

# Mejoras drásticas en las características

Protección óptima contra la corrosión en la técnica de juntas hidráulicas



*Harald Pott, Helwig Brabander*

*La adaptación de los revestimientos protectores de las superficies galvánicas libres de cromo (VI), como requiere la ordenanza europea reguladora para vehículos antiguos, tuvo lugar hace ya algunos años. Desde entonces, los productores de elementos para juntas hidráulicas han desarrollado y comercializado diferentes soluciones. Actualmente no sólo se encuentran en el mercado los conocidos elementos de unión galvanizados, sino también otras soluciones cuyas características han sido drásticamente mejoradas.*

La utilización de zinc-níquel como base para el revestimiento protector en los elementos de juntas hidráulicas se ha impuesto a las demás soluciones. Este fenómeno no se debe solamente a la oferta de los productores de elementos de unión, sino también a los productores de tubos, ya que sus gamas de productos ya incluyen revestimientos protectores de superficies para tubos hidráulicos de precisión sin cromo (VI).

## **Protección contra la corrosión para tubos y uniones de tubos**

En los viejos tiempo no siempre era todo mejor, pero por lo menos era todo más unitario. Para proteger contra la corrosión se impuso la galvanización de los elementos de acero como alternativa a la antigua fosfatación, aunque la capa de zinc se incromaba tras ser aplicada sobre dichos elementos. La estructura de las capas se conocía, y se sigue conociendo hoy en día, como A3C y se utilizaba para elementos de construcción incromados en amarillo tales como por ejemplo racores, accesorios para mangueras, bloques de válvula o tubos. Con la prohibición del uso de cromo (VI), sin embargo, finalizó dicha situación uniforme y con la desaparición de los iones de cromo (VI) desaparecieron también las características beneficiosas para la protección contra la corrosión que contenía la capa A3C. Al principio, la durabilidad de las pasivaciones sin cromo (VI), que se introdujeron como alternativa a los métodos anteriormente utilizados, no alcanzaba valores tan altos en los controles estándar. Para aplicar dichos tiempos de resistencia y duración se aplicaron como protección adicional otros revestimientos de sellado. Para acometer una mejora real y con ello no dar un paso hacia atrás en la técnica de aplicación, la empresa VOSS Fluid fue más allá. En lugar de seguir utilizando la antigua capa de base de zinc y confiar exclusivamente en las características a mejorar de la pasivación y el sellado, VOSS utiliza en los racores un revestimiento de zinc-níquel. La resistencia a la corrosión del zinc-níquel en comparación con el zinc ya es mucho mayor en la capa base y mejora la protección contra la corrosión del racor. Por lo demás, la estructura de los revestimientos es similar a la de los racores galvanizados. Después del revestimiento de zinc-níquel se realiza una pasivación sin cromo (VI) y a continuación un sellado. A diferencia de otros revestimientos protectores sin cromo (VI), en el sellado de VOSS Fluid se aplica una versión inorgánica que no solamente no es perjudicial para el medioambiente, sino que además garantiza fundamentalmente la compatibilidad con todos los fluidos normales en la hidráulica. El factor principal para la decisión de la utilización de zinc-níquel como protección contra la corrosión fue, sobre todo, la durabilidad de un racor hidráulico. Éste, por el tratamiento y el montaje, impone unas exigencias especiales a la superficie. En la práctica, parece que el revestimiento galvanizado de las piezas individuales se realiza después del corte. A continuación, el fabricante almacena las piezas individuales durante un cierto tiempo antes de utilizarlas en las siguientes operaciones de montaje. Después, se distribuyen directamente a los clientes o son almacenadas de nuevo, por ejemplo en el comercio. Ya durante el montaje o durante el transporte se pueden producir daños en el revestimiento y durante el montaje de los racores en las plantas hidráulicas dichos daños en el revestimiento son inevitables. Los resultados de los controles de un renombrado instituto independiente confirmaron las extraordinarias características deseadas contra la corrosión de la superficie de zinc-níquel de VOSS. En el test estándar de niebla salina se consiguen tiempos de resistencia de, como mínimo, 720 horas hasta la primera aparición de óxido rojo. Por regla general, la durabilidad del revestimiento básico de zinc-níquel es diez veces mayor que la de una capa normal de zinc. Desde hace más de 3 años VOSS Fluid utiliza esta forma de revestimiento como estándar para todas sus gamas de productos. Las experiencias recogidas en este período confirman los resultados de las pruebas del laboratorio. Especialmente notables son las características protectoras del zinc-níquel contra la corrosión en su aplicación en el campo de la hidráulica móvil.

## **Normativa 24576 VDM A**

Lo que faltaba hasta hace poco era una denominación estándar para el revestimiento de protección de superficies libres de cromo (VI) de piezas de construcción hidráulicas. Para rellenar este hueco, se formó un grupo de trabajo en el VDMA que se ocupó del tema de revestimientos protectores contra la corrosión libres de cromo (VI) para la técnica de fluidos. La normativa 24576 del VDMA es el resultado de los esfuerzos realizados durante un año y medio. Gracias a esta normativa es posible la denominación de los revestimientos protectores libres de cromo (VI) contra la corrosión para las piezas de construcción de la técnica de fluidos con una abreviatura muy precisa y marcante. Lo revolucionario de esta nueva normativa es que lo decisivo para la abreviatura ya no es la composición o la estructura del revestimiento, sino sus prestaciones. Para la definición de estas prestaciones se han introducido clases en la protección contra la corrosión. Estas clases de protección contra la corrosión (K1 hasta K5) representan las diferentes exigencias de protección de los revestimientos. En la clase superior son como mínimo 720 las horas que tienen que transcurrir hasta que aparecen los primeros signos de óxido rojo. Actualmente se está realizando una traducción de dichas clases al inglés. Para aquellas personas que desean más exactitud, esta normativa ofrece además, por ejemplo, la posibilidad de definir la estructura el color del revestimiento protector contra la corrosión. Así, el revestimiento de zinc-níquel de VOSS con la denominación K5S6F2 es el revestimiento protector contra la corrosión con la más alta clase de protección en color gris-plateado.

### ***ZISTAPLEX*– extraordinaria protección contra corrosión para tubos**

Desde hace años, Benteler Stahl/Rohr fabrica bajo el nombre de ZISTA CRF tubos de precisión de acero galvanizados y libres de cromo (VI). Los tubos se utilizan, por ejemplo, como tuberías en vehículos y en maquinaria de producción y en la construcción de instalaciones. No obstante, en muchas de sus aplicaciones, las exigencias a cumplir por parte del revestimiento son mucho mayores. También los daños en la superficie y en los racores de tubo ocasionados por el transporte, manejo y el procesamiento de los mismos tienen como consecuencia la disminución en la protección contra la corrosión ya que las capas libres de cromo (VI) no se auto-regeneran. Benteler Stahl/Rohr en su gama de productos libres de cromo (VI) ofrece, como solución a estas aplicaciones, tubos ZISTAPLEX soldados y con soldadura continua. En los productos de BENTELER ZISTAPLEX la resistencia a la corrosión de los tubos galvanizados ha sido mejorada gracias a un revestimiento orgánico adicional. Si ZISTA CRF estaba en la clase de protección contra la corrosión K3 según la normativa VDMA, BENTELER ZISTAPLEX se encuentra en la clase superior K5. La denominación completa para, por ejemplo, una superficie negra es K5F3SX. Además de la extraordinaria protección contra la corrosión, BENTELER ZISTAPLEX dispone de una ductilidad extremadamente buena que, incluso después del completo procesamiento del tubo, sigue respondiendo a todas las exigencias. Gracias a ello, el cliente no necesita realizar ningún tipo de trabajo o esfuerzo de galvanización ni lacado. El especial proceso de fabricación hace posible la flexible aplicación de diferentes tipos de revestimientos orgánicos. Además de la libre elección de colores, también se pueden cumplir exigencias más especiales como, por ejemplo, resistencia a ciertas temperaturas o sustancias químicas. Para proteger a los trabajadores y el medioambiente se realiza un proceso sin disolventes cumpliendo así las exigencias de la normativa de disolventes de la UE. El proceso garantiza además un reparto uniforme del revestimiento, lo que, a su vez, proporciona una protección uniforme contra la corrosión en todo el tubo y posibilita la utilización de los racores de tubo más usuales según DIN y SAE sin para ello tener que eliminar previamente el revestimiento.

### **Combinación de los componentes**

Con la disponibilidad de los tubos ZISTAPLEX de Benteler Stahl/Rohr se plantea la siguiente pregunta: ¿se pueden combinar los sistemas de racores de tubo y de tubos? Por

esta razón, el objetivo de un proyecto común de las empresas Benteler Stahl/Rohr y VOSS era investigar las posibilidades de combinación de ambos sistemas. Para ello se realizaron numerosos tests y controles. El programa de investigación que ambas empresas realizaron de manera conjunta incluye, por una parte, controles de la protección contra la corrosión y, por otra parte, controles de la resistencia tanto dinámica como estática de las juntas. Como prueba de control se utilizaron tubos ZISTAPLEX de la empresa Benteler Stahl/Rohr conforme a EN 10305-4 con las medidas 12 x 1,5. Como sistemas típicos de juntas de tubos se utilizaron tanto el anillo cortante 2S plus de VOSS como el sistema de juntas de tubo VOSSForm SQR.

## **Programa de experimentos**

Según lo indicado en las instrucciones de montaje para los anillos de corte 2S plus se realizó en primer lugar el premontaje del anillo cortante en el tubo hidráulico con el útil de premontaje de VOSS Tipo 90 Basic. Para garantizar el montaje correcto de todos los elementos a investigar se comprobaron algunos cortes de tubo utilizando para ello una micrografía. A continuación, los tubos premontados fueron sometidos a controles de estanqueidad y presión de rotura, para comprobar la resistencia dinámica, y a un control de presión de impulso (1 millón de alternancia en una presión nominal elevada a la 1,33 potencia). Además, se realizó un control de la presión de rotura en tubos ya montados que anteriormente fueron sometidos a una carga de cambio de temperatura. El control de cambio de temperatura se realizó para determinar las consecuencias sobre el revestimiento exterior de plástico de 50 µm de espesor. Para ello se enfriaron los tubos hasta alcanzar -20 °C, se mantuvieron en esta temperatura durante 3 horas, se calentaron hasta alcanzar los +80°C, esta temperatura se mantuvo también durante 3 horas y se repitió este ciclo 10 veces. Todos los controles de presión se realizaron tomando como referencia una presión nominal del tubo de 300 bares. Se efectuó un programa idéntico de experimentos con tubos conformados del sistema VOSSForm. Con este sistema de juntas se realizó además un control de los tubos montados con niebla salina.

## **Resultados de los experimentos con 2S plus**

Por encima del relleno de material y por delante del frontal del anillo cortante se forma un ligero revestimiento levantado. Para una perfecta función de la instalación hidráulica sencillamente se deben retirar los restos del revestimiento antes del montaje. Este proceso se puede realizar pasando simplemente una bayeta. Los tubos preparados para ello consiguieron resultados satisfactorios en todos los controles de estanqueidad, presión de rotura e impulso de presión.

## **VOSSForm**

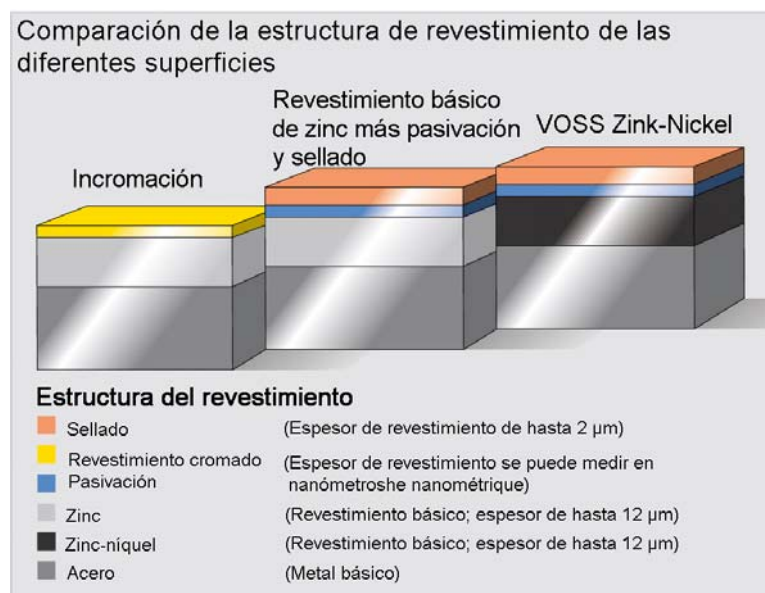
Como ya sucediera con la junta de anillo cortante, los restos de revestimiento también deben ser retirados en este caso con una bayeta. Gracias a este procedimiento se garantizan un montaje y la repetición de montaje correctos. Los resultados de los controles de estanqueidad, presión y rotura realizados en los tubos VOSSForm montados también fueron satisfactorios. De la misma manera, los tubos sometidos al control de cambio de temperatura no mostraron signos de irregularidades. Interesantes fueron los resultados obtenidos por los tubos conformados de VOSSForm en el control de niebla salina: dichos tubos no mostraron ningún signo de corrosión en el metal incluso después de 720 horas en la cámara de niebla salina.

## **Resultados de la aplicación**

Junto con la empresa Goldhofer se utilizó el sistema comprobado por VOSS y Benteler Stahl/Rohr para las tuberías de un vehículo de transporte pesado. La empresa Goldhofer, con sede en Memmingen, es uno de los líderes mundiales en la fabricación de vehículos para transporte especial. En los aprox. 120 000m<sup>2</sup> del recinto empresarial, los 1050 trabajadores de esta fábrica producen vehículos con una carga útil de 25 a 10 000 t. Hasta ahora se han exportado más de 32 000 vehículos a más de 70 países. Para conseguir una mejora adicional de los procesos internos y para mejorar la calidad de sus productos, Goldhofer, en colaboración con las empresas VOSS y Benteler Stahl/Rohr, está probando la aplicación del sistema VOSSForm en combinación con los tubos BENTELER ZISTAPLEX. Las experiencias que resultaron de dichas pruebas en el área de montaje han sido muy positivas. El vehículo de transporte pesado ya se encuentra en manos del cliente en fase de prueba de campo. Mediante la utilización de zinc-níquel en combinación con ZISTAPLEX ha sido posible para la empresa Goldhofer mejorar notablemente los procesos internos de producción y montaje: dicha empresa ya no necesita lacar las piezas de la instalación hidráulica gracias a la extraordinaria protección contra la corrosión que ofrecen las piezas de montaje. Sobre todo las piezas que anteriormente eran difíciles de lacar debido a su ubicación gozan ahora de una protección mucho mejor contra la corrosión del entorno. "La elección de zinc-níquel de VOSS y ZISTAPLEX de la empresa Firma Benteler Stahl/Rohr ha hecho posible que podamos mejorar todavía más la extraordinaria calidad de nuestros productos", declara el Sr. Unglert, especialista en hidráulica industrial de Goldhofer.

## Resumen

Los resultados del test confirman la perfecta combinación y funcionamiento de VOSS zinc-níquel con BENTELER ZISTAPLEX. Se alcanza sin ningún tipo de problema la resistencia a la corrosión de la clase más alta K5 según la normativa VDMA. El revestimiento del tubo no supone ningún obstáculo para el funcionamiento de la junta de anillo cortante VOSS 2S plus ni del sistema de tubos conformados VOSSForm. La empresa Goldhofer, confirma las prestaciones de la combinación de productos en condiciones de práctica reales.



1: La estructura completa del revestimiento de la superficie zinc-níquel de VOSS



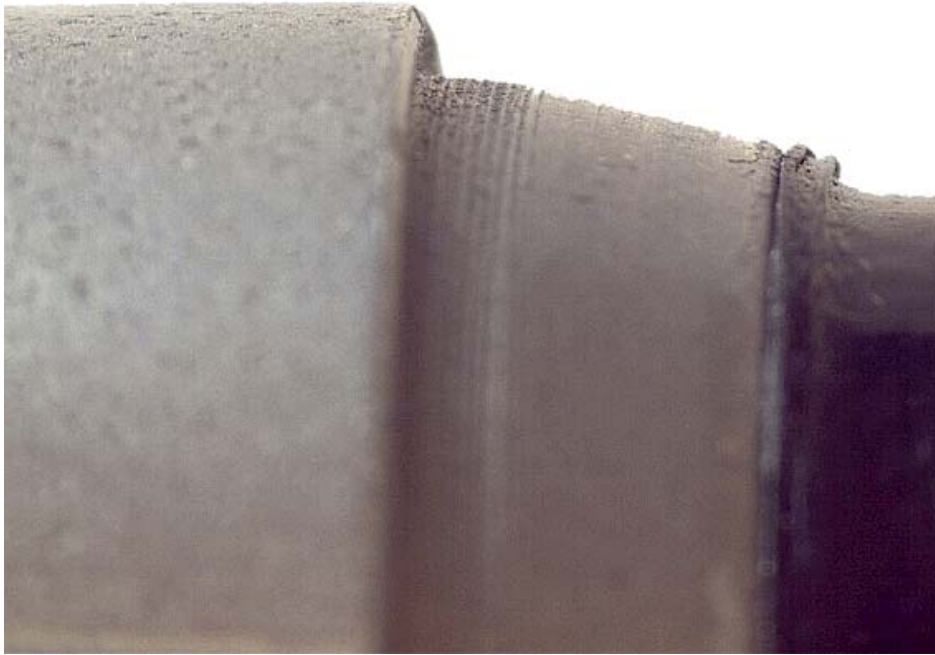
2: Daños en el revestimiento de protección contra la corrosión causados por el proceso de montaje final



3: Representación esquemática de la estructura de revestimiento de la superficie de tubo de BENTELER ZISTAPLEX



4: Piezas controladas VOSSForm del test de niebla salina



5: Anillo de corte 2S *plus* montado en un tubo BENTELE ZISTAPLEX



7: Extremo de tubo conformado con VOSSForm del tubo BENTELE ZISTAPLEX



6: Incisión correcta del anillo cortante en el tubo



8: No es necesario lacar las piezas a posteriori

*Autores: Dr.-Ing. H. Pott, Director del departamento de Desarrollo y Construcción, VOSS Fluid GmbH, Wipperfürth, Dipl.-Ing. H. Brabander, Director de Técnica de Superficies, Benteler Stahl/Rohr GmbH, Paderborn*