

Reducing Stranded Maintenance Costs For Cross-under Piping Repairs Through Effective Utilization of the WSI CUPUS System Approach

Samuel A. Shock and Stephen Mondrowski, Welding Services, Inc.
Joseph Lafferty, New York Power Authority, Indian Point III

From: The Fourth International EPRI Conference; Welding and Repair Technology for Power Plants - RRAC
Naples, FL June 7-9, 2000
Reprinted with Permission from WSI, Inc.

SPONGE-JET, INC. TP-15-01

Este artículo ha sido traducido de un texto en inglés.
Se realizaron todos los esfuerzos para mantener esta traducción
apegada al original, de caso contrario, Sponge-Jet Inc.
No se responsabiliza por cualquier error de traducción.

ARTÍCULO TÉCNICO PUBLICADO

Reducción de los Costos de Mantenimiento Ramificado, en Reparaciones del Entubado Inferior de la Turbina, a Través de la Utilización Efectiva del Sistema WSI CUPUS.

Samuel A. Shock y Stephen Mondrowski, de Welding Services, Inc.
Joseph Lafferty, de la Autoridad Portuaria de Nueva York, Indian Point III

Tomado de: Cuarta Conferencia Internacional EPRI; "Tecnologías de Soldadura y Reparación de Plantas Eléctricas" – RRAC.
Naples, Florida del 7 al 9 de junio del 2000.

Edición Publicada con la Autorización de WSI, Inc.

SPONGE-JET, INC. TP-15-01

**Reducing Stranded Maintenance Costs
For Crossunder Piping Repairs
Through Effective Utilization Of The
WSI CUPUS System Approach.**

Samuel A. Shock
Stephen Mondrowski
Welding Services Inc.
2225 Skyland Court
Norcross, GA 30092

Joseph Lafferty
New York Power Authority
Indian Point III
Bleakly Avenue
Buchanan, NY 10511

Abstract

A majority of the Nuclear Power Facilities owners are faced with the issue of monitoring and repairing damaged carbon steel crossunder piping of the wet steam piping off of the turbine. Owners have adopted aggressive erosion/corrosion programs, which require the owner to perform 100% inspection of the system.(5) The goal is to access the integrity of the piping. Upon completion of a visual and UT inspection of questionable damage, evaluation and repairs take place. Once a minimum wall thickness violation is identified, repair work begins in attempt to maintain minimum wall thickness. Often these areas of min wall violation are random through out the piping system. This random damage is sometimes known as Tiger Striping. In most cases Tiger stripping becomes a problem that continuously degrades the integrity of the material surface of the piping and becomes difficult to manage through localized patch repairs.(1)

The utility is now at the mercy of what is in need of repair. The repair work is usually UN-planned, costly, timely and could become the driving reason for outage extension. Traditional repairs for this type of damage have been SMAW build up with carbon steel. This has provided minimal protection against Flow Accelerated corrosion and owners have found themselves repairing the exact same locations the following outage. Another alternative was to build up the base material using SMAW stainless steels to prevent future repairs. This has actually resulted in development of Stainless steel islands within the piping system. These islands were actually produced by the Flow accelerated corrosion transferring itself to the susceptible carbon steel and accelerating its useful life expectancy.(2) Hence, creating a continuous circle of inspection and repair, which becomes unmanageable for the owner.

**Reducción de los Costos de Mantenimiento Ramificado,
en Reparaciones del Entubado Inferior de la Turbina,
a Través de la Utilización Efectiva del Sistema WSI CUPUS**

Samuel A. Shock
Stephen Mondrowski
Welding Services Inc.
2225 Skyland Court
Norcross, GA 30092

Joseph Lafferty
Autoridad Portuaria de Nueva York.
Indian Point III
Bleakly Avenue
Buchanan, NY 10511

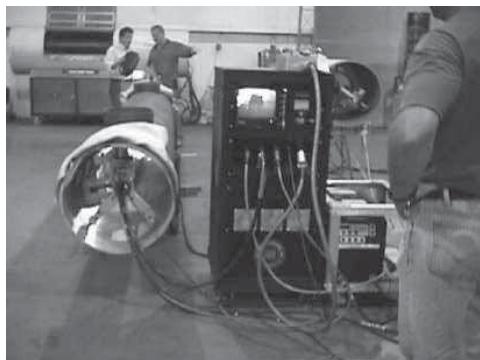
Resumen

La mayoría de las Instalaciones de Energía Nuclear enfrentan el problema de monitorear y reparar los entubados interiores de la turbina, de acero de carbono, dañados por el vapor que sale de las tuberías de las turbinas. Para ello, se han adoptado programas fuertes de erosión y corrosión, que exigen que se realicen inspecciones totales del sistema.(5) El objetivo es mantener la integridad de los entubados. Una vez completadas las inspecciones oculares y de UT a los daños cuestionables, siguen un proceso de evaluación y reparación. Cuando se identifica una violación al grosor mínimo de paredes, se comienza un proceso para intentar obtener el grosor mínimo reglamentario. A menudo, las áreas afectadas por este problema son puntos aleatorios a través del sistema de tuberías. Estos daños que ocurren al azar se conocen como Tiger Striping. En la mayoría de los casos, Tiger stripping se convierte en un problema que degrada continuamente la integridad del material de las superficies de los entubados, y por ende, difícil de resolver realizando reparaciones localizadas. (1)

El servicio pasa entonces a estar a merced de lo que se necesite reparar. Por lo general, este tipo de reparaciones no son incluidas en la planificación de tiempo y presupuesto, por lo que podrían convertirse en la principal razón de una extensión del cierre. El sistema tradicional para las reparaciones de este tipo de daños es fortalecer el SMAW con acero de carbono, que proporciona sólo una mínima protección contra la corrosión acelerada por flujo y, con frecuencia, ha sido necesario reparar las mismas áreas en los siguientes cierres. Otra alternativa es fortalecer el material de base utilizando acero inoxidable SMAW para evitar futuras reparaciones, lo que, hasta ahora, ha resultado en la formación de islas de acero inoxidable a lo largo del sistema de entubados. Estas islas son producidas por la corrosión acelerada por flujo, que se transfiere a acero de carbono vulnerable y disminuye su expectativa de vida útil.(2) Esto hace que se cree un círculo vicioso entre las inspecciones y las reparaciones, que resulta inmanejable para los propietarios de la instalación.

Plant owners find themselves expending limited finances and resources just to maintain piping integrity. Costs associated with monitoring and repairing crossunder piping have started small but eventually climb into spending 300k – 600k per outage. These costs do not provide a permanent solution because of wear rates of carbon steel. These cost are continuously rising along with scheduling impacts due to the shorter outages. As an alternative to continual inspection and repairs or replacing the carbon steel piping with stainless steels, WSI offers the application of a corrosive resistant overlay applied to the inside diameter of the pipe. This overlay is applied using WSI new GMAW CUPUS system. As part of the WSI turnkey repair program WSI applies a permanent 304L-finished product which protects the piping system for the life of the plant. The application of this material is 360 degrees in the pipe and can be isolated to areas of high erosion or can be applied to the total piping system. This can be applied as a single outage application or scheduled over several outages.

The advantages of the CUPUS system over traditional repair approaches are immense. Typical repair approaches were accomplished manually with SMAW or GTAW. These processes were short-term repairs and in some cases developed increased erosion islands that worsened the situation. The repairs are also very time consuming and safety of working in a confined space enhances the difficulty of managing the problem. Since the development of the CUPUS and introduction of the new MINI CUPUS system, utilities are able to repair broad areas in a fraction of the time previously required. The new CUPUS system allows speed and repeatability of a minimum cladding thickness that minimizes distortion. Other benefits include its ability to be operated remotely using video welding systems eliminating the need to keep personnel in the piping system.



MINI-CUPUS Remote Operation

Los dueños de las plantas se encuentran en la posición de gastar sus recursos limitados en mantener la integridad de los entubados. Los costos asociados con la observación y reparación de entubados inferiores de turbinas son inicialmente bajos, pero eventualmente pueden llegar a costar entre 300 y 600 mil dólares por cierre. Estos gastos no proporcionan una solución permanente por las tasas de desgaste del acero de carbono, y aumentan continuamente con el impacto de los cierres cortos que se planifican. Como una alternativa a las inspecciones y reparaciones continuas, o a reemplazar entubado de acero de carbono con acero inoxidable, puede utilizarse el sistema WSI, que ofrece la posibilidad de aplicación de un recubrimiento resistente a la corrosión dentro del diámetro de las tuberías. Este recubrimiento se aplica utilizando el nuevo sistema de WSI, GMAW CUPUS. Como parte del programa, llave en mano, de mantenimiento, WSI realiza una aplicación permanente del producto final 304L, que protege el sistema de entubados durante el tiempo de vida de la planta. La aplicación de este material cubre 360 grados dentro de los ductos, y puede hacerse selectivamente en áreas de mucha erosión o aplicarse en la totalidad del sistema de entubado. Las aplicaciones pueden hacerse en un solo cierre, o programarse a lo largo de varios.

