos de aparatos , diferentes geometrías de contacto diferentes parámetros de prueba y en diferentes ambientes.