

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN LA FABRICACION DE COMPONENTES DE BOMBAS PRINCIPALES PARA SERVICIO NUCLEAR

C. N. E. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1982

Angel LOZANO
Daniel SOUBIE
Hugo CALLEJA

Departamento INEND
Comisión Nacional de Energía Atómica

ARGENTINA

I) INTRODUCCION

Con el presente trabajo se propone difundir la factibilidad de examinar en el país, componentes fundidos de complejidad y dimensiones considerables, en base a la capacidad existente, experiencia e infraestructura y a la implementación de una adecuada organización de Garantía de Calidad.

Fundamentalmente, la fabricación de las carcasas fundidas para las bombas del sistema moderador y de refrigeración de parada de la CNE, proporcionaron la experiencia adquirida, que permite esperar con optimismo posibles compromisos en el tema.

II) CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS COMPONENTES

II-1 CARCASA DE LA BOMBA DEL SISTEMA MODERADOR

a) Descripción

Es una carcasa de doble cuerpo construida de acero austenítico tipo CF8, su peso de 4500 Kg. El espesor máximo a examinar de 130 mm y los espesores comunmente encontrados del orden de 35 mm. La longitud entre boca de entrada y salida alcanza a 2100 mm, la altura 1100 mm y un ancho máximo de 1250 mm.



FIG. 1 CARCASA BOMBA MODERADOR

La fabricación de la bomba se hizo de acuerdo con el art. ND 3400 del código ASME. La aplicación de ensayos no destructivos comenzó luego de desmoldear, rebabar y amolar la pieza a los efectos de tener una superficie adecuada para la realización de los mismos.

El ensayo de inspección visual proporcionó zonas a reparar que se relevaron por medio del croquis y planillas utilizados a tal fin. Los ensayos volumétricos cubrieron en la carcasa de la bomba de la boca de entrada, la de salida y aquellas zonas de defecto relevadas por examen visual superaban el 10% de espesor de pared.

De acuerdo a LD 2573 se consideró la extensión, método y standard de aceptación, más algunas pautas para el desarrollo del procedimiento de examen.

Los métodos radiográficos utilizados se hicieron de acuerdo con ASTM E-94 - 68 y E142-68, donde se obtuvo las "Prácticas recomendadas para ensayos radiográficos" y la calidad de los nuestros.

El nivel de severidad requerido alcanzó a 2, utilizándose la ASTM E71-64; como referencia radiográfica para espesores de pared hasta 2 pulgadas, la E186-67 entre 2" y 4 1/2" de espesor y la E 280-68 en la zona de espesores que van de 4 1/2" a 12".

Una vez detectados los defectos ya sea por inspección visual o alguna otra técnica no destructiva se procedía a su eliminación, ya sea por muelas abrasivas, fresas, tratamientos térmicos, mecanizados, etc., conforme la geometría de la pieza lo permitiera.

En caso de remoción con método térmico el área repelada debe ser amolada como mínimo en un 1/8 de pulgada.

El seguimiento para verificar la total eliminación de las heterogeneidades se realizó con líquidos penetrantes, finalizado el relleno se practicaba nuevamente gammagrafía.

La aplicación de líquidos penetrantes se realizó de acuerdo a ND 2576 siendo los mismos de bajo contenido de halógenos.

Todos los exámenes no destructivos se desarrollaron con personal calificado de acuerdo a las Normas Internas sobre Calificación y Certificación de personal para END (Resolución 371/78).

II-2 CARCASA DE LA BOMBA DE REFRIGERACION DE PARADA.

a) Descripción

Tiene la forma de un caracol simple, construida en acero SA 216 WCC (0,25% máx. de carbono). Su peso es de 1160 Kg, el espesor máximo es de aproximadamente 180 mm y el resto de las zonas examinadas tiene espesores próximos a los 50 mm.

