

Las propiedades de manufactura y tecnológicas son aquellas que definen el comportamiento de un material frente a diversos métodos de trabajo y a determinadas aplicaciones. Existen varias propiedades que entran en esta categoría, destacándose la templabilidad, la soldabilidad y la dureza entre otras.

Soldabilidad:

En ingeniería, procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin el aporte de otro metal, llamado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que han de soldarse. La mayor parte de procesos de soldadura se pueden separar en dos categorías: soldadura por presión, que se realiza sin la aportación de otro material mediante la aplicación de la presión suficiente y normalmente ayudada con calor, y soldadura por fusión, realizada mediante la aplicación de calor a las superficies, que se funden en la zona de contacto, con o sin aportación de otro metal. En cuanto a la utilización de metal de aportación se distingue entre soldadura ordinaria y soldadura autógena. Esta última se realiza sin añadir ningún material. La soldadura ordinaria o de aleación se lleva a cabo añadiendo un metal de aportación que se funde y adhiere a las piezas base, por lo que realmente éstas no participan por fusión en la soldadura. Se distingue también entre soldadura blanda y soldadura dura, según sea la temperatura de fusión del metal de aportación empleado; la soldadura blanda utiliza metales de aportación cuyo punto de fusión es inferior a los 450 °C, y la dura metales con temperaturas superiores.

Gracias al desarrollo de nuevas técnicas durante la primera mitad del siglo XX, la soldadura sustituyó al atornillado y al remachado en la construcción de muchas estructuras, como puentes, edificios y barcos. Es una técnica fundamental en la industria del motor, en la aeroespacial, en la fabricación de maquinaria y en la de cualquier producto hecho con metales.

El tipo de soldadura más adecuado para unir dos piezas de metal depende de las propiedades físicas de los metales, de la utilización a la que está destinada la pieza y de las instalaciones disponibles. Los procesos de soldadura se clasifican según las fuentes de presión y calor utilizadas.

El procedimiento de soldadura por presión original es el de soldadura de fragua, practicado durante siglos por herreros y artesanos. Los metales se calientan en un horno y se unen a golpes de martillo. Esta técnica se utiliza cada vez menos en la industria moderna.

Soldadura ordinaria o de aleación

Método utilizado para unir metales con aleaciones metálicas que se funden a temperaturas relativamente bajas. Se suele diferenciar entre soldaduras duras y blandas, según el punto de fusión y resistencia de la aleación utilizada. Los metales de aportación de las soldaduras blandas son aleaciones de plomo y estaño y, en ocasiones, pequeñas cantidades de bismuto. En las soldaduras duras se emplean aleaciones de plata, cobre y cinc (soldadura de plata) o de cobre y cinc (latón soldadura).

Para unir dos piezas de metal con aleación, primero hay que limpiar su superficie mecánicamente y recubrirla con una capa de fundente, por lo general resina o bórax. Esta limpieza química ayuda a que las piezas se unan con más fuerza, ya que elimina el óxido de los metales. A continuación se calientan las superficies con un soldador o soplete, y cuando alcanzan la temperatura de fusión del metal de aportación se aplica éste, que corre libremente y se endurece cuando se enfría. En el proceso llamado de resudación se aplica el metal de aportación a las piezas por separado, después se colocan juntas y se calientan. En los procesos industriales se suelen emplear hornos para calentar las piezas.

Este tipo de soldadura la practicaban ya hace más de 2.000 años los fenicios y los chinos. En el siglo I d.C., Plinio habla de la soldadura con estaño como procedimiento habitual de los artesanos en la elaboración de

ornamentos con metales preciosos; en el siglo XV se conoce la utilización del bórax como fundente.

