

Esta información se basa en nuestro presente estado de conocimientos y está dirigida a proporcionar información general sobre nuestros productos y su utilización. No deberá por tanto ser tomada como garantía de unas propiedades específicas de los productos descritos o una garantía para un propósito concreto.

Clasificado de acuerdo con la Directiva 1999/45/EC.
Para más información, consultar nuestras «Hojas informativas de Seguridad del Material».

Edición: 4, 07.2010

La última edición revisada de éste catálogo es de la versión inglesa, la cual siempre está publicada en nuestra web www.uddeholm.com



SS-EN ISO 9001
SS-EN ISO 14001

UDDEHOLM CALMAX

La mayoría de las herramientas de corte y estampación utilizadas actualmente se fabrican utilizando acero para herramientas convencional como O1, A2, D2, D3 o D6. Estos aceros ofrecen una resistencia al desgaste aparentemente adecuada y su rango de dureza es apropiado para la mayoría de las aplicaciones. Sin embargo, la escasa tenacidad, templabilidad por llama e inducción y capacidad de soldadura de estas calidades suele tener como resultado una baja productividad y costes de mantenimiento elevados debido a fallos imprevistos de la herramienta. El objetivo de Uddeholm Calmax es asegurar una economía óptima del utillaje, es decir, el menor coste de utillaje por pieza producida.

La industria de corte y estampación ha experimentado algunos cambios considerables en las últimas décadas. Se ha comercializado el acero inoxidable y las bandas de recubrimiento de superficies y se han desarrollado prensas de alta velocidad. A estos avances tecnológicos deben sumarse la fabricación «just in time» (JIT) y los movimientos hacia una mayor productividad y garantías durante toda la vida útil de la herramienta. El acero para herramientas de prensa convencional se sigue especificando y seleccionando pero a menudo tiene como resultado un rendimiento y una productividad de la herramienta menores.

El perfil de propiedades bien equilibradas de Uddeholm Calmax se adapta mucho mejor tanto a los materiales de trabajo como a los métodos de fabricación modernos. Uddeholm Calmax ofrece el alto grado de seguridad esencial para un rendimiento de las herramientas óptimo y la máxima productividad.

Generalidades

Uddeholm Calmax es un acero aleado al cromo-molibdeno-vanadio que se caracteriza por:

- Alta tenacidad
- Buena resistencia al desgaste
- Buenas propiedades de temple
- Buena estabilidad dimensional durante el temple
- Buena pulibilidad
- Buena capacidad de soldadura
- Buena aptitud de temple a la llama y por inducción

Análisis típico	C 0,6	Si 0,35	Mn 0,8	Cr 4,5	Mo 0,5	V 0,2
Estado de suministro	Recocido blando aprox. a 200 HB					
Código de color	Blanco/violeta					

Aplicaciones

La excelente combinación de tenacidad y resistencia al desgaste hacen de Uddeholm Calmax un material especialmente adecuado para aplicaciones de plástico y trabajo en frío.

Áreas típicas trabajo en frío

- Corte y conformado en general
- Corte y conformado de chapa gruesa
- Embutición profunda
- Acuñaado
- Matrices de extrusión en frío de geometría complicada
- Rodillos
- Cizallas
- Prototipos

Áreas típicas moldeado de plásticos

- Moldes para largas series de producción
- Moldes para plásticos reforzados
- Moldes para moldeado por compresión

Propiedades

Características físicas

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densidad kg/m ³	7770	7720	7650
Módulo de elasticidad N/mm ²	194 000	188 000	178 000
Coefficiente de expansión térmica por °C a partir de 20°C	- 100°C 11,7 x 10 ⁻⁶	- 200°C 12,0 x 10 ⁻⁶	- 400°C 13,0 x 10 ⁻⁶
Conductividad térmica W/m °C	-	27	32
Calor específico J/kg°C	455	525	608

Resistencia a la compresión

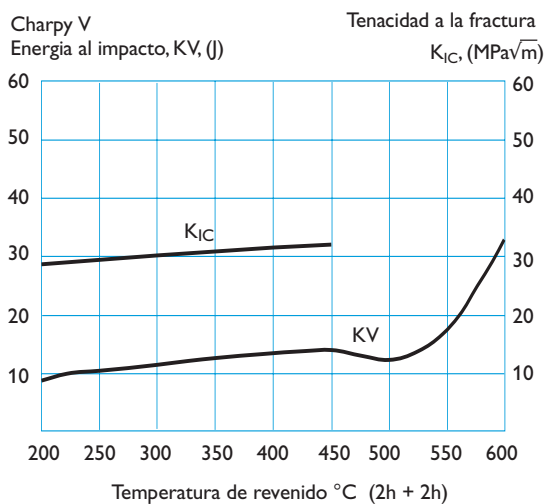
Valores aproximados a temperatura ambiente.

Dureza HRC	R _{cm} N/mm ²	R _{c0,2} N/mm ²
56	2300	1900
58	2500	2000
60	2700	2100

Resistencia al impacto

Valores aproximados a temperatura ambiente para diferentes temperaturas de revenido.

Austenización (temple) a 960°C. Enfriamiento al aire. Revenido 2 veces.



Tratamiento térmico

Recocido blando

Proteger el acero y calentar en toda su masa a 860°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar en horno a 20°C por hora hasta 770°C, luego 10°C por hora hasta alcanzar los 650°C y después libremente al aire.

Liberación de tensiones – estabilizado

Después del mecanizado de desbaste la herramienta deberá calentarse en toda su masa hasta 650°C, tiempo de mantenimiento de la temperatura 2 horas. Enfriar lentamente hasta alcanzar los 500°C, luego libremente al aire.

Temple

Precalentamiento: 600–750°C.
Temperatura de austenización: 950–970°C, normalmente 960°C.

Temperatura °C	Tiempo de mantenimiento* minutos	Dureza HRC
950	30	62
960	30	63
970	30	64

*Tiempo de mantenimiento = tiempo a temperatura de austenización una vez la herramienta haya sido calentada en toda su masa

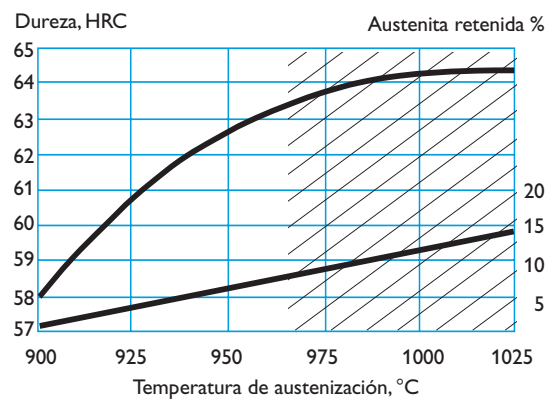
Medios de enfriamiento

- Aire forzado/gas
- Horno de vacío con sobrepresión
- Baño de martemple o lecho fluidizado a 200–550°C seguido de enfriamiento con aire forzado
- Aceite

Nota 1: El enfriamiento con aceite aumenta el riesgo de cambios dimensionales y fisuras.

Nota 2: Revenir inmediatamente una vez la herramienta alcance 50–70°C.

DUREZA E AUSTENITA RETENIDA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA DE AUSTENIZACION

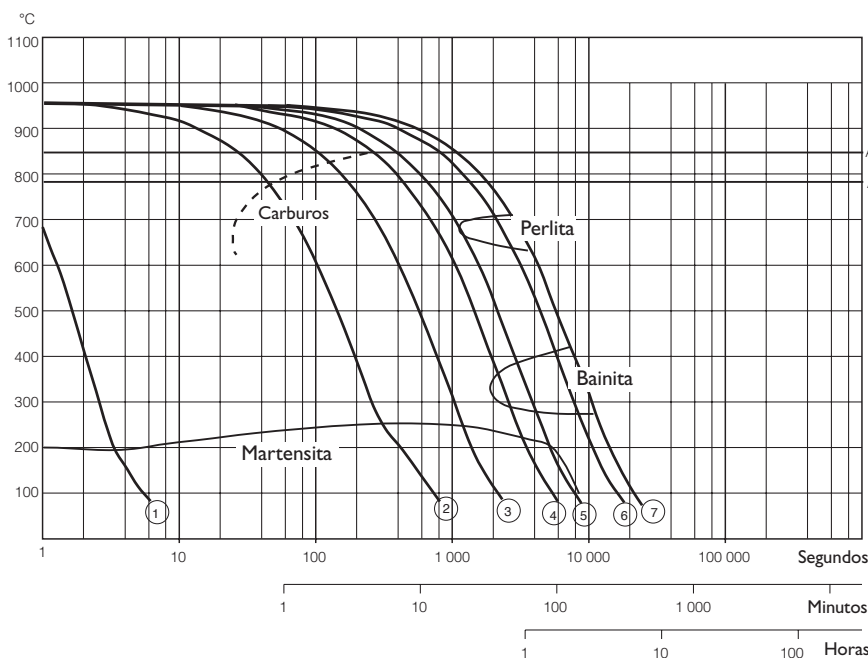


⚠ Riesgo de crecimiento de grano puede causar baja tenacidad

Proteger la herramienta contra la decarburación y oxidación durante el temple.

GRAFICO CCT

Temperatura de austenización 960°C. Tiempo de mantenimiento 30 minutos.

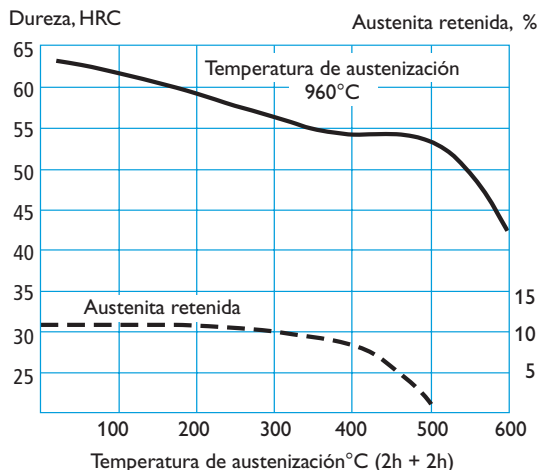


Curva N°	Dureza HV10	T ₈₀₀₋₅₀₀ seg.
1	820	1
2	762	107
3	743	423
4	734	1071
5	657	1596
6	455	3228
7	413	4292

Revenido

Elegir la temperatura de revenido de acuerdo con la dureza requerida con referencia al gráfico de revenido. Revenir dos veces con un enfriamiento a temperatura ambiente inmediato. La temperatura de revenido más baja es de 180°C. Tiempo mínimo de mantenimiento a temperatura 2 horas.

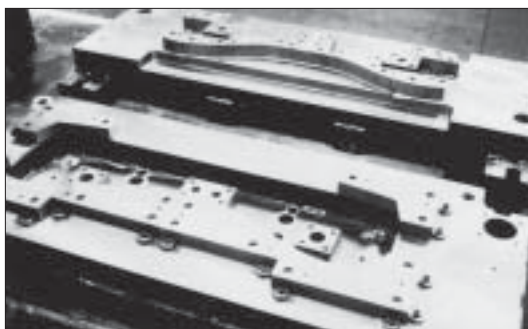
GRAFICO DE REVENIDO



Cambios dimensionales

Los cambios dimensionales durante el temple y revenido varían dependiendo de la temperatura, equipo utilizado y medios de enfriamiento empleados durante el proceso de tratamiento térmico. El tamaño y la forma geométrica de la herramienta juegan también un papel importante.

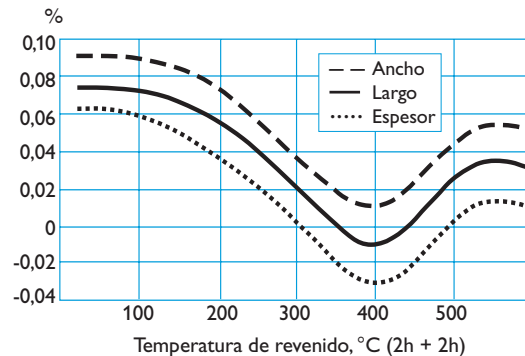
Por tanto, la herramienta deberá fabricarse siempre con una tolerancia de trabajo suficiente a fin de compensar una posible distorsión. Utilice 0,20% como guía para Uddeholm Calmax.



Matriz típica de estampación donde puede utilizarse Uddeholm Calmax ya que se requiere alta tenacidad.

Un ejemplo de cambios dimensionales para una placa de 100 x 100 x 10 mm, templada y revenida bajo condiciones óptimas se muestra en el gráfico interior.

Temple: 960°C/30 min./aire.



Tratamiento de superficies

A algunos utillajes se les aplica un tratamiento de superficies a fin de reducir la fricción e incrementar la resistencia al desgaste de éstos. Los tratamientos utilizados más comúnmente son la nitruración y el recubrimiento de superficies con capas resistentes al desgaste de carburo de titanio y nitruro de titanio (CVD, PVD).

Dos procesos de nitruración muy utilizados son la nitruración iónica y la nitruración gaseosa. La nitruración iónica se realiza normalmente a una temperatura más baja que la nitruración gaseosa, y es por tanto el método más adecuado para Uddeholm Calmax cuando se requiere una dureza del sustrato de ~54 HRC.

Proceso de nitruración	Temp. °C	Tiempo (h)	Profundidad de capa µm	Dureza sustrato HRC	Dureza de la capa HV
Iónica	465*	18	200	54	1075
Gaseoso	510*	12	200	52	1075

* La temperatura de nitruración utilizada debería ser 15–25°C inferior a la utilizada previamente en el revenido

Una capa gruesa reduce considerablemente la tenacidad del utillaje. La profundidad de la capa, la cual puede controlarse mediante el tiempo de nitruración, debería seleccionarse de acuerdo con cada aplicación a realizar.

Uddeholm Calmax puede recubrirse también con el proceso CVD, pero la temperatura de deposición no debería exceder los 960°C. La herramienta debería retemplarse después de ser recubierta.

Los recubrimientos PVD pueden aplicarse a temperaturas entre los 200°C y los 500°C. Si se utilizan 200°C, la dureza del sustrato de Uddeholm Calmax será más alta que la obtenida mediante una temperatura de deposición de 500°C. Aunque la adherencia del recubrimiento sobre el acero es mejor si se utiliza una temperatura de deposición de 500°C. La temperatura de deposición para PVD debería ser de unos 20°C por debajo de la temperatura de revenido utilizada anteriormente.

Recomendaciones de mecanizado

Los datos de corte mostrados a continuación deben ser como guía debiendo ser adaptados a las condiciones específicas existentes.

Estado de suministro: Recocido blando aprox. a 200 HB

Torneado

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte (v_c) m/min.	150–200	200–250	20–25
Avance (f) mm/r	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Profundidad de corte (a_p) mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Mecanizado grupo ISO	P20–P30 Metal duro revestido	P10 Metal duro revestido o cementado	–

Fresado

FRESADO FRONTAL Y AXIAL

Parámetros de corte	Fresado con metal duro	
	Fresado desbaste	Fresado fino
Velocidad de corte (v_c) m/min.	160–240	240–280
Avance (f_z) mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte (a_p) mm	2–5	–2
Mecanizado grupo ISO	P20–P40 Metal duro revestido	P10–P20 Metal duro revestido o cementado

FRESADO DE ACABADO

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro integral	Insertado metal duro	Acero rápido
Velocidad de corte (v_c) m/min.	120–150	150–200	40–45 ¹⁾
Avance (f_z) mm/diente	0,006–0,20 ²⁾	0,06–0,20 ²⁾	0,01–0,35 ²⁾
Mecanizado grupo ISO	–	P15–P40 Metal duro revestido	–

¹⁾ Para fresas de acero rápido recubiertos $v_c = 55–60$ m/min.

²⁾ Dependiendo del la profundidad de corte radial y del diámetro de la fresa

Taladrado

TALADRADO CON BROCAS DE ACERO RAPIDO

Diámetro de la broca \varnothing mm	Velocidad de corte (v_c) m/min.	Avance (f) mm/r
–5	13–15*	0,05–0,10
5–10	13–15*	0,10–0,20
10–15	13–15*	0,20–0,25
15–20	13–15*	0,25–0,30

* Para brocas de acero rápido recubiertos $v_c = 23–25$ m/min.

TALADRADO CON BROCAS DE METAL DURO

Parámetros de corte	Tipo de broca		
	Metal duro sólido	Metal duro insertado	Taladro con canales de refrigeración ¹⁾
Velocidad de corte (v_c) m/min.	120–150	210–230	70–100
Avance (f) mm/r	0,10–0,35 ²⁾	0,03–0,12 ²⁾	0,15–0,40 ²⁾

¹⁾ Broca con punta reemplazable o de carburo soldada

²⁾ Dependiendo del diámetro de la broca

Rectificado

A continuación damos unas recomendaciones generales para rectificado. Pueden obtener más información en el catálogo de Uddeholm «Rectificado de Acero para Herramientas».

Tipo de rectificado	Muelas recomendadas	
	Estado recocido blando	Estado templado
Rectificado frontal	A 46 HV	A 46 HV
Rectificado frontal por segmentos	A 24 GV	A 36 GV
Rectificado cilíndrico	A 46 LV	A 60 KV
Rectificado interno	A 46 JV	A 60 JV
Rectificado de perfil	A 100 LV	A 120 JV

Soldadura

Se pueden obtener buenos resultados al soldar Uddeholm Calmax si se toman las precauciones necesarias:

1. Mantener la longitud del arco lo más corta posible. El electrodo deberá colocarse en un ángulo de 90° a los lados de la junta a fin de minimizar la indentación. Por otra parte, el electrodo deberá mantenerse en un ángulo de 75–80° en dirección de avance.
2. Para reparaciones importantes, realizar los cordones iniciales con un material de soldadura blando. Efectuar las dos primeras capas con el mismo diámetro de electrodo y la misma corriente.
3. Las reparaciones grandes deberán realizarse a temperatura elevada.
4. Las uniones deberán prepararse de forma adecuada.

RECOMENDACIONES PARA SOLDADURA TIG

Consumibles	Dureza durante soldadura	Dureza después del nuevo temple	Temperatura precalentamiento
UTPA 73G2	53–56 HRC	51 HRC	} 200–250°C
UTPA 67S	55–58 HRC	52 HRC	
CALMAX/CARMO			
TIG WELD	58–61 HRC	58–61 HRC	

RECOMENDACIONES PARA SOLDADURA MMA

Consumibles	Dureza durante soldadura	Dureza después del nuevo temple	Temperatura precalentamiento
UTP 67S	55–58 HRC	52 HRC	} 200–250°C
CALMAX/CARMO WELD	58–61 HRC	58–61 HRC	

Tratamiento termico despues de soldadura

ESTADO TEMPLADO

Revenir a 10–20°C por debajo de la temperatura original de revenido.

ESTADO RECOCIDO BLANDO

Calentar en toda su masa a 860°C en atmósfera protegida. Enfriar en horno a 10°C/h hasta alcanzar los 650°C, luego libremente al aire.

Para más información sobre soldadura de acero para herramientas consulte el catálogo de Uddeholm «Soldadura de Acero para Herramientas».

Resistencia a los mecanismos de fallo

Calidad de acero Uddeholm	Desgaste abrasivo	Desgaste adhesivo	Melladuras	Grandes roturas	Deformación
ARNE	■	■	■	■	■
CALMAX	■	■	■	■	■
CALDIE	■	■	■	■	■
RIGOR	■	■	■	■	■
SLEIPNER	■	■	■	■	■
SVERKER 21	■	■	■	■	■
SVERKER 3	■	■	■	■	■

Fotograbado y pulido

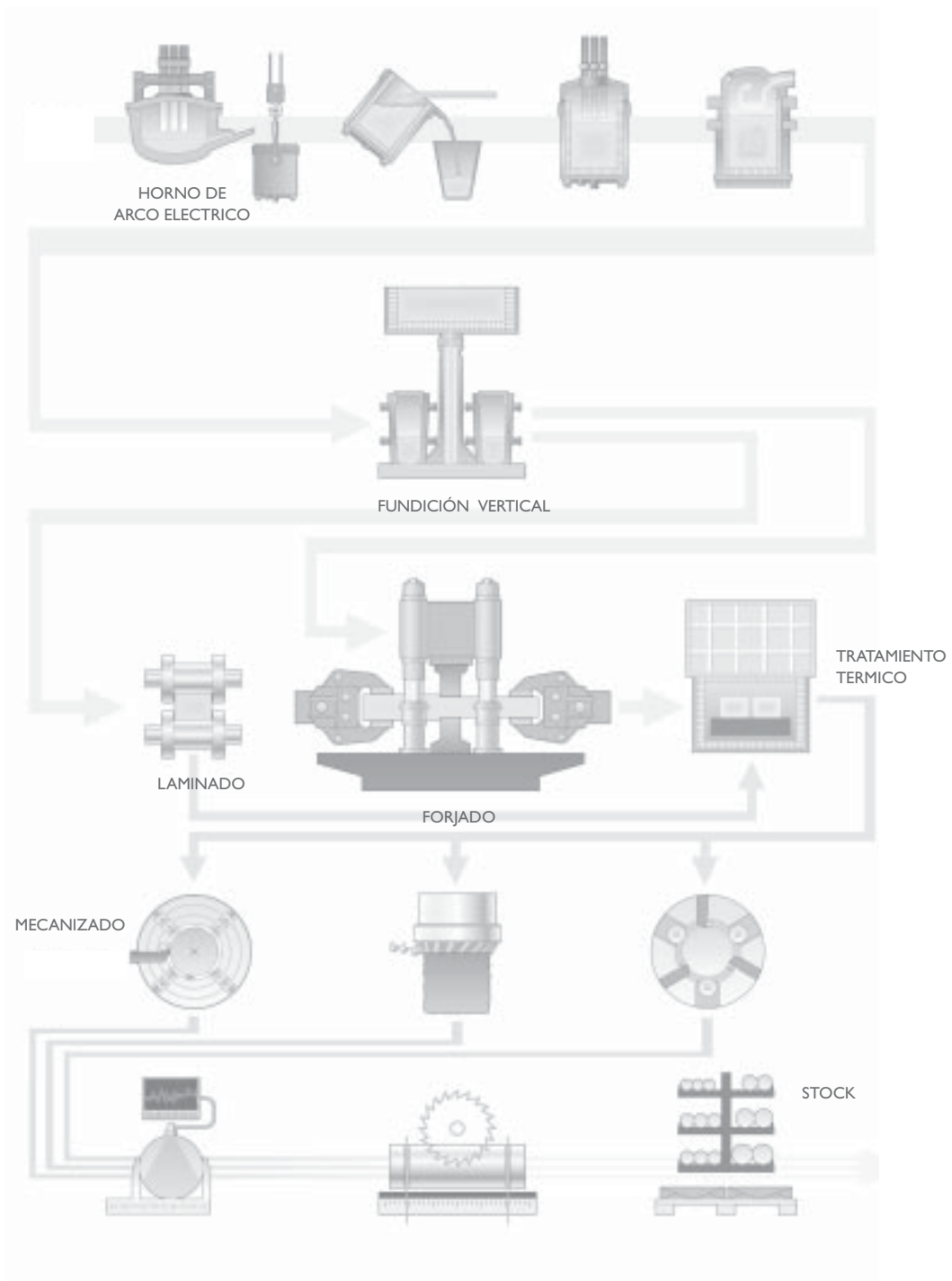
Uddeholm Calmax cuenta con una estructura muy homogénea. Ello, juntamente con su bajo contenido en inclusiones no metálicas (gracias al proceso de desgasificación al vacío durante el período de fabricación del material), asegura una reproducción precisa y una estructura consistente después de realizar la operación de fotograbado, además de una superficie muy buena después del pulido. Para obtener mejores resultados en el fotograbado debe utilizarse un medio adecuado para aceros al Cromo de alta aleación.

Información adicional

Puede contactar con la oficina local de Uddeholm a fin de obtener más información sobre la selección, tratamiento térmico, aplicación y disponibilidad de los aceros para herramientas de Uddeholm, incluyendo la publicación «Acero para Utillajes de Estampación».



Productos en aplicaciones de trabajo en frío o de inyección de plásticos en los que Uddeholm Calmax puede ser una buena elección para el molde / matriz.



El Proceso Convencional de Fabricación del Acero para Utillajes

El material base o de inicio para fabricar nuestro acero para utillaje es seleccionado cuidadosamente a partir de acero reciclable de alta calidad. Juntamente con ferro-aleaciones y creadores de escoria, el acero reciclable es fundido en un horno de arco eléctrico. El acero fundido es entonces vertido en un crisol.

A continuación, la unidad de desescoriado elimina los elementos impuros ricos en oxígeno y después de la desoxidación, son llevados a cabo el ajuste de la aleación y calentamiento del baño del acero en el horno de crisol. La desgaseificación al vacío elimina elementos como el hidrógeno, nitrógeno y el azufre.

En la fundición vertical, los moldes ya preparados se rellenan desde el crisol con un flujo controlado de acero fundido. Desde aquí, el acero puede ir directamente a nuestra planta de laminación o a la forja, para convertirse en dimensiones redondas o barras planas.

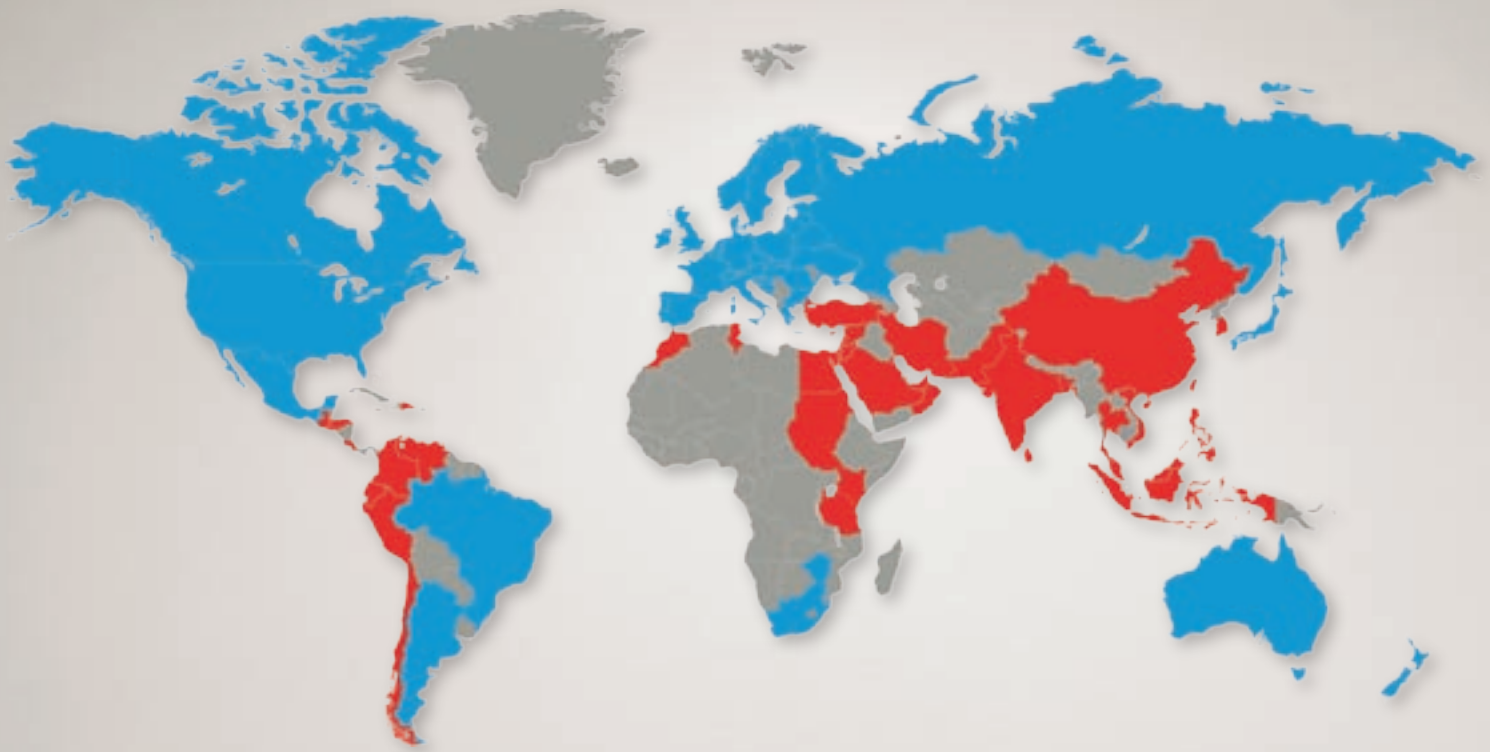
TRATAMIENTO TÉRMICO

Antes de realizar el suministro del acero, todas las barras están sujetas a una operación de tratamiento térmico, tanto de recocido como de temple y revenido. Estos procesos aportan al acero el equilibrio adecuado entre dureza y tenacidad.

MECANIZADO

Antes de que el material este finalizado y colocado en el stock, también desbastamos los perfiles de las barras hasta su exacta dimensión y tolerancia requerida. En el último mecanizado en grandes dimensiones, la barra de acero gira contra un utillaje de corte fijo. En el descortezado de pequeñas dimensiones el utillaje de corte gira alrededor de la barra.

A fin de salvaguardar nuestra calidad y garantizar la integridad del acero para utillajes, realizamos tanto una inspección en la superficie como una inspección ultrasónica en todas las barras. Eliminamos después las puntas de las barras y cualquier defecto que se haya podido encontrar durante la inspección.



Una red mundial de alta calidad

UDDEHOLM está presente en los cinco continentes. Por éste motivo, podrá encontrar nuestro acero para utillajes y un servicio de asistencia local allí dónde se encuentre. ASSAB es nuestra propia subsidiaria y también nuestro canal de ventas exclusivo, que representa a Uddeholm en diversos lugares del mundo. Juntos hemos afianzado nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes.

UDDEHOLM es el primer proveedor mundial de material para utillajes. Hemos logrado esta posición con el trabajo diario para nuestros clientes. Gracias a nuestra larga tradición, en la investigación y en desarrollo de productos, Uddeholm es una compañía equipada para hacer frente a cualquier problema que se presente relacionado con el utillaje. Esta labor presenta grandes retos, pero nuestro objetivo es claro: ser su primer colaborador y suministrador de acero para utillajes.

Estamos presentes en todos los continentes, lo que garantiza un mismo nivel de alta calidad a todos nuestros usuarios allí donde se encuentren. ASSAB es nuestra propia subsidiaria, representando a Uddeholm siendo su canal exclusivo de ventas en varios lugares del mundo. Juntos afianzamos nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes. Operamos en todo el mundo, por ésta razón siempre tendrá cerca a un representante de Uddeholm o ASSAB en caso de que necesite asesoramiento o ayuda. Para nosotros es una cuestión de confianza, tanto en nuestras relaciones a largo plazo como en el desarrollo de nuevos productos. La confianza es algo que se gana día a día.

Para más información, por favor visite www.uddeholm.com / www.assab.com o nuestra página web local.

UD
WOR
TRUST IS SOM
TRUST IS I
AUTOMOTIVE
KINDING SU
TOUGHNESS ST
MATERIALS M
EDDING WATER
STANDIN
RESULTS IN
CUSTOMER B
BILITY TRUST IS
AUTOMOTIVE
LEADING SU
INNOVATION
STRENGTH INNOVATI
WORLDWIDE PRE
SOMETHING YO
PROBLEM
THE WORL
NOMY THE
DUCTILITY TO
COMMITMENT PART
KNOWLEDGE UN
KNOWLEDGE
RELIAN
OF EXCEL
AUTOMOTIVE A I
ECONOMY THE
TOTAL ECONOMY
DUCTILITY TOUGHNE
HARDNESS WORLDW
TRUST IS SOMETH
UNDERSTANDING MACHIN
RESULTS SOLVING PROB
ECONOMY THE WORL
STRENGTH IN
TOUGHNESS STRENGTH I
MATERIALS PARTN
UNDERSTANDING MACHIN
BILITY RELIABILITY RESU
LASTING TOOLS TOTAL
YOU EARN EVERY DAY. LO
OF THINKING HIGH PE
OFTOOLING MATERIALS C
INNOVATION KNOWLEDGE
IS STRENGTH INNOVATION KNOW
ESSENCE LONG DURABILITY
TRUST IS SOMETHING YOU EARN,
PROBLEMS AUTOMOTIVE