

“Últimos avances en operaciones de soldadura de aceros inoxidables. Gases de protección: tendencias y novedades”

Instituto de Fundación TABIRA • noviembre 2014

La jornada técnica “Últimos avances en operaciones de soldadura de aceros inoxidables. Gases de protección: tendencias y novedades” congregó a más de cincuenta profesionales de empresas, centros tecnológicos y universidades del sector, en un marco de trabajo técnico de alto nivel.

El Centro de Investigación Metalúrgica IK4-AZTERLAN acogió el día 13 de noviembre la Jornada Técnica “Últimos avances en operaciones de soldadura de aceros inoxidables. Gases de protección: tendencias y novedades”, en la que cerca de 55 técnicos de la industria pudieron profundizar y adquirir nuevos conocimientos en el ámbito de los procesos de soldadura de aceros inoxidables.

El evento permitió mostrar una visión general de los conceptos metalúrgicos básicos y la problemática asociada a los procesos de soldadura de aceros inoxidables, transmitir experiencias avanzadas en el uso de gases de protección para la soldadura de estos materiales en procesos MIG y TIG y conocer la influencia del aporte energético de las operaciones de soldadura, tanto en las características metalúrgicas, como en las propiedades mecánicas de este tipo de aceros.



La jornada contó con una destacada participación de técnicos de empresas, centros tecnológicos y universidades

Los campos de aplicación de los aceros inoxidables y otros materiales metálicos avanzados son cada vez más variados y abundantes. Su consumo se incrementa día a día y ocupa áreas tradicionalmente cubiertas por otro tipo de aceros. La utilización de estos materiales en operaciones de soldadura no solo requiere la elección del consumible de soldadura adecuado, sino también del proceso de soldeo idóneo para cada caso o aplicación. Actualmente, el desarrollo de estas técnicas novedosas de soldadura está permitiendo conseguir resultados superiores a procesos más convencionales, favoreciendo la competitividad de las empresas.

Esta jornada ha contado con la colaboración de especialistas de la empresa PRAXAIR, que junto con técnicos del Centro de Investigación Metalúrgica IK4-AZTERLAN, han compartido los últimos desarrollos en operaciones de soldadura de aceros inoxidables.

Tras la correspondiente bienvenida a los asistentes por parte del **Sr. José Javier González**, del Instituto de Fundición Tabira, y de la introducción al marco general de la jornada por parte del **Sr. Jon Auzmendi**, Director de Zona Norte de Praxair, y del **Sr. David de Vicente**, Responsable de Marketing y Desarrollo de Mercado para Gases de Soldadura y Corte de Praxair, comenzaron las distintas conferencias técnicas de acuerdo al programa de trabajo establecido.



Sr. Jon Auzmendi. Director de Zona Norte PRAXAIR



Sr. José Javier González. Instituto de Fundición Tabira

La primera de las ponencias corrió a cargo del **Sr. Urko Uribe**, coordinador del área de ensayos físicos de IK4-AZTERLAN, que dio inicio al contenido técnico del acto con una presentación orientada a la *“Clasificación y soldabilidad de los aceros inoxidables”*. Es determinante conocer las características de los materiales, para entender y controlar su comportamiento durante los procesos de transformación (en este caso concreto, asociado a las operaciones de soldadura).

Tras una introducción a las propiedades y características principales de este tipo de aceros de alta resistencia a la corrosión (derivada fundamentalmente de su concentración de cromo), el Sr. Uribe hizo una detallada descripción de la clasificación de los mismos: ferríticos, martensíticos, austeníticos y austenoferríticos (conocidos éstos últimos como aceros dúplex), compartiendo sus principales características mecánicas y estructurales. La influencia de la composición química en la estructura metalúrgica es determinante. Se visualizaron algunas de las herramientas más utilizadas en este ámbito, como son los diagramas de Schaeffler, DeLong y WCR-1992, que permiten predecir la estructura de este tipo de aceros en función de su composición química.

A continuación, el Sr. Uribe hizo una revisión detallada de determinados fenómenos que se pueden producir en estos materiales durante las operaciones de soldadura, como son las precipitaciones o la formación de fases intermetálicas, detallando las consecuencias derivadas de su aparición y recomendaciones para evitarlas. Su interesante intervención concluyó con un análisis de la soldabilidad de cada uno de estos tipos de acero, con una serie de recomendaciones para optimizar los procesos de soldeo en función de la problemática específica de cada uno de estos tipos.

Los aceros ferríticos, de soldabilidad baja, presentan muchas complicaciones, tanto por variaciones estructurales, como por posibles precipitaciones y aparición de fases intermetálicas. Por su parte, los aceros austeníticos presentan una buena soldabilidad y ninguna transformación de fases desde la temperatura de fusión hasta la temperatura ambiente. Los martensíticos, de soldabilidad intermedia, templan fácilmente y presentan una ZAT de alta dureza y baja ductilidad. Con una estructura mixta y una soldabilidad intermedia, los aceros austenoferríticos presentan una resistencia mecánica superior a las calidades ferríticas y austeníticas, una conductividad y dilatación intermedias y no presentan agrietamiento en caliente. El punto más crítico para estos aceros dúplex es la ZAT.



Sr. Urko Uribe. IK4-AZTERLAN, Coordinador del área de ensayos físicos

El programa de trabajo de la jornada continuó con una presentación técnica del **Sr. David Muñiz**, Responsable de Desarrollo de Mercado para Welding Products de Praxair, que centró su intervención en la “*Selección del modo de transferencia*”, describiendo desde los modos convencionales de transferencia del metal aportado, hasta las innovaciones más recientes para la soldadura en materiales inoxidables.

La productividad aportada por el proceso de soldadura GMAW (MIG/MAG) es cada día mayor y parte fundamental de este éxito se debe al constante desarrollo de los equipos que la hacen posible. La irrupción de la electrónica de potencia y su incorporación en los equipos ha conseguido que, a través de la sinergia establecida y las programaciones relacionadas, se aumenten las posibilidades con las que podemos trabajar para cada material, espesor y tipo de unión.

Esta evolución ha sido también patente en la soldadura de los aceros inoxidables, adaptándose cada vez mejor a las particularidades que este material exige. Es difícil entender la evolución de este proceso sin adentrarnos en los modos de transferencia, ya que en definitiva se trata de como el proceso funde el material de aportación, produciendo éste la soldadura. En la ponencia se explicaron estos modos de transferencia tradicionales con vídeos de alta velocidad (ya que son fenómenos que pueden suceder más de 200 veces por segundo), describiendo también su aplicabilidad en los aceros inoxidables, sus ventajas y diferencias (en cuanto a penetración, deposición de material, espesores, campos de aplicación, gases a utilizar) y su dependencia de la energía del proceso y del gas de protección empleado.



Sr. David Muñiz. PRAXAIR, Responsable de Desarrollo de Mercado Welding Products

Esta interesantísima presentación concluyó con una descripción de los modos de transferencia más innovadores. Se destacaron un arco frío ideal para procesos donde se requiere un perfecto control del baño y una baja aportación térmica (TControl Arc), una combinación de arco corto y pulsado que permite soldar con aspecto TIG en MIG incluso en posiciones complejas (Slowpulse) y por último, un arco forzado que permite elevadas productividades en espesores gruesos con elevada calidad geométrica del cordón evitando mordeduras y otras defectologías asociadas a los procesos MIG de alto aporte térmico (PlusArc).

A continuación, tomó la palabra el **Sr. David de Vicente**, Responsable de Marketing y Desarrollo de Mercado para Gases de Soldadura y Corte de Praxair, con la ponencia *“Soldadura MIG: Nuevos Gases para la mejora de la productividad”*.

Tradicionalmente se ha considerado a los gases como un fungible tipo commodity, donde no hay más aportación de valor que la calidad en su suministro. En esta ponencia se transmitió la inexactitud de esta interpretación, muy alejada de la realidad. El gas de protección que interviene en la soldadura MIG es responsable de la productividad y de la calidad del proceso.

El Sr. de Vicente revisó el estado del arte de este ámbito, exponiendo la dificultad de soldeo de aceros inoxidables, la influencia del gas en diversos factores y cómo la generalidad de gases para soldadura MIG en estos materiales se basa actualmente en mezclas binarias donde se adiciona al argón un gas activo (O_2 y CO_2), cuya misión es estabilizar el arco. Esta adición se realiza en bajos porcentajes para no comprometer las excelentes características de estos aceros.

En contraste con estas mezclas binarias tradicionales, se expusieron unas mezclas ternarias donde se busca mejorar la calidad y la productividad del proceso mediante un tercer gas. Una primera propuesta para este tercer gas añadido es mediante adiciones de N_2 , que mejoran la calidad metalúrgica de los aceros dúplex, consiguiendo también un excelente aspecto en soldadura por arco corto y pulsado, buenos niveles de penetración y una buena geometría del cordón. Se presenta como una opción excelente y económica para todos los inoxidables.

Una segunda alternativa es la adición de H_2 , con la que se consiguen valores muy elevados de productividad en los aceros de grado austenítico, ofreciendo además un buen aspecto que facilita labores de limpieza y decapado posteriores.

Un tercer desarrollo está basado en adiciones de He, que ofrecen elevadas velocidades de proceso, siendo excelentes para procesos automatizados, permitiendo aumentar la fluidez del material para preparaciones de borde menos exigentes en dúplex y aceros de grado ferrítico.



Sr. David de Vicente. PRAXAIR, Responsable de Marketing y Desarrollo de Mercado para Gases de Soldadura y Corte

La siguiente presentación técnica fue realizada por el **Sr. David Sebastian**, técnico del área de materiales de IK4-AZTERLAN.

En su ponencia *“Propiedades metalúrgicas sobre uniones soldadas”* profundizó en la metalurgia de los aceros inoxidables austeníticos y dúplex, haciendo hincapié en la importancia de garantizar unas correctas propiedades metalúrgicas en la unión soldada a través de una adecuada selección del material de aporte y una correcta ejecución de la soldadura.

En concreto se expusieron aspectos como los diferentes modos de solidificación que presentan estas aleaciones, las transformaciones y precipitación de fases que ocurren durante el enfriamiento, y la influencia que estos fenómenos ejercen sobre las propiedades finales de la soldadura.

El Sr. Sebastián dio a conocer las particularidades de cada tipo de acero respecto a su resistencia a la corrosión, presentando los diferentes modos de corrosión asociados a la soldadura de estos materiales, así como las posibles soluciones o medidas disponibles a fin de poder evitarlos.

Del mismo modo, se expusieron un par de ejemplos prácticos en los que se pudo comprobar la influencia y la importancia de la utilización de diferentes gases en los procesos de soldadura. En primer lugar se vio cómo el empleo de diferentes mezclas en la soldadura de aceros inoxidables austeníticos permite utilizar una mayor velocidad de avance (lo que se traduce en una mayor productividad), manteniendo valores bajos de heat input, y por tanto sin afectar a las características mecánicas finales de la unión.

Por último, se verificó que el uso de una mezcla con 90% de nitrógeno y 10% de hidrógeno como gas de respaldo en soldadura TIG de aceros inoxidables dúplex resulta beneficiosa para la resistencia a la corrosión del cordón, mejorando sensiblemente la resistencia al pitting sin producir los tan temidos fenómenos de fragilización por hidrógeno.



Sr. David Sebastian. IK4-AZTERLAN, Área de Materiales

El Sr. David de Vicente, de la empresa Praxair, compartió de nuevo con la audiencia dos interesantes ponencias. En la primera de ellas, denominada *“Soldadura TIG: Nuevos Gases - Soldadura y Respaldo”*, se hizo un recorrido tanto por el estado del arte de la soldadura TIG, como por las nuevas tendencias en gases de protección para la optimización de estos procesos.

La soldadura TIG se suele concentrar en procesos donde el vector principal no es la productividad, sino el aspecto y sobre todo la calidad metalúrgica que ofrece. Esto lo ubica en fabricaciones donde el producto terminado tendrá que cumplir funciones muy exigentes, enmarcando con frecuencia el proceso en el cumplimiento de procedimientos normativas y ensayos que no dan margen al error. Sus limitaciones en productividad han obligado a los fabricantes de equipamiento a apostar por la automatización del proceso siendo cada vez más común tecnologías orbitales, TIG con aportación continua, TIG con hilo caliente,... etc.

La ponencia se inició alrededor de la idea de que cuando hablamos de calidad, productividad y alta exigencia, el papel del gas también es relevante. Actualmente, el uso de Argón garantiza un proceso estable y válido, pero la evolución y la mejora del proceso han ido demandando el uso de un segundo gas en base a lo que queramos conseguir. En dúplex, los códigos y manuales de mayor prestigio ya recomiendan el uso de mezclas con N₂ para garantizar un buen balance metalúrgico. Dentro de estos aceros, es normal mitigar la exigencia de preparación de bordes resultante de su viscosidad frente a los austeníticos usando un gas como el helio, que aporta mayor input térmico. Adicionalmente, las mezclas con helio nos permiten ganancias de velocidad y penetración que lo convierten en una buena opción en automatismos TIG. El uso de mezclas con H₂ se extiende de manera exponencial en la soldadura de aceros de grado austenítico, debido a la buena combinación de su coste con las mejoras que ofrece, como un excelente aspecto, cordones planos y fuerte input térmico que aporta velocidad y penetración. Como ejemplo de su expansión, la nueva norma de cualificación de soldadores EN ISO 9606-1 incluye como nuevo proceso el "soldeo TIG 145 Soldeo por arco con adición de gas reductor en el gas inerte".



