

RESUMEN

En todo tipo de industria destinada a la obtención, elaboración o conversión de materia prima o producto final, existe un departamento dedicado a realizar tareas de mantenimiento, las cuales pueden ser preventivas o correctivas, a los equipos y partes que constituyen el proceso en la industria.

Una de las tareas de mantenimiento comúnmente realizadas, es el proceso de soldadura. Por medio de este proceso es posible recuperar piezas fisuradas o desgastadas por la acción del trabajo que realiza. Sin embargo, la aplicación de este proceso, implica el riesgo del cambio de las propiedades mecánicas del material base soldado, debido al aporte de calor durante el soldeo. Este riesgo se evita aplicando procesos de metalización en frío.

Durante el desarrollo de este Informe de Trabajo Profesional, se utiliza el Proceso de Metalización o Termorociado por arco eléctrico Arc Spray, para recuperar la dimensión de un eje de motor eléctrico, desgastado por la acción del retenedor de aceite.

Para ello se hace uso de un eje SAE 1045 de $\Phi = 32$ mm.

Para determinar los resultados de la metalización, se hace un análisis de las propiedades mecánicas y estructura metalográfica del eje previo y posterior a la metalización.

Una vez efectuado el proceso de metalización, siguiendo los pasos detallados en el desarrollo del Tema, se hace el análisis de resultados. El cual me permite concluir que la metalización recuperó la dimensión del eje y a su vez, mejoró las propiedades superficiales del mismo, aumentando su resistencia al desgaste, y por ende, su vida útil.

La Metalización no provocó cambios en la estructura original del eje, ya que su aplicación no sobrepasó los 70° C y la unión metal base-metal de aporte es sólo por difusión.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. LA METALIZACIÓN.....	3
1.1 Concepto de Metalización.....	3
1.2 Tipos de Metalización.....	11
1.2.1 Metalización en frío.....	11
1.2.2 Metalización en caliente.....	12
1.3 Ventajas y Desventajas de la Metalización.....	15
CAPÍTULO 2	
2. PROCESO DE METALIZACIÓN POR ARC SPRAY.....	28
2.1 Generalidades.....	28
2.2 Parámetros que intervienen durante el proceso.....	33

2.3 Tipos de Recubrimiento.....	35
2.4 Aplicaciones en la Industria.....	36
2.5 Equipo utilizado.....	37

CAPÍTULO 3

3. METALIZACIÓN DEL EJE DE MOTOR ELÉCTRICO POR ARC

SPRAY.....	39
3.1 Características del eje.....	39
3.2 Análisis Metalográfico Pre-Metalización.....	40
3.3 Determinación de las Propiedades Mecánicas Pre-Metalización.....	44
3.4 Metalización de eje.....	49
3.4.1 Preparación de la superficie a metalizar.....	49
3.4.2 Selección de recubrimientos.....	58
3.4.3 Aplicación de recubrimiento.....	63
3.4.4 Mecanizado final del eje.....	71
3.5 Análisis Metalográfico Post-Metalización.....	77
3.6 Determinación de las Propiedades Mecánicas Post-Metalización.....	78
3.7 Análisis de Resultados.....	95

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
--	----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

°C	Grados Centígrados
°F	Fahrenheit
HVOF	High Velocity Oxi Fuel
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
plg	Pulgada
m / s	Metro por Segundo
m / min	Metro por Minuto
pie / min	Pie por Minuto
TAFA	Equipo de Termorociado
psi	Libra por Pulgada Cuadrada (Siglas en Inglés)
Kg	Kilogramo
gr	Gramo
oz	Onza
MPa	Mega Pascal
Kg / hr	Kilogramo por Hora
ANSI	Instituto Nacional Americano de Normalización (Siglas en Ingles)
AWS	Sociedad Americana de Soldadura (Siglas en Inglés)

kPa	Kilo Pascal
pie ³ / min	Pie Cúbico por Minuto
m ³ / hr	Metro Cúbico por Hora
dB	Decibeles
hr / día	Hora por Día
OSHA	Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Siglas en Inglés)
V	Voltios
A	Amperio
kw	Kilovatio
Ω	Ohmio
Kg / hr	Kilogramo por Hora
Standoff	Distancia de Aplicación
AIISI	Sociedad Americana del Hierro y el Acero (Siglas en Inglés)
Nital	Ácido Nítrico
SAE	Sociedad Americana de Ingenieros
Hv	Dureza Vickers
Rc	Dureza Rockwell
PH	Grado de Acidez
mils	Milésima de Pulgada
RPM	Revoluciones por Minuto
rev	Revolución

ASTM	Sociedad Americana para Prueba y Ensayo de Materiales (Siglas en Inglés)
AFNOR	Instituto de Normalización de Francia (Siglas en Inglés)
DIN	Instituto de Normalización de Alemania (Siglas en Inglés)
JIS	Instituto de Normalización del Japón (Siglas en Inglés)
MIL	Instituto de Normalización Militar de Estados Unidos (Siglas en Inglés)

SIMBOLOGÍA

Ni	Níquel
Al	Aluminio
Cr	Cromo
C	Carbono
D_e	Diámetro del eje
L_e	Longitud del eje
P	Carga aplicada
D	Longitud diagonal de la huella
W	Rata de deposición
t_{re}	Tiempo de recorrido de la pistola
A_m	Área metalizado
W_{RB}	Peso de recubrimiento base
E_{RB}	Espesor de recubrimiento base
C_{RB}	Cobertura de recubrimiento base
W_{RF}	Peso de recubrimiento final
E_{RF}	Espesor de recubrimiento final
C_{RF}	Cobertura de recubrimiento final
t_R	Tiempo de rociado
R_R	Rapidez de rociado del metal

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Diagrama del Termorociado.....	5
Figura 1.2 Sección transversal de un depósito Termorociado.....	6
Figura 1.3 Equipo de protección del operario para realizar el Termorociado en espacio confinado.....	24
Figura 2.1 Esquema de Funcionamiento del Proceso Arc Spray.....	31
Figura 2.2 Equipo Arc Spray TAFE 8830.....	38
Figura 3.1 Muestra sumergida en agua para el desbaste.....	41
Figura 3.2 Estado final de la muestra a ensayar.....	42
Figura 3.3 Estructura Metalográfica Pre-Metalización de la sección transversal del eje a 200x.....	43
Figura 3.4 Estructura Metalográfica Pre-Metalización de la sección transversal del eje a 500x.....	44
Figura 3.5 Equipo utilizado para medir la dureza.....	48
Figura 3.6 Estado original del eje.....	52
Figura 3.7 Estado del eje después del mecanizado.....	53
Figura 3.8 Pre-maquinado usado en el eje a rociar.....	54
Figura 3.9 Cuchilla a usar para el roscado del eje.....	55
Figura 3.10 Inicio del maquinado de rosca en el eje.....	56
Figura 3.11 Eje completamente roscado en el torno en el área a metalizar.....	57

Figura 3.12	Protección del área adyacente a ser rociada.....	58
Figura 3.13	Aplicación del alambre base BOND ARC 75B.....	59
Figura 3.14	Estado del eje luego de aplicado el alambre base.....	60
Figura 3.15	Aplicación del alambre final 60T.....	61
Figura 3.16	Estado del eje luego de aplicado el alambre final.....	62
Figura 3.17	Control de temperatura durante el rociado.....	63
Figura 3.18	Forma de Cuchilla de Torno recomendada para el maquinado.....	72
Figura 3.19	Maquinado final del eje rociado.....	74
Figura 3.20	Estructura metalográfica a 100x del termorociado.....	77
Figura 3.21	Vista a 100x del material rociado.....	78
Figura 3.22	Dispositivo para ensayo de tracción de acuerdo a la Norma ASTM-C633 (medidas em mm).....	85
Figura 3.23	Tipos de fracturas resultantes de la prueba de adhesión.....	88
Figura 3.24	Resultados de la Prueba de Doblado.....	90
Figura 3.25	Técnicas usada para medidas de ultrasonido.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Temperatura de fuentes de calor para los diferentes procesos de Metalización.....10
Tabla 2	Velocidad promedio de impacto de las partículas de material de aporte al sustrato.....11
Tabla 3	Características Químico-Mecánicas de los materiales de aporte.....14
Tabla 4	Características y Propiedades de los distintos Procesos de Termorociado.....18
Tabla 5	Duración del nivel de ruido admisible en el ser humano.....25
Tabla 6	Resultados de ensayo de dureza Pre-Metalización aplicado al eje.....49
Tabla 7	Profundidad de Pre-maquinado.....64
Tabla 8	Velocidad en RPM vs Diámetro del eje a maquinar.....73
Tabla 9	Lista de Materiales Sellantes.....76
Tabla 10	Resultados de ensayo de dureza Post-Metalización aplicado al eje Metalizado.....79

ÍNDICE DE APÉNDICES

- Apéndice A Nombre, Características, Propiedades y Aplicaciones de Alambres para Termorociado TAFA
- Apéndice B Propiedades y Características de los Alambres usados en el Termorociado del eje
- Apéndice C Rendimiento Nominal de depósito de alambre para Proceso Arc Spray TAFA
- Apéndice D Peso de recubrimiento típico Proceso Arc Spray