



ATEG

2

Proyecto y construcción

2.11 Uniones atornilladas

1. General

Las piezas pequeñas, tales como los tornillos, tuercas, arandelas y clavos se galvanizan normalmente en cestas de acero perforadas, que se someten a un proceso de centrifugación a alta velocidad inmediatamente después de su extracción del baño de zinc. Acto seguido, se enfrían en agua.

Mediante la centrifugación se consigue escurrir completamente el zinc retenido entre las piezas y eliminar el zinc sobrante de la superficie de las mismas, con lo que se consigue una mejora sustancial del aspecto y mayor uniformidad del recubrimiento. En el caso particular de los tornillos, la centrifugación posibilita también que las roscas queden limpias de zinc y puedan acoplarse con sus correspondientes tuercas sin mayores problemas. El enfriamiento en agua evita que las piezas se peguen entre sí.

La galvanización de las piezas pequeñas puede realizarse a la temperatura convencional de galvanización (unos 450°C) o a alta temperatura (530-560°C), en cuyo caso es preciso utilizar crisoles de galvanización cerámicos (Fig. 1).



Fig. 1. Planta automatizada de galvanización a alta temperatura de tornillería.

2. Normas y espesores

Los elementos que componen las uniones atornilladas son los tornillos, las tuercas y las arandelas de diversas clases (Fig. 2). Por lo general, se galvaniza en caliente mediante centrifugación la tornillería de rosca métrica ISO y paso de rosca a partir de 1,25 mm. y diámetros nominales a partir de M 8 y hasta M 64 inclusive. En la práctica habitual los tornillos para galvanizar en caliente son los mismos que los que se utilizan sin galvanizar, esto es, tienen las mismas dimensiones, pasos de rosca y tolerancias.

Después de galvanizados, los tornillos experimentan un aumento de diámetro correspondiente al espesor del recubrimiento. Las tuercas, sin embargo, se galvanizan normalmente antes de mecanizar su rosca y, una vez galvanizadas, se mecaniza la rosca a sobremedida para compensar el aumento de diámetro que experimenta la rosca del tornillo.

Una vez montadas, las roscas de las tuercas quedan protegidas por el zinc del recubrimiento del tornillo.



ATEG

La norma UNE-EN ISO 10684 "elementos de fijación: recubrimientos de galvanización en caliente" establece, sin embargo, un espesor medio mínimo del recubrimiento de 50 μm para todos los calibres de tornillería.

Conviene señalar que con mucha frecuencia se encuentra en el mercado tornillería con recubrimiento electrolítico de zinc, que se comercializa bajo la designación de tornillería "electro galvanizada" o "galvanizada en frío" y cuyos espesores de recubrimiento son sensiblemente inferiores a los que posee la tornillería galvanizada en caliente. Siendo la duración de la protección proporcionada por los recubrimientos de zinc directamente proporcional al espesor de los mismos, la tornillería con recubrimiento electrolítico tendrá una duración sensiblemente inferior al de la tornillería galvanizada en caliente.

3. Uniones con tornillos de alta resistencia

Los tornillos de alta resistencia de calidad ISO 8.8 (equivalente a A8t de ASTM A325) pueden galvanizarse a alta temperatura (530° - 560° C) sin ninguna precaución especial.

Sin embargo, los tornillos de alta resistencia de calidad ISO 10.9 de rosca igual o superior a M 27 no deben galvanizarse a alta temperatura.

Los tornillos de alta resistencia pueden utilizarse para los tres tipos de uniones siguientes:

- Uniones en las que los tornillos están solicitados normalmente a su eje por cortadura y aplastamiento.
- Uniones con tornillos pretensados, en las que los esfuerzos se transmiten normalmente al eje del tornillo por rozamiento entre las superficies en contacto de las piezas a unir.
- Uniones en las que los tornillos están solicitados en la dirección de su eje.

La utilización de tornillos de alta resistencia en las uniones en las que los tornillos están solicitados por cortadura y aplastamiento no tiene ninguna limitación.

En las uniones con tornillos pretensados que trabajan por rozamiento debe tenerse en cuenta que el coeficiente de rozamiento μ entre las piezas en contacto depende del estado de sus superficies, siendo mayor cuanto más rugosas sean éstas.



Fig. 2. Tornillos, tuercas y arandelas son los principales elementos de unión que deben ser galvanizados.



ATEG

En la bibliografía técnica se encuentran los siguientes valores típicos de coeficiente de rozamiento μ para el caso de las superficies galvanizadas:

$\mu = 0,19$ para superficies galvanizadas brillantes sin ningún tipo de tratamiento.

$\mu = 0,35$ para las superficies galvanizadas cepilladas con cepillo de alambre.

$\mu = 0,45$ para las superficies galvanizadas tratadas mediante un chorreado de barrido.

$\mu = 0,49$ para las superficies galvanizadas tratadas mediante chorreado de barrido y posterior aplicación de una pintura de silicato alcalino-polvo de zinc.

El American Institute for Steel Construction (AISC) recomienda como opción más sencilla y económica el cepillado con cepillo de alambre de las superficies galvanizadas, que permite elevar el valor del coeficiente de rozamiento μ hasta 0,35 .

En los Estados Unidos la galvanización es uno de los pocos recubrimientos que permite el "Research Council for Riveted and Bolted Structural Joints of The Engineering Foundation" para las superficies en contacto de las uniones con tornillos de alta resistencia que trabajan por rozamiento. En cualquier caso, para conseguir un perfecto apriete del tornillo es necesario lubricarlos. Los mejores lubricantes para este fin son el bisulfuro de molibdeno y la cera de abejas.

Como conclusión diremos que para la construcción de estructuras galvanizadas no sometidas a cargas dinámicas pueden emplearse uniones atornilladas con tornillos de alta resistencia no pretensados, trabajando a cortadura y aplastamiento, con un huelgo de 1 mm entre vástago y taladro. Para este tipo de uniones el tornillo más adecuado es el de calidad ISO 8.8 (A8t, ASTM 325). En estructuras sometidas a cargas dinámicas, como es el caso de puentes de ferrocarril, vigas carril para puentes grúas, pórticos de estabilidad de naves industriales, estructuras sometidas a sollicitaciones variables (viento, oleaje, etc.), las uniones han de trabajar por rozamiento y los tornillos han de estar perfectamente pretensados. En estas uniones es de fundamental importancia el coeficiente de rozamiento entre las superficies en contacto, cuyo valor es inicialmente bajo en los materiales galvanizados, pero puede aumentarse sensiblemente por los procedimientos ya mencionados. Para estas uniones pueden emplearse tornillos galvanizados de calidad 8.8 o 10.9, adecuadamente lubricados y apretados por el método mixto o bien por el del par de apriete.

En uniones en las que los tornillos trabajan a tracción, no influye el coeficiente de rozamiento entre las piezas, pero los tornillos deben estar igualmente bien pretensados. Los tornillos de calidad 10.9 (A10t, ASTM A 490) son los más recomendables para este tipo de uniones.

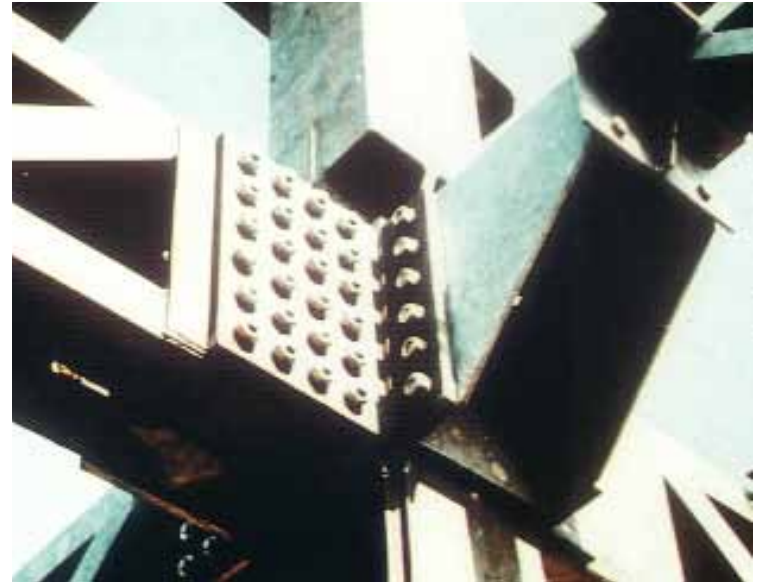


Fig. 3. Unión con tornillos de alta resistencia galvanizados en un puente metálico.