

CAPÍTULO III

PROCESOS DE SOLDADURA FUERTE

Los procesos de soldadura fuerte dependen en gran medida del sistema y del entorno dónde se aplique el calor necesario para conseguir la fusión del material de aportación y de cómo se aplique este calor. Según esto distinguiremos los siguientes grupos:

- Soldadura fuerte por llama de combustión de gases
- Soldadura fuerte por inducción
- Soldadura fuerte por resistencia
- Soldadura fuerte en horno
- Soldadura fuerte por difusión
- Soldadura fuerte por inmersión
- Soldadura fuerte exotérmica
- Soldadura fuerte con materiales plaqueados

3.1 Soldadura por llama de combustión de gases

La soldadura fuerte con soplete (torch brazing), utiliza como fuente de calor la llama producida por la combustión de un gas, acetileno, metano (gas natural), propano u otros hidrocarburos, mezclado con aire u oxígeno en las proporciones adecuadas. Dicha llama se aplica a las piezas a soldar hasta que alcanzan la temperatura adecuada. Entonces se añade el material de aportación manualmente o bien previamente se ha colocado un preformado en la entrada de la junta. Estas operaciones pueden ser con dispensador en las máquinas automáticas, de forma que el material fluya consolidando la unión.

3.1.1 Características de la llama

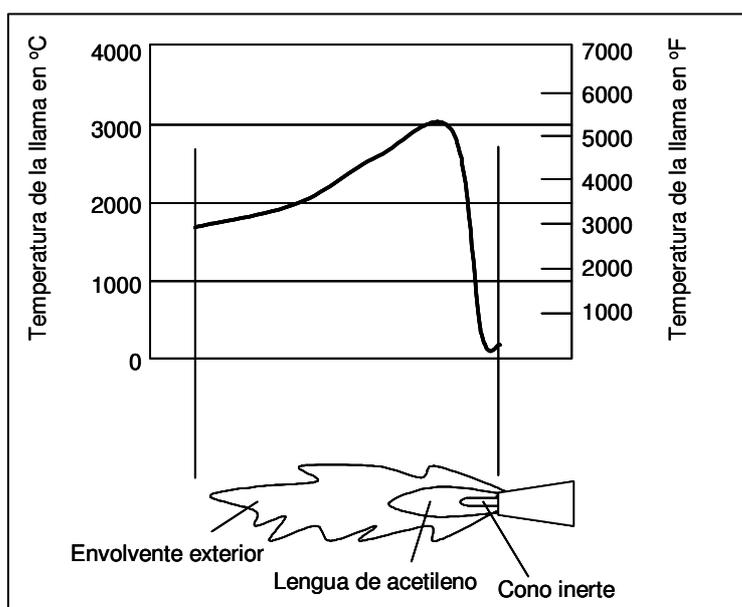


Fig. 3.1 Perfil térmico de una llama oxiacetilénica

La figura 3.1 muestra las diferentes zonas y temperaturas que se producen en una llama oxiacetilénica, es decir, producida por la combustión de acetileno en el oxígeno.

Podemos distinguir una zona amplia de temperatura decreciente y de características más bien reductoras. Dentro de esta zona aparecen dos dardos, el primero de ellos donde se produce la mezcla y que posee la temperatura más alta de la llama, debido a su riqueza en oxígeno que es de naturaleza oxidante. Todavía dentro de este dardo o llama más intensa, se observa un pequeño cono de temperatura muy baja que está formado por la mezcla de gases todavía sin reaccionar.

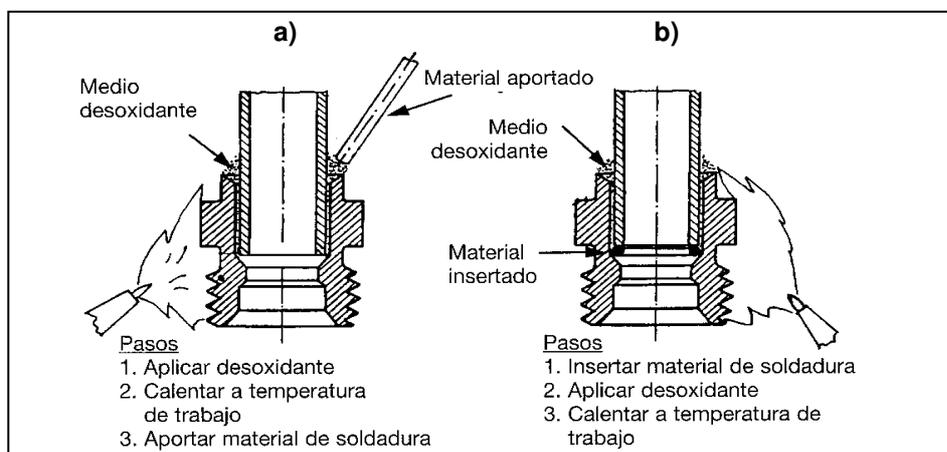


Fig. 3.2 a) Soldadura con aportación de material; b) Soldadura con material insertado

Como ejemplo de las posibilidades del soplete vemos una forma de realizar el soldeo en aceros inoxidables mediante un adecuado ajuste de la llama que evite el deterioro del material de base.

Ajuste de llama. Con el fin de ayudar a la reducción de óxido, siempre presente, y de prevenir oxidaciones posteriores en la superficie de la pieza, debe ajustarse la llama en rangos del campo neutro a ligeramente reductoras. Una llama reductora es adecuada para el soldeo de acero inoxidable con aleaciones de níquel o aceros al carbono. Sin embargo, una llama ligeramente oxidante es mejor para el soldeo con cobre que contenga óxidos, y una llama ligeramente reductora funciona mejor con cobre puro. La utilización de una llama reductora para el soldeo con cobre no es recomendable ya que esta llama elimina el oxígeno del cobre y puede producir fragilización por el hidrógeno.

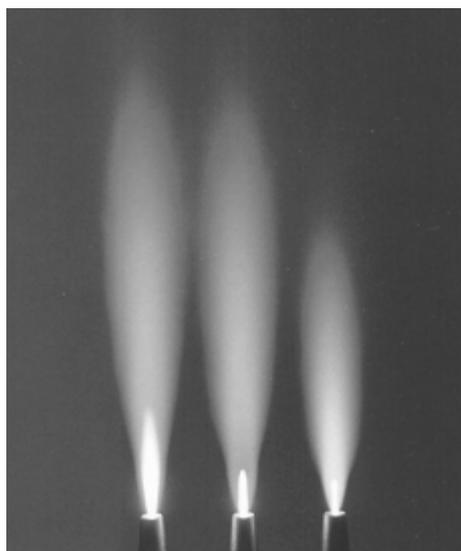


Fig. 3.3 Graduación de llama: reductores-neutra-oxidante

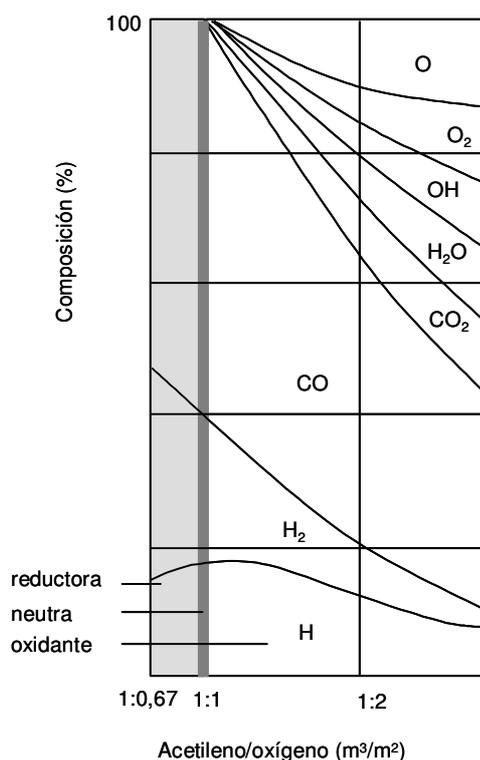


Fig. 3.4 Composición en % de los gases en el cono de la llama, en dependencia de la proporción de mezcla

En las dos figuras anteriores vemos tres tipos de llama formadas por diferentes relaciones de acetileno y oxígeno que vamos a definir:

Llama carburante o reductora: se produce cuando la mezcla de oxígeno y acetileno tiene un exceso de este último, entonces se forma una zona de color amarillo claro luminoso delante del dardo de la llama. Se utiliza para la soldadura de aceros al carbono, aceros fundidos y sus aleaciones, aluminio fundido y aceros especiales.

Llama neutra: para su regulación, partiendo de la llama carburante, se disminuye la cantidad de acetileno y se aumenta la cantidad de oxígeno alternativamente, hasta que desaparece la llama carburante. De este modo, es más fácil ver cómo desaparece la zona carburante en el dardo de llama neutra.

Se utiliza para soldar piezas de materiales tales como hierro fundido, acero maleable, acero suave, bronce, acero inoxidable, acero al cromo con 12% de cromo, acero al cromo-níquel, cobre, latón, aluminio y sus aleaciones, manganeso y sus aleaciones.

Llama oxidante: partiendo de la llama neutra se disminuye la cantidad de acetileno y se aumenta la cantidad de oxígeno alternativamente hasta que la zona reductora desaparece. Se utiliza en las soldaduras de latón, con grandes porcentajes de zinc y aleaciones de cobre.

Debido a que la temperatura de soldeo, en muchos casos oscila entre los 500 y 800°C, es posible mediante la utilización de boquillas adecuadas utilizar mezclas aire-gas siendo de nuevo estos gases los hidrocarburos conocidos como metano, propano, etc. La figura y la tabla siguiente muestran la diferencia entre boquillas oxígeno-acetileno o gas-aire.

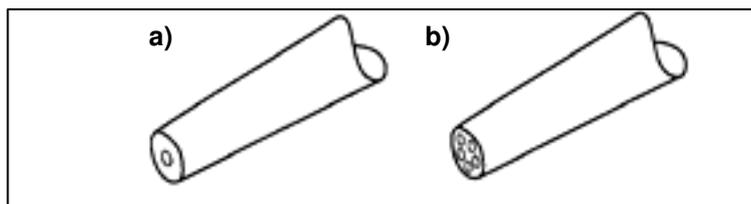


Fig. 3.5 a) Soplete autógeno; b) Soplete de gas-aire

Tamaño de boquilla	Ámbito nominal espesor de la capa en mm	Consumo de oxígeno l/h	Consumo de acetileno l/h
0	0,2 bis 0,5	40 ± 5	35
1	0,5 bis 1	80 ± 10	75
2	1 bis 2	160 ± 15	150
3	2 bis 4	315 ± 30	300
4	4 bis 6	500 ± 50	500
5	6 bis 9	800 ± 80	750
6	9 bis 14	1250 ± 125	1150
7	14 bis 20	1800 ± 180	1700
8	20 bis 30	2500 ± 250	2500

Tabla 15. Diferencias de tamaño de boquillas

3.1.2 Ventajas y limitaciones

El soldeo fuerte con soplete se utiliza en muy diferentes metales base con una gran variedad de tamaños y formas de los conjuntos. El proceso presenta estas ventajas principales:

- Flexibilidad
- Bajo coste del capital inicial
- No es necesario calentar todo el conjunto, únicamente la zona localizada que deseamos soldar
- En muchos casos es posible la automatización
- La mayoría de los metales base y combinaciones de diferentes metales base pueden soldarse si existe el fundente adecuado

No obstante la versatilidad y el bajo coste de inmersión, el soldeo con llama tiene unas limitaciones importantes que incluyen

- Oxidación o decoloración que pueda aparecer en las superficies de la unión no cubiertas por el fundente, ya que el proceso se realiza al aire
- Los residuos de fundente deben eliminarse después de la operación de soldeo
- Los materiales altamente reactivos como el titanio, zirconio, hafnio y otros, no pueden soldarse con soplete debido a la falta de un fundente o protector de oxidación adecuado
- Las uniones muy grandes son difíciles de calentar debido a la naturaleza localizada de la llama

3.1.3 Aplicaciones

El soldeo fuerte con soplete o antorcha se utiliza comúnmente en uniones de cobre, bronce y otras aleaciones de cobre, así como en aceros al carbono, aceros inoxidables, aluminio, etc. Muchas de las combinaciones de estos materiales pueden