

Uddeholm Sleipner®

Uddeholm Sleipner®

LA EVOLUCIÓN EN EL MUNDO DE LAS HERRAMIENTAS

El mundo de las herramientas está evolucionando para adaptarse a los cambios del mercado. Los plazos de entrega son uno de los aspectos de este cambio y cada vez son más cortos. En última instancia, esto supone que hay que hacer hincapié en la fiabilidad de las herramientas que se utilizan y en el tiempo para fabricar el utillaje. Los materiales de producción que se utilizan actualmente exigen más de las herramientas y del acero que se utiliza para fabricarlas. Por ejemplo, los materiales avanzados para la chapa de acero de alta resistencia que ahora se utiliza en automoción exigen mayor resistencia a las melladuras y las grietas, resistencia a la compresión y al desgaste.

EL MODERNO ACERO PARA HERRAMIENTAS DE TRABAJO EN FRÍO

El acero clásico con un 12% de cromo tal como AISI D2 o W.-Nr. 1.2379 sigue siendo la columna vertebral del utillaje para trabajo en frío, pero sus limitaciones son cada vez más obvias en un entorno de producción cambiante. Uddeholm Sleipner es el nuevo acero con un 8% de cromo de Uddeholm Tooling. Sus propiedades se han equilibrado cuidadosamente y el resultado es un acero para herramientas que supera las limitaciones del acero con un 12% de cromo.

UN ACERO PARA HERRAMIENTAS VERSÁTIL

Las propiedades de Uddeholm Sleipner lo hacen más versátil y superior al acero con un 12% de cromo. Este acero es mucho mejor para los trabajos de mecanizado, desbaste y templado y facilita las pequeñas soldaduras de reparación. Lo que significa que Uddeholm Sleipner es la elección adecuada cuando se quiere fabricar utillaje más deprisa, unas mayores prestaciones de las herramientas y un mantenimiento más sencillo.

© UDDEHOLMS AB

Queda prohibida la reproducción total o parcial, así como la transferencia de esta publicación con fines comerciales sin el permiso del titular del copyright.

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: 7, 03.2016



INFORMACIÓN GENERAL

Uddeholm Sleipner es un acero para aplicaciones de trabajo en frío aleado al cromo-molibdeno-vanadio que se caracteriza por:

- Buena resistencia al desgaste
- Buena resistencia a las melladuras
- Buena resistencia a la compresión
- Alta dureza (> 60 HRC) después de revenido alta temperatura
- Buenas propiedades de temple
- Buena estabilidad durante el temple
- Buena resistencia contra la pérdida de dureza durante el trabajo
- Buenas propiedades para efectuar electroerosión por hilo
- Buena mecanibilidad y rectificabilidad
- Buenas propiedades para el tratamiento de superficie

| | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Análisis típico % | C 0,9 | Si 0,9 | Mn 0,5 | Cr 7,8 | Mo 2,5 | V 0,5 |
| Especificación standard | No tiene | | | | | |
| Estado de suministro | Recocido blando a aprox. 235 HB | | | | | |
| Código de color | Azul / marrón | | | | | |

APLICACIONES

Uddeholm Sleipner es un acero adecuado para una amplia gama de aplicaciones de trabajo en frío. Cuenta con un perfil de resistencia al desgaste mixto – abrasivo y buena resistencia a las melladuras. Además, puede también obtenerse una alta dureza (> 60 HRC) después de un revenido a alta temperatura. Ello significa que los tratamientos de superficie como nitruración o recubrimiento PVD pueden realizarse sobre un sustrato de alta resistencia. También implica que las formas complicadas con unos niveles de dureza > 60 HRC pueden ser mecanizadas mediante electroerosión por hilo a partir de bloques de dimensiones relativamente considerables, con un reducido riesgo de roturas.

Uddeholm Sleipner se recomienda para series medias de producción donde se requiera buena resistencia al desgaste mixto o abrasivo y buena resistencia a las melladuras.

Algunos ejemplos:

- Corte y corte fino
- Cizallado
- Conformado
- Acuñado
- Forjado en frío
- Extrusión en frío
- Roscado
- Embutición y embutición profunda
- Compactación de polvo

PROPIEDADES

PROPIEDADES FÍSICAS

Material templado y revenido a 62 HRC.

