

COMPARACION ENTRE: NIQUEL QUIMICO 10-12%P Y CROMO DURO

INTRODUCCION

El níquel químico de alto contenido en fósforo (10-12% P) y el cromo duro son dos procesos que entran en competencia en una amplia gama de aplicaciones industriales. Mientras que en algunos casos esta muy clara la selección, en muchas aplicaciones se debe llevar a cabo un cuidadoso análisis de todos los factores envolventes para determinar la elección de un proceso frente al otro. En ciertas situaciones se puede presentar un beneficio de los dos recubrimientos combinados, con una doble capa de níquel químico y cromo duro.

CARACTERISTICAS DE LOS RECUBRIMIENTOS

ESTRUCTURA

El cromo duro presenta en su estructura microfisuras que pueden variar de 100 hasta 1.000 en función de la composición química del baño y variando los diferentes parámetros del proceso (densidad de corriente y temperatura).

Un aumento de microfisuras en la estructura del cromo, mejora la resistencia a la corrosión, debido a que la corriente activa formada entre el par catodo (cromo) y ánodo (hierro), se distribuye en un área mayor evitando una corrosión localizada.

La estructura del níquel químico de alto contenido en fósforo es amorfa, libre de porosidad y microfisuras, aislando el metal base (acero, fundición, etc.), de la atmósfera.

El tratamiento térmico del Níquel químico de 230 a 400°C, produce la precipitación de cristales de fosforo de níquel, aumentando la dureza, pero empeorando la resistencia a la corrosión ya que se crea una estructura cristalina.

UNIFORMIDAD DEL DEPOSITO

El cromo duro es un proceso electrolítico, y es no uniforme por naturaleza. Esto requiere una cuidadosa disposición de los ánodos, utillajes, pantallas, y una adecuada protección de las zonas que no se deban cromar, para mejorar al máximo la uniformidad en las zonas de alta y baja densidad de corriente. En aquellas piezas en las que la uniformidad del acabado es de gran importancia, se procede a una rectificado final, después del cromado.

La excelente uniformidad obtenida en los recubrimientos de níquel químico, es una de las razones principales por las que es elegido frente al cromo duro.

El proceso de níquel químico es autocatalítico, (sin necesidad de corriente), produciendo un espesor uniforme y fácilmente controlable.



Para piezas de geometría muy compleja, especialmente cuando las dimensiones de acabado son muy críticas, se aplica en la mayoría de casos el níquel químico. Se puede depositar una fina capa de cromo duro sobre el níquel químico si se desea un acabado en cromo duro, pero la uniformidad es muy necesaria.

VELOCIDAD DE DEPOSICION

En aquellas aplicaciones donde sea necesario un elevado grosor de recubrimiento, el níquel químico tendrá un mayor coste que el cromo duro. Esto es debido a la lentitud del proceso de níquel químico, y a la tendencia a formar picaduras a medida que aumenta por encima de 75µm el espesor del níquel. Es por esta razón que para espesores por encima de 75µm, es más conveniente la aplicación del cromo duro.

RESISTENCIA A LA CORROSION

La resistencia a la corrosión del níquel químico (10-12%P) (sin tratamiento de dureza) se considera generalmente superior a la del cromo duro, cuando se comparan espesores iguales. Las microfisuras que forma la estructura del cromo facilitan principalmente a bajos espesores, un acceso directo al metal base con las zonas de trabajo. Esto se ve agravado en partes de geometría compleja, donde la capa de cromo es muy fina o incluso no se ha podido depositar cromo por falta de corriente en ese punto.

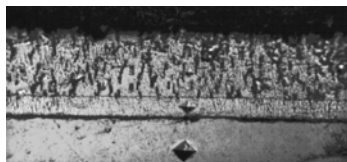
El endurecimiento del níquel químico mediante un tratamiento entre 300÷400°C, hace que aumente la porosidad de este disminuyendo la resistencia a la corrosión.

Estos problemas de corrosión del cromo y del níquel se pueden solucionar tomando varias alternativas :

-Aumentando el espesor de la capa de cromo, minimizando el acceso de productos corrosivos al metal base a través de las microfisuras.

-Aplicando una doble capa de níquel químico-cromo duro

-Aplicando una doble capa de cromo duro estanco (libre de microfisuras)-cromo duro microfisurado.



El cromo duro libre de microfisuras, aísla totalmente el metal base del exterior pero tiene el inconveniente que su dureza y resistencia al desgaste es inferior a la del cromo duro microfisurado, por lo cual una combinación de ambos nos dará un resultado de excelentes propiedades de resistencia a la corrosión y al desgaste.

TABLA 1 : RESISTENCIA A LA CORROSION

RESISTENCIA A LA CORROSION	ASTM B-117 NIEBLA SALINA	DIN 50018 2.0 I SO2 ENSAYO KESTERNICH
CROMO DURO		
60µm	200h	2 RONDAS
CROMO DURO DUPLEX		
60µm	1.000h	10 RONDAS
NIQUEL QUIMICO (SIN TRATAMIENTO)		
60µm	1.000 h	5 RONDAS
30µm	500 h	
NIQUEL QUIMICO (CON TRATAMIENTO)		
60µm (T>300°C)	200h	1 RONDA
DUPLEX DE NIQUEL-CROMO		
60µm	1.000h	10 RONDAS

RESISTENCIA A LA ABRASION, DUREZA

La dureza del níquel químico es de 500 NHV , variando substancialmente con la química del baño y con el tratamiento térmico posterior. Un tratamiento térmico entre 230°C y 400°C, va aumentando esta dureza hasta un máximo de 900-1000 NHV, esto es debido a la cristalización del Ni₃P formado en el depósito. Un aumento de temperatura por encima de los 400°C produce la recristalización y crecimiento de grano dando lugar a una disminución de la dureza.

Los depósitos de cromo duro tienen una dureza de 1000÷1200 NHV. Un posterior tratamiento entre 120-340°C disminuye ligeramente esta dureza, hasta 850-950 NHV, debido al desprendimiento de hidrógeno ocluido, y a la relajación de tensiones del recubrimiento. La dureza del cromo duro no se ve afectada desde los 340° hasta los 600°C. A temperaturas superiores a los 600°C, se empieza a reblandecer rápidamente debido a la recristalización del cromo.

La resistencia a la abrasión de los recubrimientos se evalúa comúnmente con el ensayo abrasivo de Taber. Este ensayo expresa los mg de peso perdidos por mil ciclos de una muela abrasiva sin lubricación sobre el recubrimiento.

La resistencia a la abrasión del cromo duro es superior a la del níquel químico. Los resultados del ensayo son para el cromo duro de 2-3 mg/1000 ciclos y de 18-25 mg/1000 ciclos para el níquel químico sin tratamiento y de 8-12 mg/1000ciclos para el níquel químico con tratamiento térmico a 400°C.

TABLA 2 : INDICE DE TABER

COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA ABRASION POR EL ENSAYO DE TABER ENTRE EL NIQUEL QUIMICO Y EL CROMO DURO.

<u>RECUBRIMIENTO</u>	<u>TRATAMIENTO TERMICO</u>	<u>INDICE DE TABER*</u>
CROMO DURO	NO	2-3
NIQUEL QUIMICO	NO	18-25
NIQUEL QUIMICO	400°C/1 hr	8-12

*INDICE DE TABER : MUELA DE ESMERIL CS-10, CARGA DE 100gr, DETERMINACION DE LA MEDIA DE PERDIDA DE PESO POR 1.000 CICLOS EN UN ENSAYO DE 6.000 CICLOS.

RESISTENCIA AL DESGATE

El test de Falex sirve para evaluar la resistencia al desgaste de un vástago rotativo (290 RPM) de acero sometido a una presión entre dos bloques de acero recubiertos (con forma de V) estacionarios sobre los cuales se aplica una carga en condiciones de lubricación. El desgaste se evalúa por el peso perdido del vástago y el deterioro de los bloques, así como por el movimiento general del engranaje durante el ensayo.

TABLA 3 : INDICE DE FALEX

COMPARACION DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE POR EL ENSAYO DE FALEX ENTRE EL NIQUEL QUIMICO Y EL CROMO DURO.

<u>RECUBRIMIENTO</u>	<u>BLOQUES DE ACERO RECUBIERTOS</u>			<u>VASTAGOS DE ACERO</u>
	<u>TRATAMIENTO TERMICO</u>	<u>DUREZA NHV</u>	<u>DESGASTE,mg*</u>	<u>DESGASTE, mg*</u>
CROMO DURO	NO	1100	0.5	0.5
NIQUEL QUIMICO	NO	590	6.6	6.6
NIQUEL QUIMICO	290°C/1 hr	880	1.2	1.2
NIQUEL QUIMICO	400°C/1 hr	1000	0.5	0.5

*TEST DE FALEX BAJO 180 Kg DURANTE 40 MINUTOS CON LUBRICANTE. LOS VÁSTAGOS SON DE ACERO SAE 9310 CON 60 HRC DUREZA.

El desgaste del níquel químico es inferior cuando ha sido sometido a un tratamiento térmico, llegando al mínimo valor de desgaste cuando se ha sometido al tratamiento de 400°C durante una hora. Podemos observar que bajo condiciones de desgaste con lubricación, la resistencia del níquel químico es superior que bajo condiciones de desgaste sin lubricación, llegando a igualarse con el cromo duro. El fósforo contenido en el recubrimiento de níquel químico, mejora las condiciones de lubricidad de este, minimizando el calentamiento durante el rozamiento, y reduciendo la excoiación y rallado.

PROPIEDADES FISICAS Y APARIENCIA

<u>PROPIEDAD</u>	<u>CROMO DURO</u>	<u>NIQUEL QUIMICO</u>
Punto de fusión	1850°C	890°C
Coeficiente de expansión térmica	8.1 $\mu\text{m}/\text{m } ^\circ\text{C}$	13 $\mu\text{m}/\text{m } ^\circ\text{C}$
Conductividad térmica (18°C)	0.165 cal/cm ³ -seg-°C	0.0135 cal/cm ³ -seg-°C
Propiedades magnéticas	paramagnetico	no magnético
Resistividad eléctrica	13 $10^6 \Omega \text{ cm}$	100 $10^6 \Omega \text{ cm}$
Conductividad eléctrica	6,1 $10^4 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$	1 $10^4 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$

Una de las diferencias físicas más significativa entre el cromo duro y níquel químico es la apariencia. El azul brillante metálico del cromo duro, es una importante razón por la que este recubrimiento es elegido para muchas aplicaciones. También es de gran importancia el brillo que se obtiene de una película de cromo duro y su prolongación en el tiempo. La apariencia del níquel químico es menos brillante y tiene un color metálico más amarillento. Es muy importante para los dos recubrimientos que la superficie a recubrir este lo mejor pulida posible para que el recubrimiento pueda tener una buena apariencia final.

El cromo duro tiene una buena conductividad térmica y se aplica en aquellas piezas donde sea necesario disipar rápidamente el calor del material base, en cambio el níquel químico es un aislante, y funciona como barrera térmica para proteger el sustrato de altas temperaturas externas.

El cromo duro tiene una buena conductividad eléctrica, frente al níquel químico, el cual funciona como aislante eléctrico al igual que el constantan. Sin embargo el tratamiento térmico del níquel químico por encima de 260°C, produce cambios en su estructura amorfa, formándose cristales de fosforo de níquel (NiP₃) que precipitan en la matriz del recubrimiento provocando un aumento de la conductividad eléctrica.

CONCLUSIONES :

El cromo duro y el níquel químico son recubrimientos técnicos de gran importancia en la industria. Existen entre ambos diferencias que requieren un cuidadoso análisis para determinar la mejor elección.

- 1. El níquel químico tiene su principal ventaja en la habilidad para depositarse uniformemente en piezas con geometría compleja.*
- 2. El cromo duro tiene un menor coste para procesos que requieran elevados espesores, debido a una mayor velocidad de deposición que el níquel químico.*
- 3. El cromo duro tiene una mejor resistencia a la abrasión en seco, y una dureza más elevada que el níquel químico.*
- 4. El comportamiento frente al desgaste del cromo duro y del níquel químico tratado es bueno en ambos casos.*
- 5. La resistencia a la corrosión del níquel químico (10÷12%P) es un muchos casos superior a la del cromo duro.*
- 6. Una doble capa de cromo estanco+cromo microfisurado o níquel+cromo, es una importante alternativa, para conseguir resistencia a la corrosión y al desgaste.*