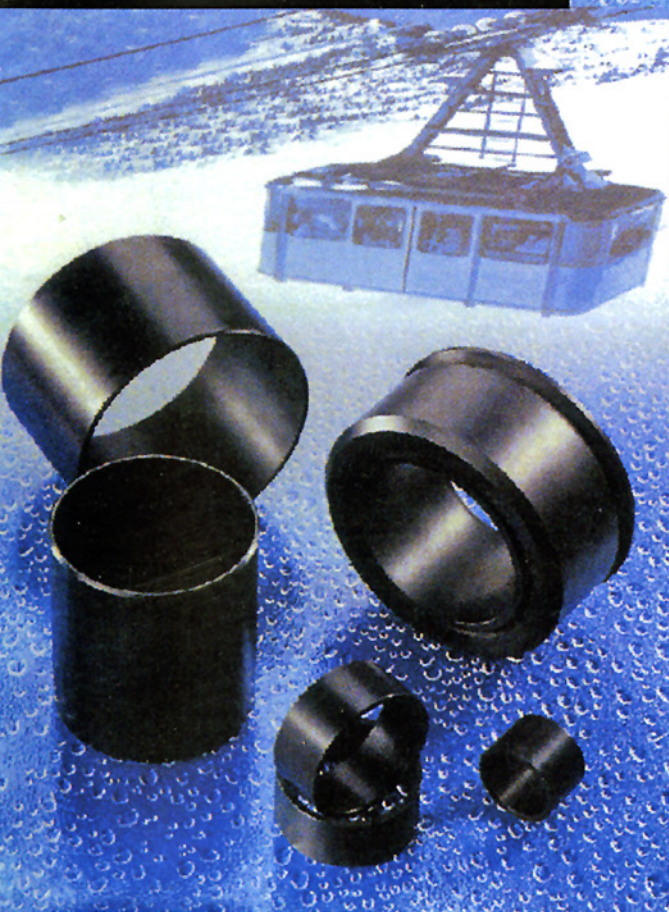


INFORMACIÓN TÉCNICA



PROCESO TUFFTRIDE®-QPQ-


AYZAR
TRATAMIENTOS TÉRMICOS

PROCESO TUFFTRIDE® - QPQ

El baño salino nitrocarburizante realizado por el proceso **TUFFTRIDE** ha sido aplicado por una amplia variedad de industrias alrededor del mundo desde hace décadas.

Se utiliza para mejorar la resistencia al desgaste, la fuerza de flexión y - en particular cuando es combinado con el enfriamiento oxidativo - la resistencia a la corrosión de los componentes hechos de acero, hierro fundido y materiales de hierro sinterizado.

En muchos casos el proceso **TUFFTRIDE** es usado como una alternativa a otros procesos de ingeniería de superficies tales como la cementación, galvanizado, cromado y otros procesos de revestimiento (revestimiento de plástico, pintura, revestimiento con láser etc.); también nitrocarburizado con plasma o gas con una calidad buena o mejorada y una mayor economía.

Llevando a cabo el proceso

Comparado con otros procesos de nitrocarburizado, el **TUFFTRIDE Q**, **QP** y **QPQ** son procesos que son muy fáciles de llevar a cabo. Como es usual cuando se están tratando los componentes en baños salinos, las piezas son primeramente precalentadas hasta más o menos 350° C en aire. La Nitrocarburización tiene lugar en un baño llamado TF1 a 480-630° C, la temperatura estándar es de 580° C.

La sal fundente, consiste principalmente de cianato alcalino y carbonato alcalino.

Es operado en un envase de un material especial y éste es ajustado en un aparato de aireación. El activo constituyente en el baño TF1 es el cianato alcalino. Durante el proceso de nitrocarburización tiene lugar una reacción entre la superficie de los componentes y el cianato alcalino, resultando en la formación del carbonato alcalino.

Añadiendo cantidades específicas de un regenerador no tóxico REG1, los constituyentes de nitruro activos son de nuevo producidos en la fusión de la sal, y la actividad del baño TF1 es mantenida dentro de unas tolerancias muy estrictas. (Fig. 1).



Fig. 1

A medida que la regeneración tiene lugar sin ningún cambio en el volumen del baño nitrocarburizante, no es necesario que parte de la fusión (baño) sea eliminada. Las pérdidas que pudieran ocurrir cuando se extraen las piezas del baño son completadas con sal del TF1. A diferencia de la nitruración o nitrocarburización gaseosas, las sustancias TF1 y REF 1 necesarias para el proceso **TUFFTRIDE QPQ**, no contienen constituyentes clasificados como tóxicos o dañinos para el medio ambiente.

Un baño de enfriamiento especialmente desarrollado (AB1) se utiliza para llevar a cabo el tratamiento oxidativo después de la nitrocarburización del baño salino. Durante este tratamiento una capa de óxido de hierro negra (magnetita) se produce sobre la superficie de las partes tratadas, la cual intensifica la resistencia a la corrosión. La temperatura del baño de enfriamiento es de 350-400° C. A parte del efecto oxidativo, el baño tiene una influencia positiva en la estabilidad dimensional de los componentes de enfriamiento.

Por esta razón, las partes se enfrían a temperatura ambiente y luego se limpian (Proceso **TUFFTRIDE Q**).

Si la superficie de los componentes después de la nitrocarburización no es lo suficientemente fina para ciertas aplicaciones, dependiendo de la forma y tamaño de las piezas, se pueden utilizar varios métodos de pulido para reducir la rugosidad (Proceso **TRUFFTRIDE QP**). Algunos métodos probados son:

- Lapeado con lija de grano 360 o más fina;
- Pulido o un micro acabado continuo con unos discos plásticos similares a los de abrillantado, o sobre un torno fijo entre piezas centrales o ajustado en el mismo.
- Pulido con un torno de vibraciones. Este método es principalmente usado para piezas pequeñas y finas.
- Chorreado con cuentas de vidrio de tamaño entre 40-70 µm de diámetro. Para prevenir que las aristas sean demasiado redondeadas, o el espesor del componente de la capa se reduzca, la presión no debería exceder 4 bares.
- Chorreado automático con granalla, si es posible el diámetro debería ser menor que 1 mm.

El proceso mecánico puede, de todos modos, reducir la resistencia a la corrosión. Por esta razón, en muchos casos un tratamiento post oxidativo en el baño AB1, se lleva a cabo después del pulido.

Esta secuencia completa del proceso mostrada en la Fig. 2 es de hecho, el proceso del **TUFFTRIDE QPQ**. QPQ, significa: Temple (Quench) Pulido (Polish) Temple (Quench) e incluye el tratamiento **TUFFTRIDE** con el enfriamiento oxidativo, el proceso mecánico y el tratamiento post oxidativo en una sal fundente.

Composición y espesor de la capa de nitruro

Capa de Compuesto

Durante la nitrocarburoización por baño salino mediante el proceso **TUFFTRIDE**, se forma una capa nitrocarburoizada; compuesta por la capa exterior de (ϵ -Nitruro de hierro) y debajo la capa de difusión. La formación, micro estructura y propiedades de la capa del compuesto son determinadas por el material base.

El compuesto de la capa está constituida por componentes de hierro, nitrógeno, carbono y oxígeno. Debido a su micro estructura, la capa del compuesto no posee propiedades metálicas. Es particularmente resistente al desgaste, gripaje y corrosión, de la misma forma que es estable casi a la temperatura en que fue formada. Comparado con el plasma o el gas nitrocarburoizante, se pueden obtener componentes o compuestos de la capa con contenido de nitrógeno más alto mediante el proceso **TUFFTRIDE**. Las capas con un contenido alto de nitrógeno dan una mejor protección al desgaste, y en particular a la corrosión que las de un contenido menor.

Dependiendo del material utilizado, la capa exterior tendrá una dureza Vickers de alrededor de 800 a 1500 HV. La Fig. 3 nos muestra una comparativa de las capas superficiales producidas mediante varios procesos con sus durezas.

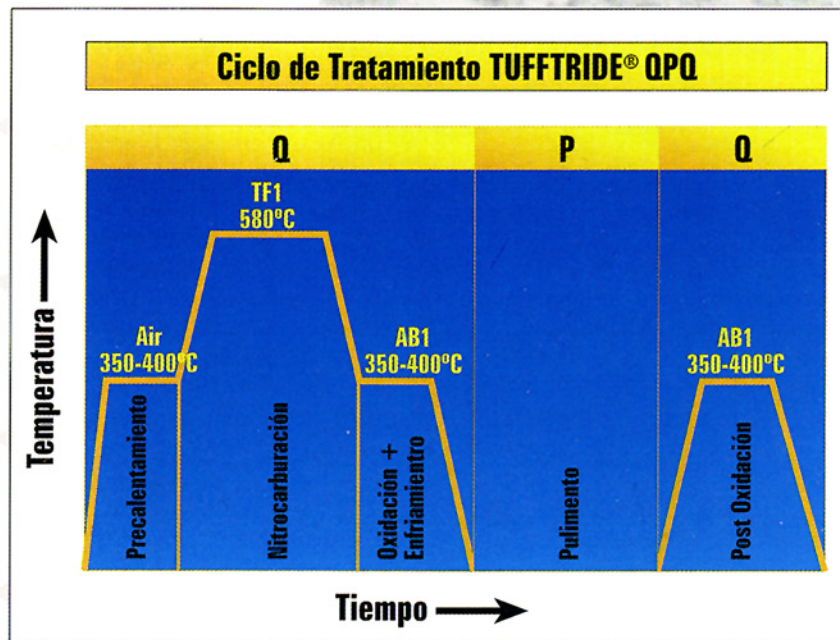


Fig. 2

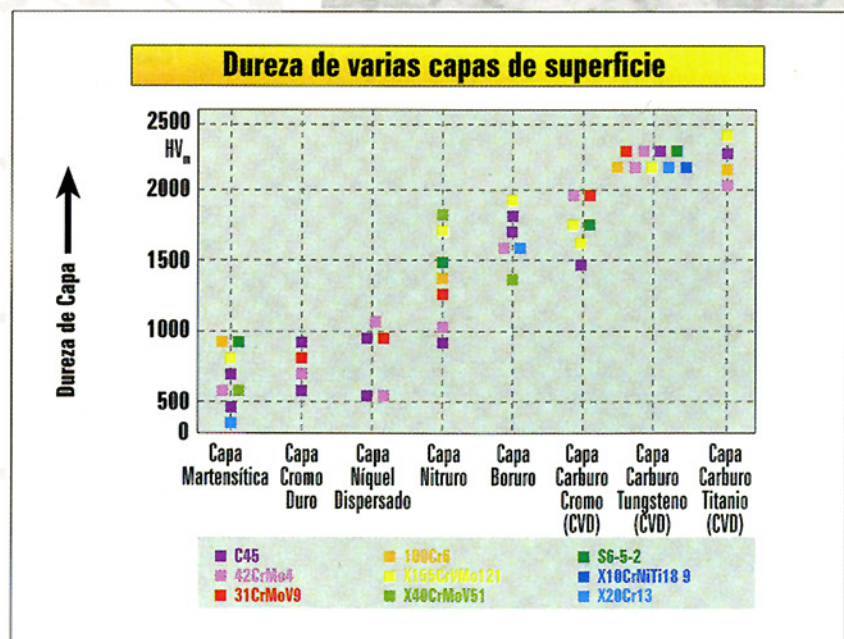


Fig. 3

En el análisis metalográfico de los compuestos nitrocarburos en baño salino; la parte de capa exterior se diferencia de la de difusión por ser una zona de ataque muy ligero. Durante la difusión, el átomo de Nitrógeno forma la capa exterior. El grado de crecimiento del Nitrógeno depende de exceder el límite de solubilidad superficial, haciendo que los nitruros se precipiten formando una capa exterior compacta.

En adición a los parámetros del tratamiento (temperatura, duración, composición del baño), los niveles de carbono y los elementos de la aleación a ser tratados influyen en el espesor de la capa obtenida. Cuanto más bajo sea el crecimiento de la capa más alto será el contenido de la aleación, la dureza de todas formas aumenta hasta una extensión equivalente.

Los datos mostrados en la Fig. 4 fueron obtenidos en un baño TF1 a 580° C. Con unas duraciones de tratamiento usuales de 60-120 minutos, la capa exterior obtenida fue de 10-20 μm en la mayoría de calidades de material.

Capa de difusión

La profundidad y dureza de la capa de difusión son determinadas por el material. Cuanto más alto es el contenido de aleación en el acero, la profundidad de penetración del nitrógeno será más baja en una duración de tratamiento igual. Por otro lado, si la dureza aumenta será mayor el contenido de la aleación.

En caso de aceros no aleados, la estructura cristalina de la capa de difusión es influenciada por la gama de enfriamiento después de la

nitrocarburation. Después de un rápido enfriamiento en agua, el nitrógeno difundido se mantiene en la solución. Si el enfriamiento se hace despacio, o si se lleva a cabo un temple, algo de nitrógeno puede precipitarse en forma de agujas de nitruros de hierro en la región exterior de la capa de difusión de los aceros no aleados. Esta precipitación mejora la ductilidad de los componentes de la hidrocarburation. Como en los aceros sin aleación, parte de la capa de difusión de materiales con una aleación alta puede ser mejor identificada metalográficamente desde la estructura del núcleo debido a la mejorada atacabilidad.

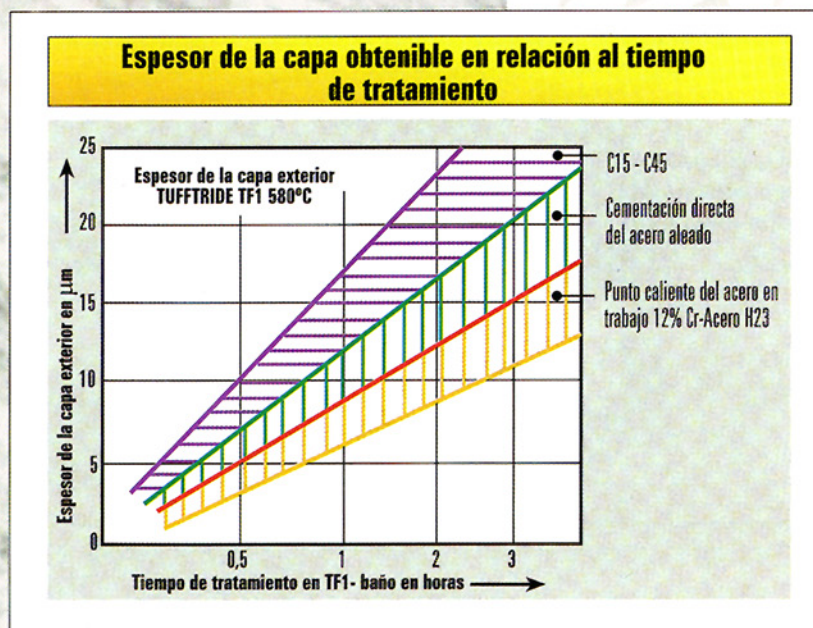


Fig. 4

Pero la penetración efectiva del nitrógeno es también considerablemente más profunda que la zona atacada más oscura visible metalográficamente.

El enfriamiento no tiene influencia en la formación de la capa de difusión en ningún caso. La Fig. 5 nos muestra la profundidad del nitrato en varios materiales con relación a la duración de la nitrocarburización.

Dureza de la superficie a la resistencia elástica

La dureza de la superficie obtenida por el tratamiento **TUFFTRIDE** es principalmente influenciada por la composición del material. Cuanto mayor es el contenido de nitrógeno formando elementos de aleación, (Cr, Mo, Al, V, Mn, Ti, W), mayor será la dureza de la superficie. La Fig. 6 nos muestra la resistencia media a la tracción y la dureza superficial de aceros nitrocarburizados mediante baño salino.

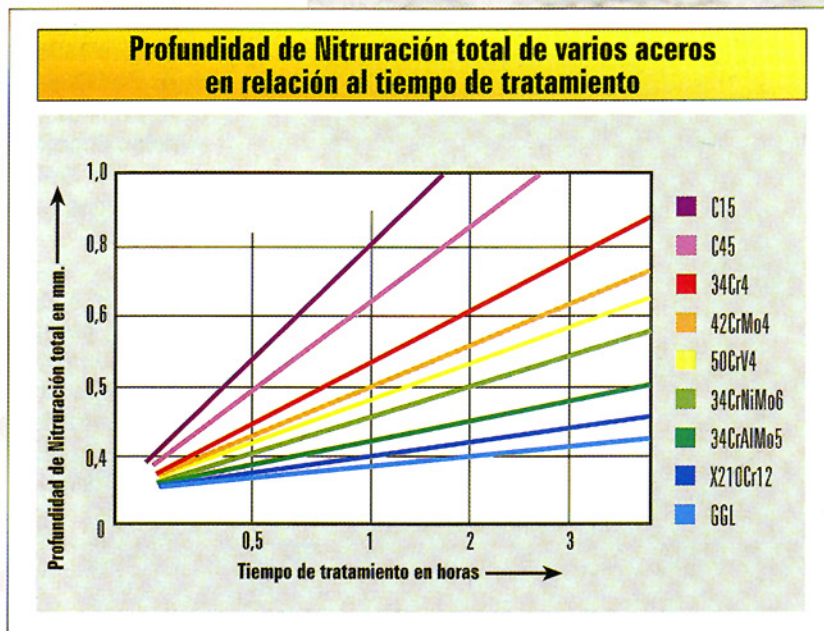


Fig. 5

Acero		Resistencia media a la tracción después del temple y revenido (N/mm ²) Temperatura 600°		Dureza aproximada de la superficie. 90 min. 580°C Tratadas con TUFFTRIDE		
Nombre	Número de Acero	2 Horas	6 Horas	HV 1	HV 10	HV 30
Ck15	1.1141	600	550	350	300	200
C45W3	1.1730	750 - 850	700 - 800	450	350	250
Ck60	1.1221	750 - 900	700 - 800	450	350	250
20MnCr5	1.7147	800 - 950	800 - 900	600	450	400
53MnSi4	1.5141	850 - 950	800 - 900	450	400	350
90MnV8	1.2842	1000 - 1200	900 - 1100	550	450	400
42CrMo4	1.7225	900 - 1200	900 - 1100	650	500	450
X19NiCrMo4	1.2764	900 - 1100	900 - 1000	600	500	450
55NiCrMoV6	1.2713	1200 - 1400	1150 - 1300	650	550	500
56NiCrMoV7	1.2714	1300 - 1500	1250 - 1400	650	550	500
50NiCr13	1.2721	1200 - 1350	1100 - 1200	600	500	450
X20Cr13	1.2082	1000 - 1200	1000 - 1200	> 900	600	450
X35CrMo17	1.4122	1000 - 1200	1000 - 1200	> 900	700	550
X210Cr12	1.2080	1500 - 1700	1400 - 1600	> 800	600	450
X210CrW12	1.2436	1500 - 1800	1400 - 1650	> 800	600	500
X165CrMoV12	1.2601	1400 - 1900	1400 - 1700	> 800	650	500
45CrMoW58	1.2603	1500 - 1800	1400 - 1700	800	700	600
X32CrMoV33	1.2365	1700 - 1800	1600 - 1750	> 900	850	700
X38CrMoV51	1.2343	1700 - 1900	1500 - 1700	> 900	850	700
X37CrMoW51	1.2606	1700 - 1900	1600 - 1800	> 900	800	700
X30WCrV53	1.2567	1700 - 1900	1600 - 1800	> 900	850	750
X30WCrV93	1.2581	1500 - 1800	1500 - 1700	> 900	850	800

Fig. 6

Cambios en las propiedades de los componentes a través del tratamiento QPQ

Resistencia a la corrosión

Para determinar la resistencia a la corrosión en muestras y componentes, se deberían llevar a cabo frecuentes ensayos de niebla salina (Norma alemana DIN 50021) y de inmersión totales (Norma alemana DIN 50905/parte 4).

En el ensayo de niebla salina simple, las piezas son rociadas por una nube de una solución al 5% de sal común a 35° C. Este ensayo es referido en la Norma alemana como SS.

La Figura 7 nos muestra los resultados de un ensayo de niebla salina guiado de acuerdo con la norma DIN 50021; sobre unas varillas de pistón cromadas y otras nitrocarburizadas con **TUFFTRIDE**, fabricadas en acero C35 sin aleación. Las varillas de pistón están cromadas con una capa de cromo duro de un espesor de 15-20 μm o nitrocarburizadas en un baño salino durante 90 minutos para obtener una capa exterior de entre 15-20 μm de espesor. En el caso de las varillas de pistón nitrocarburizadas en baño salino, fueron comprobadas variantes diferentes tales como nitrocarburizado más enfriamiento oxidativo, con o sin pulido, del mismo modo que el tratamiento **QPQ**. Después de que se pulverizó durante 40 horas, los primeros signos de corrosión (motas de corrosión) aparecieron en las varillas cromadas. Después de 180 horas las varillas mostraban una corrosión muy elevada sobre un área más amplia. Todas las varillas, de todos modos, estaban aún libres de corrosión después de 40 horas e incluso después de 180 horas las varillas tratadas con **QPQ** no mostraban ningún signo de la misma.



Fig. 7



Fig. 8

La Figura 8 nos indica las mediciones de resistencia a la corrosión en un ensayo de niebla salina según la norma DIN 50021 SS, sobre muestras hechas de un material C45, después de cada fase de tratamiento. La Figura 9 nos indica la rugosidad superficial de las muestras.

En la condición de rectificado, la corrosión ocurría después de un corto espacio de tiempo. Después de 90 minutos de un baño salino nitrocarburoizado seguido de una oxidación en el baño de enfriamiento, la resistencia a la corrosión ocurría por encima de las 200 horas. El lapeado no cambia la resistencia de las muestras. Después de un tratamiento post oxidativo en el baño de enfriamiento (25 minutos, a 370° C) se obtuvieron cifras de más de 400 horas.

El ensayo de corrosión más rígido bajo la norma DIN 50021, es el ensayo CASS, en el cual la solución del mismo contiene adicionalmente ácido acético y cloruro de cobre, y la temperatura se eleva a 50° C. La Figura 10 nos muestra el resultado comparativo obtenido entre las varillas tratadas en QPQ y las cromadas con un espesor de capa de 10-12 µm y 30-35 µm.

El ensayo fue realizado por el Material Testing Institute (Instituto de comprobación de Materiales) en Darmstadt, Alemania bajo las siguientes condiciones:

Solución de la niebla:
5% NaCl + 0.26 g CuCl₂/l;
pH 3, 11-3.3;
Temperatura 50° C
(1 ciclo de ensayo = 1 hora)

Después del tratamiento QPQ, la resistencia a la corrosión es mucho mejor que después del cromado. Después de 16 horas las muestras tratadas con QPQ simplemente mostraban un ataque corrosivo en un 10% de la superficie.

Rugosidad superficial de las muestras hechas con C45 después de varios procesos de tratamiento

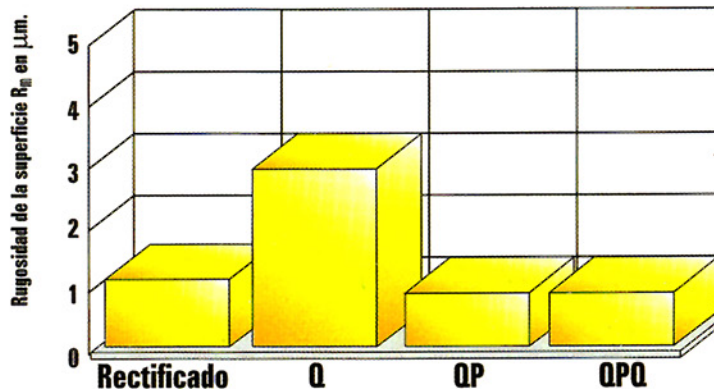


Fig. 9

Test de niebla salina de acuerdo con la norma alemana DIN 50021 sobre Cromo duro Niquelado y varillas de amortiguadores de gas tratadas con TUFFTRIDE QPQ, hechas con C45

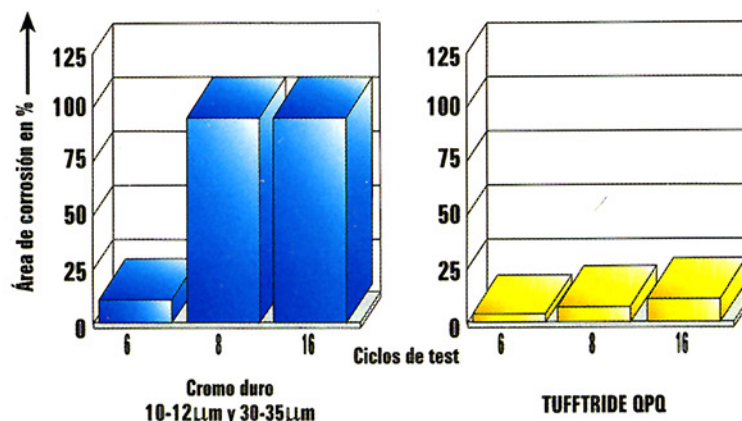


Fig. 10

Para el ensayo de inmersión total (DIN 50905/part4), se usa una solución de un 3% de sal común y un 1% de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) como medio corrosivo. Antes de ser introducido dentro de la solución deberán desengrasarse las muestras.

Test de inmersión total (DIN 50905, parte 4), pérdidas de peso de muestras C45 tratadas con varios procesos después de 2 semanas de inmersión

Capa o tratamiento	Pérdida de peso en g/m ² en 24 h
90 min QPQ	0.34
12 µm Cromo duro	7.10
Cromo doble: 20 µm Cromo blando 20 µm Cromo duro	7.20
Níquel: 20 µm Kanigen, envejecido por tiempo	2.90
Triplex: 37.0 µm Cobre 45.0 µm Níquel 1.3µm Cromo	0.45

MEDIO: 3% NaCl, 0,1% H₂O₂

MATERIAL: C45

Fig. 11

La Figura 11 nos muestra los resultados obtenidos en las muestras fabricadas con material C45 tratadas por diferentes procesos de ingeniería, después de un ensayo de inmersión total cuya duración fue de 2 semanas, y se llevó a cabo de acuerdo con las normas de ensayos.

En la primera columna horizontal, está el tratamiento y la pérdida de peso media por m² en 24 horas en la muestra QPQ.

Con una pérdida de peso de 0,34 g/m², ésta muestra es mucho mejor que las cubiertas químicamente o galvanizadas.

En el caso del cromado de 12 µm e incluso en el cromado doble de 45 µm, la pérdida de peso fue de alrededor de 7 g/m², y fue por esta razón 20 veces mayor que las

de muestras nitrocarbureadas.

En el proceso de envejecimiento, la capa de níquel de 20 µm mostraba una pérdida de peso de 2.9 g/m². Solamente la capa Triplex, conteniendo 37 µm de cobre, 45 µm de níquel, y 1,3 µm de cromo es comparable con la muestra del tratamiento de baño salino de TUFFTRIDE QPQ.

Resistencia al desgaste y las propiedades de ejecución

Debido a una composición intermetálica de la capa exterior, la fricción y la tendencia a soldarse con otra pieza metálica es reducida. Unas excelentes cualidades de rozamiento y trabajo, así mismo que una gran resistencia al desgaste, son ventajas bien conocidas de las piezas tratadas con TUFFTRIDE.

Los ensayos de desgaste y la aplicación práctica confirman repetidamente una resistencia al mismo, superior que las piezas nitrocarbureadas de forma tradicional o templadas por inducción o cromadas.

En muchos de los casos, la resistencia al desgaste de la capa exterior se mejora mucho más con un tratamiento post oxidativo. Por ejemplo, componentes tales como ejes de transmisión, galgas de metrología o componentes hidráulicos tienen una duración de vida superior después del tratamiento del **TUFFTRIDE**, que los cromados.

La cuestión es saber el comportamiento de la capa de difusión. La Figura 12 nos muestra una comparación del comportamiento al desgaste en los brazos de balancín tratados por dos procesos de tratamiento de calor diferentes. Muestra el desgaste de la superficie del brazo del balancín que gira en un eje de leva nitrocarburoizado en baño salino, hecho con hierro fundido. A pesar de que la dureza de la superficie de la caja del brazo del balancín fue reducida ligeramente por la nitrocarburoización, la resistencia al desgaste fue mejorada debido a la presencia de la capa exterior; hasta aproximadamente 80 horas de trabajo, de forma bastante visible.

Después de 70-80 horas, el perfil del desgaste va paralelo al de la capa exterior en el brazo del balancín el cual es reforzado por la capa de difusión. Un aumento espontáneo en el desgaste después de la pérdida de la capa exterior no fue observado.

Este test nos mostró de nuevo, de un modo sorprendente, que una alta dureza superficial no significa automáticamente que la protección contra el desgaste sea también muy alta. Depende del desgaste del mecanismo en general y de como un material o un conjunto de materiales es elegido. La combinación de nitrocarburoados es muy buena para el desgaste y gripajes. Su tendencia a agarrotarse es mucho menor que con otros tipos de acabados o tratamientos superficiales.

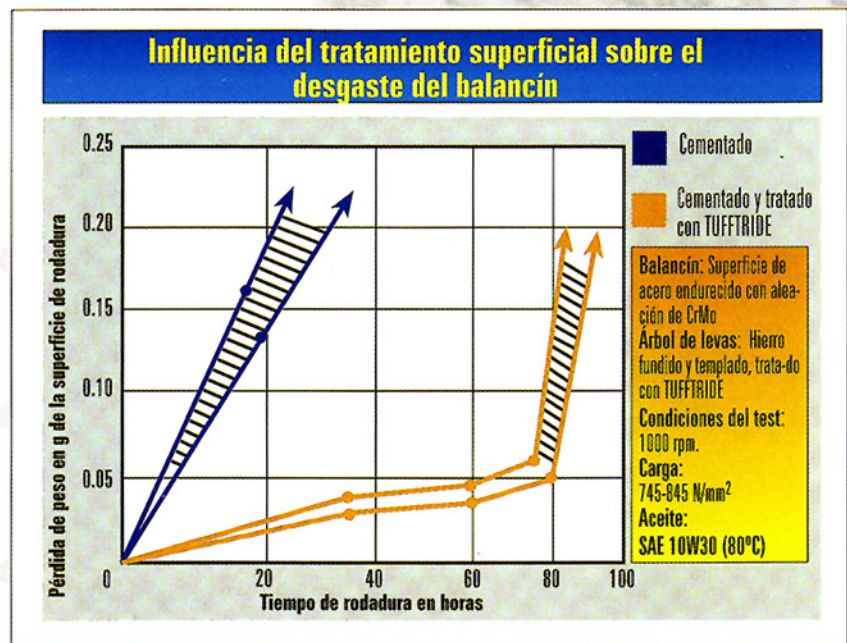


Fig. 12

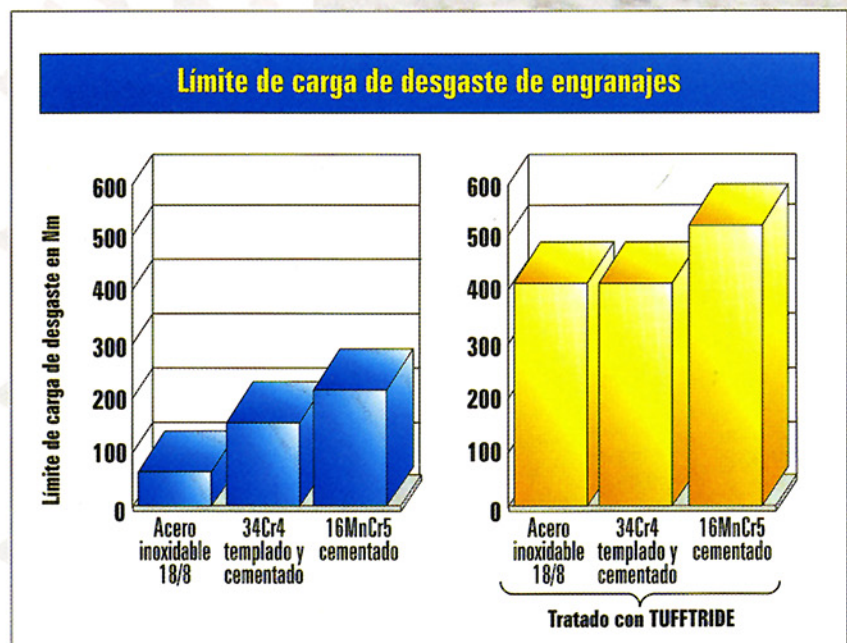


Fig. 13

La Figura 13 nos muestra los resultados de acuerdo con los ensayos de Nieman-Rettig, del límite de desgaste de carga en engranajes. Estos datos fueron establecidos aplicando un par al flanco del diente e incrementándolo hasta el agarrotamiento. El proceso de nitrocarburo por el método **TUFFTRIDE** aumenta el límite de carga al desgaste de los materiales comprobados de 2 a 5 veces.

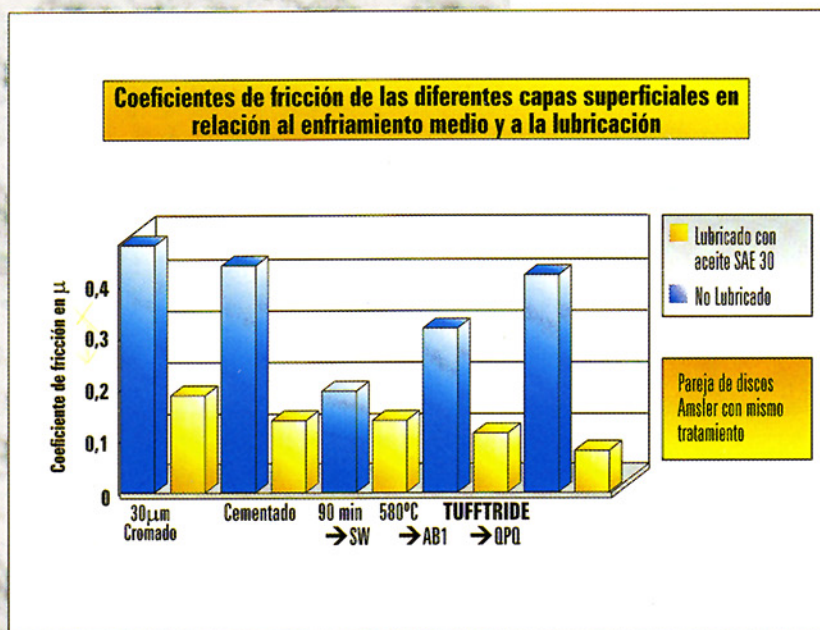


Fig. 14

Otro factor interesante en conexión con la resistencia al desgaste y las propiedades de ejecución es el coeficiente de fricción de la capa superficial. Las reacciones interfaciales que ocurren durante la fricción no son determinadas por la dureza absoluta de ambas partes, pero sí por los materiales, su composición micro estructural, geometría de superficie y los lubricantes que se hayan usado.

Para determinar el coeficiente de fricción, se llevaron a cabo diferentes pruebas en nuestro laboratorio con la máquina Amsler.

Los ensayos fueron llevados a cabo con un disco girando a 200 rpm. contra otro disco que estaba fijo. Ambas piezas fueron tratadas igualmente. Para evitar un gripaje, se aplicó una carga de 5-30 N. Bajo cargas mayores el coeficiente de

fricción aumentó con la carga pero en la gama entre 5-30 N se mantuvo constante.

La Figura 14. Nos da una visión del coeficiente de fricción entre los dos componentes bajo condiciones de ejecución seca y después de haber sido lubricadas con aceite del tipo SAE 30.

Después de un cromado, cementado de la superficie y un nitrocarburo seguido de un enfriamiento con agua o un enfriamiento oxidativo en el baño de enfriamiento AB 1, las muestras comprobadas tenían una rugosidad superficial de alrededor de 4 μ m. Solamente las superficies de las muestras tratadas con el procedimiento **QPQ** fueron reducidas a una rugosidad superficial de $R_m = 1 \mu$ m por medio del pulido.

En condiciones sin lubricación, las muestras nitrocarburo tienen un coeficiente de fricción mucho menor que las capas cementadas o cromadas. Debido a la oxidación de la capa exterior, el coeficiente de fricción de las muestras nitrocarburo aumenta.

Bajo condiciones de lubricación, la película de soporte hidrodinámica tiene que tenerse en cuenta. Con la excepción de las muestras tratadas con el tratamiento **QPQ**, hay una masa más sólida como consecuencia de la rugosidad superficial, de modo que los resultados están dentro de los parámetros de las gamas de fricción mixtas. Bajo estas condiciones de prueba todas las variantes de las muestras nitrocarbúrizadas con el tratamiento **QPQ** tenían el coeficiente de fricción mas bajo.

El tratamiento **TUFFTRIDE** aumenta la resistencia a la torsión y a la fricción. Estos podrían estar principalmente influenciados por:

- El nivel de nitrógeno del componente y la capa de difusión
- El espesor de la capa de difusión y
- El estado de la solución del nitrógeno y de los aceros sin aleación.

Más adelante, el estado de la micro estructura y el esfuerzo se tomarán en consideración. Mientras que con los aceros sin aleación el aumento en el esfuerzo es determinado por la gama de valores de enfriamiento, con materiales aleados, de todos modos, no tiene un efecto digno de mención. El aumento en el esfuerzo de fatiga posible después de 1-2 horas de tratamiento por el método **TUFFTRIDE**, es del 100% en piezas hechas de aceros de baja o sin aleación.

En éste punto nos gustaría que se tuviera en cuenta que el cromado reduce la resistencia a la torsión del material base. Una situación similar prevalece con el electro-galvanizado. La Nitrocarbúrización de todos modos, siempre aumenta el esfuerzo de fatiga.

La Figura 15 nos muestra los resultados de un ensayo o prueba de esfuerzo de fatiga realizado sobre muestras con muescas hechas con material C45N. El tratamiento **QPQ** aumentó el esfuerzo a la fatiga en más de un 50%. El cromado, sin embargo, redujo el esfuerzo de fatiga en un 20%.

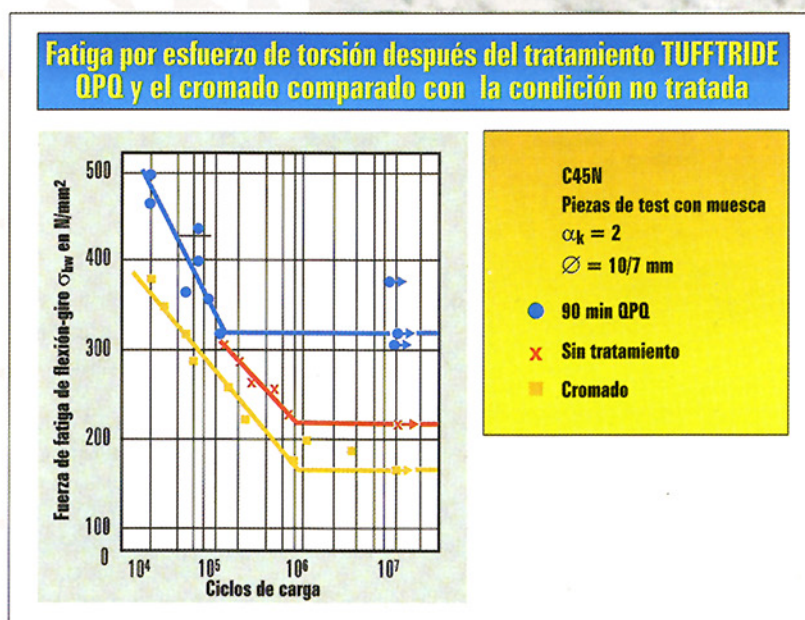


Fig. 15

Aplicación práctica del proceso TUFFTRIDE QPQ

Para la comprobación de la resistencia a la corrosión, al desgaste y al esfuerzo contra la fatiga de componentes tratados por el proceso de nitrocarbización en baño salino **QPQ**, se utilizaron una diversidad de métodos considerados respetuosos con el medio ambiente. Éstos demostraron la superioridad de éste proceso por encima de cualquier otro; níquelado, cromado u otros procesos de nitrocarbización.

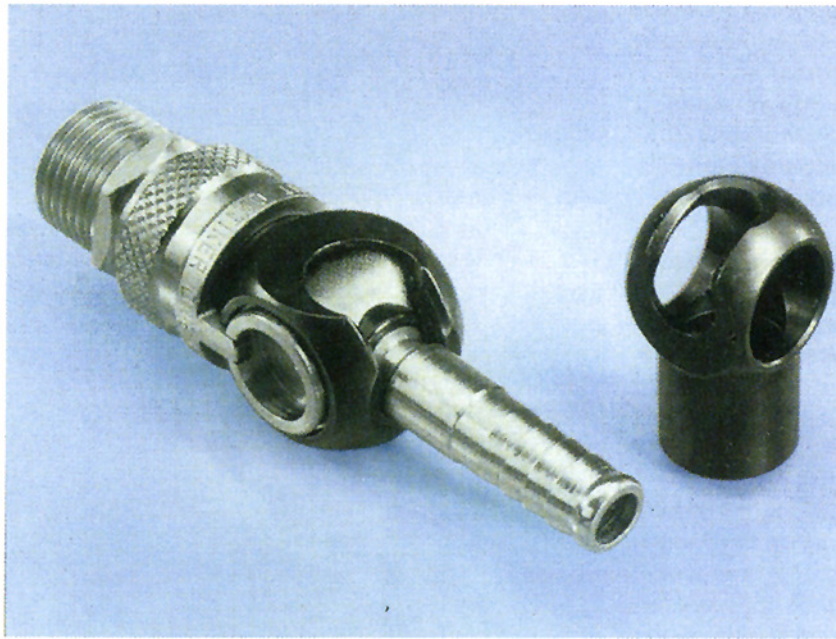


Fig. 16

La Figura 16 nos muestra unas conexiones de ajuste rápido, juntas de manguera para medios líquidos y gaseosos los cuales solían fabricarse de aceros resistentes a la corrosión.

Por medio del uso del baño salino nitrocarbizador **QPQ**, fue posible cambiar de un material base caro a un acero con dureza superficial sin aleación. En la condición de tratamiento **QPQ**, la resistencia a la corrosión y la resistencia al desgaste requerida es alcanzada sin ningún tipo de problemas.

La Figura 17 nos muestra una sección de un eje de leva hecho con material 42CrMo4 para motores de dos tiempos de alto rendimiento. El tratamiento **QP** dio a las partes la resistencia requerida para el desgaste y la fatiga, y unas buenas propiedades de trabajo.

Los componentes fueron pulidos automáticamente en una máquina de chorro de granalla. Las pruebas con gas o piezas nitrocarbizadas con plasma no produjeron los resultados deseados.



Fig. 17

La Figura 18 nos muestra resortes de gas y varillas rectificadas tratados con **QPQ**. Estas piezas son principalmente colocadas o ajustadas en los deflectores de cola de aeronaves y en los capots de los motores de automóviles, así como en las compuertas de equipajes y las puertas de cabina de los aviones.

Se ha informado que, comparado con el cromado que se llevaba a cabo anteriormente, la resistencia a la corrosión y al desgaste se ha mejorado considerablemente. Y el costo de tratar estas piezas fue reducido en aproximadamente un tercio.

La Figura 19 nos muestra piezas pequeñas tales como cierres de maletas y rejillas de secadores de pelo. Estas piezas son tratadas a granel y en grandes cantidades por el proceso **QPQ**. Una duración de 60 minutos en la nitrocarburoización más el enfriamiento oxidativo, pulido por vibración y el tratamiento post oxidativo son suficientes para obtener la resistencia al desgaste y corrosión requeridos.

La Figura 20 representa componentes típicos de las diversas y amplias aplicaciones del proceso **QPQ**, los cuales hoy en día son tratados en grandes cantidades mediante el proceso de nitrocarburoización por baño salino combinado. La mayoría de las piezas implicadas, por ejemplo, los ejes de un limpia parabrisas, los tensores de correas en V y válvulas, son usados en la industria de automoción.

El proceso **QPQ** es también usado para componentes de la industria aeronáutica, en tecnología náutica, en la construcción de fábricas y maquinaria, en la tecnología energética, en la industria de la alimentación del mismo modo que en la fabricación de máquinas textiles, conjuntos hidráulicos y equipo óptico.



Fig. 18

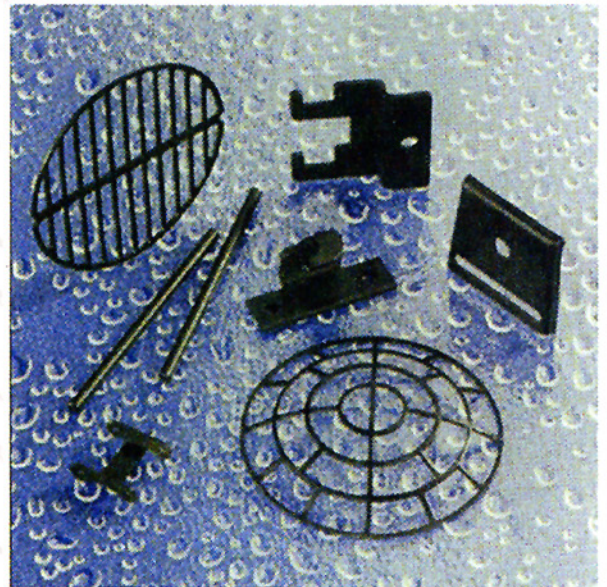


Fig. 19



Fig. 20



San Miguel de Acha, 16 - Pol. Ind. Ali-Gobeo
01010 VITORIA-GASTEIZ
Tfno. 945 241 454
Fax 945 223 552
Web: www.ayzar.com
e-mail: ayzar@ayzar.com



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 0091006732



Houghton DurferriT GmbH
Post Box 18 53 . D-63408 Hanau
Phone +49 (61 81) 59-1 . Fax +49 (61 81) 59-20 20
E-mail: info@houghton.de