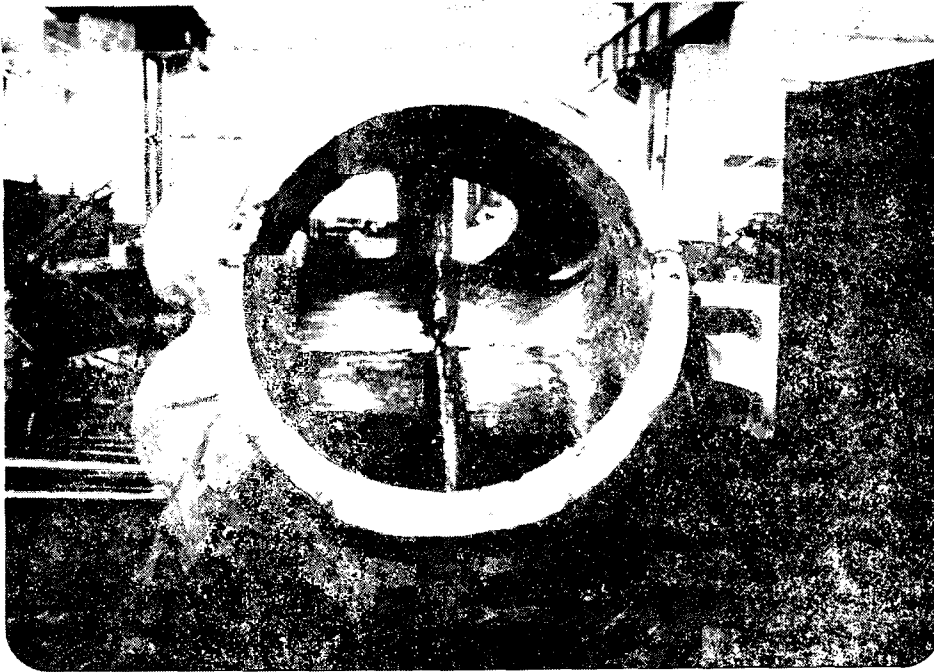


FIG. 2 - BOCA DE ENTRADA

b) Referencias

Los documentos utilizados como referencia son los siguientes :

- Especificación AECL N° TS - XX-32112-4
- ASME Sección II/74
- ASME Sección III/74
- ASME Sección V/74
- ASME Sección IX/74

c) Proceso de colada

Se desarrolló en 2 hornos de arco eléctrico con capacidad de 4,5 Tn cada uno la cual debió ser ampliada a 6 Tn dado que el peso de la pieza en bruto alcanza los 11.600 Kg.

La potencia necesaria para realizar el trabajo es del orden de los 1500 Kw. Los movimientos de los hornos son hidráulicos y se tomó precaución en la elección del refractario ya que las temperaturas alcanzadas en el baño oscilan en los 1.800°C.

d) Control, ensayos y reparaciones

Para la construcción de las bombas se elaboró un plan de fabricación, inspección y ensayos que sigue una secuencia lógica e incluye las cantidades de materia prima, el modelo, noyería, moldeo y el proceso de fusión, desarrollándose los análisis químicos y los ensayos mecánicos correspondientes de acuerdo a las exigencias del código.

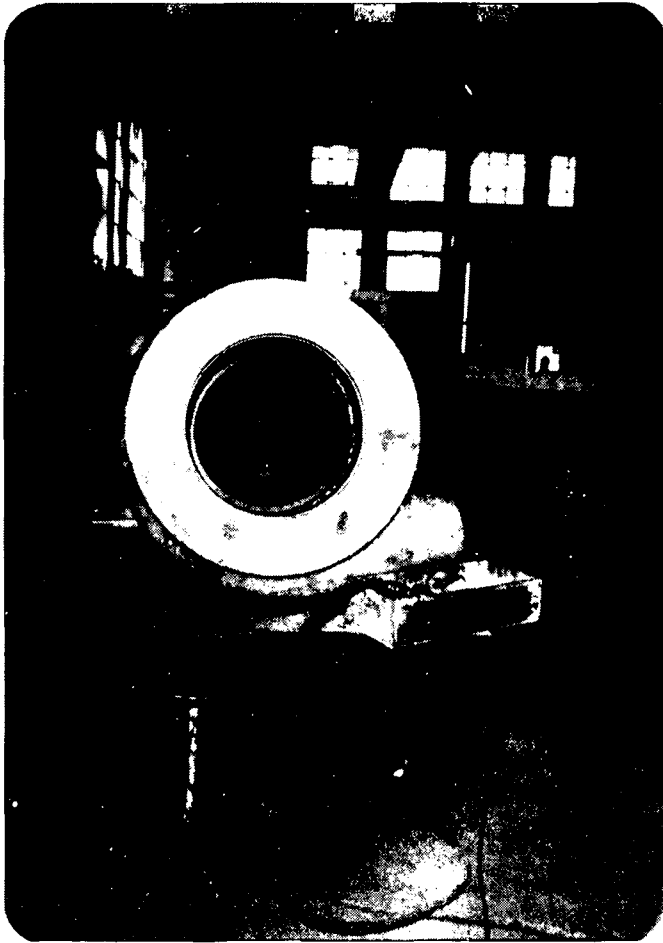


FIG. 3



FIG. 4

CARCASA BOMBA REFRIGERACION DE PARADA

El diámetro máximo es de 800 mm y el alto del orden de 650 mm.

b) Referencias

Especificación AECL TS-18-33412-4
ASME Sección II/74
ASME Sección III/74
ASME Sección V/74
ASME Sección IX/74

c) Proceso de colada

Se logró un acero al carbono del orden de 0,2 % de C, teniendo como máximo 0,25% en un horno de arco eléctrico básico. Los elementos residuales y las inclusiones metálicas son parámetros que se tuvo bajo control ya que este es un componente clase 1.

El tratamiento del acero fue realizado en cuchara, siendo construido el molde en arena de cronita al aceite y el noyo de cromita con aceite auto-fraguante.

d) Control, ensayos y reparaciones

Al igual que en la bomba del moderador se aplicó un plan de fabricación, inspección y ensayos que cubre todas las etapas.

Esta bomba se diseñó de modo que cumple con los requisitos del artículo NB 3100 de componentes Clase 1, sección III del código ASME.

Se realizó el máximo de ensayos volumétricos posibles ya sea por técnica radiográfica o ultrasónica. El primero de acuerdo a la subsección NB 2573 y el segundo a NB 2572.

III CONSIDERACIONES SOBRE LAS TECNICAS NO DESTRUCTIVAS UTILIZADAS.

En trabajo global se utilizaron líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido y radiografía. A nivel del desarrollo de los procedimientos se encontraron inconvenientes motivados generalmente por la falta de experiencia práctica en el examen de grandes componentes de elevada calidad.

Para la aplicación de líquidos penetrantes se eligió la técnica B 2 como la más apropiada en función del proceso de fabricación. Lo que da una idea de las características superficiales y de la defectología a localizar.

Esta técnica presenta la etapa más crítica de su aplicación en el tiempo de emulsificado. Generalmente se siguen las recomendaciones del fabricante, pero la experiencia capitalizada en este trabajo aconseja tomar una muestra de la pieza con las características superficiales que se va a trabajar e ir haciendo el ajuste del tiempo de emulsificación. Esto nos permite conseguir la sensibilidad óptima del ensayo. La utilización de partículas magnéticas se vio reducida a algunas partes de la Bomba de refrigeración de parada ya que la bomba del moderador es de acero austenítico.

Se practicó magnetización entre puntas y se utilizó corriente pulsante.

El ensayo ultrasónico tuvo participación en zonas en las cuales el ensayo gammagráfico no proporcionaba la calidad requerida o en otros casos por problemas de accesibilidad. Solo se aplicó en BRP no presentando inconvenientes a nivel de procedimientos de examen.

