

Bibliografía y Revista de Revistas

REVISTA DE REVISTAS

Propiedades y aplicaciones del invar y del elinvar.—Fotografías en los informes del Ingeniero.

Propiedades y aplicaciones del invar y del elinvar.—Se han hecho largos estudios a fin de encontrar aleaciones metálicas inalterables y que posean el mínimo de dilatabilidad. M. Guillaume ha encontrado las aleaciones invar y elinvar que cumplen con esas condiciones y son además de costo reducido.

Como se sabe, la longitud l de una barra a t° se expresa, con relación a la longitud l_0 a 0° , por la ecuación:

$$l = l_0 (1 + \alpha \theta + \beta \theta^2)$$

en que α y β son coeficientes numéricos.

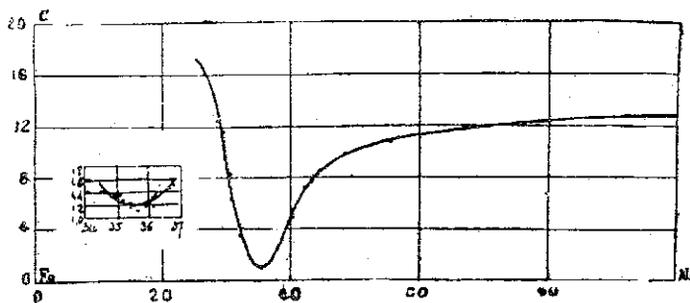


Fig. 1. Curva de las dilataciones, en milésimas de los aceros al níquel. Las abscisas aumentan del hierro al níquel e indican la proporción de níquel.

El invar. La constatación de ciertas anomalías de dilatación ha determinado el estudio de la dilatabilidad de los aceros al níquel, dilatabilidad que depende de la proporción de los diferentes elementos agregados al hierro y de su naturaleza. Pero de una fundición a otra las proporciones se modifican y las propiedades de la aleación se modifican también. M. Guillaume considera como aleación tipo de acero-níquel la que contiene 0.4 Mn y 0.1 C%; la curva de la figura 1 representa la dilatabilidad verdadera, a 20° , de los aceros níquel tipo. Esta curva presenta una anomalía extraordinaria: la dilatabilidad baja muy rápidamente, pasa por un mínimo hacia 36% de níquel y se acerca gradualmente a la dilatabilidad del níquel puro.

La curva ΔL de la figura 2 representa la dilatación de una barra de acero níquel. Se constata para diversos segmentos que: α es normal y β débil para AB; α es débil y β negativo para BC; α es muy débil y β prácticamente nulo para CD; α crece rápidamente y β es positivo para DE; α es muy fuerte y β normal para EF. Se constata, por otra parte que la serie de los aceros al níquel, considerados a la

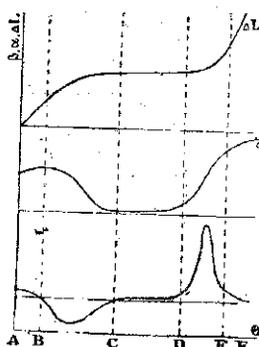


Fig. 2. Curva ΔL .

Forma general de la curva de dilatación de una barra de acero al nickel.

Curvas correspondientes de los coeficientes α y β .

misma temperatura, posee los valores de las dilatabilidades (término lineal y término cuadrático) encontrados en un mismo acero nickel de la serie de temperaturas.

La aleación que posee la más escasa dilatabilidad, y por extensión las aleaciones inmediatamente vecinas, ha recibido el nombre de invar, apócope de invariable. En el punto de menor dilatabilidad en la aleación tipo, la dilatabilidad es de 1.2 millonésimas; una purificación que disminuya el contenido de Mn y C conduce a una dilatabilidad aun menor. Se ha llegado a obtener así aleaciones cuya dilatabilidad es de 0.5 millonésimas.

La dilatabilidad de los aceros al nickel se modifica por tratamientos térmicos. Los valores indicados en el diagrama de la figura 1 se refieren al acero preparado normalmente por el laminaje en caliente y enfriamiento en el aire. Se puede, por medio de una serie de tratamientos apropiados, dar a una barra de invar una dilatabilidad negativa, que se quita lentamente con un recalentamiento, obteniendo así una aleación prácticamente indilatable.

El elinvar. Después de obtener los resultados expuestos más arriba se ha tratado de obtener una aleación de módulo de elasticidad invariable. El manganeso y el cromo elevan el módulo, el carbón y el cobre lo bajan. Se constata, por otra parte, que en las aleaciones tipo ferro-nickel el módulo baja, y alcanza, en la región del invar, un valor de alrededor un cuarto menor que lo que indica la regla de las mezclas.

M. Guillaume ha llevado sus estudios a los cambios del coeficiente térmico del módulo. Ha podido trazar la curva del coeficiente termo-elástico $\frac{dE}{d\theta}$ a 20° (fig. 3). El máximo, que corresponde sensiblemente al invar, alcanza el valor $+ 0.46 \times 10^{-3}$. Dos valores nulos del coeficiente termo-elástico tienen un gran valor práctico y corresponden a dos aleaciones con 29 y 45% de nickel respectivamente

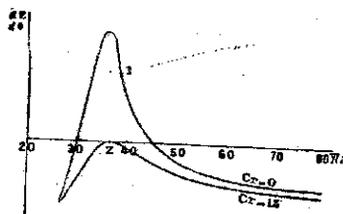


Fig. 3.

N.º 1.—Curva de los coeficientes termo-elásticos de los aceros al nickel tipos en función de la cantidad de nickel.

N.º 2.—Curva de los mismos aceros con agregados equivalentes a un 12% de cromo.

Las curvas que representan la anomalía de dilatabilidad y de elasticidad son casi perfectamente simétricas respecto de un eje horizontal. De aquí se ha deducido la posibilidad de atenuar la anomalía de elasticidad aumentando la dosis de agregado en la aleación. Basándose en este hecho, la curva del coeficiente termoelástico de los aceros en función de la cantidad de nickel ha sido disminuido hasta quedar tangente al eje para una adición de 12% de cromo. De esto han resultado dos ventajas: el valor nulo del coeficiente termo elástico no se altera sensiblemente con pequeñas variaciones de la composición; la curva de los valores del módulo de elasticidad de los aceros al nickel, en función de la temperatura, está formada por dos ramas descendentes reunidas por una inflexión horizontal.

Por consiguiente, fundándose en el hecho constatado, de que en la serie de los aceros al nickel, considerados a la misma temperatura, se vuelven a encontrar los valores de dilatabilidad encontrados en un mismo acero al nickel de la serie de temperaturas, ha sido posible obtener una aleación de módulo de elasticidad invariable dentro de un gran intervalo de temperatura (fig. 4), un elinvar, según la denominación de M. Guillaume.

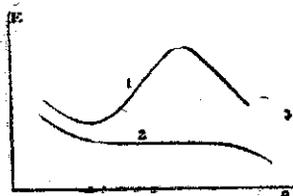


Fig. 4.

N.ºs 1 y 2. Curvas de los módulos de elasticidad de los aceros al níquel tipos con 12% de cromo, en función de la temperatura.

La inestabilidad del invar, que acaba de señalarse, sería debida a la presencia del carbono, que forma con el hierro un compuesto llamado cementita, susceptible de existir en dos estados diversos y que en el transcurso de los años pasa de un estado a otro.

Aplicaciones. Las propiedades singulares, de que se ha hecho mención, han recibido ya un gran número de aplicaciones. Citaremos algunas: el péndulo con barra de invar; la sustitución del platino de los conductores de entrada de las lámparas de incandescencia por una aleación que posee la dilatabilidad del vidrio; transmisiones para señales de ferrocarriles; elementos de láminas bimetalicas para termómetros; hilos especiales para la medida de bases geodésicas, etc.

El invar, por su parte, ha permitido la construcción de diapasones cuyo período es independiente de la temperatura y también la construcción de espirales de precisión para relojes y cronómetros. (*Le Génie Civil*, Enero 28, 1922).

Fotografías en los informes del ingeniero.—El método siguiente da un resultado muy satisfactorio y reemplaza al usual de agregar fotografías pegadas a los informes. Tómese una hoja de papel ferroprusiato (azul) o Vandyke (café) de tamaño y calidad convenientes. Recórtese un papel opaco dejando los huecos para las fotografías. Imprímase como de costumbre y enseguida continúese el tratamiento de modo que las fotografías queden en un fondo perfectamente blanco. Déjese secar. Luego podrá escribirse el informe a máquina obteniéndose una hoja de muy hermosa apariencia. (*Engineering News-Rec.* Enero 26, 1922).

Cambios progresivos y cambios pasajeros. La existencia del invar debería permitir reducir a valores despreciables los errores cometidos en la medida de las longitudes. Desgraciadamente una barra de invar, enfiada al aire, a partir de la temperatura de forja, se alarga en el transcurso de los años con una rapidez decreciente, pero tal, sin embargo, que aun después de veinte años las variaciones son perceptibles si se hacen mediciones espaciadas de unos dos o tres años.

Ha sido posible hacer desaparecer casi completamente este defecto enfiando lentamente la barra de invar a partir de 100° calentándola después nuevamente hasta 100° para sumergirla bruscamente en agua fría.