Soldadura por fusión

Agrupar muchos procedimientos de soldadura en los que tiene lugar una fusión entre los metales a unir, con o sin la aportación de un metal, por lo general sin aplicar presión y a temperaturas superiores a las que se trabaja en las soldaduras ordinarias. Hay muchos procedimientos, entre los que destacan la soldadura por gas, la soldadura por arco y la aluminotérmica. Otras más específicas son la soldadura por haz de partículas, que se realiza en el vacío mediante un haz de electrones o de iones, y la soldadura por haz luminoso, que suele emplear un rayo láser como fuente de energía.

Soldadura por gas:

La soldadura por gas o con soplete utiliza el calor de la combustión de un gas o una mezcla gaseosa, que se aplica a las superficies de las piezas y a la varilla de metal de aportación. Este sistema tiene la ventaja de ser portátil ya que no necesita conectarse a la corriente eléctrica. Según la mezcla gaseosa utilizada se distingue entre soldadura oxiacetilénica (oxígeno / acetileno) y oxihídrica (oxígeno / hidrógeno), entre otras.

Soldadura por arco:

Los procedimientos de soldadura por arco son los más utilizados, sobre todo para soldar acero, y requieren corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y crear la unión.

La soldadura por arco tiene ciertas ventajas con respecto a otros métodos. Es más rápida debido a la alta concentración de calor que se genera y por lo tanto produce menos distorsión en la unión. En algunos casos se utilizan electrodos fusibles, que son los metales de aportación, en forma de varillas recubiertas de fundente o desnudas; en otros casos se utiliza un electrodo refractario de wolframio y el metal de aportación se añade aparte. Los procedimientos más importantes de soldadura por arco son con electrodo recubierto, con protección gaseosa y con fundente en polvo.

Soldadura por arco con electrodo recubierto

En este tipo de soldadura el electrodo metálico, que es conductor de electricidad, está recubierto de fundente y conectado a la fuente de corriente. El metal a soldar está conectado al otro borne de la fuente eléctrica. Al tocar con la punta del electrodo la pieza de metal se forma el arco eléctrico. El intenso calor del arco funde las dos partes a unir y la punta del electrodo, que constituye el metal de aportación. Este procedimiento, desarrollado a principios del siglo XX, se utiliza sobre todo para soldar acero.

Soldadura por arco con protección gaseosa

Es la que utiliza un gas para proteger la fusión del aire de la atmósfera. Según la naturaleza del gas utilizado se distingue entre soldadura MIG, si utiliza gas inerte, y soldadura MAG si utiliza un gas activo. Los gases inertes utilizados como protección suelen ser argón y helio; los gases activos suelen ser mezclas con dióxido de carbono. En ambos casos el electrodo, una varilla desnuda o recubierta con fundente, se funde para rellenar la unión.

Otro tipo de soldadura con protección gaseosa es la soldadura TIG, que utiliza un gas inerte para proteger los metales del oxígeno, como la MIG, pero se diferencia en que el electrodo no es fusible; se utiliza una varilla refractaria de wolframio. El metal de aportación puede suministrarse acercando una varilla desnuda al electrodo.

Soldadura por arco con fundente en polvo

Este procedimiento, en vez de utilizar un gas o el recubrimiento fundente del electrodo para proteger la unión del aire, usa un baño de material fundente en polvo donde se sumergen las piezas a soldar. Se pueden emplear varios electrodos de alambre desnudo y el polvo sobrante se utiliza de nuevo, por lo que es un procedimiento muy eficaz.

Soldadura aluminotérmica

El calor necesario para este tipo de soldadura se obtiene de la reacción química de una mezcla de óxido de hierro con partículas de aluminio muy finas. El metal líquido resultante constituye el metal de aportación. Se emplea para soldar roturas y cortes en piezas pesadas de hierro y acero, y es el método utilizado para soldar los raíles o rieles de los trenes.

Soldadura por presión

Agrupar todos los procesos de soldadura en los que se aplica presión sin aportación de metales para realizar la unión. Algunos métodos coinciden con los de fusión, como la soldadura con gases por presión, donde se calientan las piezas con una llama, pero difieren en que la unión se hace por presión y sin añadir ningún metal. El procedimiento más utilizado es el de soldadura por resistencia; otros son la soldadura por fragua (descrita más arriba), la soldadura por fricción y otros métodos más recientes como la soldadura por ultrasonidos.

Soldadura por resistencia

Se realiza por el calentamiento que experimentan los metales debido a su resistencia al flujo de una corriente eléctrica (efecto Joule). Los electrodos se aplican a los extremos de las piezas, se colocan juntas a presión y se hace pasar por ellas una fuerte corriente eléctrica durante un instante. La zona de unión de las dos piezas, como es la que mayor resistencia eléctrica ofrece, se calienta y funde los metales. Este procedimiento se utiliza mucho en la industria para la fabricación de láminas y alambres de metal, y se adapta muy bien a la automatización.

Templabilidad:

Proceso de baja temperatura en el tratamiento térmico del material, especialmente el acero, con el que se obtiene el equilibrio deseado entre la dureza y la tenacidad del producto final. Las piezas de acero endurecidas se calientan a una temperatura elevada, pero bajo el punto de fusión del material. Luego se enfrían rápidamente en aceite o en agua para lograr un material más duro, con menos estrés interno, pero más frágil. Para reducir la fragilidad, el material pasa por un recocido que aumenta la tenacidad y disminuye su dureza,

Para obtener el equilibrio adecuado entre dureza y tenacidad, deben controlar la temperatura de recalentamiento y la duración de este. La templabilidad depende de la facilidad del acero para evitar la transformación de la perlita (constituyente microscópico de las aleaciones férricas, formado por ferrita y cementita) o de la barrita de modo que pueda producirse martensita (hierro tetragonal de cuerpo centrado con carbono en solución sólida sobresaturada).

La templabilidad no es sinónimo de dureza. La máxima dureza que se puede obtener es una función del contenido de carbono.

Recocido:

Proceso de tratamiento térmico por el que el vidrio y ciertos metales y aleaciones se hacen menos quebradizos y más resistentes a la fractura. El recocido minimiza los defectos internos en la estructura atómica del material

y elimina posibles tensiones internas provocadas en las etapas anteriores de su procesado.

Los metales ferrosos y el vidrio se recuecen calentándolos a alta temperatura y enfriándolos lentamente; en cambio, la mejor forma de recocer el cobre y la plata es calentarlos y enfriarlos enseguida sumergiéndolos en agua. Cuando el volumen de metal o vidrio es grande suele enfriarse dentro del horno de calentamiento; las láminas suelen recocerse en un horno de proceso continuo. El material a recocer se traslada sobre un tablero móvil a través de una cámara de gran longitud con un gradiente (diferencia gradual) de temperaturas cuidadosamente fijado, desde un valor inicial justo por debajo del punto de ablandado hasta la temperatura ambiente en el extremo final. El tiempo de recocido, sobre todo en el caso del vidrio, varía mucho según el espesor de cada pieza; el vidrio de ventana, por ejemplo, requiere varias horas; el vidrio cilindrado necesita varios días, y los espejos de vidrio para telescopios reflectores, varios meses. El recocido es necesario como paso intermedio en procesos de manipulación de metales, como la fabricación de alambre o el estampado en latón, para recuperar la ductilidad que el metal a tratar pierde debido al endurecimiento producido durante la operación de modelado, y para obtener los más bajos valores de resistencia a la deformación.

Dureza:

Propiedad de un material sólido relacionada con la resistencia a la deformación o abrasión de su superficie. También se describe como la resistencia a la penetración del material en cuestión.

La dureza está relacionada con la solidez, durabilidad y la resistencia de los sólidos, y en sentido amplio, este término suele extenderse para incluir todas estas propiedades. Existen diversas pruebas para determinar el valor de la dureza:

- **Prueba Brinell (BHN):**
 - En una prensa se coloca una probeta con la superficie superior plana y se presiona esa superficie con un balín de acero con una carga de 500 Kg (materiales blandos) o 3.000 Kg (materiales duros). El diámetro de la huella impresa determina el valor de dureza.
- **Prueba Vickers (VHN):**
 - Una pirámide de diamante se presiona contra una probeta, bajo cargas más livianas que la prueba Brinell. La diagonal de la impresión determina el número de la dureza.
- **Prueba Rockwell (Ra, Rb, etc.):**
 - Un cono de diamante (ensayo Rc) es presionada en una probeta. La profundidad de la huella determina el número de dureza. Para materiales más blandos se utiliza la prueba Rb, la cual reemplaza al cono de diamante por un balín y se reduce la carga empleada.

Existen otras pruebas y escalas de dureza como la escala de Mohs (resistencia a las rayaduras) y la realizada con un escleroscopio.

Maquinabilidad:

Propiedad que determina la capacidad de mecanización de un material. Está relacionada con los procesos en los cuales existe arranque de material o viruta como:

- *cizallado*: proceso por el cual se corta una plancha o una pieza metálica en frío por medio de tijeras o cizallas.
- *torneado*: operación que consiste en trabajar una pieza en un torno, máquina-herramienta en la que se asegura y se hace girar la pieza a trabajar, para pulirla o labrarla. Existen varios tipos de torneado como el simple o recto y el cónico y horadado.
- *taladrado*: operación que consiste principalmente en la abertura, agrandamiento, corte y acabado de

agujeros en una pieza.

También están el fresado, el cepillado y el rectificado entre otros procesos que involucran maquinabilidad.

Isotropía:

Un material o pieza es isotrópico cuando presenta exactamente las mismas propiedades en todas las direcciones. Lo contrario es que sea anisotrópico, o sea, que tenga propiedades distintas para cada dirección (propiedades direccionales).

Colabilidad:

Propiedad que tiene relación con la fluidez que adquiere un material una vez alcanzada la temperatura de fusión. Tiene gran importancia en procesos de fundición, en los cuales a través del vertido de metal fundido sobre un molde hueco, por lo general hecho de arena, se obtienen piezas metálicas. La fundición implica tres procesos diferentes: en primer lugar se construye un modelo de madera, plástico o metal con la forma del objeto terminado; más tarde se realiza un molde hueco rodeando el modelo con arena y retirándolo después; y a continuación se vierte metal fundido en el molde (este último proceso se conoce como colada).

Para que un material logre una fluidez adecuada para que el proceso de fundición se lleve a cabo con éxito, es necesario que la temperatura de colada sobrepase unos 110°C la temperatura de fusión, para evitar problemas de endurecimiento precoz del material.

Existen diversos métodos de fundición como la colada centrífuga, la cual permite fundir objetos de forma circular, o la fundición inversa, especial para la fabricación de piezas fundidas ornamentales. Además de la fundición, existen otros procesos que han ido sustituyendo a la fundición como el laminado, el mecanizado, la extrusión, la forja y el fundido a presión.

Conformabilidad:

Propiedad del material que determina su moldeabilidad. En estado líquido tiene relación con el tipo de fundición que se emplee (molde-vaciado, preza fundida, etc.). En estado sólido está relacionada con procesos de deformación plástica del material (trefilado, laminado, etc.). En estado granular, esta ligada a la presión y a la temperatura que se apliquen a los granos o polvo del material.

La conformabilidad en estado sólido se presenta en 3 casos. Existe conformabilidad con conservación de masa (deformación plástica para materiales dúctiles y maleables), con reducción de masa (torneado, cepillado, rectificado, taladrado, etc.) y de unión (remaches, soldaduras, pegamentos, presión).

Esta propiedad es de vital importancia a la hora de decidir el proceso para lograr la pieza final proyectada, debido a su amplio espectro de posibilidades que influyen en los costos y facilidades de producción.