



UNIVERSITAT DE BARCELONA

U

B

DEPARTAMENT DE FÍSICA APLICADA I ÒPTICA

Martí i Franquès, 1, 08028 Barcelona

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES
TRIBOLÓGICAS DE LOS RECUBRIMIENTOS
DUROS**

Maryory Astrid Gómez Botero

Memoria presentada para optar al grado de Doctora

Barcelona, Diciembre de 2005

CONCLUSIONES

1. El trabajo de puesta a punto y perfeccionamiento de los instrumentos de caracterización tribológica, de fricción, desgaste en deslizamiento y desgaste abrasivo, han permitido descubrir muchos detalles en el comportamiento de los recubrimientos duros en capa fina, hasta ahora poco conocidos. Estos instrumentos y los métodos operativos desarrollados permiten obtener valores detallados de las propiedades tribológicas e interpretaciones cualitativas de los mecanismos de desgaste que presenta cada recubrimiento en unas condiciones particulares.

De los resultados obtenidos en las pruebas de caracterización de las propiedades tribológicas y mecánicas de los cuatro grupos de recubrimientos estudiados en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

2. Los recubrimientos de CrC obtenidos por CAE, en un amplio rango de variación de la presión de depósito (0.4 - 6.1 Pa de C₂H₂) se obtuvieron recubrimientos con estructura amorfa y exceso de carbono en su composición. Dentro de este grupo, las muestras depositadas con la mayor presión de C₂H₂ alcanzaron un coeficiente de fricción tan bajo como 0.05 y un desgaste muy bajo. Con menor presión de C₂H₂, 0.4 Pa, los recubrimientos obtenidos presentaron estructura cristalina y la composición del Cr₃C₂, con coeficientes de fricción altos (0.6-0.7) y un desgaste considerable.
3. Entre las 27 muestras de CrC, obtenidas por pulverización catódica, encontramos un grupo de recubrimientos con la composición estequiométrica del Cr₃C₂ que son equivalentes a las muestras depositadas con la presión de 0.4 Pa obtenidas por CAE, estas muestras presentan también coeficientes de fricción altos (0.4-0.5) y una tasa de desgaste en deslizamiento de $1.5 \times 10^{-14} \text{ m}^3/\text{Nm}$.

4. Entre las 27 muestras de CrC obtenidas por pulverización catódica encontramos también un grupo de recubrimientos con contenidos de carbono sub-estequiométricos que presentan todos ellos coeficientes de fricción elevados, hasta de 0.7 y tasas de desgaste elevadas.
5. Entre las 27 muestras de CrC obtenidas por pulverización catódica hay también un tercer grupo de recubrimientos con exceso de carbono. Este grupo de muestras presentan coeficientes de fricción bajos y tasas de desgaste reducidas, pero sin alcanzar los muy bajos coeficientes de fricción y las tasas de desgaste muy bajas que alcanzaron las muestras depositadas por CAE.
6. Las propiedades tribológicas de los recubrimientos multicapa Cr/CrC están determinadas por las propiedades tribológicas de cada una de las capas que constituyen la multicapa. La fricción, en los primeros ciclos de ensayo, refleja el coeficiente de la capa CrC, siempre la capa más externa del recubrimiento, pero una vez esta capa está desgastada, la fricción aumenta debido a la capa de Cr. Un estudio detallado del desgaste en la multicapa ha permitido demostrar el mecanismo de desgaste capa a capa y las variaciones del coeficiente de fricción asociadas a este mecanismo.
7. El cromo juega un papel importante en los altos valores de fricción de los recubrimientos multicapa Cr/CrC. El espesor de los períodos de las multicapas reveló una influencia mínima en la fricción. Los recubrimientos multicapa presentaron, en cambio, mejor resistencia al desgaste en deslizamiento que el recubrimiento monocapa CrC.
8. Los recubrimientos multicapa Cr/CrC mostraron además, un efecto importante en las tensiones residuales y en los valores de carga crítica de adhesión. Los recubrimientos con el menor espesor de período, mostraron los valores más bajos de tensiones y los valores más altos de cargas críticas. Las cargas críticas de adhesión que mostraron las multicapas superó ampliamente la carga crítica de la monocapa CrC de referencia.
9. Los recubrimientos de CrAlN presentaron durezas extremadamente elevadas, en comparación con los recubrimientos duros usuales. La dureza de estos

Conclusiones

recubrimientos aumenta cuando, en el depósito, se incrementa la polarización negativa del sustrato hasta -300 V. Todas las capas de CrAlN superaron la dureza que presentaron las capas de referencia de CrN.

10. Los recubrimientos de CrAlN revelaron coeficientes de fricción altos para ser considerados un buen recubrimiento tribológico pero en cambio, la tasa de desgaste que presentan es la más baja de todos los recubrimientos estudiados.

