

# Titulados a nivel Doctorado en la FIME

Mayo 1999 -Enero 2000

Roberto Villarreal Garza\*

## DRA. DORA IRMA MARTÍNEZ DELGADO



Egresada en 1993 de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León como Licenciada en Física.

Obtuvo la Maestría en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con especialidad en Ingeniería de Materiales en el Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León en 1996.

Catedrática de la FIME. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores como candidato a Investigador Nacional a partir de Julio de 1997.

**Título obtenido:** Doctor en Ingeniería de Materiales.

**Nombre de la tesis:** Desgaste en recubrimientos duros en el transporte neumático de hierro de reducción directa.

**Fecha de examen:** 21 de Enero del 2000.

**Asesor:** Dr. Alberto Pérez Unzueta.

## Resumen

El presente trabajo describe el estudio realizado sobre la resistencia al desgaste de tres diferentes aceros y cinco diferentes recubrimientos duros tipo alto cromo - alto carbono, durante la transportación neumática de pélets de hierro de reducción directa (HRD) a alta temperatura. En la primera parte de este trabajo se hace un análisis microestructural de las diferentes aleaciones, se encuentran relaciones directas entre los parámetros trayectoria media libre ( $\lambda$ ) y espaciamiento entre carburos ( $\sigma$ ) con el nivel de desgaste. El análisis detallado de la morfología de las superficies desgastadas permite caracterizar el mecanismo principal de desgaste. Se realizaron pruebas de corrosión a alta temperatura utilizando atmósferas reductoras, mismas que serán empleadas en el transporte neumático a nivel industrial, con el fin de aislar el mecanismo de deterioro químico. Las pruebas de desgaste se realizaron a tres escalas. En una máquina de desgaste que permite posicionar la probeta a ensayar a diferentes ángulos con respecto al flujo principal de partículas (en este estudio se utilizó un ángulo de  $0^\circ$  y  $30^\circ$ ). La segunda prueba se realizó en una planta piloto experimental con tubería de 10 cm (4") de diámetro, a una temperatura de  $600^\circ\text{C}$ . La tercera prueba se está realizando en la planta industrial con tubería de 30 cm (12"). El volumen desgastado, en la máquina de desgaste, se determinó por medio del cálculo entre el área afectada y la profundidad de desgaste determinadas por medio de los perfiles de rugosidad. En el caso de las plantas piloto e industrial, la profundidad de desgaste se determinó como la pérdida de espesor de la pared del tubo. Se propone al desgaste erosivo como responsable de las pérdidas de material en aleaciones con microestructuras complejas como las estudiadas en este trabajo.

\*

Sub-Director de Postgrado, FIME-UANL.

**DR. VÍCTOR MIGUEL TREJO RAMÓN**



Egresado en 1972 de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL y en 1982 de la licenciatura en Historia en la Facultad de Filosofía y Letras de la UANL. Obtuvo la Maestría en Metodología de la Ciencia, Facultad de Filosofía y Letras en 1979 y Maestría en Ciencias Ingeniería Mecánica, Programa Doctoral en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León en 1995. Es catedrático de la FIME. Se ha desempeñado como Jefe en varios Departamentos de FIME, Secretario Adjunto de la Escuela de Graduados, FIME-UANL.

**Título obtenido:** Doctor en Ingeniería de Materiales.

**Nombre de la tesis:** Desgaste del acero AISI 304 en el transporte neumático de fierro esponja.

**Fecha de examen:** 27 de Enero del 2000.

**Asesor:** Dr. Alberto Pérez Unzueta.

**Resumen**

El transporte neumático de fierro esponja a alta temperatura es un desarrollo tecnológico creado por la empresa HYLISA para mejorar la eficiencia de sus procesos de

producción y así mantener su liderazgo internacional. En este proyecto de investigación se propuso desarrollar nuevos conceptos tribológicos que han permitido establecer un modelo de predicción de desgaste mecánico en la tubería de transporte de acero AISI 304. Las pruebas experimentales del proyecto se llevaron a cabo en un complejo industrial denominado Planta Piloto. Se desarrolló un modelo de desgaste con base en el principio mecánico de impulso y momentum que permite demostrar matemáticamente el carácter abrasivo del desgaste en la parte inferior del tubo horizontal. Para la confirmación de algunas de las hipótesis del proyecto se diseñó y construyó un equipo especial para medir la dureza del pelet de fierro esponja y otros materiales en ambientes inertes a alta temperatura. Entre las contribuciones de este trabajo estuvo la de establecer e identificar los mecanismos de desgaste mecánico y deterioro químico del acero AISI 304 a partir de los resultados de las pruebas experimentales a diferentes temperaturas realizadas en la Planta Piloto. Se demostró que a temperatura del gas de transporte de 600°C, el desgaste dominante en la tubería de transporte es provocado por deterioro químico cuando se utiliza "gas proceso". A temperatura de 300°C el desgaste dominante es el desgaste abrasivo identificado matemáticamente por medio del modelo de impulso y momentum. Se encontró variación del desgaste mecánico con la temperatura del gas de transporte, descubriendo un punto de inflexión en la tasa de desgaste a 400°C. A temperatura del pelet de fierro esponja de menos de 400°C el desgaste mecánico en la tubería horizontal es alrededor de un nivel de magnitud mayor que para temperaturas de más de 400°C. Asimismo se realizaron cálculos de predicción de desgaste a diferentes temperaturas que coincidieron con los resultados del desgaste medidos en la tubería de la Planta Industrial 4M.