

UNIDAD 1:

SOLDADURA CON ELECTRODO REVESTIDO

Un poco de teoría

Desde que trabajo en formación si hay algo que tengo claro es que las clases de teoría normalmente no son la parte favorita de los alumnos. Los profesores tenemos que echar mano de la imaginación para hacerla lo más sencilla y entretenida posible... ¡Normal! A mí tampoco me gustaba.

Desde el principio debes saber que lo bueno de nuestro oficio es que no hay que estudiar tanto comparado con otros, así que en un plazo más o menos corto nos vamos dando cuenta de que el esfuerzo no va a ser para tanto y se suele llevar de otra manera la teórica (...aunque no siempre). La verdad es que tener claros algunos SENCILLOS conceptos no solo nos va a facilitar el trabajo de prácticas y que empezemos a pensar por nuestra cuenta cuando el ejercicio se complica, además es la manera de progresar en nuestra profesión.

Si me prestas tu atención en la lectura de esta introducción a la soldadura con electrodos prometo centrarme solo en lo fundamental.

¿Empezamos?

1. FUNDAMENTOS DE LA SOLDADURA AL ARCO CON ELECTRODOS REVESTIDOS

El principio en el que se basa la soldadura al arco con electrodos revestidos es el establecimiento de un circuito eléctrico cerrado al poner en contacto la pinza portaelectrodos, conectada a un generador de corriente (grupo de soldadura) con el metal base, también conectado al mismo a través de la masa. La corriente al pasar, por el efecto Joule¹, hace que se caliente la zona de contacto entre ambos, principalmente el extremo del electrodo. El selector de intensidad del grupo de soldadura controla la corriente que pasa por el circuito cerrado.

Al establecerse el arco rascando el electrodo (como una cerilla) sobre el metal salta la chispa. La temperatura que se genera ronda los 5.000°C, tanto el extremo del electrodo como la zona afectada de la pieza se funden. A medida que el electrodo se va consumiendo el soldador hace avanzar el baño de fusión a lo largo de la unión a soldar. Mientras tanto el calor se va repartiendo por el metal base, bajando la temperatura por debajo del punto de fusión, por lo que la parte del baño que deja de estar bajo el arco se va solidificando, formando lo que llamamos cordón de soldadura.

Durante el tiempo de soldeo el electrodo se va fundiendo en forma de pequeñas gotas que se van aportando al baño de fusión. Consumido éste hasta que no queda de él

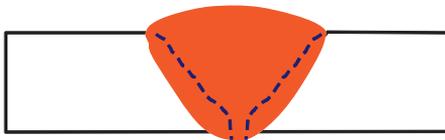
¹ Cuando por un material conductor pasa una corriente eléctrica, se produce en él un calentamiento

se usa la corriente alterna porque cuando la corriente va de la pieza al electrodo rompe la alúmina (el óxido natural de este metal) y como ya veremos ese decapado es fundamental para poder soldarlo. En consecuencia, el reparto de calor es igual, al 50%, en electrodo y masa.

6. DISEÑO DE LA UNIÓN

Cuando soldamos la penetración es limitada (profundidad que alcanza la fusión). Hay veces que no es posible conseguir la fusión de todo el espesor, salvo si estos son reducidos.

Podemos decir que si el espesor de las piezas es mayor de 3-4 mm debemos biselar los bordes de las mismas para que permita al calor producido por el arco alcanzar la cara opuesta a la de soldeo, fundiendo sus aristas y formando lo que llamamos cordón de raíz. La forma de esos biseles es lo que se denomina diseño de la unión. Dependiendo de cual sea el espesor de la pieza, que sea posible soldarla solo por una cara (por ejemplo un tubo pequeño) o por las dos y del tipo de proceso de soldadura que usemos se utiliza un diseño concreto de unión.



Por resumirlo de una forma sencilla:

1. **BORDES RECTOS.** Si las piezas tienen no más de 3-4 mm de espesor se pueden soldar a tope (una junto a otra con o sin separación entre ellas y siempre que estén al mismo nivel una de otra).



2. **CHAFLÁN EN "V".** Cuando tienen espesores mayores de 3-4 mm. Se biselan los bordes de las piezas a unir, como veremos en las prácticas, con más o menos ángulo dependiendo del espesor, el tipo de metal y el proceso de soldadura que se utilice. Se utiliza en piezas no muy gruesas que solo es posible soldarlas por una cara y se suele dejar plana la arista unos milímetros (talón) así como dejar una separación entre ellas (entrehierro).

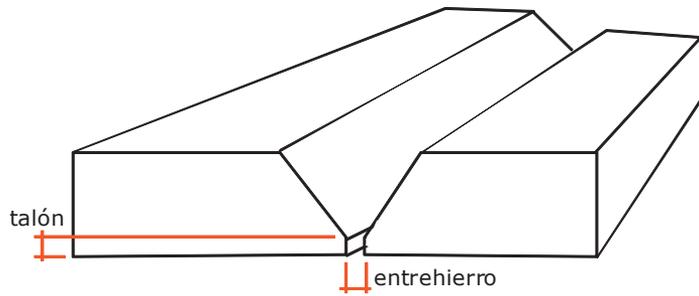


3. **CHAFLÁN EN "X".** Siempre que sea posible soldar por las dos caras y a partir de 6-8 mm, es recomendable usar biselés simétricos ya que las tensiones y deformaciones que produce la soldadura se reducen mucho frente al chaflán en "V".



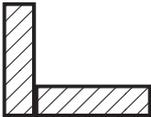
4. **CHAFLÁN EN "U".** Para grandes espesores soldables por una sola cara se recomiendan los biselés en "J" que forma una unión en "U". Para esta preparación ya no nos vale la radial con disco de repasar o una sierra de corte en ángulo, se preparan mediante mecanizado.

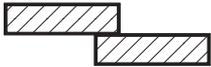




Estos diseños de unión se aplican para los siguientes tipos de uniones:

1. Unión a tope 

2. Unión en ángulo 

3. Unión a solape 





Soldadura PF en acero al carbono con electrodo básico 7018 embridada con "puentes"





Soldadura de tubería de acero al carbono con electrodo en posición 5G

7. APLICACIONES DEL PROCESO

Como no quiero faltar a la promesa que hice al principio del capítulo de teoría, voy a ir acabando...

En el soldeo manual por arco con electrodos revestidos se pueden soldar no solo acero al carbono sino también:

- Aceros aleados.
- Aceros inoxidable.
- Fundiciones de hierro.
- Algunos metales más como aluminio, cobre, níquel... pero la calidad que deja el electrodo no es la mejor. Para ello resulta mejor utilizar MIG o TIG.

No es posible soldar metales de bajo punto de fusión (con electrodo) como: plomo, estaño, zinc, etc.

Tampoco es posible soldar metales de alta sensibilidad al oxígeno ya que los gases que desprende el revestimiento son insuficientes para su protección. Algunos de ellos: titanio, circonio, tántalo, etc.

8. RECOMENDACIONES

Los electrodos más aptos para los aceros que tienen bastantes impurezas o alto contenido en carbono son los básicos, seguidos de los levemente ácidos y rutilos. Los más sensibles a éstas son los ácidos y los celulósicos.

Para espesores muy finos lo que mejor funciona es el rutilo. En preparaciones de bordes con aberturas y separaciones algo más grandes de lo planeado se necesitan electrodos cuyo baño se enfríe rápidamente y tenga una gran tenacidad, como es el caso de los básicos y rutilos. Si, por el contrario, la unión ha quedado casi sin separación interesan electrodos que produzcan un baño muy caliente y fluido, como pasa con los ácidos.



Construcción del A-43. Imagen cedida por ALUTECH MARINE

! *Muy Importante*

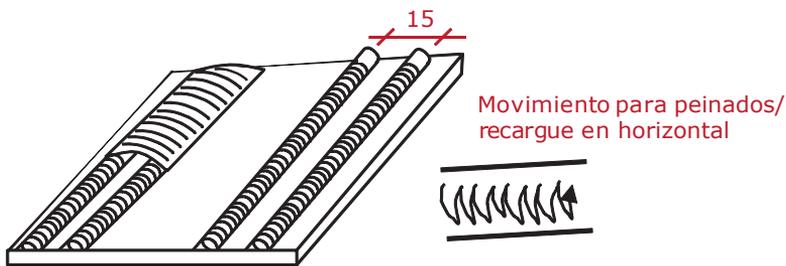
En todos los ejercicios:

- El revestimiento del electrodo se transforma en escoria que protege la soldadura mientras está caliente. ¡No la retires antes de que se enfríe!
- Al picar la escoria usa siempre las gafas de protección.
- Procura, mientras se enfría la escoria, emplear el tiempo en algo útil, por ejemplo eliminar las proyecciones (las "pelotas" de material que aparecen a los lados de la soldadura) mejorará mucho su aspecto final.
- Utiliza la tenaza para coger las piezas calientes, nunca las manos, aunque lleves los guantes de soldador. ¡Están muy calientes!
- Llama al profe siempre que tengas dudas sobre cómo hacer algo, sobre todo si se trata de usar radiales, sierras, esmeriles, etc. son máquinas a las que hay que tener respeto, aunque nunca miedo, y usarlas con todas las precauciones.
- **NUNCA MIRES AL ARCO SIN LA PROTECCIÓN DE LA PANTALLA.**
- **NUNCA TRABAJES EN SOLDADURA SIN GUANTES, O EN MANGA CORTA.** Procura usar las protecciones: delantal, manguitos, polainas... ¡ite vamos a cobrar lo mismo! Y al final del día devuélvelas a su sitio. Tampoco está de más una mascarilla.

- Un electrodo gastado no mide más de 5 cm, por favor, utilízalo hasta el final antes de tirarlo.
- Arranca siempre el electrodo como si encendieras una cerilla: con un movimiento rápido y preciso hasta que arranque y dé luz, entonces llévalo al inicio de la soldadura.
- Practica el empalme de cordones en todos los ejercicios propuestos.
- Se cuidadoso con el material y colabora con la limpieza del puesto al terminar la clase.
- Lee bien las indicaciones de cada práctica antes de empezar, pero cuando lo hayas hecho observa el ejercicio con tus ojos y sigue tu propia intuición.
- Si lo pueden hacer otros, tú también puedes. Es cuestión de entender la técnica y practicarla.
- Para conseguir realizar la práctica correctamente TIENES QUE CREER QUE PUEDES HACERLA, si no es perder el tiempo.
- Realiza las prácticas con otro compañero: dos cabezas piensan más que una y... es más fácil ver los fallos ajenos que los de uno mismo.
- Deja que tu mano se aprenda los movimientos (también tiene memoria) durante la soldadura tienes que controlar la distancia, el ángulo, el movimiento y la separación del electrodo. Así eliminas un factor y puedes concentrarte en los demás... que no es poco.

**PRIMEROS CORDONES + RECARGUE EN POSICIÓN HORIZONTAL
PA (1G)**

MATERIAL BASE	Pletina acero al carbono 100 x 80 x 3 mm
ELECTRODOS A UTILIZAR	Electrodo Ø 2,5 x 350 mm de tipo Rutilo 6013 Polaridad directa
Nº DE CORDONES	4 cordones depositados con movimiento recto 2 cordones de recargue con movimiento en "media luna"
INTENSIDAD	65 A para cordones con movimiento recto 70-75 A para cordones de recargue

*¿Cómo lo hago?*

Bienvenid@ a tu estreno, vamos a empezar con dos sencillos ejercicios.

En la práctica 1 vamos a realizar unos cordones rectos que luego van a servir como guías de otros que llamaremos en adelante "de recargue" o "de peinado".

En la práctica 2 vamos a aprender a empalmar cordones.

Que quede claro desde el principio: aunque sencillos son la base de todos los ejercicios que vamos a encontrar a continuación. Por lo tanto **DEBEREMOS DOMINARLOS ANTES DE PASAR A LA PRÁCTICA Nº 3.**

¿Vamos a por ello?

Bien, previamente a la soldadura hay una cosa que podemos hacer: Es recomendable dejar marcadas unas líneas rectas en el material base (la chapa) con un granete o punta de trazar, remarcándolas luego con radial pequeña y disco de corte (pide ayuda al profe si nunca has utilizado una iqué para eso está!) y conseguir unas referencias bien visibles. Daremos los cordones sobre estas líneas para no torcernos.

Una vez hecho podemos empezar con los cordones rectos: arrancamos en sobre una de las líneas rascando la punta del electrodo sobre la chapa como una cerilla hasta que se enciende el arco y podemos ver algo a través del cristal oscuro de la pantalla, momento en el que llevamos el electrodo al inicio de la referencia y empezamos a avanzar sobre ella.

¿Cómo?

Hay que respetar tres cosas: llevar una inclinación con electrodo en el sentido del avance de 75°-70°, una distancia constante de la punta del electrodo al metal base de 1-2 mm y una velocidad de avance constante respetando en todo momento lo anterior. Es decir, un movimiento hacia delante acompañado de otro hacia abajo al ritmo en que se consume el rutilo, manteniendo de principio a fin la inclinación de trabajo. Realiza primero todos los cordones rectos, luego elimina la escoria con una piqueta y dales un buen cepillado que sirva de limpieza para los siguientes.

Ahora tenemos que rellenar los huecos que quedan entre los cordones rectos. Cuando decimos que vamos a "recargar" nos referimos a dar cordones mucho más anchos de lo que el diámetro del electrodo permite utilizando una técnica diferente: para los cordones de recarga, además de todo lo anterior daremos al electrodo un movimiento lateral en forma de "U" o "media luna". Se trata de ir avanzando entre los dos cordones rectos "rellenando" el espacio entre ellos.

NOTA IMPORTANTE

En los laterales haz una parada, permanece ahí quieto el tiempo que tardes en contar "1, 2".
Solapa las pasadas en forma de "U" de modo que la segunda se monte un poco encima de la primera y así sucesivamente, como si de pintar se tratara, de esta forma cubrirás el hueco entre cordones por completo, sin huecos.

Aunque tengas experiencia, realiza las prácticas asegurándote de ajustarte a las indicaciones. A menudo cuesta más quitar vicios a un profesional que enseñar a una persona desde cero.

¡Mucho ánimo!