Surgieron inconvenientes al aplicar la técnica en las paredes de los canales interiores de las carcasas, donde el principal obstáculo era el aspecto geométrico. Los radios de curvatura eran desfavorables al igual que la rugosidad superficial de algunas zonas; apareciendo también en partes, pérdidas considerables de paralelismo entre las caras del nervio con lo que se reducía considerablemente la energía ultrasónica recibida.

Con esta técnica no se encontraron defectos significativos; y cuando se la quiso utilizar para acotar profundidad de defectos (detectados por radiografía) en espesores del orden de 45 mm (tubo salida BRP),

Las señales provenientes de la defectología de la zona y la estructura del medio examinado, hicieron que los resultados no hayan sido positivos. De los ensayos volumétricos el que mayor utilidad brindó ha sido el radiográfico (gammagráfico). Esta técnica se utilizó en la mayoría de las partes de ambos tipos de bombas, siendo en las carcasas de las mismas donde su aplicación permitió obtener información muy importante para establecer la calidad de la fundición.

Dada la complejidad de las cubiertas o carcasas el primer inconveniente del procedimiento de examen fue la delimitación de la "zona útil". A través de un sistema reticulado se hizo una primera aproximación; luego en campo se ajustó para cada parte de la carcasa una determinada área a examinar en cada exposición.

Otro detalle que presentó ciertas particularidades fue la elección de la posición de la fuente radiactiva, o sea si el disparo se hacía de adentro hacia afuera o viceversa. A los efectos de minimizar la radiación dispersa convenía la primera, pero llevar a la práctica esta teoría no era posible en todas las zonas.

Por lo que hubo que realizar en varios procedimientos el cambio de posición de la fuente, teniendo que pasar a controlar el parámetro radiación dispersa. Para ello se colocó en la parte de atrás del chasis un respaldo de plomo de hasta 3 mm de espesor, además de recubrir todas las superficies interiores de la carcasa con trozos de plomo.

La distinta variedad de espesores encontradas en algunas partes hizo que se utilizara la técnica de placas múltiples dando resultados importantes sobre todo en la transición entre el tubo de salida y los canales de BRP.

Cabe señalar la gran dificultad de algunas exposiciones, ya que resultaba imposible tener un panorama de situación de la fuente y el chasis al mismo tiempo; haciendo esto que el cambio de operador no sea ventajoso, ya que el tiempo de familiarización con el componente era grande.

La posición de los indicadores de calidad de imagen resultó interesante, no solo para verificar que la placa tiene la calidad requerida sino también a los efectos de ampliar la zona útil con sentido preferencial. Además hay que tener en cuenta que sobre el indicador debemos tener la menor variación de densidad posible.

A un número determinado de placas se les colocó dos indicadores de calidad a fin de ampliar la zona útil y minimizar el número de disparos.

IV

DEFECTOLOGIA

Es sabido que la defectología en una pieza de fundición aparece en el momento de la solidificación por lo tanto depende directamente de la velocidad con

que se llega a ese estado.

Dado el considerable volumen y la geometría irregular de las piezas se obtuvo como resultado "zonas de defectos" distantes entre sí.

Salvo en pocos casos, la defectología se presentó en zonas y no en forma aislada. Dentro de esas zonas aparecieron "familias de defectos". como ser poros de distintos tamaños, microporosidades, poros de aspecto filiforme (tipo arrastre); inclusiones de arena, rechupes de distintas características, etc.

Entre los defectos hallados en forma aislada se encontraron las fisuras; destacándose entre ellas una de aproximadamente 300 mm de largo ubicada en la boca de entrada de bomba del moderador N° 2.



FIG.5 RECHUPE E INCLUSION DE ARENA
CONCLUSIONES

Se puede sintetizar en 2 partes, la primera, está ligada a la experiencia capitalizada en las distintas etapas de la participación, ya sea a nivel desarrollo de procedimientos, puesta a punto de técnicas, ejecución de los ensayos, y criterio de evaluación de la defectología típica del proceso.

La segunda viene asociada con el aporte que los resultados de los ensayos no destructivos brindaron a los efectos de mejorar la calidad de futuros componentes fundidos fabricados en el país.