

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

08.82.37

193

PREPARACION Y EJECUCION DE SOLDADURA MANUAL Y AUTOMATICA DE

ALIMENTADORES Y DE TUBING POR NUCLEAR S.A EN LA OBRA

CENTRAL NUCLEAR EN EMBALSE - CORDOBA

.C.E.DOMINECH - .H.F.PALMERO

ESCUELA DE SOLDADURA

NUCLEAR S.A. tiene la responsabilidad de ejecutar las soldaduras del montaje mecánico del edificio del reactor, de la Central Nuclear en Embalse de 600 MWe. Este trabajo incluye la soldadura de tubos y caños de : cobre, acero al carbono, acero de baja aleación e inoxidable austenítico con diámetros desde 4,7 (3/16") a 1000 mm (40") ; y con espesores desde 1,2 hasta 50,8 mm.

Las soldaduras por fusión se realizan mediante los procesos GTAW (Gas Tungsteng Arc Welding) manual y automática con y sin aporte y SMAW (Shielded Metal Arc Welding), electrodo revestido y también en forma combinada.

Para las soldaduras por capilaridad en cañerías de cobre se utiliza soplete manual oxigas o bien soplete gas aire.

Este breve resumen proporciona una idea de los procesos, materiales, y rangos de diámetros y espesores soldados, y que se ejecutan bajo las normas especificadas en 43 procedimientos calificados hasta la fecha, que cumplen en un todo con las especificaciones del código ASME y las especificaciones técnicas de AECL, que es la empresa canadiense que provee la tecnología del reactor.

Para el desarrollo y calificación de estos procedimientos, entrenamiento y calificación de soldadores y operadores, puesta a punto, calibración y reparación de los equipos automáticos, NUCLEAR S.A. implementó un taller escuela en el que desde noviembre de 1978 a la fecha fue necesario hacer 18 exámenes de calificación de procedimientos de soldadura, 305 calificaciones de 93 soldados y operadores que durante su entrenamiento consumieron aproximadamente 11500 probetas.

Este taller escuela, cuenta con ocho boxes de los cuales un promedio de tres se ocuparon con equipos automáticos, dos con equipos para prácticas con proceso GTAW, y tres para prácticas con electrodo revestido; posee además dos bancos para trabajos como : presentado de probetas, retoques de bisels, etc. Una zona para oxicorte y recuperación de probetas, un depósito para electrodos, herramientas y probetas, una oficina y una sala para reparación de equipos automáticos.

En el caso de los soldadores manuales GTAW y SMAW, las pruebas de ingreso son bastante severas, es decir que ingresan, solo aquellos soldadores que tienen experiencia y un nivel aceptable.

Como prueba del nivel exigido y de la absoluta necesidad de este taller escuela, a pesar de que los muchos candidatos fueron soldadores con experiencia, extraídos de la industria nacional (petroquímica, gasoductos, etc.) solo dos casos sobre 93 pudieron calificar con un período de práctica inferior a 5 días siendo 20 a 30 días el promedio requerido para la primera calificación.

.../

SOLDADURA AUTOMATICA DE LOS ALIMENTADORES DEL REACTOR

El reactor de la Central en Embalse tipo CANDU, es esencialmente un recipiente cilíndrico de grandes dimensiones, que contiene el moderador (agua pesada) a baja temperatura y presión. Este recipiente es atravesado longitudinalmente por 380 canales de presión dentro de los cuales van colocados los elementos combustibles que generan calor, este es extraído por agua pesada a alta temperatura (280°C) y presión (97 Kg/cm²).

Cada extremo de los canales de presión va unido a un caño de alimentación o de salida. Estos 760 caños que son de acero al carbono tipo P1, schedule 80, con diámetros de 1½, 2, 2½, 3 y 3½ fueron montados y soldados por NUCLEAR S.A. Para esto se debió realizar una soldadura por cada uno de ellos en posición 2G (o sea con el cordón horizontal y el caño vertical), de difícil ejecución dado el poco espacio disponible, ya que los caños se fueron colocando en capas separados entre si a distancias entre 50 y 100 mm en la zona a realizar la soldadura.

En la mayoría de los casos debió el operador seguir el curso de la soldadura con espejo durante un 60 a 70% del perímetro de la junta, ya que tenía acceso al caño solo desde el frente.

Se emplearon para este trabajo equipos Dragon Mark III y Super Dragon fabricados por la empresa Magnatech, (EEUU), que son muy compactos, tienen aproximadamente 40 mm de espesor, sueldan por el proceso GTAW y poseen control remoto de la longitud del arco, posición de la torcha, velocidad de avance, velocidad de aporte, ajuste fino de corriente, arranque y parada; todo esto lo puede comandar el operador desde un panel portátil.

Estos equipos están acoplados a fuentes de poder realimentadas, marca Hobart, con circuito cerrado de agua, para refrigeración de la torcha y cabezal. El cabezal se adapta fácilmente a los distintos diámetros de caño con el cambio de algunos accesorios de rápido desmontaje. Los mismos quedan vinculados a los caños mediante un anillo guía y una correa o una cadena, según sean Dragon Mark III o Super Dragon respectivamente.

El diseño de la junta fue del tipo J a tope, el alambre de aporte tipo AWS E 70-S2 y E 70-S3 en forma de espiral (Coil Pack) de 2,5 mm de diámetro, y alambre de 0,3 mm para las Dragon Mark III y alambre recto de 0,9 mm de diámetro para las SuperDragon; se requirió un cordón de raíz y entre 4 y 6 para el relleno.

Para la ejecución de la soldadura se abrieron cuatro frentes simultáneos de trabajo, ya que la disposición simétrica con respecto a dos planos de los alimentadores, indicó que era lo óptimo. Para esto tuvo que colocarse un andamio a cada lado de la calandria.

Este proyecto requirió un gran esfuerzo de organización y cooperación entre los diversos grupos de trabajo: cañistas, soldadores, inspectores, equipo de ensayos no destructivos, etc.; pues el espacio disponible era reducido y las operaciones debían realizarse simultáneamente o en horarios muy próximos.

Además el desarrollo del proyecto se realizó tratando de minimizar tiempos por encontrarse en el camino crítico del montaje del reactor.

El control de calidad fue sumamente estricto debido a la responsabilidad del sistema, al hecho de ser una técnica nueva, y a que una vez terminadas las soldaduras solo se puede acceder al 18 % de las mismas, para una posible reparación, sin tener necesidad de cortar alguna junta sana.

A pesar de los inconvenientes el trabajo se concluyó en el término previsto, lográndose 1.75% de rechazo en las últimas 390 soldaduras.

SOLDADURA AUTOMÁTICA DE TUBOS DE ACERO INOXIDABLE

El montaje y en especial la soldadura de tubos de acero inoxidable austenítico tipo 304L con diámetros de 3/16, 1/4, 3/8, 3/4 y 1" y de 1,2 a 2,5 mm de espesor que NUCLEAR S.A. tiene a su cargo, es la tubería de proceso.

Estos sistemas tienen gran responsabilidad en el control y monitoreo de zonas líquidas y gaseosas de procesos, pudiendo ocasionar, una falla de estas tuberías, una salida de servicio de la central.

Estas tuberías se colocan en forma de haces de varios tubos que recorren lugares diversos y a veces muy poco accesibles. Se precisó un promedio de una soldadura cada 3 metros de tubo, y estimativamente en una central como la de Embalse, se puede decir que el número total de uniones es aproximadamente de 15.000.

Dada la cantidad y confiabilidad que precisa el trabajo, es que se recurre a un método automático, más aún si tenemos en cuenta lo pequeños que son los diámetros a unir y la imposibilidad de hacerlos manualmente.

NUCLEAR S.A. emplea un equipo automático desarrollado por AECL que suelda por el proceso CTAW, a tope, sin aporte y dentro de una cámara con gas inerte (Argón). Es un equipo bastante portátil, que consta fundamentalmente de una fuente de alimentación y un cabezal de soldadura vinculado a la anterior, de dimensiones pequeñas que es donde se realiza la soldadura, este cabezal permite fijar los tubos de manera que queden bien alineados entre si y tiene un dispositivo mecánico que permite al electrodo de tungsteno girar alrededor de la junta.

.../

La fuente de alimentación, además de los controles posee un registrador, que simultáneamente con la soldadura entrega un gráfico de la tensión y corriente de soldadura en función del tiempo. Este gráfico doble es de gran importancia, ya que permite por su estudio hacer un control de calidad y aprobar una soldadura. Esto se hace simplemente haciendo una comparación con un gráfico de una soldadura de muestreo que se ensaya mecánicamente, realizada en las mismas condiciones que la junta a aprobar.

Dichos gráficos, las probetas de muestreo, más una inspección visual para comprobar el centrado de las soldaduras con respecto a marcas que se hacen antes de la soldadura, a una distancia fija del extremo del tubo, son los únicos controles que se realizan, no siendo necesarios ensayos no destructivos como radiografías y tintas penetrantes, lo cual ahorra mucho tiempo.

Para lograr una elevada confiabilidad del método, hay que lograr repetibilidad de todos los parámetros, uno de ellos es la preparación de los extremos de los tubos, para ello NUCLAR S.A. desarrolló una freteadora neumática que proporciona una terminación perfectamente perpendicular al eje del tubo y sin rebabas, y es de fácil operación. Esto permite el buen ajuste de los tubos, que no permite el escape de una purga de gas inerte que se introduce en el interior de los tubos, para evitar la oxidación de la raíz y para mantener el perfil del cordón.

La presión de esta purga es un parámetro de importancia, de ella depende que una soldadura resulte normal, cóncava o convexa, y se mide con un manómetro diferencial graduado en pulgadas de agua. Los operadores comenzaron a entrenarse con dos meses de anticipación.

Actualmente NUCLAR S.A. tiene cuatro equipos con dos operadores por cada uno y dos técnicos que reparan los desperfectos electrónicos o mecánicos que pudieran tener. Los resultados logrados se reflejan en el 2,9 % de rechazo sobre 900 soldaduras y 700 probetas de muestreo.