Datos obtenidos a temperatura ambiente y a altas temperaturas.

| Temperatura | 20°C | 200°C | 400°C |
|--|---------|-------------------------|-------------------------|
| Densidad kg/m ³ | 7 730 | 7 680 | 7 620 |
| Módulo de elasticidad MPa | 205 000 | 190 000 | 180 000 |
| Coefficiente de expansión térmica – después de revenido a baja temperatura por °C a partir de 20°C | – | 12,7 x 10 ⁻⁶ | – |
| – después de revenido a alta temperatura por °C a partir de 20°C | – | 11,6 x 10 ⁻⁶ | 12,4 x 10 ⁻⁶ |
| Conductividad térmica W/m•°C | – | 20 | 25 |
| Calor específico J/kg°C | 460 | – | – |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

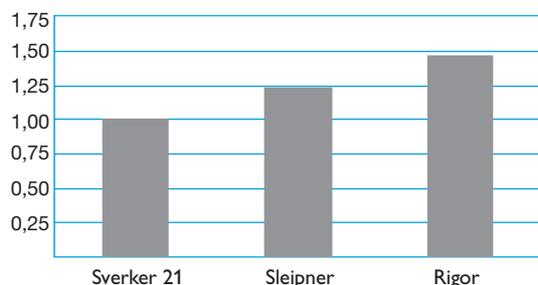
Los valores mencionados a continuación deberán considerarse como aproximados.

| Dureza HRC | Resistencia a la compresión Rc0,2 | |
|------------|-----------------------------------|-----|
| | MPa | ksi |
| 50 | 1 700 | 250 |
| 55 | 2 050 | 300 |
| 60 | 2 350 | 340 |
| 62 | 2 500 | 360 |
| 64 | 2 650 | 380 |

RESISTENCIA A LA MELLADURAS

Resistencia relativa a las melladuras para Uddeholm Sverker 21 Uddeholm Sleipner y Uddeholm Rigor, al mismo nivel de dureza.

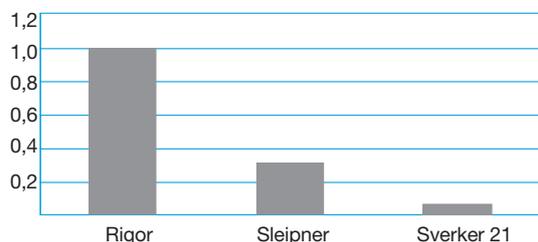
Resistencia relativa a las melladuras



RESISTENCIA AL DESGASTE ABRASIVO

Resistencia relativa al desgaste abrasivo para Uddeholm Sverker 21, Uddeholm Sleipner y Uddeholm Rigor, al mismo nivel de dureza (el valor más bajo significa mejor resistencia al desgaste)

Resistencia relativa al desgaste abrasivo



TRATAMIENTO TÉRMICO

RECOCIDO BLANDO

Proteger el acero y calentar en toda su masa a 850°C. Luego enfriar en el horno a 10°C por hora hasta alcanzar los 650°C, después libremente al aire.

LIBERACIÓN DE TENSIONES – ESTABILIZADO

Una vez realizado el mecanizado de desbaste el utillaje deberá calentarse en toda su masa a 650°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta alcanzar los 500°C, luego libremente al aire.

TEMPLE

Temperatura de precalentamiento: 650–650°C y 850–900°C

Temperatura de austenización: 950–1080°C, pero normalmente 1030–1050°C.

Tiempo de mantenimiento: 30 minutos.

Nota: Tiempo de mantenimiento = tiempo a temperatura de temple tras haberse calentado totalmente el utillaje. Un tiempo de mantenimiento inferior al recomendado provocará la pérdida de dureza.

Se protegerá la pieza contra la decarburación y la oxidación durante el proceso de temple.

Encontrará más información en el folleto de Uddeholm «Heat treatment of tool steels» (Tratamiento térmico de aceros para utillajes).

MEDIOS DE ENFRIAMIENTO

- Gas forzado / atmósfera circulante
- Vacío (gas a alta velocidad con suficiente presión min. 2 bar)
- Baño de martemple o lecho fluidizado a 200–550°C
- Aire/gas forzado

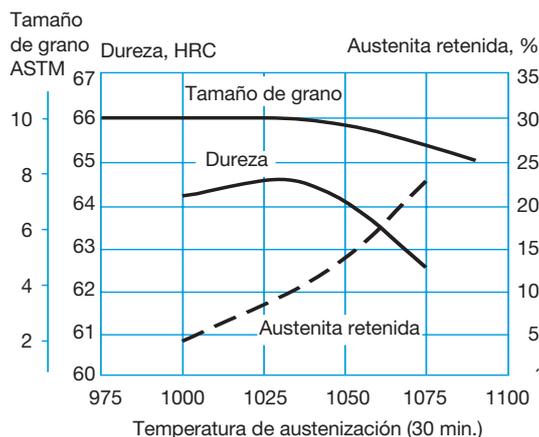
Nota: Revenir el utillaje tan pronto como su temperatura alcance los 50–70°C.

Para obtener las propiedades óptimas para el utillaje, la velocidad de enfriamiento debe ser lo más alta posible dentro de los límites de distorsión aceptables.

Una velocidad de enfriamiento lenta producirá la pérdida de dureza en comparación con las curvas de revenido facilitadas.

El martemple debe ir seguido de enfriamiento por aire forzado si el espesor de la pared supera los 50 mm.

DUREZA, AUSTENITA RETENIDA Y TAMAÑO DE GRANO EN FUNCION DE LA TEMPERATURA DE AUSTENIZACION

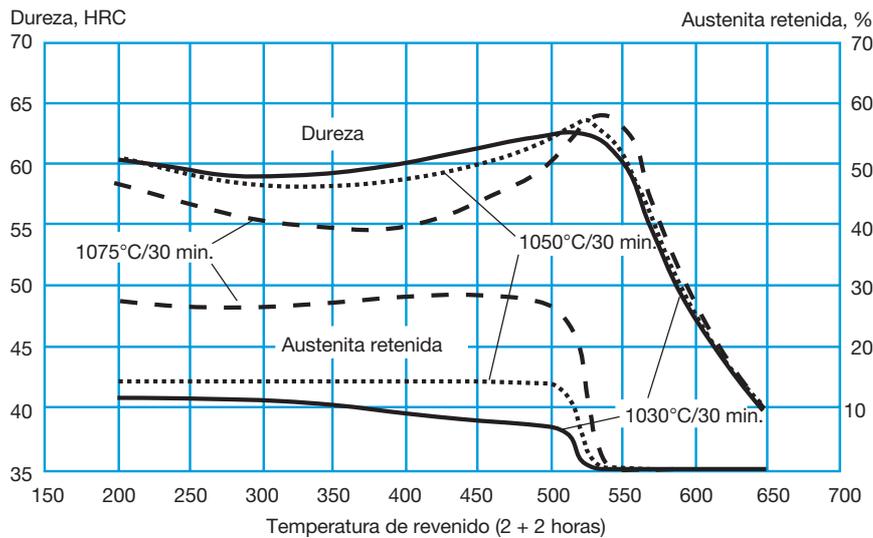


REVENIDO

La temperatura de revenido puede seleccionarse de acuerdo con la dureza requerida empleando como guía el gráfico de revenido. Realice el proceso de revenido al menos dos veces con un enfriamiento intermedio hasta alcanzar la temperatura ambiente. Para conseguir la máxima ductilidad y estabilidad dimensional, se recomienda encarecida-

mente una temperatura mínima de 540°C y tres revenidos.

El revenido a una temperatura inferior a 540°C puede aumentar la dureza y la resistencia hasta cierto punto, pero también afectará a la resistencia a las grietas y a la estabilidad dimensional. Sin embargo, si se baja la temperatura de revenido, no se debe revenir por debajo de 520°C.



Acerca de las curvas de revenido están obtenidas tras el tratamiento térmico de probetas de tamaño de 15x15x40 m.m. enfriadas mediante aire forzado. Bajas durezas pueden ser encontradas tras el tratamiento térmico de moldes y matrices debido a dos factores como el tamaño de la herramienta y/o los parámetros del tratamiento térmico.

GRAFICO CCT

Temperatura de austenización 1030°C. Tiempo de mantenimiento 30 minutos.