El Sr. David de Vicente (Praxair), presentando sus ponencias sobre TIG y aplicaciones reales

Seguidamente, el Sr. de Vicente compartió dentro del apartado *“Aplicaciones avanzadas: exposición de resultados reales”* una serie de experiencias y aplicaciones reales de este tipo de soldaduras y métodos comentados en las ponencias previas, incluyendo los resultados y conclusiones obtenidas en dichos trabajos y pruebas.

La última de las ponencias de la jornada fue realizada por el **Sr. Geron López**, Técnico Comercial del área de Gases de Soldadura y Corte de Praxair, explicando un *“Caso práctico de eliminación de proyecciones de la antorcha”*.

Como introdujo el Sr. López a los asistentes, una vez seleccionados los gases, aportaciones, equipamiento, etc. más adecuados, el complejo entorno de la soldadura nos exige operaciones que restan productividad, siendo una de ellas la conservación y limpieza de los consumibles montados en la antorcha MIG. En definitiva, toda la tecnología integrada en el equipamiento de soldadura MIG se transmite al proceso a través de los pequeños consumibles montados en el interior de la antorcha (difusor, tobera y punta de contacto), estando estos elementos sometidos a constantes choques térmicos, proyecciones, salpicaduras y humos de la soldadura, haciéndose necesaria su limpieza y como fin último su sustitución para garantizar la estabilidad del proceso.

El estado del arte actual para limpiar la antorcha, es una combinación de limpieza mecánica mediante fresas o elementos cortantes, con un agente químico tipo spray o pasta que disminuye la adherencia de las proyecciones. La parte mecánica produce abrasiones en los consumibles disminuyendo su vida útil y la parte química empobrece la calidad de la atmósfera respirada por el soldador y puede introducir contaminaciones en el proceso.

El caso práctico mostrado en este momento de la jornada está basado en la experiencia con un innovador proceso desarrollado por Praxair, denominado Easycleaner, y que consiste en la combinación de una botella compacta con una válvula difusora especial que permite mediante impacto térmico de nieve carbónica eliminar las proyecciones en la antorcha. Las grandes ventajas descritas para este método son que además de limpiar refrigera la antorcha, la limpieza no es abrasiva (aumentando sustancialmente la vida de los consumibles), es rápido (5 seg), por lo que aumenta la productividad, es seguro (ya que no se trabaja con elementos abrasivos ni existe posibilidad de quemaduras) y es respetuoso con el medioambiente, ya que al contrario de los sprays y pastas antiproyecciones no empeora la calidad de los humos.



Sr. Geron López. PRAXAIR, Técnico Comercial para Gases de Soldadura y Corte

El nivel y el alto conocimiento técnico compartido a través de todas las presentaciones, el intercambio de experiencias planteado por los distintos ponentes, junto con la destacada participación de las empresas, han sido algunas de las claves del éxito de esta jornada.

Desde la organización del acto, agradecer el esfuerzo y la colaboración de los técnicos de PRAXAIR, así como del Centro Tecnológico IK4-AZTERLAN, que han hecho posible la coordinación y materialización de este interesantísimo espacio técnico de trabajo.



A la izda., el equipo de ponentes de la jornada. Este acto ha sido uno de los múltiples eventos enmarcados en la Semana Europea de la Gestión Avanzada, organizada por Euskalit

Asimismo, agradecer a EUSKALIT haber hecho posible nuestra participación en la Semana Europea de la Gestión Avanzada, un punto de encuentro desde el que hemos podido transferir a nuestra industria las mejores experiencias y conocimientos de nuevas formas de trabajo que nos hagan ser más competitivos.



XX Edición de la Semana Europea de la Gestión Avanzada, en cuyo apartado de Innovación se ha enmarcado esta jornada

Organizadores y entidades colaboradoras:

