

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 938 907**

51 Int. Cl.:

F16B 13/08 (2008.01)

F16B 13/14 (2008.01)

C23C 28/00 (2015.01)

C25D 7/00 (2014.01)

C25D 3/22 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2017 PCT/EP2017/081387**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018 WO18114308**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2017 E 17808475 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2023 EP 3555487**

54 Título: **Procedimiento de revestimiento de un elemento de anclaje multicónico conformado en frío**

30 Prioridad:

19.12.2016 EP 16204930

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

17.04.2023

73 Titular/es:

HILTI AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)

Feldkircherstr. 100

9494 Schaan, LI

72 Inventor/es:

ECKSTEIN, ANDREAS y

HUTTER, REMO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 938 907 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de revestimiento de un elemento de anclaje multicónico conformado en frío

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento de revestimiento de un elemento de anclaje multicónico conformado en frío para aplicaciones de fijación química. En particular, la invención se refiere a un procedimiento para revestir un elemento de anclaje multicónico conformado en frío, que se desprende mejor del mortero compuesto y, al mismo tiempo, se caracteriza por propiedades de deslizamiento mejoradas.

Antecedentes de la invención

10 Hoy en día, los elementos de anclaje con diferentes revestimientos se utilizan ampliamente en la tecnología de fijación química. Para ello, es indispensable una protección óptima contra la corrosión de los elementos de anclaje.

15 Los elementos de anclaje de acero al carbono para fijaciones medianas y pesadas suelen llevar un revestimiento galvanizado de 5 μm para aplicaciones interiores a fin de evitar la oxidación repentina durante el transporte y el uso. Para aplicaciones exteriores, son adecuados los aceros inoxidable de diversas clases de resistencia, pero suelen estar sobredimensionados en lo que respecta a la corrosión y, además, su precio es bastante más elevado que el de los aceros al carbono.

También puede conseguirse una mayor protección contra la corrosión con el galvanizado en caliente, que suele dar lugar a una capa de al menos 50 μm de espesor en un baño de zinc, por ejemplo. De este modo, el mayor espesor de la galvanización proporciona también una protección anticorrosiva más intensa y duradera.

20 Una alternativa para aumentar las propiedades anticorrosivas de los aceros es el denominado revestimiento protector, también conocido como capa de acabado, que se aplica sobre la electrogalvanización. A diferencia del galvanizado en caliente, el revestimiento protector impide que la capa de zinc galvanizado sea atacada por las influencias ambientales y consigue así una mayor resistencia a la corrosión.

25 En la producción en serie de elementos de anclaje, la producción convencional y tensionada de los anclajes se sustituye en parte por el conformado en frío, ya que no solo reduce los costes de producción, sino que también refuerza el acero y puede producir una superficie lisa de las superficies funcionales del elemento de anclaje.

30 En la tecnología de fijación química, se utilizan barras de anclaje multicónicas para conseguir cargas más elevadas en hormigón agrietado y para evitar la limpieza de la perforación. Los conos consiguen un efecto de extensión que permite que la capa de mortero entre la perforación y el elemento de anclaje se abra y, de este modo, por un lado, aumenta la fuerza de sujeción del mortero compuesto en la pared de la perforación, especialmente en la perforación sin limpiar, y, por otro, permite que el sistema compuesto se extienda de nuevo en la grieta, lo que provoca un aumento significativo de la carga. Un requisito previo para la redistribución es una fuerza de retención inicial mínima del mortero compuesto en la perforación y un aflojamiento y deslizamiento entre el mortero compuesto y el elemento de anclaje multicónico durante la extracción en la grieta. Normalmente, las buenas propiedades de aflojamiento y deslizamiento se consiguen recubriendo el elemento de anclaje multicónico.

35 El galvanizado en caliente para aumentar las propiedades anticorrosivas puede utilizarse sin problemas en la producción bajo tensión de elementos de anclaje multicónicos. Si, por el contrario, se utiliza el conformado en frío para elementos de anclaje multicónicos, el proceso de galvanizado en caliente puede provocar descamación en la superficie y una elevada rugosidad superficial (Fig. 1). La razón de ello es el daño microscópico de la superficie del elemento de anclaje multicónico causado por el proceso de conformado en frío, que se infiltra por el zinc fundido calentado durante el galvanizado en caliente, se acumula y luego deja una fuerte rugosidad superficial en determinados puntos durante el enfriamiento (Fig. 2a y 2b). Además, pueden desprenderse partículas microscópicas de acero próximas a la superficie, que se depositan en la capa de zinc (Fig. 3). Esta superficie rugosa dificulta el desprendimiento del elemento de anclaje multicónico del mortero compuesto y provoca un aumento significativo de la resistencia a la fricción al volver a extenderse en caso de fisura, lo que, en última instancia, puede provocar el mal funcionamiento del sistema compuesto y, por lo tanto, importantes reducciones de carga.

45 El aumento de la resistencia a la corrosión del elemento de anclaje multicónico puede conseguirse aplicando un revestimiento protector y las buenas propiedades de desprendimiento y deslizamiento requeridas pueden conseguirse mediante un revestimiento superior con buenas propiedades de desprendimiento y deslizamiento. Sin embargo, si el revestimiento superior con buenas propiedades de desprendimiento y deslizamiento se aplica directamente sobre el revestimiento protector, el revestimiento superior será completamente absorbido por el revestimiento protector, de modo que el mortero compuesto no podrá separarse del elemento de anclaje multicónico y el elemento de anclaje multicónico ya no podrá deslizarse (Fig. 4a a 4d).

55 Por lo tanto, es objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento para revestir un elemento de anclaje multicónico conformado en frío que sea más fácilmente separable del mortero compuesto y que, al mismo tiempo, se caracterice por unas propiedades de deslizamiento mejoradas y supere las desventajas de la técnica anterior,

caracterizándose en particular por una mayor protección contra la corrosión mejorada.

Síntesis de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para revestir un elemento de anclaje multicónico conformado en frío para la tecnología de fijación química que comprende las siguientes etapas: proporcionar un elemento de anclaje multicónico conformado en frío, electrogalvanizar el elemento de anclaje multicónico conformado en frío, aplicar un revestimiento protector, aplicar una imprimación y aplicar un revestimiento superior.

La presente invención se refiere, además, a un elemento de anclaje multicónico, revestido según este procedimiento, para la tecnología de fijación química.

Breve descripción de las Figuras

10 Fig. 1: Elemento de anclaje multicónico galvanizado en caliente y conformado en frío con escamas y elevada rugosidad superficial;

Fig. 2a y Fig. 2b: Imágenes microscópicas de la superficie de un elemento de anclaje multicónico galvanizado en caliente y conformado en frío con una elevada rugosidad superficial en determinados puntos;

15 Fig. 3: Imagen microscópica de la superficie de un elemento de anclaje multicónico galvanizado en caliente y conformado en frío con restos de acero;

Fig. 4a a Fig. 4d: Imágenes microscópicas de la superficie de un elemento de anclaje multicónico galvanizado en caliente y conformado en frío, en donde el revestimiento superior se aplica directamente sobre el revestimiento protector, sin imprimación. La Fig. 4b y la Fig. 4d muestran las respectivas secciones marcadas de la Fig. 4a y la Fig. 4c, en las que solo puede verse el revestimiento de zinc;

20 Fig. 5a a Fig. 5d: Imágenes microscópicas de la superficie de un elemento de anclaje multicónico galvanizado en caliente y conformado en frío, en donde el revestimiento superior se aplica directamente sobre la imprimación. La Fig. 5b y la Fig. 5d muestran las respectivas secciones marcadas de la Fig. 5a y la Fig. 5c, en las que pueden verse la capa de zinc y la capa de cera; y

25 Fig. 6: Elemento de anclaje multicónico conformado en frío recubierto con el procedimiento de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Los siguientes términos se utilizan en el contexto de la presente invención:

30 Cuando se utilizan en el contexto de la presente invención, las formas singulares “un” y “una” también incluyen las formas plurales correspondientes, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Así, por ejemplo, el término “un” significa “uno o más” o “al menos uno”, a menos que se indique lo contrario.

La expresión “revestimiento protector” en el contexto de la presente invención se refiere a una capa de acabado o un revestimiento superior que sella la capa subyacente.

El término “imprimación” en el contexto de la presente invención se refiere a una imprimación o revestimiento de imprimación que impide que el revestimiento superior sea absorbido por el revestimiento protector.

35 La expresión “revestimiento superior” en el contexto de la presente invención incluye un revestimiento que se caracteriza por buenas propiedades de desprendimiento y deslizamiento.

En un aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de revestimiento de un elemento de anclaje multicónico conformado en frío para tecnología de fijación química.

40 En otro aspecto, la presente invención se refiere a un elemento de anclaje multicónico revestido según dicho procedimiento, para la tecnología de fijación química.

Se ha descubierto que el procedimiento según la presente invención es especialmente adecuado para revestir en forma sencilla, continua, económica y rentable un elemento de anclaje multicónico conformado en frío que se desprende más fácilmente del mortero compuesto y que, al mismo tiempo, se caracteriza por propiedades de deslizamiento mejoradas.

45 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención describir el procedimiento para recubrir un elemento de anclaje multicónico conformado en frío para la tecnología de fijación química. También es objeto de la presente invención describir un elemento de anclaje multicónico, revestido según este procedimiento, para la tecnología de fijación química.

El procedimiento para revestir un elemento de anclaje multicónico conformado en frío para la tecnología de fijación química de la presente invención comprende las siguientes etapas: i) proporcionar un elemento de anclaje multicónico conformado en frío, ii) galvanizar el elemento de anclaje multicónico conformado en frío, iii) aplicar un revestimiento protector, iv) aplicar una imprimación, y v) aplicar un revestimiento superior.

- 5 En una primera etapa, se proporciona un elemento de anclaje multicónico conformado en frío. Preferiblemente, el elemento de anclaje multicónico conformado en frío está hecho de acero al carbono (acero C) con una mayor resistencia a la corrosión.

10 En una etapa posterior, se galvaniza el elemento de anclaje multicónico conformado en frío. La electrogalvanización (revestimiento de aleación de ZnNi) se realiza como material a granel en un proceso firmemente definido según la norma DIN 50979 en la versión actualmente vigente. El revestimiento se realiza preferiblemente como revestimiento a granel y comprende el llenado de las barras de anclaje multicónico en un tambor de plástico y el paso por la planta de revestimiento con las siguientes etapas: pretratamiento, revestimiento con ZnNi mediante electroquímica, pasivado mediante posttratamiento químico, secado y especificación: Fe//ZnNi8//An//T0, pasivado. Fe se refiere al material del sustrato, en el presente caso, acero; el revestimiento de aleación de ZnNi tiene una fracción en masa preferiblemente del 12 % al 16 % de níquel y 8 se refiere al menor espesor de capa local de 8 µm en el punto de medición definido; An significa pasivado transparente - incoloro a coloreado iridiscente; y T0 significa sin sellado.

15 La electrogalvanización también puede realizarse por colgado o por pulverización. Preferiblemente, la electrogalvanización se realiza por inmersión de los elementos de anclaje multicónicos. La electrogalvanización en el procedimiento de la presente invención se lleva a cabo a una densidad de corriente en el intervalo de 0,5 -1,0 A/dm², preferiblemente a una densidad de corriente de 0,8 A/dm².

20 La comprobación del elemento de anclaje multicónico electrogalvanizado conformado en frío se realiza según la norma DIN EN ISO 3497 en la versión actualmente vigente, por ejemplo, mediante el procedimiento de fluorescencia de rayos X. La prueba se realiza sobre 15 piezas tomadas al azar y debe cumplir las especificaciones anteriores.

25 En la siguiente etapa, se aplica un revestimiento protector, también llamado capa de acabado. Este revestimiento protector en el procedimiento de la presente invención es preferiblemente un revestimiento protector orgánico, en particular un revestimiento protector orgánico con una temperatura mínima de cocción de 170 °C y un tiempo de cocción de aproximadamente 30 min. Dicho revestimiento protector orgánico es, por ejemplo, el revestimiento "Techseal[®] Silver WL4" de Atotech Deutschland GmbH. El revestimiento se aplica a temperatura ambiente, preferiblemente sumergiendo una cesta llena de elementos de anclaje en un recipiente lleno de revestimiento líquido. En particular, el revestimiento protector se aplica por inmersión de las barras de anclaje multicónicas. A continuación, la cesta se extrae del recipiente y se hace girar para conseguir una distribución homogénea del revestimiento protector en cada uno de los elementos de anclaje. En particular, el centrifugado se efectúa a una velocidad comprendida entre 100 y 400 rpm, preferiblemente entre 150 y 300 rpm, y un tiempo de rotación comprendido entre 10 y 30 segundos, preferiblemente entre 15 y 25 segundos. Preferiblemente, el revestimiento se hornea a continuación a un mínimo de 170 °C durante 30 minutos. Este proceso de revestimiento se lleva a cabo dos o más veces.

35 El espesor de la capa protectora se determina mediante medición microscópica de acuerdo con la norma DIN EN ISO 1463 en su versión actualmente vigente. La medición se realiza como parte de la prueba inicial de la muestra. La prueba se realiza en 3 piezas tomadas al azar después de los dos procesos de revestimiento. El espesor del revestimiento se determina mediante una sección transversal a través del eje. El espesor del revestimiento se mide en 3 puntos de medición (4, 8 y 12 horas). El valor medio de estas mediciones da el espesor medio del revestimiento protector. La supervisión del nivel garantiza el revestimiento de todas las piezas. Preferiblemente, debe controlarse la calidad de la solución con respecto a posibles impurezas. Si es necesario, la solución debe filtrarse o sustituirse, ya que actualmente puede estar contaminada por partículas como el zinc, el polvo o la abrasión. Esto es necesario para garantizar que la calidad del revestimiento sea constante.

40 En la siguiente etapa, se aplica una imprimación. Esta imprimación en el procedimiento de la presente invención es preferiblemente un sistema aglutinante orgánico a base de acrilato, en particular un sistema aglutinante orgánico a base de acrilato con una temperatura máxima de cocción de 180 °C y un tiempo de cocción de aproximadamente 30 min. Tal sistema aglutinante orgánico es, por ejemplo, "Primer W11 light" de Verzinkerei Kriessern AG. El revestimiento se aplica a temperatura ambiente sumergiendo una cesta llena de elementos de anclaje multicónicos en un recipiente lleno de imprimación líquida. Preferiblemente, la imprimación se aplica por inmersión de los elementos de anclaje multicónicos. A continuación, se extrae la cesta del recipiente y se hace girar para garantizar una distribución uniforme de la imprimación en cada uno de los elementos de anclaje. En particular, el centrifugado se realiza a una velocidad comprendida entre 100 y 400 rpm, preferiblemente entre 150 y 300 rpm, y un tiempo de rotación comprendido entre 1 y 5 min, preferiblemente entre 2 y 3 min. A continuación, el revestimiento se hornea durante 30 minutos a un máximo de 180 °C.

55 El control del nivel garantiza el revestimiento de todas las piezas. Preferiblemente, debe controlarse la calidad de la solución para detectar posibles impurezas. Si es necesario, la solución debe filtrarse o sustituirse, ya que con el tiempo puede contaminarse con partículas como el zinc, el polvo o la abrasión. Esto es necesario para garantizar

que la calidad del revestimiento sea constante.

5 En la siguiente etapa, se aplica un revestimiento superior. Este revestimiento superior en el procedimiento de la presente invención es preferiblemente un revestimiento de cera, en particular un revestimiento Licowax® o Vestowax®. En una realización preferida, el revestimiento de cera es un revestimiento Licowax®. Este revestimiento Licowax® comprende al menos un 2 % en peso de Licowax® PED 522 (Clariant). En su caso, puede incluirse una cantidad eficaz de aditivo permanentemente fluorescente como, por ejemplo, un polvo fluorescente (Ciba, UVITEX OB).

10 El revestimiento superior se aplica por inmersión en el material a granel. La distribución uniforme del revestimiento superior sobre los elementos de anclaje multicónicos se garantiza mediante un proceso de centrifugación antes del secado. Todos los elementos de anclaje multicónicos deben humedecerse completa y uniformemente con el revestimiento superior. Este proceso de revestimiento se realiza dos veces. Preferiblemente, el revestimiento superior se aplica por inmersión de los elementos de anclaje multicónicos. A continuación, la cesta se saca del recipiente y se hace girar para garantizar una distribución uniforme del revestimiento superior en cada uno de los elementos de anclaje. En particular, el centrifugado se efectúa a una velocidad comprendida entre 100 y 400 rpm, preferiblemente entre 150 y 300 rpm, y un tiempo de rotación comprendido entre 1 y 5 min, preferiblemente entre 2 y 3 min. Preferiblemente, debe controlarse la calidad de la solución con respecto a posibles impurezas. Si es necesario, la solución debe filtrarse o sustituirse, ya que con el tiempo puede contaminarse con partículas, como el zinc, el polvo o la abrasión. Esto es necesario para garantizar que la calidad del revestimiento sea constante.

20 La aplicación del revestimiento superior también puede realizarse en el procedimiento de colgado o por medio de procedimiento de pulverización.

Se comprueba la presencia del revestimiento en los productos bajo una fuente de luz adecuada (luz UV/luz negra). La prueba se realiza con 5 piezas tomadas al azar y es conocida por el experto.

25 La inspección final de los elementos de anclaje multicónicos revestidos se realiza determinando la "característica H". La característica H es una cota o referencia especial de un dibujo que tiene una gran importancia para el funcionamiento general del producto. Por regla general, esta característica H está sujeta a una garantía de calidad especial. La garantía de los requisitos de la característica H se considera cumplida con el cumplimiento del espesor mínimo de la capa para la primera capa (ZnNi) y la supervisión del proceso para la segunda, tercera y cuarta capa.

30 La prueba de corrosión se realiza mediante las siguientes pruebas de corrosión en el producto acabado como parte de la prueba de muestra inicial: ISO 20340 - prueba de corrosión cíclica con UV, congelación y niebla salina - prueba de fallos tempranos - duración 5 semanas (5 ciclos); ISO 16701 - prueba de corrosión cíclica (ciclos de humedad y temperatura, cloruros) - comportamiento a largo plazo - duración 12 semanas. La prueba de corrosión garantiza la calidad de los elementos de anclaje multicónicos.

Ejemplo de realización

35 Elementos de anclaje multicónicos conformados en frío y revestidos según el procedimiento de la presente invención, es decir, barras de anclaje cónicas con una rosca de conexión M12, 196 mm (HIT-Z, empresa Hilti), y elementos de anclaje multicónicos revestidos de última generación como comparación, se colocaron con un mortero compuesto químico (HIT-HY 200-A, mortero de inyección híbrido de alto rendimiento de Hilti) en una perforación húmeda en C20/25 con una profundidad de 60 mm y se curaron durante 24 h a temperatura ambiente. Los elementos de anclaje multicónicos revestidos de última generación alcanzaron valores de carga de 17 kN en la fisura paralela estática de 0,3 mm. La superficie rugosa de los elementos de anclaje revestidos del estado de la técnica provoca un desprendimiento más difícil del mortero compuesto y una resistencia a la fricción significativamente mayor durante el restablecimiento en caso de agrietamiento, lo que, finalmente, conduce a un mal funcionamiento del sistema de anclaje y, por lo tanto, a reducciones significativas de la carga. En comparación, se alcanzaron valores de carga de 27 kN en las mismas condiciones con barras de anclaje recubiertas según el procedimiento de 45 la presente invención, lo que puede atribuirse a las buenas propiedades de desprendimiento y deslizamiento.

50 Las imágenes microscópicas muestran que el procedimiento de la presente invención produce un elemento de anclaje multicónico revestido con una superficie sin rugosidades superficiales y sin incorporación de partículas de acero en la capa de zinc (Fig. 5a a 6). Además, la imprimación impide que el revestimiento protector absorba la capa protectora, por lo que esta puede mostrar sus buenas propiedades de desprendimiento y deslizamiento. Además, el elemento de anclaje multicónico se caracteriza por una mayor protección contra la corrosión.

55 Las imágenes microscópicas se obtienen mediante micrografías en medio embebido en frío. Para ello, las muestras se separan de ATM en la máquina separadora de precisión Brilliant 221, después se premuelen y se incrustan con el medio transparente de incrustación en frío Technovit 4006SE de la empresa Kulzer. El examen metalográfico y la toma de fotografías se realizan con un microscopio para metales DM 4000M de la empresa Leica con aumentos de 25:1 y 500:1 (Fig. 2a a 5b).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de revestimiento de un elemento de anclaje multicónico conformado en frío para técnica de fijación química que comprende las etapas de:
- 5 i) proporcionar un elemento de anclaje multicónico conformado en frío,
ii) galvanizar el elemento de anclaje multicónico conformado en frío,
iii) aplicar un revestimiento protector,
iv) aplicar una imprimación, y
v) aplicar un revestimiento superior.
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa ii) comprende la inmersión de los elementos de anclaje multicónico a una densidad de corriente comprendida entre 0,5 y 1,0 A/dm², preferiblemente a una densidad de corriente de 0,8 A/dm².
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde la etapa iii) comprende, además, la cocción del revestimiento protector.
- 15 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la cocción del revestimiento protector tiene lugar durante 30 min a un mínimo de 170 °C.
5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la etapa iv) comprende, además, la cocción de la imprimación.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la cocción de la imprimación tiene lugar durante 30 min a un máximo de 180 °C.
- 20 7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el revestimiento protector es una capa protectora orgánica con una temperatura mínima de cocción de 170 °C y un tiempo de cocción de aproximadamente 30 min.
8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la imprimación es un sistema aglutinante orgánico a base de acrilato, en particular un sistema aglutinante orgánico a base de acrilato con una temperatura máxima de cocción de 180 °C y un tiempo de cocción de aproximadamente 30 min.
- 25 9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el revestimiento superior es un revestimiento de cera.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el revestimiento de cera es un revestimiento Licowax[®] o Vestowax[®], preferiblemente un revestimiento Licowax[®].
- 30 11. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el elemento de anclaje multicónico está hecho de acero al carbono con una mayor resistencia a la corrosión.
12. Elemento de anclaje multicónico para técnica de fijación química, revestido con el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

Fig. 1

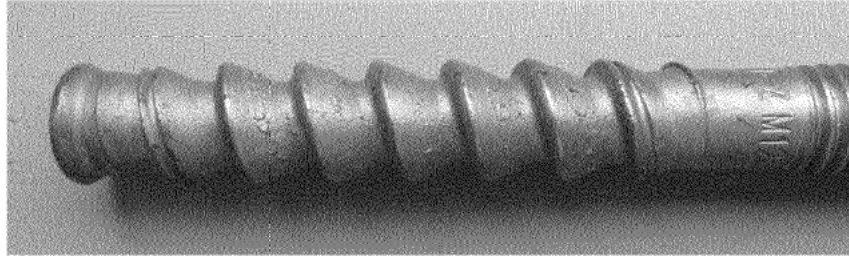


Fig. 2a

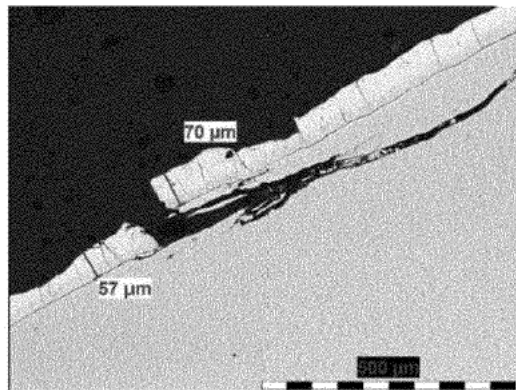


Fig. 2b

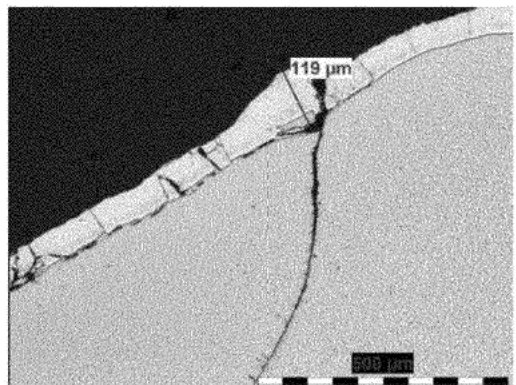


Fig. 3

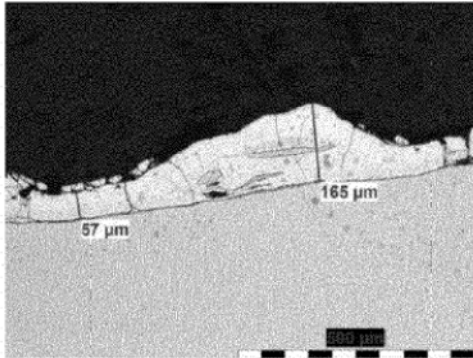


Fig. 4a:

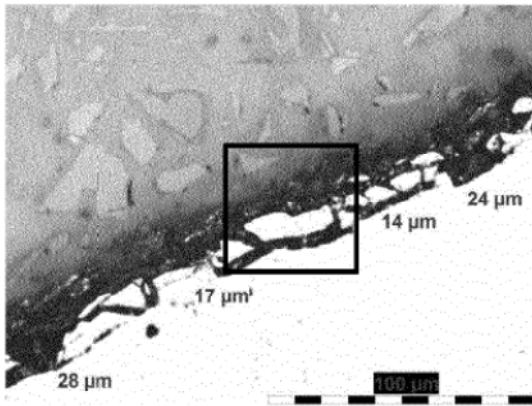


Fig. 4b:

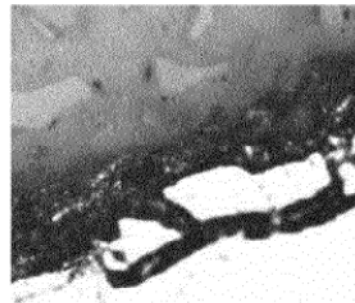


Fig. 4c:

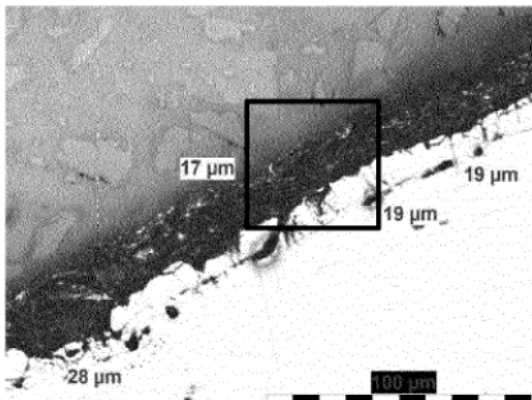


Fig. 4d:



Fig. 5a:

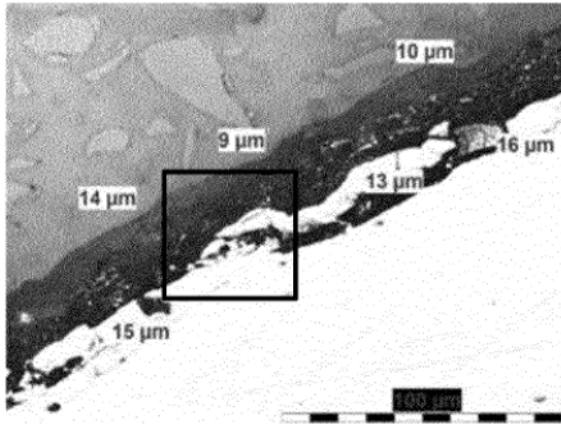


Fig. 5b:

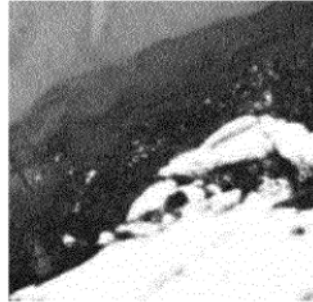


Fig. 5c:

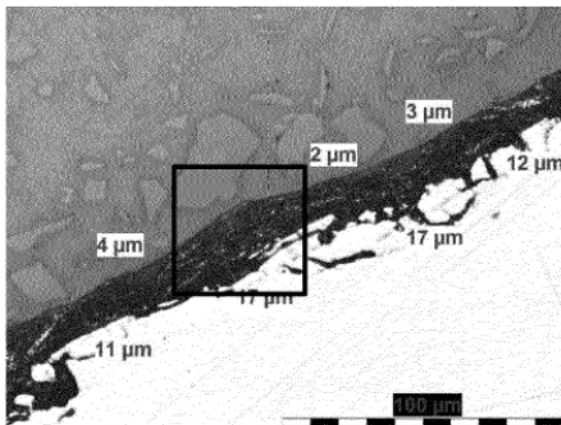


Fig. 5d:

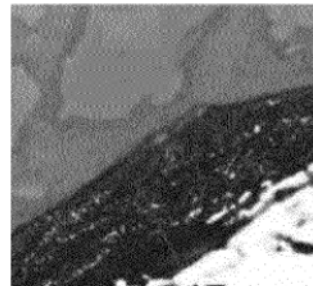


Fig. 6:

