

DESARROLLO DE TECNICAS DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES Y
TERMICOS PARA PIEZAS ESTRUCTURALES DEL ELEMENTO COMBUSTIBLE
PARA LA CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I

ING. R. CASALLA, ING. R. CESARIO, R. GINER, R. CACCHIONE

BUENOS AIRES

1981

DESARROLLO DE TECNICAS DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES Y TERMICOS PARA
PIEZAS ESTRUCTURALES DEL ELEMENTO COMBUSTIBLE PARA LA CENTRAL NUCLEAR
ATUCHA I.

Roberto José CASALLA - Roberto Horacio CESARIO
Raúl Antonio CACCHIONE - Ramón José GINER

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Gerencia de Desarrollo - Proyecto Planta Piloto FECN-A

Introducción.

El presente trabajo, forma parte de los programas desarrollados en el ámbito del Proyecto Planta Piloto FECN-A cuyo objeto fue obtener el debido equipamiento técnico operativo, como así también el personal entrenado para su transferencia a la Fábrica de Elementos Combustibles.

Dichos programas comprendieron la manufactura de 240 elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha I (C.N.A.)

La producción de los elementos combustibles se dividió en tres líneas principales:

PASTILLAS UO₂
BARRAS COMBUSTIBLES
PIEZAS ESTRUCTURALES

Dentro de esta última línea se encuentran los procesos de tratamientos superficiales y térmicos que son los que se enumeran a continuación:

- 1.- Electropulido de separadores
- 2.- Limpieza final de piezas
- 3.- Tratamiento térmico de ZETS y ZES

1.- ELECTROPULIDO DE SEPARADORES.

Para comenzar diremos que el primer interrogante fue el método a utilizar para disminuir la rugosidad producida en el proceso de electroerosionado dado que la misma es de aproximadamente 50 rt.

El separador debido a su importancia como pieza estructural del elemento combustible y a los estrictos valores dimensionales de peso, medida y rugosidad, sumados a su difícil geometría, requería un tratamiento especial, ya que los métodos convencionales de pulido mecánico no alcanzan para obtener estos valores, ni permiten cumplir exigencias de planos y especificaciones.

También y con buen criterio, se consideró que esta operación podría dejar incrustaciones de metal o abrasivos en la superficie, lo que ocasionaría dificultades como ser:

- a) corrosión (formación de pares galvánicos)
- b) contaminación (abrasivos, etc)
- c) deformaciones (asientos patín)

Como resultado de lo anterior se implementó como método de trabajo el proceso de pulido electroquímico, dado que no se efectúa en la pieza trabajo mecánico alguno, por lo tanto las superficies electropulidas tienen propiedades únicas y ciertas ventajas en relación con el acabado de superficies por la acción cortante y frotante de los abrasivos y herramientas.

Debido a esto podemos asegurar que el electropulido no es otro método más para producir la apariencia de brillo que se obtiene con el pul-

mento convencional, sino que es un método para obtener nuevas cualidades y apariencias de superficie que son notables en nuestra aplicación, como ser:

- a) mejor resistencia a la corrosión
- b) mejor desgaste contra otras superficies metálicas sin pérdidas de fragmentos que ocasionan roces.

Siendo sin embargo también un método que tiene desventajas, a saber:

- a) riesgos al trabajar con una solución ácida en volúmenes industriales.
- b) alto costo del electrolito y equipamiento.

1.1 Equipamiento Planta Electropulido

En nuestra planta se cuenta con una cuba de hierro ebonitada con capacidad de 400 kg. de electrolito y que forma parte de una instalación proyectada y especificada por el Proyecto y construída en la industria privada.

El cátodo de la cuba consiste de dos bandejas de tubos de zircaloy soldados entre sí de 20 mm de altura y una separación entre bandejas de 145 mm. Entre estas bandejas se colocan los separadores que actúan como ánodos, colocados en bastidores especialmente diseñados y construídos en niobio (este metal no es atacado por el electrolito, ya que sufre una pasivación superficial) y cuyos extremos de contacto son de tantalio.

La cuba cuenta con tres puestos de trabajo alimentados cada uno de ellos con una fuente independiente de corriente continua de 60 V, 50 A.

Cuenta además con un sistema de movimiento ascendente-descendente suave a fin de no romper la capa límite y su carrera máxima es de 20 mm.

Este movimiento se efectúa a fin de desprender sales formadas en el proceso y homogeneizar la temperatura en la zona de trabajo con la del resto de la cuba.

Como la temperatura ideal de pulido oscila entre los 18 y 25 °C se cuenta con un serpentín de refrigeración construído en PVC.

Dadas las características de los elementos utilizados en este proceso se deben observar ciertas medidas en lo referente a seguridad industrial como ser:

- a) aspiración (vapores corrosivos)
- b) capa aceite protector inorgánico (por lo oxidante del perclórico, evitar evaporación acético y evitar desbalance en la fórmula)
- c) sistema de inundación automático (la cuba tiene este sistema que actúa cuando la temperatura ambiente en la superficie de ésta sea de 60°C)

Este dispositivo mecánico de seguridad es para evitar que cuando se produzcan fuertes calentamiento o incendios se evacue el líquido ya diluído debido a su peligrosidad, no solamente como mezcla ácida sino como mezcla explosiva.

Además el local de trabajo tiene piso antideslizante y resistente a ácidos, es amplio y ventilado.

Durante la actividad no se admite más de dos personas, pero en transvases se admiten tres personas por problemas de accidentes.

1.2 Proceso

El proceso de electropulido consiste en que una vez determinado el tiempo de acuerdo a las planillas entregadas con cada pieza, se intro-

ducen éstas en el baño rompiendo la capa sellante de aceite y luego dando tensión, teniendo en cuenta los parámetros que son muy importantes en este proceso, ya que siendo nuevo el electrolito los valores son 40-45 V y 20 A. A medida que el baño se satura de sales y absorbe por hidroscofia el agua de la humedad ambiente, el formado en cavernas de aire y el introducido por las gancheras, se hace más conductor por lo que el voltaje varía para el amperaje fijo, no obstante cuando se llega a trabajar con parámetros de 30 V para 20 A, se descarta parte del electrolito usado y se reemplaza por nuevo.

De acuerdo a nuestra experiencia, con estos parámetros logramos en 20 minutos adelgazar cada pared en 0,1 mm y rebajar el peso en 10g.

Cuando la operación finaliza se retira la pieza, se enjuaga, se pesa y se miden las paredes observadas en la carta acompañante, además de controlar su rugosidad. En caso de que el separador esté dentro de especificaciones, se envía a la siguiente operación que es fresado de mallas, de no ser así, se vuelve a retrabajar hasta obtener los parámetros dentro de especificaciones.

Luego de la operación de fresado de mallas se realiza un segundo proceso de electropulido pero de poco tiempo operativo (2 a 4 min).

Este nuevo proceso de pulido se efectúa a fin de dar una limpieza general de pequeñas rebarbas provenientes del mecanizado anterior y ajustar rugosidad.

Los valores antedichos son los adecuados a nuestras piezas y exigencias, siendo además basados en nuestra experiencia práctica y en valores teóricos como ser el cumplimiento de la curva estudiada por Jaquet y la teoría de la película viscosa.

1.3 Conclusiones

Después de haber procesado por este sistema alrededor de 4.000 separadores se ha demostrado que el método es perfectamente industrializable siempre que se tengan en cuenta que los factores operativos requieren un mayor grado de cuidado que los métodos convencionales sobre todo por el uso de ácido perclórico cuyos efectos si se sobrepasan ciertos valores y porcentajes lo hacen inestable.

2.- LIMPIEZA FINAL DE PIEZAS

Todos los objetos de metal que han estado en contacto con las manos, aceites de corte y maquinado grasas, etc., presentan siempre sobre su superficie una película de grasa de mayor o menor espesor frecuentemente invisible.

Basándose en las propiedades de las diferentes grasas que se adhieren a los metales, han sido seleccionados prácticamente los siguientes procedimientos de limpieza:

- a) limpieza por álcalis Inmersión o rociado
- b) limpieza por electrólisis
- c) limpieza por disolventes orgánicos (vapor, vapor-ultrasonido).

La elección del sistema de limpieza se rige principalmente por el metal (si se puede mojar o no) y por la clase o grado de impureza, siendo también importante la diversificación de piezas .

En nuestro caso, que las piezas no deben estar húmedas se autoeliminaron los procesos a y b porque la problemática geometría de las piezas podrían quedar con restos ocluidos de contaminantes.

Por consiguiente nuestra elección fue para el proceso c) del cual se

su efectividad se utilizó la segunda opción, debido a que la función que cumplen los elementos combustibles, es imprescindible que cada una de las piezas que lo componen cumpla con las condiciones de limpieza que se exigen a nivel total.

2.1 Proceso de desengrase con disolventes orgánicos

Estos disolventes se han acreditado rápidamente por la sencillez con que eliminan todo tipo de suciedades, independientemente de las propiedades de saponificación y emulsión de grasas.

La tensión superficial de éstos es pequeña y el poder de humectación grande, sin embargo no son capaces de separar partículas sólidas de suciedad, sin una ayuda mecánica suplementaria que en nuestro caso está dada por la cuba de ultrasonido que mediante el fenómeno físico de cavitación hace las veces de barrido de superficies.

El solvente elegido para nuestro ciclo de limpieza es el 112 Tricloro 122 Trifluoroetano conocido comercialmente con el nombre de Freón TF que tiene punto de ebullición de 48 °C y en otro módulo adaptado al equipo anterior el disolvente Freón TWD 602 que tiene como fórmula 2% H₂O 2% t.act. 96% Freón TF y sus propiedades particulares son las de eliminar restos húmedos, incluso impresiones digitales.

Los equipos utilizados son de la serie C22 de la firma MARIN con capacidad de 150 Kg. de solvente con los siguientes ciclos de trabajo.

US	VAPOR	US	VAPOR
TWD	TF	TF	TF

y que cuentan con serpentines de refrigeración a fin de evitar la volatilidad de los productos utilizados y calefactores de 2,5 KW de potencia.

2.2 Proceso de Limpieza

Se coloca la pieza en equipo N° 1 TWD 602, donde eliminaremos restos húmedos, impresiones digitales y restos grasosos, de donde sacamos la pieza sin zona de vapores, luego pasa a la cuba N° 2 (vapor de TF) donde se eliminan restos de TWD y restos grasos, por la acción de condensación de solvente sobre la pieza fría y por último se pasa a la cuba N° 3 donde se aplica ultrasonido con TF como medio, donde finaliza la limpieza, retirando las piezas por la zona de vapores, donde reaseguramos el desengrasado y la pérdida de solvente.

De acuerdo a la firma de la pieza y a la suciedad contenida en ella, los tiempos varían de 2 a 10 minutos para cada operación.

2.3 Conclusiones

Por lo antes dicho sobre las propiedades del solvente utilizado en forma combinada, se cumplen las exigencias de limpieza requeridas por las especificaciones.

3.- TRATAMIENTO TERMICO

Este proceso se efectúa a las zapatas elásticas de tubo soporte y a las zapatas elásticas del separador versión 3, y tiene por finalidad que las piezas tratadas alcancen valores especificados de resistencia y dureza.

Es un tratamiento de envejecimiento que se efectúa a 720 °C ± 15°C durante 16 horas, la atmósfera deberá ser inerte o en vacío, con velocidad de enfriamiento equivalente a la del aire.

El material con el cual se fabrican las piezas es un acero inoxidable al cromo-níquel denominado según norma DIN 1.4980, recomendable para la fabricación de piezas o componentes que son solicitados a temperatura de hasta 700°C en ámbitos corrosivos.

La temperatura de trabajo de estas piezas en el reactor es de 320°C.

3.1 Conclusión

Para que este proceso se pueda cumplir correctamente se requiere un estricto control del vacío o atmósfera inerte y una gran estabilidad térmica.

Referencia:

"Ingeniería de Recubrimiento Galvánico" KENNETH GRAHAM.

"Electropulido de Metales" FEDOTIEV-GRILIJES.

Tratamiento Térmico de Componentes Elásticos para Combustibles Nucleares.

Trabajo presentado en este Congreso.