



RECUBRIMIENTO DURO BALINIT EN ÚTILES DE CONFORMADO

Por: Balzers - Elay S.A.
Barcelona, España

© Reproducido con autorización expresa del editor

Los modernos procesos de conformado, permiten la producción de piezas de alta precisión. Sin embargo, modificaciones dimensionales en las herramientas producidas por el desgaste tienen un efecto directo en la calidad de la pieza fabricada. Los costes de fabricación se elevan drásticamente cuando las herramientas/troqueles fallan prematuramente debido a roturas o desgaste.



Fig. 1 Herramientas de conformado en frío recubiertas para la producción de casquillos dentados

La tendencia a fabricar piezas aún de mayor precisión en series de fabricación más cortas, con mayor rapidez y más económicamente, aumentan también las exigencias en las herramientas de conformado. El recubrimiento duro BALINIT, aumenta la precisión de trabajo y la fiabilidad en el proceso.

Medidas contra la rotura y el desgaste

Las herramientas son el factor económico decisivo en la técnica de conformado. Las paradas de producción ocasionadas por fallo de las herramientas, las necesarias herramientas de repuesto y las variaciones de medida debidas al desgaste, producen un incremento de los costes.

Las medidas habituales contra estos efectos son: rediseñar el componente y cambiar la secuencia de la operación para hacerla más adecuada a los procesos de conformado, pretratar las piezas y optimizar el diseño y la producción de las herramientas. De lo último resultan a veces exigencias contradictorias, como son la alta dureza para el aumento de la resistencia al desgaste y más tenacidad para disminuir el riesgo de rotura.

Debido a que las exigencias en cuanto a la precisión de trabajo y economía de las herramientas de conformado van en aumento, a menudo no son suficientes las medidas habituales. Los avances decisivos se consiguen sólo después del tratamiento de las superficies de los elementos activos como matrices, punzones, etc.

Los procesos usuales para el tratamiento de superficies en las herramientas de conformado son: nitruración, boruración, vanadización y recubrimiento de cromo duro.

Estos tratamientos, no obstante, no son siempre satisfactorios. La dureza o resistencia a la abrasión puede ser demasiado baja o la capa susceptible a microgrietas, con mala adherencia o tendencia a la rotura. Recubrimientos duros, como Nitruros de Titanio (TiN), Carbonitruro de Titanio (TiCN) y Carburo de Titanio (TiC), ganan cada vez más importancia. Estos recubrimientos se pueden aplicar por el proceso PVD (Physical Vapour Deposition) o CVD (Chemical Vapour Deposition).

Los recubrimientos por CVD se realizan, por regla general, a temperaturas entre 800 y 1.100°C. Debido a esto, la herramienta necesita un tratamiento térmico posterior con el consiguiente riesgo de deformaciones geométricas y dimensionales.

Estos recubrimientos tienen un espesor superior a 5µm, estructura de grano grueso y una rugosidad superior a los recubrimientos PVD. Este hecho, impone a los recubrimientos por CVD, ciertos límites en la práctica.

Tratamiento de superficie	Costes de fabricación incluido tratamiento térmico (factor)	Aumento de duración (*) (factor)
Sin tratamiento	1,00	1,00
Nitrurado en gas	1,02	4,5
Nitrurado en plasma (~25 µm)	1,06	0,75
Nitrocarburo en gas (3 h)	1,08	1,05 - 4,5
Buroración (20 - 30 µm)	1,35	no determinado
Vanadizado (4 h)	1,35 - 1,75	no determinado
Recubierto PVD (3 - µm TiN)	1,35 - 1,75	32
Recubierto CVD (~8 µm TiC)	2,65	no determinado

Tabla1 Comparación económica de diversos procedimientos para el tratamiento de superficies (Extracto)

*La duración se determinó bajo las siguientes condiciones de trabajo: Proceso de extrusión inverso.

Útil: DIN 1.7147/AISI 5120

Lubricante: Bonderlube 236

Fuente: Westheide/Universidad de Stuttgart.