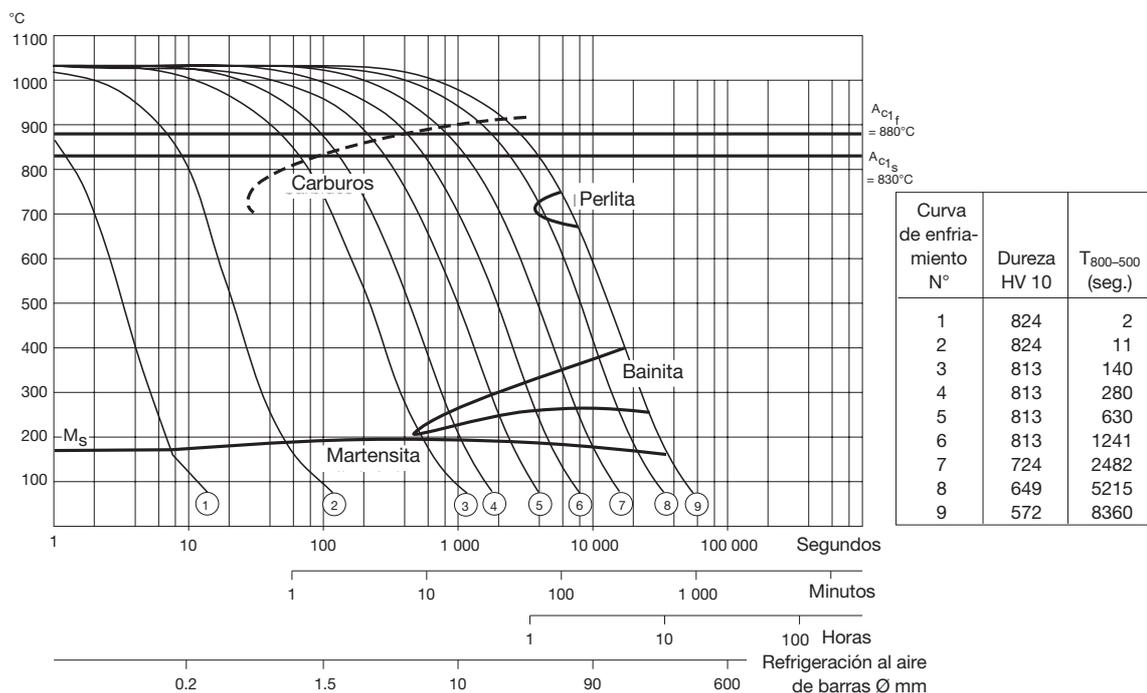
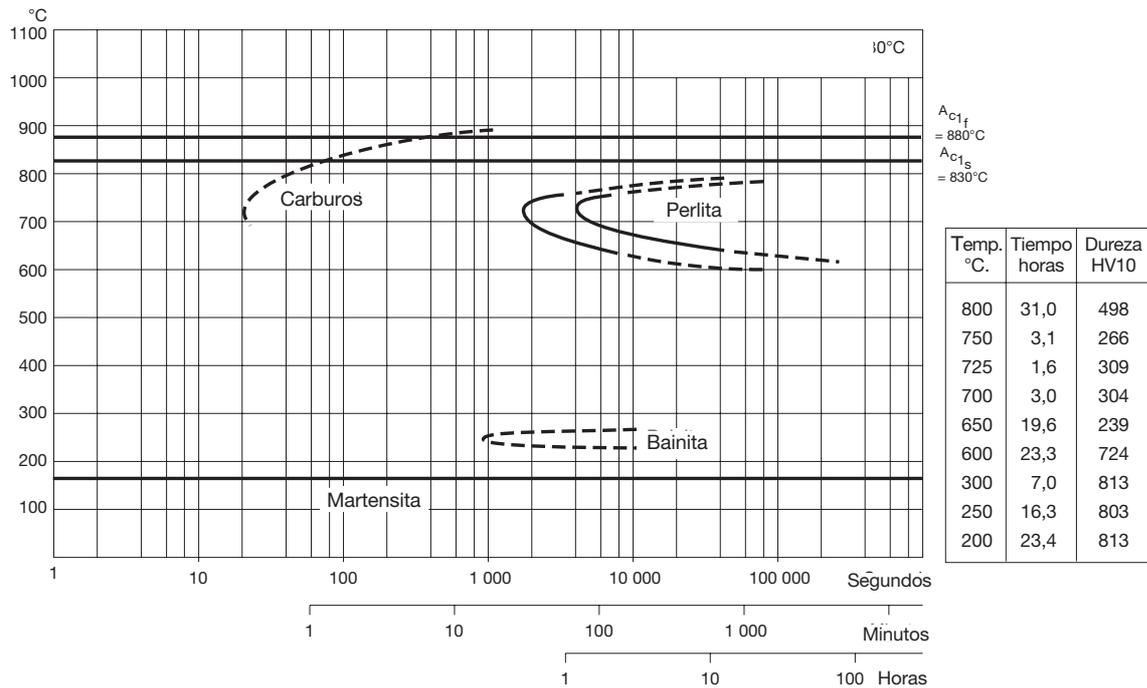


GRAFICO TTT

Temperatura de austenización 1030°C. Tiempo de mantenimiento 30 minutos.



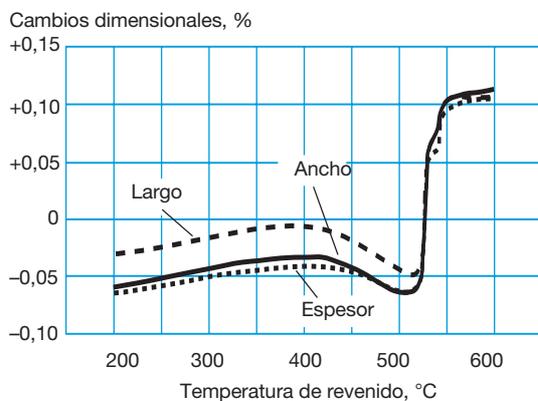
CAMBIOS DIMENSIONALES

Los cambios dimensionales han sido medidos después de la austenización y el revenido
 Austenización: 1030°C / 30 min., enfriamiento en horno al vacío a 0,75°C/s entre 800°C y 500°C

Revenido: 2 x 2 h a varias temperaturas

Tamaño de la probeta: 100 x 100 x 100 mm

CAMBIOS DIMENSIONALES EN FUNCION DE LA TEMPERATURA DE REVENIDO



TRATAMIENTO SUB-CERO

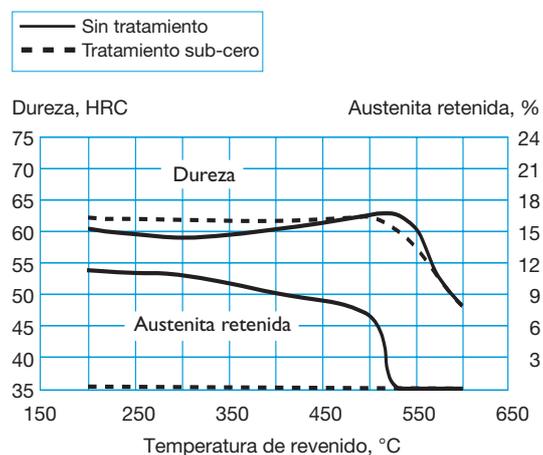
Las piezas que requieran una máxima estabilidad dimensional durante su vida de servicio deberían tratarse mediante el método sub-cero.

El tratamiento sub-cero reduce la cantidad de austenita retenida y cambia la dureza tal y como se indica en el gráfico inferior:

Austenización: 1030°C / 30 min.

Revenido: 2 x 2 a varias temperaturas

DUREZA Y AUSTENITA RETENIDA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA DE REVENIDO Y TRATAMIENTO SUB-CERO



TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE

A fin de reducir la fricción e incrementar la resistencia al desgaste, se aplica en algunos aceros para trabajo en frío un tratamiento de superficie. Los métodos utilizados más comúnmente son la nitruración y el recubrimiento de superficie con capas resistentes al desgaste, producidas mediante PVD y CVD.

La alta dureza y la buena resistencia a las melladuras juntamente con una buena estabilidad dimensional, hacen que Uddeholm Sleipner sea un acero idóneo como sustrato para varios tipos de recubrimiento de superficie.

NITRURACIÓN Y NITROCARBURACIÓN

La nitruración y la nitrocarburation resultan en una capa dura en la superficie que es muy resistente al desgaste y a las melladuras.

La dureza de la superficie después de realizada la nitrocarburation es de aproximadamente de 1100 HV_{0,2Kg}. El espesor de la capa deberá seleccionarse sobre la base de la aplicación en cuestión.

PVD

La deposición física de vapor, PVD, es un método mediante el cual se aplica un recubrimiento resistente al desgaste a temperaturas entre 200–500°C.

CVD

La deposición química de vapor, CVD, se utiliza para aplicar recubrimientos de superficie resistentes al desgaste, a una temperatura alrededor de 1000°C. Se recomienda que los utillajes sean templados y revenidos de forma separada en un horno de vacío, una vez realizado el tratamiento de superficie.

RECOMENDACIONES DE MECANIZADO

Los parámetros de corte de los cuales informamos a continuación, deberán considerarse como valores guía, debiéndose adaptar a las condiciones locales existentes.

Pueden obtener más información en la publicación de Uddeholm «Recomendación sobre parámetros de corte».

Las recomendaciones, en las tablas siguientes, son válidas para Uddeholm Sleipner en condición de recocido blando a aproximadamente a 235 HB.

TORNEADO

| Parámetros de corte | Torneado con herramientas | | Con herramientas de acero rápido de acabado |
|--|-------------------------------|-------------------------------|---|
| | Torneado de desbaste | Torneado de acabado | |
| Velocidad de corte (v_c) m/min. | 100–150 | 150–200 | 17–22 |
| 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 |
| Designación broca ISO | K20, P20 Carburo revestido | K10, P15 Carburo revestido | – |

FRESADO

FRESADO FRONTAL Y AXIAL

| Parámetros de corte | