

Últimos desarrollos en el área de soldadura por recubrimiento estructural

Tim Grubbs, Ricardo Llovet y Bruce Newton

PCI Energy Services LLC (subsidiaria de Westinghouse Electric Company) ha desarrollado en los últimos años una serie de técnicas para la mejora de la soldadura por recubrimiento estructural con aleaciones de níquel, así como su aplicación en reparaciones preventivas en plantas en operación. Dentro de los desarrollos cabe destacar un optimizado material de aportación, progresión de órbita completa y el sistema de soldadura de bajo perfil.

En el artículo se describen en más detalle estos desarrollos.

PCI Energy Services LLC (a Westinghouse Electric Company subsidiary) has developed over the last years a series of techniques aimed at improving the structural nickel-based weld filler as well as its application in preventive repairs at operating plants. Amongst these developments, the material optimization, the full orbital progression and the low-profile weld system are worth to mention.

This article depicts in more details all the above mentioned developments.

RECUBRIMIENTO ESTRUCTURAL DE SOLDADURAS - INTRODUCCIÓN

El recubrimiento estructural de soldaduras está ya reconocido como un modo seguro y no problemático para la mitigación de grietas. Esta reputación se basa en gran parte en la experiencia con los Reactores de Agua en Ebullición, donde los materiales de relleno de acero inoxidable han hecho de la soldadura un proceso sencillo y libre de riesgo. (Muchos han supuesto erróneamente que esta facilidad de soldabilidad se traduce directamente a los materiales de relleno basados en níquel empleados hoy en día para los recubrimientos estructurales de soldaduras. Los materiales de relleno basados en níquel con un contenido nominal de cromo del 30% plantean problemas de soldadura muy diferentes y mucho más complejos que los metales de relleno inoxidables.) La asociación de estos problemas de soldadura con los actuales requisitos de alta tecnología de Inspección por Ultrasonidos ha dado lugar a soldaduras de producción que contienen reflectores de ultrasonidos citados como indicaciones de 'falta de enlace', así como otros defectos e inclusiones. Algunas de estas soldaduras de producción permanecen en servicio a pesar de su estado degradado, mientras que para otras han sido necesarias una excavación y reparaciones importantes.

RECUBRIMIENTO ESTRUCTURAL DE SOLDADURA DE ALEACIONES CON BASE DE NÍQUEL

La filial de Westinghouse Electric Company, PCI Energy Services (PCI), reconoce los problemas asociados con los materiales de relleno de níquel en las aplicaciones de recubrimiento estructural. En el mes de julio de 2004, PCI inició un programa de investigación y desarrollo amplio y detallado centrado específicamente en los recubrimientos GTAW de máquinas de Aleación 52/52M. Resulta interesante que la comparación directa de los materiales de relleno de la Aleación 52 y la 52M ha demostrado que ambos son casi igualmente susceptibles a degradaciones de calidad. Se ha demostrado, por lo tanto, que para resolver los problemas de calidad de la soldadura, es necesario más que un simple paso al relleno 52M. Los esfuerzos más recientes de desarrollo de material de relleno han dado lugar a unas coladas más limpias del relleno 52M, demostrando tener estas nuevas coladas una mejor soldabilidad y una menor susceptibilidad tanto a los óxidos superficiales como al agrietamiento "dip" por ductilidad. PCI ha estado muy implicado en el ensayo y la evaluación de estas químicas mejoradas del material de relleno de las soldaduras, y en la actualidad está trabajando con los proveedores para evaluar otras oportunidades de mejora de la soldabilidad.

Los trabajos de desarrollo de PCI continúan centrándose en todos los aspectos

del proceso, entre ellos los equipos de soldadura, los rangos de los parámetros de la soldadura, la eficacia del blindaje, y el análisis de materiales de relleno específicos para la colada. En los esfuerzos de desarrollo iniciales, se definió una 'ventana' de parámetros de soldadura optimizada dentro de la cual se podría conseguir una calidad óptima de la soldadura. La soldadura dentro de esta ventana permitió una mitigación eficaz de los óxidos e impurezas superficiales normalmente asociados con la soldadura con la Aleación 52/52M. Una vez definidas estas ventanas de parámetros óptimas, PCI se centró en los parámetros relacionados con el proceso y los equipos. El resultado ha sido la metodología innovadora de PCI denominada Assigned Progression™, que permite una plena progresión orbital, lo cual es deseable porque puede proporcionar unas mejoras importantes en la eficiencia frente a la progresión 'doble ascendente'. Aunque otros proveedores de recubrimientos de Aleación 52/52M se han visto obligados a abandonar el uso de la progresión orbital, la mitigación efectiva por PCI de estos problemas de óxidos ocluidos permite unas soldaduras orbitales de alta calidad y libres de indicaciones de ultrasonidos relacionadas con óxidos arrastrados.

Los avances tecnológicos de PCI han permitido la instalación repetida de recubrimientos estructurales de soldaduras de Aleación 52/52M de alta calidad y

aceptables desde el punto de vista PDI-UT en aplicaciones de producción. En todas las soldaduras se ha incorporado la progresión orbital, y todas han sido examinadas mediante ultrasonido cualificado por PDI. En un trabajo de investigación finalizado hace poco, se evaluaron los efectos de sustratos de alto contenido de sulfuro en los recubrimientos de Aleación 52/52M. Las investigaciones demuestran claramente un aumento de la propensión al "agrietamiento en caliente" en la primera capa de los depósitos de Aleación 52/52M cuando los niveles de sulfuro en el sustrato superan los valores de umbral. Estas investigaciones dieron como resultado la identificación de medidas específicas que consiguen una mitigación eficaz del agrietamiento relacionado con el sulfuro. La aplicación en la primavera de 2007 de estas medidas mitigadoras a los recubrimientos estructurales de soldaduras demostró su eficacia para garantizar la calidad de la soldadura. La aplicación innovadora de las normas y restricciones vigentes permitieron la implementación de estas medidas mitigadoras sin tener impacto en los plazos de producción. Los esfuerzos de desarrollo de PCI siguen permitiendo la realización de soldaduras con niveles de calidad constantemente altos.

Los esfuerzos de desarrollo en curso siguen estando enfocados en la mejora de la velocidad de producción, incluyendo unas tasas más altas de deposición, reducción del desbaste entre capas y optimización del control de la forma del depósito. PCI ha sido pionero en un proceso que permite eliminar la necesidad del mecanizado de los depósitos de soldadura terminados mediante el desarrollo de la metodología innovadora Speed Contour™.

Los desarrollos de PCI relacionados con procesos aprovechan al máximo las capacidades integradas de Westinghouse Electric Company. Algunos desarrollos recientes también han tenido como objetivo reducir los requisitos de tamaño de los equipos de soldadura. La puesta en marcha de estos nuevos sistemas compactos de soldadura han logrado el éxito en la primavera de 2007, reflejado tanto en los excelentes resultados de la inspección por ultrasonidos como en la satisfacción del cliente.

Se están utilizando las maquetas del presionador de tamaño natural en el taller de PCI para simular con exactitud las condiciones en campo, permitiendo el desarrollo de soluciones prácticas para los problemas de campo. Además, se aplica una formación detallada de los soldadores (incluyendo tanto instrucción en aula como en taller) a la formación, examen y trabajos específicos de la aplicación en la soldadura de la maqueta, para garantizar la entrega sistemática de soldaduras de producción de alta calidad. Todos los soldadores tienen que superar este programa intensivo de formación y exámenes antes de poder aspirar a la soldadura de producción.

Los equipos y tecnología de PCI permiten soldar todas las tubuladuras superiores del presionador dentro de una ventana de plazos minimizados y con una calidad de soldadura ejemplar.

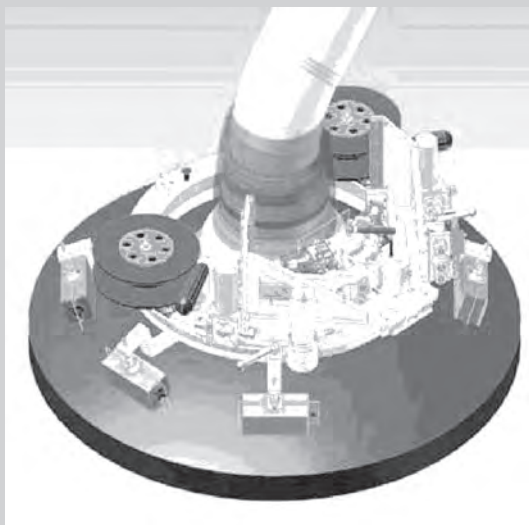
NUEVO SISTEMA LOW-PROFILE WELDING™

PCI ha concluido con éxito la calificación de una nueva cabeza de soldadura de bajo perfil para su uso en los próximos proyectos de Recubrimiento Estructural de Soldaduras. Se ha optimizado la con-

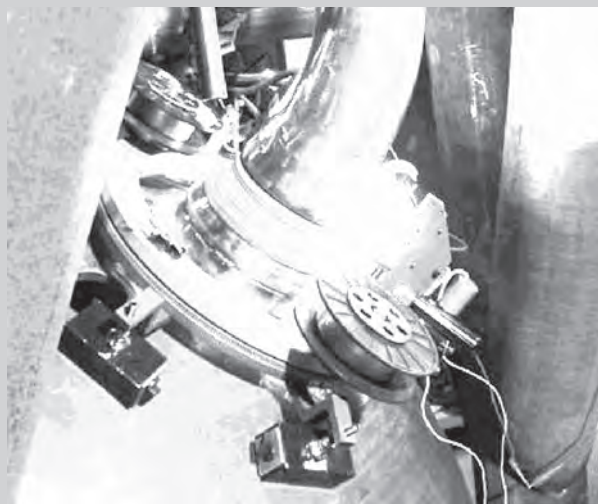
figuración del sistema para minimizar las interferencias en las tubuladuras de la cabeza superior del presionador. Se ha reducido la envoltura de trabajo en 2" hasta 3.5" a lo largo de la soldadura. Este logro es importante porque permitirá a las centrales evitar la eliminación de las grandes estructuras de soporte que a menudo interfieren con los sistemas de soldadura estándares y aumentan los costes, plazos e incorporación de dosis en los programas de reparación de recubrimientos.

Para diseñar y optimizar este equipo, los ingenieros de desarrollo de mecanizado de PCI han usado el software AutoDesk Inventor para realizar la modelación tridimensional y el ALGOR para el análisis de elementos finitos (FEA). El modelo tridimensional del sistema de soldadura está incorporado en los modelos tridimensionales de la zona de la cabeza del presionador de la central, para confirmar las envolturas de holgura y minimizar la eliminación de interferencias.

El sistema de soldadura de bajo perfil en su conjunto, que incluye la cabeza de soldadura y el conjunto del recorrido, pesa unas 44 Kgs. únicamente. La cabeza de soldadura pesa aproximadamente 16,5 Kgs., y el conjunto del recorrido 27,5 Kgs., lo que hace que el sistema sea mucho más fácil de manipular y montar sobre el presionador comparado con los sistemas anteriores. El nuevo conjunto del recorrido incluye un inserto extraíble en forma de C, haciendo que su instalación sea más fácil para los operadores que el anterior recorrido que exigía la disposición de dos secciones independientes del mismo. El nuevo sistema también supone una mejora del "recorrido" de la cabeza de soldadura conforme va girando alrededor de la tubuladura.



Modelo tridimensional de la cabeza de soldadura de bajo perfil



Cabeza de soldadura de bajo perfil durante la operación

El sistema ofrece desplazamiento axial extendido y motorizado. Al tener 5" de desplazamiento motorizado, se reduce el número de ajustes manuales que tienen que realizar los soldadores conforme va progresando el recubrimiento a lo largo de la soldadura. También se ha mejorado la perspectiva de la cámara para proporcionar una vista mejor del metal en fusión de la soldadura. Otras prestaciones incluyen un vaso rebosadero integral, manipuladores de doble hilo, cámaras dobles enfriadas por agua, tapas de los motores de manipulación de hilo, actuador de medición de la temperatura de interfase, y ajuste (bidireccional) de las cámaras por tornillo de presión.

CONCLUSIÓN

Todos los desarrollos presentados en este artículo reflejan el firme compromiso de Westinghouse con la consecución de la implementación sin defectos de la Soldadura de Recubrimiento Estructural. Los esfuerzos de desarrollo siguen adelante, y se espera que los resultados continúen produciendo avances en los productos, tecnologías e ideas conforme se vaya madurando el mercado de recubrimientos estructurales de soldadura.

Se ha optimizado la nueva soldadura de bajo perfil para su uso en los próximos proyectos de Recubrimiento Estructural de Soldaduras de las tubuladuras de

presionador, lo que permitirá reducir el plazo de implantación, la exposición a dosis y el coste.



Timothy D. Grubbs tiene 31 años de experiencia en la construcción, mantenimiento y reparación de centrales nucleares, tanto domésticas como internacionales. Director General de PCI Europa y responsable de las operaciones de PCI en Europa. Director de Proyecto para grandes proyectos en Europa tales como la Sustitución de Generadores de Vapor, y la reparación y modificación de distintos componentes y sistemas.

Licenciado en Administración de Empresas con Formación Técnica a nivel III en varios Métodos No Destructivos.



Ricardo Llovet se licenció en Químicas en la Universidad Complutense de Madrid en el año 1979, y en Administración de Empresas en la Universidad Duquesne de Pittsburgh en 2004. Durante sus 27 años de experiencia (23 en el campo nuclear), ha ocupado varios puestos en Westinghouse, tanto en Madrid como en Pittsburgh. En la actualidad, es director de Ingeniería de Centrales de España. En esta organización se integran los anteriores departamentos de ingeniería de WTS e INITEC Nuclear en Madrid.

Bruce Newton es licenciado en Ingeniería de Soldadura de la Universidad LeTourneau, recibiendo su título en 1978. Desde entonces, ha trabajado principalmente en aplicaciones nucleares, pero también tiene experiencia en aplicaciones de combustibles fósiles. En el mes de noviembre de 2005, fue nombrado vicepresidente de Programas y Tecnología de Soldadura de PCI Energy Services.

XI CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

DEL 18 AL 21 DE SEPTIEMBRE 2007

XI CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

18 AL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2007

SEPR
XI



TARRAGONA 2007
DEL 18 AL 21 DE SEPTIEMBRE



www.urv.cat/events/sepr11