Fig.2 Los costes de producción y vida de la herramienta de la tabla1 corresponden a este punzón de conformado

Recubrimiento duro BALINIT

Los recubrimientos duros PVD se aplican por evaporación en vacío a temperaturas máximas de 500 °C. Esto posibilita el recubrimiento de muchas herramientas de uso normal sin pérdida de dureza ni deformación térmica. Ejemplos:

Aceros para trabajo en frío

DIN 1.2379/AISI D2

DIN 1.2380

DIN 1.2601

Aceros para trabajos en caliente

DIN 1.2343/AISI H11

DIN 1.2344/AISI H13 DIN 1.2706

Aceros rápidos

DIN 1.3207/AISI M48

DIN 1.3343/AISI M2

DIN 1.3344/AISI M3 class 2

Aceros pulvimetalúrgicos

Son recubribles todos los aceros pulvimetalúrgicos que tengan un revenido superior a 500 °C.

Metales duros

Son recubribles todos los metales duros.

BALINIT es un recubrimiento PVD y se deposita por el método de plaquado iónico ("Ion Plating"). Esto no sólo garantiza una buena adherencia de la capa de hasta 4µm de espesor, sino también una estructura de grano fino. En comparación con otros tratamientos de superficies, el recubrimiento PVD ofrece también una relación favorable de costes/resultado. (Tabla 1, figura 2).

El rendimiento de las herramientas de conformado está determinado principalmente por las características de su superficie de trabajo. El recubrimiento BALINIT de unas

pocas micras de espesor mejora notablemente el rendimiento de las herramientas.

Mayor vida útil debido a la alta dureza

Las capas BALINIT son más duras que el metal duro. El BALINIT A (TiN) amarillo dorado, tiene una dureza de 2.300 HVy el BALINIT B (TiCN) gris azulado tiene una dureza de 3.000 HV. Esta alta dureza protege las herramientas con efectividad contra el desgaste abrasivo. Por ello, se aumenta la duración hasta 20 veces y se evitan las modificaciones de medida de las superficies funcionales de las herramientas. Esto influye directamente en una mejora de la precisión de trabajo y una reducción de los costes de las herramientas.

Menor desgaste por una menor fricción

Las superficies de BALINIT no sólo son duras. También tienen un menor coeficiente de rozamiento y menor tendencia a la adhesión con el material a conformar. Estas propiedades reducen el desgaste

adhesivo motivado por el roce y retardan el deterioro superficial (grietas). El resultado de ello es una duración mucho mayor (Fig.3).

El recubrimiento BALINIT B es especialmente rentable en herramientas para el conformado de metales no ferrosos y aceros muy duros.

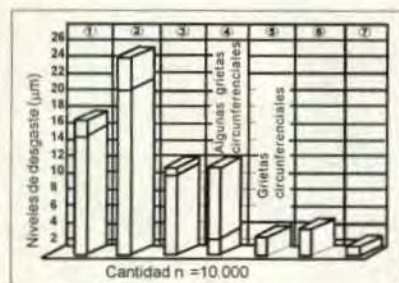


Fig. 3 Niveles de desgaste de punzones con diferentes tratamientos en extrusión inversa

Punzón: DIN 1.3343/AISI M2
Pieza elaborada: DIN 1.7147/
AISI 5120
Lubricante: Bonderlube 236

1. Sin tratamiento
2. Nitrurado en plasma (30 min)
3. Implantación iónica (10^{18} N⁺/cm² 150 keV)
4. Nitrocarburation a gas (60 min)
5. Nitruración en gas (40 h)
6. Vanadizado (4 h)
7. Recubrimiento PVD (5 µm TiN)

Fuente: Westheide / Universidad de Stuttgart

Con lubricantes se influye en el proceso de rozamiento entre la herramienta y pieza a fabricar. Debido al calor de fricción originado por la alta presión de superficie, puede empeorarse la efectividad de la lubricación. El recubrimiento BALINIT, separa la herramienta y pieza a fabricar con seguridad y garantiza relaciones de fricción definidas.

Menos roturas de herramientas

Las fuerzas de compresión y cizalladura que actúan durante el conformado, precisan de aceros de herramienta con alta tenacidad. El recubrimiento BALINIT, posibilita la combinación de propiedades y por tanto reduce el riesgo de roturas de herramienta. El tratamiento térmico del acero, puede orientarse a una tenacidad óptima y la resistencia al desgaste de la superficie de la herramienta se asegura por el recubrimiento BALINIT, que es de muy alta dureza.

Más fácil expulsión, menos rayas en la limpieza elaborada

El desgaste de herramienta causado por soldaduras en frío, ocasiona una rápida formación de rayas sobre la pieza a elaborar. El recubrimiento BALINIT, evita estos efectos (figura 4). Esto, significa no sólo, una mejora de la calidad de las piezas fabricadas y menos rechazos, sino menos necesidad de repulido y mantenimiento. Los usuarios informan, en relación a las herramientas recubiertas, de una mejor y más segura expulsión de la pieza elaborada. Por tanto, BALINIT contribuye a una producción con menos paradas.

Mejora de las características del conformado

La alta resistencia al desgaste y las buenas características antifricción del recubrimiento BALINIT, resultan ventajosas en el conformado. Las piezas a elaborar, pueden ser realizadas con una mayor precisión de medidas. Por ello las piezas resultan, de acuerdo con las exigencias en cada caso, piezas elaboradas listas para el montaje o piezas elaboradas que precisan menor mecanizado.

Hay varias aplicaciones de conformado en frío que eran imposibles antes del recubrimiento BALINIT. Para otras el recubrimiento ha permitido reducir el número de pasos de conformado.

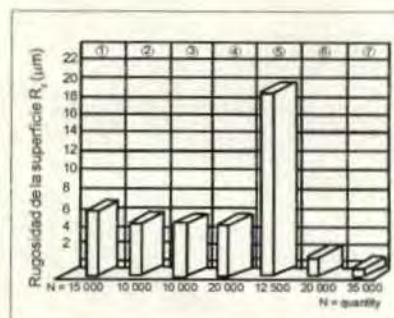


Fig. 4 Rugosidad superficial en punzones de extrusión inversa con diferentes tratamientos

Punzón: DIN 1.3343/AISI M2
Pieza elaborada: DIN 1.7147/
AISI 5120
Lubricante: Bonderlube 236

1. Sin tratamiento
2. Nitrurado en plasma (30 min)
3. Implantación iónica (10^{18} N⁺/cm², 150 keV)
4. Nitrocarburation a gas (60 min)
5. Nitruración en gas (40 h)
6. Vanadizado (4 h)
7. Recubrimiento PVD (5 µm TiN)

Fuente: Westheide/ Universidad de Stuttgart

Qué es lo que hay que tener en cuenta?

El rendimiento de las herramientas de conformado recubiertas depende del diseño, elección de material y tratamiento térmico, fabricación y acabado final de la herramienta. Sobre estos criterios, la empresa de recubrimiento, no tiene muchas veces influencia alguna. Las soluciones, sólo se pueden alcanzar en estrecha colaboración entre el utilizador y la empresa de recubrimiento.

En la **electroerosión** se origina la

"capa blanca" y una zona de dureza alterada. La "capa blanca" puede tener un grosor de hasta 30 μm , es como escoria y tiene una mala adherencia al material base. La capa retemplada tiene una dureza muy alta y tendencia a microgrietas, las cuales pueden ocasionar la rotura de la herramienta cuando las fuerzas de conformado son altas. Las medidas para solucionar este problema, son varias pasadas de acabado y la eliminación total de estas capas por rectificado y pulido.

Al **rectificar** se deberá tener en cuenta que, muelas abrasivas desafiladas y una inadecuada utilización del líquido de refrigeración, ocasionan capas de rectificado y modificaciones metalúrgicas entre los granos. Estas pueden ser la causa de formación de grietas, fallos de pulido y una insuficiente adherencia del recubrimiento.

La rugosidad de la superficie de la herramienta, tiene mucha influencia en su rendimiento, por tanto las superficies de trabajo de la mayoría de los elementos activos, se pulen. Al pulir se cuidará de eliminar las partículas de acero y no sólo de suavizar la aspereza. De lo contrario, se incrustan restos de pasta de pulido los cuales se gasifican durante el proceso de recubrimiento y con ello perjudican la superficie.

En los recubrimientos BALINIT es típico el aumento del valor de rugosidad R_a en 0.02 hasta 0.04 μm . Esto, no obstante, disminuye durante el trabajo de producción de la herramienta de conformado. Por regla general, no es pues necesario un pulido adicional de las superficies recubiertas. Por un control especial del proceso de recubrimiento, es posible reducir la

rugosidad al realizar el recubrimiento.

Por motivos físicos, no todas las formas huecas son apropiadas para el recubrimiento PVD. Un reparto uniforme del espesor del recubrimiento depende de la relación diámetro/profundidad.

DATOS TÉCNICOS DE LOS RECUBRIMIENTOS BALINIT		
	BALINIT A (TiN)	BALINIT B (TiCN)
Microdureza (HV 0.05)	2300	3000
Espesor de recubrimiento (μm)	1 - 4	1 - 4
Coefficiente de fricción contra acero (en seco)	0.4	0.4
Resistencia a la temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	600	400
Color	amarillo dorado	gris azulado

El recubrimiento BALINIT en la práctica

Las buenas características de fricción y la alta dureza del recubrimiento BALINIT, resultan positivas en el proceso de conformación y en el comportamiento de trabajo de las herramientas de conformado. Con el recubrimiento, se aumenta el grado de utilidad de los medios de producción que son de un alto coste y la calidad de la pieza elaborada.

El recubrimiento BALINIT mejora los costes en la técnica de conformado. Los ejemplos de conformado en frío que se citan a continuación, demuestran lo anterior. Debe tenerse en cuenta que los datos indicados, se refieren, en cada caso, a la aplicación citada.

Conformado en frío

Extrusión

La fabricación de este engranaje (figura 5) de DIN 1.71 31/AISI 5115 por extrusión directa no era posible hasta que la matriz fue recubierta con BALINIT A. Vida útil: 10,000 hasta 15,000 piezas.



Fig. 5 Engranaje fabricado en proceso de conformado en frío

Se consiguió multiplicar por 15 la vida útil de este punzón de extrusión inversa con el recubrimiento TiN (figura 6).

Se aumenta nueve veces la vida útil de las herramientas recubiertas con BALINIT A en la fabricación de remaches huecos de acero. Por lo contrario, con el cromo duro se alcanzó sólo un aumento por un factor de tres en la vida útil de la herramienta.

Para la fabricación de tubos de aluminio puro, se utilizan herramientas de prensar recubiertas de BALINIT B. El recubrimiento hizo que la duración de la herramienta se alargara de 10,000 a 100,000 tubos.

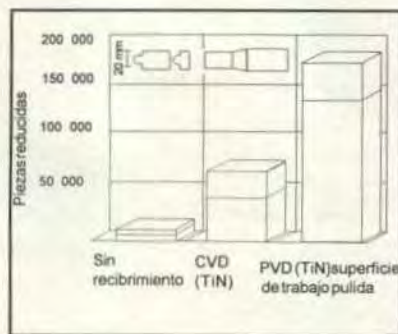


Fig. 6 Comparación de las duraciones de punzones de conformado en frío

Punzón: Acero rápido.

Pieza elaborada: DIN 1.4001 / AISI 410S
Fuentes: Daimler-Benz

Estirado/Embutición

Unos punzones combinados, de corte y conformado para perforar los orificios de llamas de automóvil de 4,7mm de grosor de chapa de acero DIN 1.0334, tuvieron una vida útil de 20,000 golpes. Con el recubrimiento de BALINIT A, son posibles 60,000 golpes.

Con el recubrimiento de BALINIT B se alcanza un nuevo aumento de hasta 140,000 golpes. Fuente: Veith, GmbH.

Se tenía que pulir de nuevo los punzones de embutición recubiertos con cromo duro para el conformado de latón después de elaborar de 40,000-80,000 piezas. En los punzones recubiertos con BALINIT B después de fabricar 5,000,000 de piezas no se aprecia aún desgaste. El ahorro de costes se estimó en 1,000 Marcos alemanes por punzón.

Con el recubrimiento BALINIT A es posible una elaboración más económica de chaveteros en los mangos de brocas por conformado en frío (figura 7). Los costes de producción fueron un 50% menores



Fig. 7 Punzones combinados de corte y conformado para perforar los orificios de llantas de acero de automóvil

con respecto a la misma operación de fresado.

Para estas herramientas de estampado se conocen las siguientes duraciones:

	Punzón	Matriz
Sin recubrimiento	35,000	200,000
BALINIT A	200,000	800,000
BALINIT B	300,000	1,600,000

Punzones y matrices: DIN 1.3343
AISI M2

Pieza elaborada: DIN 1.6582
AISI 4340

Recalcado

Troquel para un punzón de válvula (figura 8) de DIN 1.1141 (Ck15), no se podía utilizar sin recubrimiento.

Recubierto con BALINIT A, se alcanza una vida útil de aproximadamente 20,000 piezas. Resultados en la fabricación de tornillos (figura 9):



Fig. 8 Matriz para producción de seguidores de levas



Fig. 9 Punzones de conformado para la fabricación de tornillos con cabeza Philips

Punzón para tornillos de cabeza Philips:
Sin recubrimiento: 30,000 piezas
BALINIT B: 120,000 piezas

Punzón para tornillos de inoxidable con cabeza Philips:
BALINIT A: 10,000 piezas
BALINIT B: 25,000 piezas

Punzón para tornillos de cabeza Philips:
Nitrurado: 80,000 piezas
BALINIT A: 250,000 piezas.

En estampado se fabrican articulaciones esféricas de acero inoxidable. Con recubrimiento BALINIT se pudo aumentar la vida útil 5 veces.

Hileras de calibrar recubiertas con BALINIT A alcanzan una vida útil 20 veces mayor.

En punzones de calibrar piezas sinterizadas, se alcanza con recubrimiento BALINIT A, una vida útil 10 veces mayor.

Conformado de chapa

Embutición profunda

Matrices de embutir recubiertas con BALINIT A para la fabricación de asientos de cojinetes, siguen trabajando después de realizar 500,000 piezas. Las matrices de embutir sin recubrimiento, tuvieron una vida útil de 6,000 piezas.

En relación a las matrices de embutición para la fabricación de quemadores (figura 10) de acero resistente al calor, se conocen las siguientes duraciones:



Fig. 10 Tres pasos del conformado de un tubo para un quemador de petróleo

Matriz de primer embutido recubierta con BALINIT A, 30,000 hasta 40,000 piezas. Estas matrices de AMPCO sin recubrimiento resistieron entre 5,000 y 10,000 piezas. Las matrices de acabado recubiertas, estaban aún en uso después de 30,000 piezas. Fuente: Örtli AG.

Con el recubrimiento BALINIT A en matrices de embutición de metal duro para chapa DIN 1.0335 (St24) la vida de la herramienta se aumenta 10 veces.

Con estos troqueles de embutición (figura 11), se fabrican bisagras

partiendo de banda de 2 mm de grosor. La vida útil era sin recubrimiento, entre 40,000 y 70,000 golpes. Irregularidades en el comportamiento de embutición influyeron en el proceso de elaboración. Se formaron rayas después de 40,000 golpes.

Estos troqueles de embutir recubiertos con BALINIT A, alcanzan vidas útiles de 200,000 hasta 300,000 golpes y ello, con un comportamiento regular de embutición. Las primeras rayas no se ven hasta después de 200,000 golpes.

Con la utilización del mismo troquel recubierto con BALINIT B, el resultado fue mejorado en un 50%. Fuente: Blum GmbH.

Con el recubrimiento BALINIT A se pueden fabricar amortiguadores en una operación de trabajo, en vez de en tres.

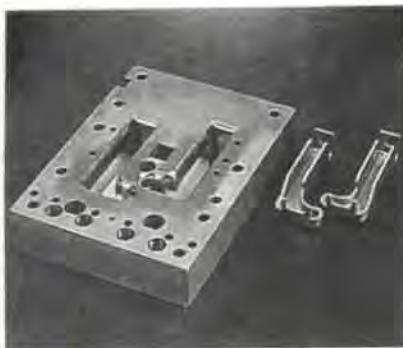


Fig. 11 Matriz de embutición para la fabricación de bisagras

Doblado

Matrices de doblado sin recubrimiento para la elaboración de chapas de aleación de CuNi, alcanzan una vida útil de 1.5 millones de piezas elaboradas. Las matrices con recubrimiento BALINIT A, están aún en uso después de 3 millones de piezas. Mordazas de

doblar recubiertas con BALINIT A para el procesado de alambre al cromo, aguantan 120,000 piezas. Las mordazas de doblar recubiertas con cromo duro, alcanzan una vida útil de 3,000 piezas.

La fabricación económica de una pieza de DIN 1.1141/AISI 1015 para cadenas de transmisión, fue sólo posible después de recubrir con BALINIT B el punzón de curvar.

Sin recubrimiento: 60 hasta 80 piezas/minuto.

Recubierto: 700 - 800 piezas/minuto aumentando al mismo tiempo la duración.

El recubrimiento BALINIT ofrece más beneficios

El recubrimiento BALINIT hace que las operaciones de conformado sean más económicas. Existen varias razones para ello:

La mayor duración de la herramienta reduce el coste de:

- Herramientas
- Mantenimiento
- Preparación y ajuste
- Mantenimiento de almacén de herramientas

La fiabilidad del proceso se mejora por:

- Mejor expulsión de las piezas elaboradas
- Menos paradas de máquina por fallos

Aumento de la precisión de trabajo por :

- Calidad de pieza elaborada mejorada
- Menos costos por rechazos y trabajos de reparación

Las características del conformado mejoradas permiten:

- Conformado en frío de piezas complicadas
- Reducción de los pasos de producción.

Desde 1978 estamos recubriendo con éxito las herramientas para el conformado en frío. Usted se puede beneficiar de las ventajas del recubrimiento BALINIT y nuestra experiencia.

Agradecimientos

A la firma Balzer - Elay S.A. de Barcelona, España, por la colaboración al Centro ASTIN, al permitirnos reproducir este documento, como contribución a la actualización tecnológica para el desarrollo de la industria Colombiana.

Los lectores interesados en obtener más información sobre recubrimientos BALINIT, pueden dirigirse a la siguiente dirección:

BALZERS-ELAY S.A. Delegación
Cataluña Carrer Central, Cantonada
C/Textil Poll Industrial La Ferreira
08110 Montcada I Reixach
Fax: (93) 5751954
Barcelona, ESPAÑA

También pueden consultar sobre este tema y de muchos otros existentes en el Servicio de Información y Documentación Tecnológica ASTIN, en la siguiente dirección:

Calle 52 2Bis-15
Apartado Aéreo: 8053
Tels: (92) 447 1075, 446 7182,
447 6164
Fax: (92) 4476166, 446 7170
E-mail: senastin@colnet.com.co
senastin@cali.cetcol.net.co
<http://www.sena-astin.edu.co>



PROGRAMACIÓN DE CURSOS PRIMER SEMESTRE 1998 EN EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO CDT-ASTIN

SEMINARIO	FECHA	INTENSIDAD	HORARIO	DOCENTE
Inyección	16 - 19 de junio,	20 horas	8-12 A.M	Javier Castillo
Extrusión de Película	23 - 26 de junio	20 horas	8-12 M.	Bolmer Vivas
Extrusión de Tubos y Perfiles	01 - 05 de junio	20 horas	4-8 P.M.	Edgar Pretel
Materiales Plásticos	01 - 05 de junio	20 horas	4-8 P.M.	Sandra Gutiérrez
Elementos Básicos en Mantenimiento de Máquinas y Equipos	16 - 26 de junio	40 horas	4-8 P.M.	Héctor Fabio García Gonzalo Gómez
Diseño de Herramientas y/o Productos	01 - 05 de junio	20 horas	4-8 P.M.	Alvaro Jaramillo
Afilado de Herramientas	08 - 12 de junio	20 horas	2-6 P.M.	Luis E. Gómez
Electroerosión por Penetración	15 - 19 de Junio	20 horas	2-6 P.M.	Jose Ramiro Rúa

Requisitos

- * Personal vinculado a empresas del sector del plástico y afines
- * Carta de la empresa solicitando el cupo

Mayor Información: Coordinación Proyectos, Promoción y Mercadeo CDT-ASTIN, SENA-Salómia
Teléfonos: 4467182 - 447 6164 - Fax: 4476166 Cali, Colombia