

**ALGUNAS EXPERIENCIAS EN SOLDADURAS POR EXPLOSION
DE ZRY-4 CON ZRY-4 Y CON OTROS MATERIALES**

POR

N.S. BADINO y J.L. NASHMIAS

Comisión de Energía Atómica
República Argentina

Trabajo a ser presentado en las 17. Jornadas metalúrgicas de la Sociedad Argentina de Metales; 2. Encuentro argentino de cerámicos y refractarios el 13-16 de April de 1993 San Carlos de Bariloche -Argentina.

A N E X O

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA TRAMITE DE PUBLICACIONES	NUMERO DE SERIE 98-93
TITULO Y SUBTITULOS ALGUNAS EXPERIENCIAS EN SOLDADURA POR EXPLOSION DE ZRY-4 CON ZRY-4 Y CON OTROS MATERIALES	FECHA DE ENVIO ORGANISMO PROMOTOR
AUTORES Ing. Néstor S. Badino Ing. José Luis Nashmias	FECHA DE RECEPCION COMISION DE PUBLICACIONES 93-03-22
ORGANISMO PROMOTOR Y DEPENDENCIAS GERENCIA DESARROLLO -DEPARTAMENTO S.A.T.I.-	TIPO DE PUBLICACION SAM
DIRECCION POSTAL Y TELEFONO Avda. del Libertador 8250 (1429) Capital Federal 755-2941	NUMERO DE EJEMPLARES AREAS RELACIONADAS INIS (1 copia trabajo)
PALABRAS CLAVE INIS: CIRCALOY-4 SOLDADURA EXPLOSION	
RESUMEN Se estudia la posible soldadura por explosión de materiales utilizables en la industria nuclear que pueden presentar dificultades al querer ser unidos con procesos de soldadura por fusión. Entre los pares elegidos para efectuar las pruebas, se pueden mencionar Zry-4 con Zry-4, Zry-4 con Incoloy; Zry-4 con acero inoxidable, Zry-4 con Inconel; verificándose buenos resultados en la unión de Zry-4 con Zry-4 y resultados menos claros que se están evaluand en los otros pares.	
INFORME DEL ORGANISMO PROMOTOR 1.- ASPECTOS CIENTIFICOS 2.1 IMPLICANCIAS TECNOLOGICAS 2.2 IMPLICANCIAS COMERCIALES 2.3 IMPLICANCIAS LEGALES 2.4 IMPLICANCIAS DE IMAGEN INSTITUCIONAL	DICTAMEN COMISION PUBLICACION CALIFICACION Aprobado CLASIFICACION NO RESTRINGIDA FECHA 25/3/93
FIRMA DEL RESPONSABLE DEL ORGANISMO	TRAMITE

SOME TESTS OF EXPLOSION WELDING IN ZRY 4 - Zry 4 AND OTHER MATERIALS

We studied the possibility of welding explosion for nuclear industry materials. In this case, they present difficulties to join them by fusion welding.

We select the following pairs: Zry 4-Zry 4, Zry 4-Incoloy, Zry 4-stainless steel, Zry 4-Inconel. We obtained good results in Zry 4-Zry 4 and not so clear results in other cases. We are now studying them and thinking about other possible tests.

ALGUNAS EXPERIENCIAS EN SOLDADURA POR EXPLOSION DE ZRY-4 CON ZRY-4 Y CON OTROS MATERIALES.

Ing. Néstor S. Badino* - Ing. José L. Nashmias*

RESUMEN:

En el campo de la energía nuclear, el Circaloy es un material de fundamental importancia por lo que, sobre él se han centrado innumerables trabajos de desarrollo, en particular sobre el tema de su soldadura, en este aspecto el grupo de la C.N.E.A. que trabaja con el proceso soldadura por explosión, pensó que podía ser utilizado el mismo en la unión de este metal. Así fue que se hicieron pruebas sobre pares metálicos como Zry-4 con Zry-4, Zry-4 con Incoloy, Zry-4 con Inconel, Zry-4 con acero inoxidable.

Con la finalidad de poder determinar los parámetros que llevaron a conseguir por medio de este tipo de soldadura resultados repetibles que aseguran una buena soldadura, las variables a manejar en estos casos son fundamentalmente el ángulo de colisión (γ) y la velocidad del punto de contacto (V_c), también por datos experimentales se sabe que el conjunto de propiedades mecánicas de los materiales utilizados tienen un efecto de control sobre el proceso de soldadura.

INTRODUCCION:

La soldadura por explosión constituye una forma de soldadura por impacto en estado sólido.

La presencia o ausencia de estructuras de fusión dentro de las zonas de unión marcan la posibilidad de definir dos tipos de uniones de soldadura que se llaman: Unión inferior y Unión superior. Nosotros buscamos trabajar en la zona de unión inferior.

