

REVESTIMIENTOS DUROS USADOS EN VÁLVULAS

	CONTENIDO	Página
1	Introducción	1-2
2	Selección del revestimiento	2
2.1	Revestimientos químicos	2
2.1.1	Cromo duro	2
2.1.2	Niquelado ENP (Electroless Nickel Plating)	3
2.2	Revestimientos térmicos	3-4
2.2.1	Flame spraying and fusing	4-5
2.2.1.1	Revestimiento "Flame spray and fusing" basado en aleación de níquel	6
2.2.1.2	Revestimiento "Flame spray and fusing" basado en carburo de tungsteno	6
2.2.1.3	Flame spray and fusing basado en aleaciones de cobalto	6
2.2.2	High Velocity Oxygen Fuel (HVOF)	7
2.2.2.1	HVOF en base a carburo de cromo	8
2.2.2.2	HVOF en base a carburo de tungsteno	8
2.2.3	Atmospheric Plasma Spraying (APS)	9-10

1. Introducción

Válvulas utilizadas en servicios severos, como por ejemplo en la industria del gas y petróleo o aplicaciones mineras, están sujetas a condiciones de operación hostiles. Deben ser resistentes a la corrosión, ser capaces de soportar altas presiones, altas temperaturas y resistir el desgaste erosivo y abrasivo. Las partes críticas de la válvula que son más vulnerables a estas condiciones son el obturador, los asientos y el vástago. Especialmente el obturador y los asientos están expuestos a las condiciones en todo momento y deben mantener un sellado hermético cuando se abren o cierran.

Los recubrimientos utilizados para válvulas incluyen recubrimientos químicos y térmicos, todos los cuales proporcionan una superficie dura con una resistencia a la abrasión mucho mejor en comparación con las piezas no protegidas.

Las válvulas con asiento metálico logran un sellado por contacto de metal a metal entre el obturador y el asiento. Cuando los metales "blandos" (como el acero inoxidable o de dureza similar) se deslizan uno contra el otro incluso bajo presión moderada, las superficies se rayan. Las protuberancias microscópicas en las superficies de los asientos se enganchan entre sí, lo que resulta en fricción de la superficie, acumulación de calor y deformación plástica. Por lo general, el daño se empeora a medida que la válvula realiza ciclos hasta que deja de funcionar. Si no se aplican recubrimientos a estas superficies, se observará abrasión casi tan pronto como la válvula se ponga en el banco de pruebas. Una vez instalado en servicio, los diversos efectos de los fluidos severos aumentarían la tasa de desgaste exponencialmente.

Los recubrimientos seleccionados adecuadamente reducen la fricción entre el obturador y los asientos, lo que permite una operación de deslizamiento suave durante numerosos ciclos, minimizando el daño debido al desgaste, abrasión, erosión, impacto de partículas, cavitación y oscilaciones térmicas. La reducción de la fricción reduce el torque requerido para la operación de la válvula, lo que tiene varias ventajas.

2. Selección del revestimiento

Los materiales del cuerpo, el obturador y los asientos de la válvula se seleccionan en función a factores como presión, temperatura y compatibilidad química. Estos criterios también deben tenerse en cuenta al elegir recubrimientos duros. La selección inadecuada puede causar una falla casi instantánea de la válvula durante el arranque. También es importante tener en cuenta que revestimientos duros seleccionados adecuadamente no pueden compensar materiales de base inadecuados. La mayoría de los recubrimientos son hasta cierto punto porosos y no aíslan el material base contra los efectos de los medios corrosivos. El material base y el revestimiento deben seleccionarse para cumplir con las demandas de la aplicación y son compatibles con la forma de aplicación.

2.1 Revestimientos químicos

Son recubrimientos aplicados químicamente, por lo general electrolíticamente y tienen una alta resistencia a la corrosión, pero una menor resistencia mecánica que los recubrimientos térmicos. Los más utilizados son:

- Cromo duro (Hard chromium)
- Niquelado ENP (Electroless Nickel Plating)

2.1.1 Cromo duro (Hard Chromium)

El cromo duro es un recubrimiento estándar y es adecuado para una amplia gama de aplicaciones en líquidos y gases a temperaturas y presiones moderadas. La resistencia a la corrosión del HCr es generalmente comparable con los aceros inoxidable. El HCr no resiste ácidos fuertes como el ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF) o ácido sulfúrico (H₂SO₄). No debe usarse con agua de mar, cloro húmedo u otros medios con alto contenido de cloruros.

Características

Materiales base adecuados	Aceros inoxidable, aleaciones a base de níquel
Composición	Cromo
Espesor	< 50 µm
Temperatura máxima	350°C
Dureza	70 HRC
Resistencia química	pH > 1

2.1.2 Niquelado ENP (Electroless Nickel Plating)

El Niquelado (ENP) es el depósito de un revestimiento de aleación de níquel por reducción química, sin la corriente eléctrica que se utiliza en los procesos de galvanoplastia.

La mayoría de la ENP para fines de ingeniería es un depósito de níquel fósforo que contiene hasta 14% de fósforo.

Cuanto mayor es el contenido de fósforo, mayor es la resistencia a la corrosión, sin embargo, el compromiso de aumentar el contenido de fósforo produce una disminución de la dureza.

ENP se aplica ampliamente en la producción de válvulas con sus ventajas, tales como un procesamiento simple, bajo costo, espesor uniforme y revestimiento en el vástago, obturador y asientos. Muchos clientes especificarán A105 / ENP porque creen que es una opción más rentable que un obturador de acero inoxidable completo. La dureza de la superficie de la ENP es bastante alta, la resistencia del sustrato es a menudo el factor limitante, especialmente en el caso de que escamas metálicas, arena o partículas similares quede atrapadas entre el obturador y el asiento. Una vez que el revestimiento de ENP se ve comprometido, la falla no tardará en llegar.

Características

Materiales base	acero al carbono
Composición	Níquel (Ni) +10,5% hasta 13% fósforo (P)
Espesor	<75 μm
Temperatura máxima	350 ° C
Dureza	70 HRC
Resistencia química	pH > 4,5

2.2 Revestimiento térmico

Pulverización térmica ("Thermal spraying") o recubrimiento térmico ("Thermal coating") son términos para una variedad de métodos, todos los cuales esencialmente involucran materiales metálicos, cerámicos o compuestos que se funden usando una llama, arco eléctrico, rayo láser, etc. y unido a una superficie utilizando presión de expansión o descarga (presión de aire o gas).

Algunos métodos hacen uso de altas velocidades (energía cinética): el material de recubrimiento por lo tanto "salpica" e impacta con la superficie rugosa y se une mecánicamente en ella. Otros métodos usan extremadamente alta energía térmica y requieren de un proceso de fusión separado después de que las partículas fundidas o las gotas se hayan dispersado sobre la superficie. En tales casos, la fusión crea un enlace metalúrgico entre las gotas pulverizadas y el material base. El material de recubrimiento puede tener una variedad de formas tales como alambre, granulado o polvo. Todos los métodos usan alguna forma de energía térmica con un quemador y un sistema de pulverización para exponer el material a una temperatura alta y así ponerlo en movimiento (liberando energía cinética). Los métodos basados en láser utilizan energía térmica pura para completar el proceso de soldadura.

Para la aplicación del revestimiento diferentes parámetros se deben tener en cuenta, como ser temperatura, velocidad y tamaño de partícula / gota, según el método utilizado. Este hecho por sí solo muestra claramente que cada método está sujeto a sus propias leyes físicas y que, como resultado, cada uno puede producir características físicas o características muy diferentes, como dureza, concentración, adhesión y otras propiedades de recubrimiento.

La simbiosis entre el método, el material base y el diseño de las piezas a recubrir es extremadamente importante para estos métodos. Esta simbiosis es responsable de lo a menudo excelentes y, de hecho, únicas propiedades del producto terminado.

El tratamiento posterior es el verdadero arte de fabricar sistemas de sellado de metal con metal. Tal tratamiento es imperativo si, dependiendo de los diversos factores de influencia y condiciones de operación, los sistemas de sellado que son herméticos a gases se deben producir de acuerdo con las normativas pertinentes.

Las tecnologías más comunes utilizadas para aplicaciones en válvulas son:

- Flame spray & Fusing
- HVOF (High Velocity Oxygen Fuel)
- APS (Athmospheric Plasma Sprayig)

2.2.1 Llama pulverización y Fusión (Flame Spraying and Fusing)



Consiste en la fusión del material de recubrimiento por la combustión de gas combustible y oxígeno y por la aceleración de las partículas por la expansión del gas de combustión.

Un tratamiento térmico posterior del recubrimiento a temperaturas de 1000-1100 ° C en un horno de vacío elimina la porosidad y proporciona una excelente adherencia debido al enlace metalúrgico (difusión)

Los materiales base se limitan a aleaciones auto fluyentes. Aleaciones de acero inoxidable, o aleaciones a base de níquel o cobalto

Ventajas

- Una amplia variedad de materiales para el recubrimiento.
- El recubrimiento es impermeable a gases y líquidos.
- La capa de revestimiento no es porosa
- Alta resistencia al desgaste cuando está sujeto a tensiones lineales, concentradas y distribuidas.
- Alta resistencia adhesiva al material de base
- Unión metalúrgica al material base.
- El recubrimiento se presta para un tratamiento mecánico posterior (torneado, fresado, rectificado y lapeado)
- Fuerte resistencia a la corrosión por soluciones cáusticas, ácidos débiles y soluciones acuosas.

Desventajas

- Recubrimientos parciales no son posibles
- Acero al cromo no es adecuado para la unión metalúrgica.
- El material base está sujeto a importantes tensiones por temperatura.
- La geometría del componente está sujeta a restricciones.

Aplicaciones

- Servicio severo
- Altos ciclos de operación
- Alta presión
- Baja temperatura (<-40 ° C)
- Alta hermeticidad
- Resistencia a ciclos térmicos frecuentes y a golpes.

2.2.1.1 Revestimiento “Flame spray and fusing” basado en aleación de níquel

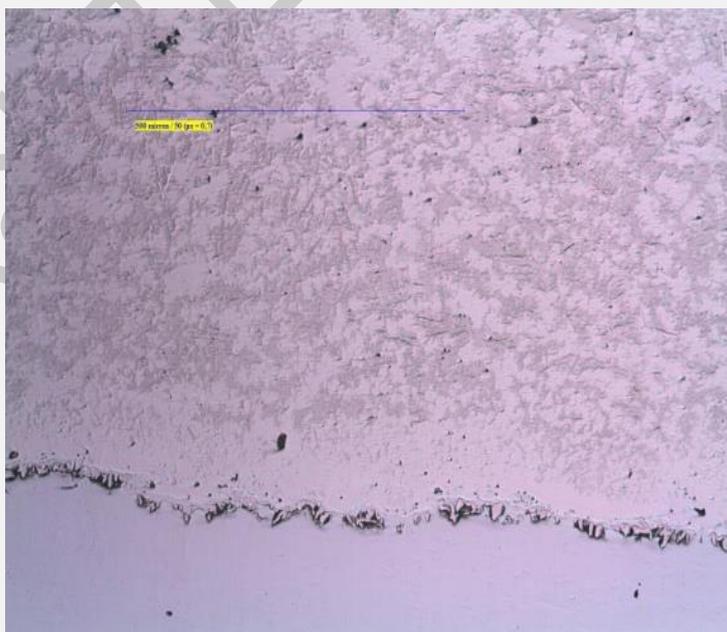
Materiales base adecuados	aleaciones auto fundentes
Composición	70% Ni / 17% Cr / 4% Fe / 4% Si
Espesor	<600 µm
Temperatura máxima	750 ° C
Dureza	58/62 HRC
Fuerza de unión	> 150 MPa

2.2.1.2 Revestimiento “Flame spray and fusing” basado en carburo de tungsteno

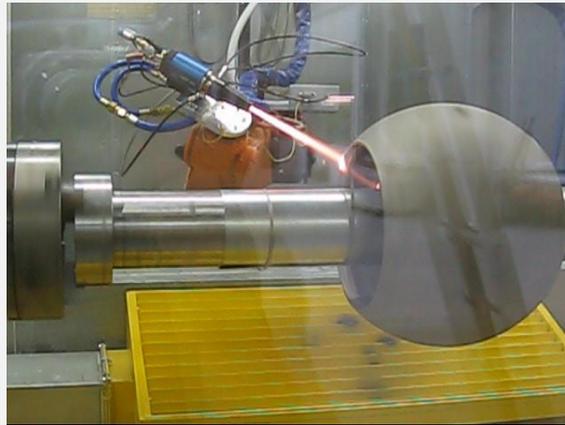
Materiales base adecuados	aleaciones auto fundentes
Composición	50% WC / 26% Ni / 7% Cr / 3,5% Si
Espesor	<600 µm
Temperatura máxima	750°C
Dureza	62/65 HRC
Fuerza de unión	> 150 MPa

2.2.1.3 Revestimiento “Flame spray and fusing” basado en cobalto

Materiales base adecuados	aleaciones auto fundentes
Composición	42% Co / 13% Ni / 19% Cr / 15% W / 3Si
Espesor	<600 µm
Temperatura máxima	800°C
Dureza	59/62 HRC
Fuerza de unión	> 150 MPa



2.2.2 Combustible de Oxígeno aplicado a alta velocidad High Velocity Oxygen Fuel (HVOF)



Consiste en la fusión y la aceleración de las partículas pulverizadas del material de revestimiento mediante la combustión a alta presión de combustible y oxígeno, y que se propaga a través de boquillas de expansión diseñadas especialmente que llevan al gas a velocidades supersónicas (hasta 900 m/seg.). El breve tiempo de permanencia en la llama minimiza la descomposición y la oxidación del material de recubrimiento, obteniendo una baja porosidad (<1-2%) y una buena resistencia de unión (> Mpa). Es el proceso más versátil en cuanto a selección de revestimiento y materiales base. La baja carga térmica de las piezas recubiertas elimina distorsiones en la forma de los componentes a recubrir.

Ventajas

- Aplicable en cualquier material de base metálico
- Buena dureza y resistencia al desgaste.

Desventajas

- Cierta porosidad remanente y unión mecánica.
- En algunos casos se producen grietas y astillas.

Aplicaciones

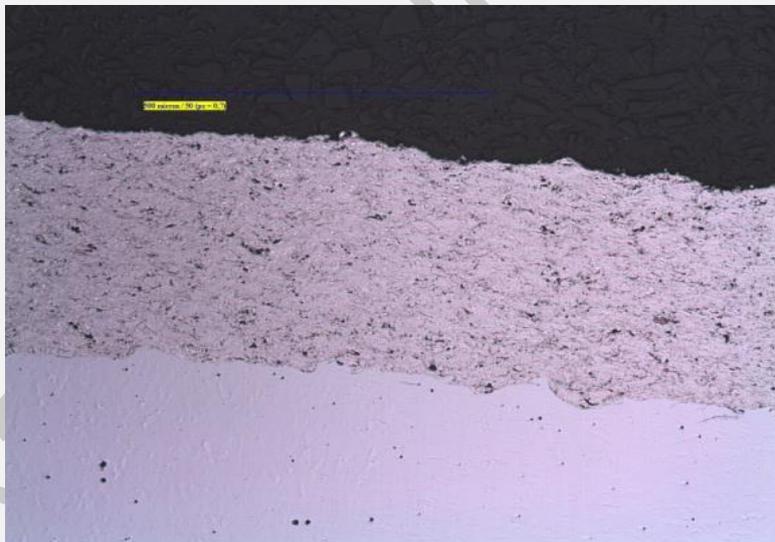
- Servicio general
- Para presión de gas <150bar
- Ciclos de operación moderados.
- Mayores fugas con a presión >150 bar

2.2.2.1 Revestimiento HVOF basado en carburo de cromo

Materiales base adecuados	Cualquier metal
Composición	Carburo de cromo con matriz de níquel cromo Cr3C2-NiCr 75:25
Espesor	<200 μm
Temperatura máxima	650 ° C
Dureza	> 68 HRC
Fuerza de unión	> 75 Mpa

2.2.2.2 Revestimiento HVOF basado en carburo de tungsteno

Materiales base adecuados	Cualquier metal
Composición	WC 10Ni 5Cr
Espesor	<200 μm
Temperatura máxima	450 ° C
Dureza	> 70 HRC
Fuerza de unión	> 75 Mpa



2.2.3 Atmospheric Plasma Spraying (APS)



Esta forma de aplicación se utiliza principalmente para recubrimientos cerámicos.

La fusión y la aceleración de las partículas pulverizadas se produce por un flujo de gas de plasma de hasta 20.000°K

Las boquillas de expansión diseñadas especialmente conducen al gas a velocidades supersónicas (hasta 450 m/seg)

El tiempo de permanencia corto en la llama minimiza la descomposición y la oxidación del material de recubrimiento.

Porosidad (1-10%)

Buena fuerza de unión (> 45Mpa)

La baja carga térmica de las piezas recubiertas elimina distorsiones en la forma de los componentes recubiertos.

Características

Materiales base adecuados

Cualquier metal

Composición

Adhesivo: Ni Cr

Recubrimiento superior: TiO₂ (99,9%)

Espesor revestimiento

Adhesivo: 0,1 mm

Recubrimiento superior: 0,2 mm

Temperatura máxima

450°C

Dureza

58/63 HRC

Fuerza de unión

> 45 Mpa

Ventajas

- Aplicable en cualquier material base metálico
- Alta dureza y resistencia al desgaste.
- Buena resistencia a la corrosión.

Desventajas

- Porosidad y baja unión mecánica
- Peligro de fragilidad.
- Raramente se producen grietas y astillas.