Las ventajas que tiene el sistema CUPUS, sobre los enfoques de mantenimiento tradicionales, son enormes. Los enfoques típicos de mantenimiento se lograban manualmente mediante SMAW o GTAW. Estos procesos eran reparaciones a corto plazo, y en algunos casos aumentaron la erosión de las islas, empeorando la situación. Las reparaciones también consumían mucho tiempo y la seguridad de trabajo en espacios cerrados aumentaba la dificultad para resolver el problema. Desde la invención de CUPUS, y con la aparición del nuevo sistema MINI CUPUS, los equipos de mantenimiento tuvieron la capacidad de reparar áreas más amplias, y en fracciones de tiempo menores, que con los sistemas tradicionales. El sistema CUPUS permite un procedimiento rápido y repetible, con un espesor de revestimiento mínimo, que reduce la distorsión. Otro de sus beneficios es la capacidad de ser operado a remoto, utilizando un sistema de video para soldaduras, y eliminando la necesidad de mantener personal en los sistemas de entubados.

Operación a remoto del MINI-CUPUS (foto)

Overall, the new GMAW pulse spray system allows a cost effective, high quality finished product that can be adopted under shorter outage constraints. Many utilities have begun to adopt the WSI Cupus system to eliminate the crossunder piping stranded repair costs.

Implementation

The initial step for the Cross-under Piping maintenance program is surface preparation of the material to be overlaid. Typically the approach of many utilities is to perform weld overlay of areas which are approaching minimal wall conditions. In this scenario the approach is to clean the surface to a near white metal finish by abrasive removal of material. This is most often accomplished by manually grinding the isolated areas. The surface is then coated with an anti oxidant material to preserve the finish until the overlay can be applied.

In the case where large areas or sections are to be repaired, manually grinding is very time consuming and not production oriented. To accommodate the schedule concerns abrasive blasting has proven to be the preferred method to prepare large areas for repair. This method has been successfully utilized at several locations for surface preparation. There are several drawbacks to this approach.

- Blasting helmets and equipment is bulky and uncomfortable for the operators while working in the enclosed piping systems.
- Debris in the piping is difficult to clean up and Foreign Material Exclusion is a concern due to the small size of the debris.
- Airflow through the pipe will allow dust to exit the system and become airborne on the turbine floor.
- Handling of blasting media produces airborne and uncontrolled debris in the turbine building.
- Waste material created by the blasting process has to be disposed.

One of the major concerns for the utilities is the introduction of dust and debris into the turbine building in areas that must maintain a high level of cleanliness. Often these areas have open systems including the turbines and generators that should not be exposed to these conditions. In an effort to provide a better working environment and to minimize the atmospheric conditions created by the blasting media several alternatives were investigated.

The products offered by Sponge-Jet, Inc. were chosen as a preferred solution. Sponge Jet's Blasting System offers clean, dry, low dust, reusable surface preparation. The media used for blasting is an open-celled, polyurethane particles impregnated with abrasives known as Sponge Media™. The pliant nature of Sponge Media allows its particles to flatten on impact, exposing the abrasive on the surface to be blasted. After leaving the surface, Sponge Media constricts, pulling and entrapping most of what would normally have become airborne contaminants.

En general, el nuevo sistema de atomizador de pulso GMAW, permite obtener un producto final de alta calidad y rentabilidad, que puede ser utilizado con limitaciones de cierres más cortos. Muchos especialistas han comenzado a utilizar el sistema Cupus de WSI para reducir los costos de la reparación de entubados inferiores de turbinas.

Implementación

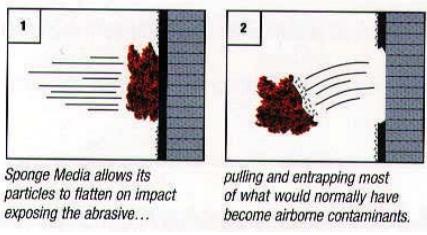
El primer paso de los programas de mantenimiento para entubados inferiores de turbinas es la preparación de superficies del material que será aplicado como revestimiento. Por lo general, el enfoque de muchos equipos de servicio es aplicar un revestimiento de soldadura en las áreas que están alcanzando las condiciones mínimas de pared. En este caso, el enfoque sería limpiar la superficie con un acabado de metal casi a blanco, con un abrasivo para eliminar el material. Esto, generalmente, se logra trabajando manualmente las áreas específicas. Luego la superficie se recubre con un material antioxidante para preservar el acabado hasta que se aplique el revestimiento.

En los casos en que hay que reparar áreas o secciones muy grandes, el trabajo manual consume mucho tiempo y no es un proceso orientado a la producción. Debido al problema que representa la planificación de programas, el método de ráfagas abrasivas ha resultado ser el más adecuado para la preparación de mantenimiento en superficies grandes, pues se ha utilizado exitosamente en numerosos sitios, para la preparación de superficies. Sin embargo, existen diversas desventajas relacionadas con este sistema:

- Los equipos y cascos diseñados para operadores que trabajan en sistemas de entubados cerrados son aparatosos e incómodos.
- Los desechos que se encuentran dentro de los entubados son difíciles de limpiar y la eliminación de materiales ajenos resulta problemática, debido a que las partículas de los desechos son muy pequeñas.
- El flujo de aire, dentro de los entubados, podría hacer que el polvo residual salga por el sistema y se convierta en un contaminante del aire en el piso de la turbina.
- El manejo de los materiales de ráfagas produce contaminantes y desechos difíciles de controlar en la construcción en que se encuentra la turbina.
- El material de desecho creado por el proceso de ráfagas debe ser desecharado.

Una de las mayores preocupaciones de los equipos de servicio es la entrada de polvo residual y desechos en la construcción en que se encuentra la turbina, pues son áreas en las que debe mantenerse un alto nivel de limpieza. A menudo, estas áreas tienen sistemas abiertos, incluyendo turbinas y generadores, que no deben ser expuestos a estas condiciones. En un esfuerzo por proporcionar un mejor ambiente de trabajo y minimizar las condiciones atmosféricas creadas por los materiales de ráfagas abrasivas, se han estudiado numerosas alternativas.

Los productos que ofrece Sponge-Jet, Inc. fueron escogidos como la mejor de tales alternativas. El sistema de ráfagas de esponja de Sponge Jet proporciona un medio limpio, seco, reutilizable y con bajos niveles de producción de polvo residual para la preparación de superficies. El material que se utiliza en este sistema, consiste en partículas de poliuretano de células abiertas, impregnadas con abrasivos, y se conoce como Esponjas Abrasivas Sponge Media™. La naturaleza maleable de las esponjas abrasivas Sponge Media, permite que sus partículas se aplaten al impactar la superficie, exponiéndola a los abrasivos que contiene. Una vez que salen de la superficie, las esponjas abrasivas las retienen, encapsulando la mayor parte de lo que, de otro modo, se convertiría en polvo residual contaminante.



Sponge Jet Material Removal System

Utilization of this technology has proven very successful. Minimizing the dust was the primary objective and the client observed not only was the dust minimized in the open system but also the dust generated in the open turbine building was also greatly reduced.

An added advantage was the improved work environment for the operator utilizing the Sponge Blasting System in the enclosed pipe. He was able to replace the bulky and heavy blasting hood with an air supplied paper hood for improved comfort allowing overall increased productivity and performance.

By using the Sponge Blasting System, clean up time was also greatly reduced. The Sponge Media can be quickly vacuumed and reused 6 to 10 times thereby significantly lowering the amount of waste that was generated during this process. In addition, the Sponge Media can be incinerated if so desired.

Following the abrasive cleaning of the piping surface the surfaces are preserved utilizing a deoxalumanite coating. The surface is now prepared for the application of the weld overlay. Typically manual applications of the weld overlay is to manually apply a MIG overlay of 309L resulting in an end product of 304L(3). The production rates for this type of process is $\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{4}$ square foot per hour of production. Due to the limitations of the work areas utilization of large numbers of personnel is not only unpractical but also cost prohibitive. To provide a feasible approach the Cross Under Piping Unifuse® System (CUPUS) was developed. The system utilizes a Pulsed Spray GMAW process. Recently this system has been redefined with the introduction of the MINI-CUPUS system allowing applications in even smaller diameter piping.

The welding procedures and welder qualifications used for this process are not treated as corrosion resistant overlay qualifications. If the weld processes are used as a groove weld qualification, credit can be taken for the structural wall build up in lieu of a carbon steel structural build up and then an application of a corrosion resistant overlay.

(grafico)

Las esponjas abrasivas permiten que sus partículas se aplaten al impactar la superficie, exponiendo los agentes abrasivos...

sacando y atrapando lo que, de otro modo, serían contaminantes en forma de polvo.

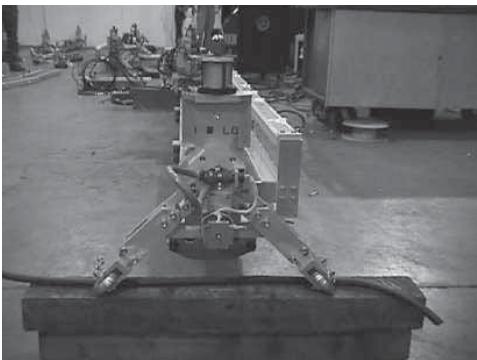
Sistema de Desecho de Material de Sponge Jet

Este sistema ha demostrado ser muy eficiente. La minimización de la generación de polvo residual era uno de los principales objetivos del cliente, y se observó que no sólo logró reducirse significativamente la generación de polvo en el sistema abierto, sino también en la construcción de la turbina abierta.

Otra ventaja fue la mejoría del ambiente de trabajo para el operador que utilizó el sistema de ráfagas de esponjas Sponge Blasting System, en los entubados cerrados, pues pudo reemplazar su equipo de protección, aparatoso y pesado, por una capucha de papel con surtidor de aire, que aumentó su comodidad, permitiendo un incremento general en la productividad y el rendimiento.

Al utilizar los sistemas de ráfagas de esponjas Sponge Blasting System, también se redujo significativamente el tiempo de limpieza. Las esponjas se pueden aspirar rápidamente y reutilizar entre 6 y 10 veces, lo que permite disminuir la cantidad de desechos generados durante este proceso. Además, las esponjas pueden incinerarse, si así se desea.

Una vez que se limpian las superficies de los entubados con abrasivos, éstas se protegen utilizando un recubrimiento. Así, la superficie es preparada para la aplicación de un revestimiento de soldadura. Las aplicaciones manuales de revestimiento de soldadura típicas consisten en la aplicación de un recubrimiento MIG de 309L, que resulta en un producto final de 304L(3). Las tasas de producción de este procedimiento son de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de pie cuadrado por hora. Debido a las limitaciones de las áreas de trabajo, la utilización de mucho personal puede resultar, no sólo poco práctico, sino también poco rentable. El sistema Cross Under Piping Unifuse® System (CUPUS) se desarrolló para permitir un enfoque más práctico. Este sistema utiliza un proceso de atomizador pulsado GMAW. Recientemente, se redefinió el sistema completo con la introducción del sistema MINI-CUPUS, que permite aplicaciones en entubados de un diámetro aún menor.



MINI CUPUS
Adjustable legs and locking System

The MINI-CUPUS system takes full advantage of field application lessons learned. The system has been re-engineered to provide substantial weight savings and improved system functionality. Pulse sprayed gas metal arc welding process is employed to maximize the coverage area and production rate. Equipment system operators manage the overlay process and all critical welding parameters from a remote video console, now upgraded with advanced microprocessor based technology. Personnel exposure to radiological, chemical or other hazards is limited to the short duration consumables maintenance and install or removal of the system, which is now 60% faster than earlier systems. The system is designed to be installed and assembled in a 12" x 16" man-way. Maintenance of consumables can be performed without removal of the system.

In addition to the MINI-CUPUS additional tooling also consist of the mig F head, standard CUPUS and manual applications. Through these various tooling options a project plan can be developed to maximize production through the application of the proper tooling to the proper work location. For example the mig F head is a system capable of high production capacity but only is short axial applications. The advantage is the much-improved set up time versus trying to apply the MINI-CUPUS, which is designed for the longer continuous runs. To take full advantage of the tooling options a project schedule would be developed to coordinate the overlay with the plant schedule for open access to the piping.

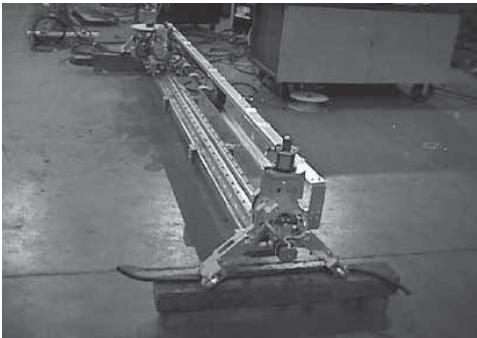
(foto)

MINI CUPUS

Patas ajustables y sistema de bloqueo

El sistema MINI-CUPUS aprovecha completamente las lecciones aprendidas en las aplicaciones de campo. El sistema ha sido reestructurado para permitir un ahorro significativo de peso y aumentar la funcionalidad del sistema. El proceso de soldado con atomizador de pulso de arco de metal gaseoso se utiliza para maximizar el área cubierta y la tasa de producción. Los operadores de sistemas de equipamiento manejan el proceso de revestimiento, y todos los parámetros críticos de soldadura, desde una consola de video remoto, ahora mejorada con tecnología de microprocesadores de avanzada. La exposición del personal a peligros radiológicos, químicos o de otro tipo, se puede reducir según el mantenimiento de insumos de corta duración y a la instalación y eliminación del sistema, que es un 60% más rápido que los sistemas anteriores. El sistema fue diseñado para instalarse y ensamblarse en un man-way de 12"x16". El mantenimiento de insumos se puede realizar sin desinstalar el sistema.

Además del MINI-CUPUS, las herramientas adicionales consisten en el mig F, el CUPUS estándar y otras aplicaciones manuales. A través de estas diversas opciones de herramientas, puede desarrollarse un plan de proyecto para maximizar la producción planificando la aplicación de las herramientas adecuadas en lugares de trabajo apropiados. Por ejemplo, el mig F, es un sistema con una alta capacidad de producción, pero sólo sirve para aplicaciones cortas. La ventaja es una instalación mejorada con respecto al intento de aplicación del MINI-CUPUS, que fue diseñado para trabajos continuos más largos. Para aprovechar al máximo las ventajas de estas herramientas, la planificación de los proyectos debe desarrollarse para que coordinen los horarios de revestimiento con los de la planta, en cuanto a la apertura del acceso a los entubados.



MINI-CUPUS ASSEMBLY

Through these various techniques production rates as high as 2.2 square foot per hour can be achieved in certain configurations. This is comparable to the $\frac{1}{2}$ to $\frac{3}{4}$ square foot per hour that may be achievable with manual applications. The discrete advantage of the automated tooling will also be seen in the available arc time. The tooling has been developed to maximize continuous arc time and eliminate down time for repositioning of equipment and consumable maintenance. The MINI CUPUS has been developed to weld a continuous run of 6 feet and 360 degrees of overlay before relocation is required. This is comparable to a manual application where the welder is working in $\frac{1}{2}$ square foot areas before relocation is required. In addition the automated equipment once installed in the pipe will remain in the pipe until reconfiguration of the system or completion of the section.



MINI-CUPUS Consumable Mounting

(foto)

ENSAMBLAJE DEL MINI-CUPU

A través de estas técnicas de producción, pueden alcanzarse tasas de hasta 2.2 pies cuadrados por hora, con ciertas configuraciones. Esto debe compararse con una de tasa de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ pie cuadrado por hora, que es la que se obtiene con aplicaciones manuales. La ventaja que diferencia a esta herramienta automatizada, también puede observarse en el arco de tiempo disponible. La herramienta se ha diseñado para maximizar los arcos continuos de tiempo y eliminar el tiempo de cierre por reposicionamiento de equipo y mantenimiento de insumos. El MINI CUPUS fue desarrollado para soldar en trabajos continuos de 6 pies y 360 grados de revestimiento antes de requerir reubicación, a diferencia de las aplicaciones manuales, en las que el soldador trabaja en áreas de $\frac{1}{2}$ pie cuadrado y necesita volver a posicionar el equipo. Adicionalmente, una vez que el equipo automatizado se instala en el entubado, puede permanecer dentro de éste hasta que se termine la sección o se requiere una nueva configuración.

(foto)

MINI-CUPUS Preparación de insumos

Shrinkage and weld distortion management is another dynamic, which must be maintained through out the implementation of the project. WSI has conducted endless hours of mock-up testing to determine the optimal technique of application, which would minimize distortion. The following shrinkage measurement data was compiled in a laboratory environment to project shrinkage impact on an entire crossunder system.

Shrinkage results

Average deposit thickness of 100 mils is required to maintain minimal distortion effects upon an entire crossunder system. Maximum thickness should not exceed 125 mils over an entire crossunder system. Keeping the weld deposit within these parameters allows most crossunder systems to be clad entirely without effecting original design criteria.

To validate the shrinkage a mock-up test was performed in conjunction with a finite element analysis. To perform the mock up test a 24-inch diameter pipe with .590 inch wall thickness was utilized. The GMAW weld was performed with the MINI-CUPUS system applying a striped overlay 6 inches wide. This overlay was repeated every six inches over a length of 52 inches in length. Following the completion of the initial striping the unclad areas were clad completing the 52 inch full-length overlay. The following results were achieved:

Angular Location	Initial Measurements	Cooled to room temperature	Shrinkage
0 degrees (12 o'clock)	2.335	2.426	0.091
90 degrees (3 o'clock)	2.328	2.393	0.685
180 degrees (6 o'clock)	2.325	2.396	0.071
270 degrees (9 o'clock)	2.319	2.373	0.054
Average Shrinkage			0.070

The average results were compared to the results of the finite element analysis. The pipe was modeled using "Algor" analysis software and the predictive analysis was computed. The resulting predicted shrinkage from the finite element analysis was 0.072 inches, agreeing with the actual shrinkage taken from the mock up measurements.

Finished product

Upon completion of welding, final visual inspection is completed and a sample three- (3) square inch section is PT. The 304L chemistry on the finished product shall provide adequate protection of the crossunder piping for over 80 years of life. This life expectancy is based upon wear rates of stainless steel of under .001 mils per year. This assumes the end product is exposed to normal operating conditions of the wet steam system.

El manejo de reducción y de la distorsión por soldadura es otra dinámica, que debe mantenerse a lo largo de la implementación del proyecto. WSI ha realizado interminables horas de pruebas en maquetas, para determinar la mejor técnica de aplicación, con miras a minimizar la distorsión. Para proyectar el impacto de la reducción sobre un sistema completo de entubado, se recogieron los siguientes datos sobre medición de reducción, en condiciones de laboratorio.

Resultados de reducción

Para mantener mínimos niveles de efectos de distorsión, es necesario un espesor mínimo de depósito de 100 mils, a lo largo de un sistema completo de entubado. Asimismo, el espesor máximo, tampoco puede exceder los 125 mils. Mantener el depósito de soldadura de un sistema de entubado dentro de estos parámetros permite, en la mayoría de los casos, que el sistema pueda ser revestido por completo, sin distorsionar los criterios de diseño originales.

Para validar esto, se condujo una prueba en maqueta para determinar la reducción, junto a un análisis de elementos finitos. Para la prueba, se utilizó una tubería con un diámetro de 24" y un espesor de pared de .590". La soldadura de GMAW se realizó con el sistema MINI-CUPUS, aplicando eliminador de revestimiento de 6" de ancho. Este proceso se repitió a lo largo de una longitud de 52". Después de terminar la eliminación inicial, las áreas sin revestimiento fueron cubiertas para completar el recubrimiento de una longitud total de 52". Se alcanzaron los siguientes resultados:

Ubicación Angular	Medidas Iniciales	Enfriamiento a Temperatura Local	Reducción
0 grados (12 en punto)	2.335	2.426	0.091
90 grados (3 en punto)	2.328	2.393	0.685
180 grados (6 en punto)	2.325	2.396	0.071
270 grados (9 en punto)	2.319	2.373	0.054
Reducción Promedio:			0.070

Los resultados promedio se compararon a los resultados del análisis con elementos finitos. El entubado fue modelado utilizando un programa de análisis "Algor" y el análisis predictivo fue computado. La reducción resultante predicha a través del análisis de elementos finitos fue de 0.072", que condición con la que ocurrió la reducción en las mediciones de la prueba en maqueta.

Producto terminado

Al terminar la soldadura, se realizó una inspección visual y una sección de muestra de tres (3) pulgadas cuadradas es PT. El químico aplicado en el producto final, el 304L, debe ser suficiente protección para el entubado durante más de 80 años. Esta expectativa de vida se basa en las tasas de desgaste del acero, que son de .001 mils al año. Esta afirmación se basa en la premisa de que el producto final estará expuesto a las condiciones operativas normales de un sistema de vapor de agua.

Project Profile:

New York Power Authority
Indian Point 3

Scope:

- 3300sqft of crossunder piping required cladding.
- 26.5" I.D., 32" I.D, 37" I.D, 42" I.D and 10" I.D piping
- Carbon steel piping equivalent to A106Grd B material. $\frac{1}{2}$ " and $\frac{3}{4}$ " wall thickness.

Schedule:

- 32 day outage
- Working 2, 10 hour shifts, 6 days a week.

Result:

- Project completed on time. 22 days of actual welding
- 10 days of actual mobilization, inspection, set up, blasting and demobilization
- Entire crossunder system clad as per the schedule depositing over 12000# of weld wire.
- Elimination of all future stranded crossunder repairs.

Perfil del Proyecto:

Autoridad Eléctrica de Nueva York
Indian Point 3

Alcance:

- 3300 pies cuadrados de entubado que requieran revestimiento.
- Tuberías de 26.5", 32", 37", 42" y 10" de diámetro.
- Tuberías de acero de carbono equivalentes a un material A106Grado B, con un espesor de pared de entre $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ "

Planificación:

- Cierre de 32 días.
- 2 turnos de trabajo, de 10 horas cada uno, 6 días a la semana.

Resultado:

- El proyecto se completo a tiempo, en un lapso de 22 días de soldadura efectiva.
- Se utilizaron 10 días de movilización, inspección, instalación y desmontaje.
- Se aplicó revestimiento a un sistema de entubado completo.
- Se eliminó la necesidad de reparaciones stranded futuras en el entubado.

References

1. "Flow-Accelerated Corrosion in Power Plants" EPRI Publication TR-106611, pp. 3.15, 3-16
2. Jones, R. Chexal, VK., Behravesh, M., Stahlkopf, K., "Single-Phase Erosion-Corrosion of Carbon Steel Piping," Nuclear Power Division, EPRI, February 1987
3. "Welding Services Incorporated, Chemical Testing Results, June 1999
4. Power Piping Code, B31.1, American National Standards Institute/American Society of Mechanical Engineers, 1990 Edition.
5. ASME Code Case N-480, "Examination Requirements for Pipe Wall Thinning Due to Single Phase Erosion Corrosion", Section XI Division I, May 10 1990
6. J. Ducreaux, "Theoretical and Experimental Investigation Of The Effects Of Chemical Composition Of Steels On Their Erosion-Corrosion Resistance", Paper 19, Specialist Meeting on Corrosion-Erosion of Steels in High Temperature and Wet Steam, Les Renardieres, May 1982

Referencias

- 1."Flow-Accelerated Corrosion in Power Plants", publicado por EPRI bajo en No. TR-106611, pp. 3.15, 3-16.
- 2.Jones, R. Chexal, VK., Behravesh, M., Stahlkopf, K., "Single-Phase Erosion-Corrosion of Carbon Steel Piping," División de Fuentes de Poder Nuclear, EPRI, Febrero, 1987.
- 3."Welding Services Incorporated, Chemical Testing Results", June 1999.
- 4.Códigos de entubados eléctricos B31.1, Instituto Americano Nacional de Estándares /Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, Edición de 1990.
- 5.Código de caso ASME N-480, "Examination Requirements for Pipe Wall Thinning Due to Single Phase Erosion Corrosion", Sección XI, División I, 10 Mayo de 1990.
- 6.J. Ducreaux, "Theoretical and Experimental Investigation Of The Effects Of Chemical Composition Of Steels On Their Erosion-Corrosion Resistance", Artículo 19, Conferencia de especialistas en corrosión y erosión de aceros en altas temperaturas y vapor, Les Renardieres, Mayo de 1982.