Los procesos de unión dentro de la soldadura por explosión están determinados por los siguientes parámetros:

- Espesor h de la capa explosiva
- Densidad del explosivo
- Velocidad de detonación
- ángulo inicial
- distancia inicial entre las chapas

En tanto que las condiciones cinéticas de la colisión entre las dos chapas, están caracterizadas por dos parámetros.

- ángulo de colisión (γ)
- velocidad del punto de contacto (V_c)

La velocidad del punto de contacto (V_c) es la velocidad de la línea de contacto sobre la chapa estacionaria en la misma dirección de propagación de la detonación.

El impacto oblicuo o ángulo de colisión da origen a un chorro metálico llamado jet, el cual posee una gran energía cinética que ejerce una acción limpiadora sobre las superficies que forman el ángulo de impacto.

La velocidad adquirida por las chapas a unir antes del choque, se transforma en presión al impactar, los valores de presión que se alcanzan hacen que el material se comporte como un fluido no viscoso, por lo que los átomos pueden acercarse hasta el punto de provocar la unión metalúrgica.

La condición necesaria para la formación de la unión soldada es la activación de la superficie de contacto como el resultado del arribo de las dislocaciones a esta superficie.

Sin embargo, este proceso de unión no explica la remoción de impurezas en las uniones superficiales, por lo tanto las uniones se producen a través de la película de óxidos e impurezas superficiales que puedan existir.

El efecto del espesor de la película de óxidos sobre la calidad de la unión soldada no pudo ser claramente definida en virtud de la escasa cantidad de ensayos realizados hasta el presente; pero es evidente que la presencia de óxidos afecta las propiedades mecánicas de la unión. De acuerdo con esto, la presencia de impurezas secundarias sobre la superficie metálica, demuestra la necesidad de la existencia del jet el cual por su acción limpiadora elimina las impurezas existentes.

La compresión adiabática del material, unida a la fricción provocada por el chorro metálico, puede elevar considerablemente la temperatura de la interface, este incremento de la temperatura unido a la elevadísima presión existente en el lugar, puede provocar la formación de fases de gran dureza y fragilidad. Su naturaleza, extensión, comportamiento e influencia en la resistencia de la unión depende en primer lugar de la composición química de los materiales que intervienen en la soldadura y luego de las variables del proceso.

ENSAYOS REALIZADOS

Se efectuaron ensayos sobre pares metálicos tales como Zry 4-Incoloy, Zry-4-Acero Inoxidable, Zry-4-Zry-4, y se está trabajando sobre el par Zry 4-Inconel.

Estos ensayos se realizaron sobre geometría variable como ser: sobre el par Zry 4-Incoloy se utilizó la geometría circular, en tanto que el resto de los ensayos se llevaron a cabo sobre geometría plana y disposición angular entre las chapas, en todos los ensayos el explosivo utilizado fue Exolina, explosivo plástico, de fácil manipuleo y gran estabilidad.

La selección de este explosivo se debió a experiencias previas realizadas por nuestro grupo en la soldadura de tapones de tubos de los generadores de vapor de la CNA-I

RESULTADOS OBTENIDOS:

Los primeros ensayos se realizaron sobre el par Incoloy-Zry 4, estos ensayos se desarrollaron con geometría cilíndrica, y una cantidad variable de carga explosiva. En la observación metalográfica realizada, pudo determinarse la presencia de una nueva zona generada en la unión la cual presenta características similares a la de un compuesto intermetálico que está en estudio por el momento. (Foto N°1 y N°2)

Seguidamente se trabajó con el par metálico acero inoxidable-Zry 4 y Zry 4-Zry 4 con geometría plana y disposición angular. Dada la calidad de la superficie (baja rugosidad) y la limpieza de las mismas, (fueron limpiadas con acetona), se utilizó un bajo ángulo entre las placas.

Para el par inoxidable-Zry 4 los resultados fueron negativos y no se obtuvo soldadura dada la mala disposición del detonador con respecto al explosivo.

En este ensayo el detonador no se contactaba perfectamente con la masa explosiva. Luego, se procedió a realizar un nuevo ensayo con el par Zry 4 - Zry 4, en éste se modificó la posición del detonador respecto del explosivo con el objeto de lograr su total explosión, el resultado fue altamente satisfactorio logrando la soldadura entre ambas chapas, pero dada la elevada concentración de explosivo en un área relativamente pequeña, se verificó un exceso de energía. (Foto N°3).

El explosivo para esta soldadura fue utilizado como se proveyó por el fabricante, pero, presentó el inconveniente de no poder distribuirse homogéneamente sobre la superficie metálica en forma de una capa delgada. Con el propósito de mejorar esto, se pensó en fluidificar el explosivo, con el agregado al mismo de 10% en peso de vaselina líquida. Este agregado produjo la lógica modificación de la composición química del explosivo, por lo que se debieron realizar pruebas tendientes a verificar la explosividad de la nueva mezcla, obteniéndose resultados satisfactorios.

CONCLUSIONES:

1.- Estas experiencias que aún se encuentran en desarrollo, producen una interesante perspectiva de aplicación del método en uniones de pares metálicos difíciles de lograr por métodos convencionales de fusión.

Se marcó claramente la viabilidad de la unión Zry-4 con Zry-4 y queda aún en estudio la posibilidad de conseguir uniones metalúrgicamente sanas entre los pares Zry-4 Incoloy, Zry-4 Inconel las cuales están en proceso de ensayos.

2.-En este tipo de soldadura para la unión de Zry-4 no es necesaria la creación de una atmósfera protectora, con lo que se acelera el proceso y bajan los costos operativos en operaciones repetitivas.

3.-Para el caso de soldadura de placas metálicas de bajos espesores como las que fueron utilizadas, es recomendable fluidificar el explosivo utilizado con el objeto de lograr capas más delgadas y homogéneas sobre toda la superficie a ser unida.

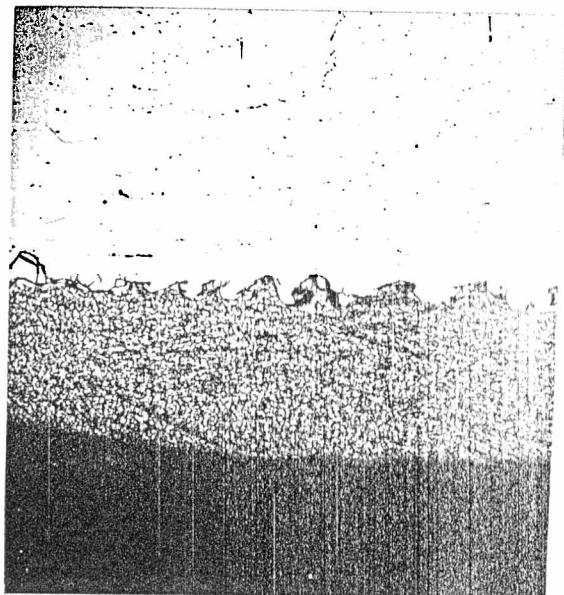


Foto 1

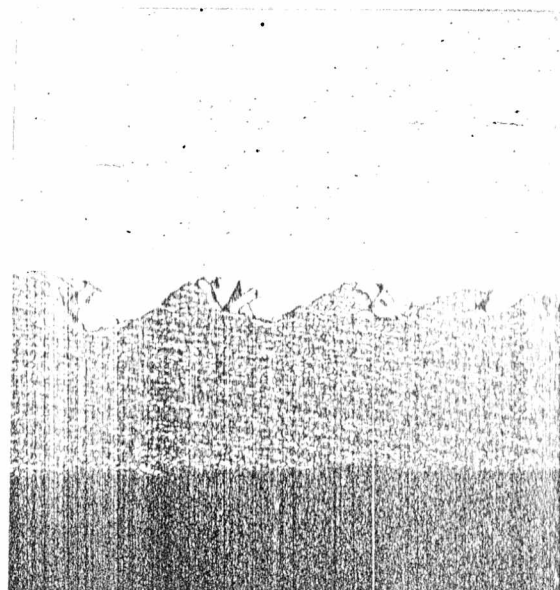


Foto 2

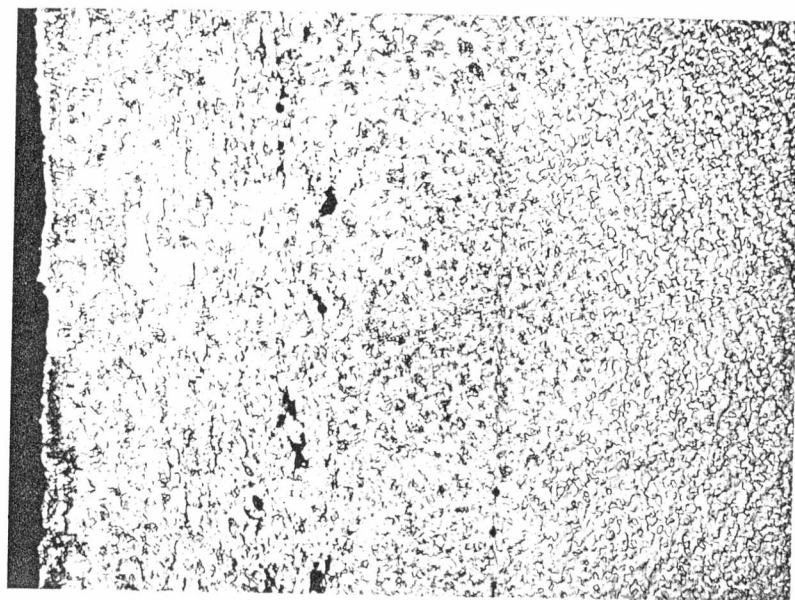


Foto 3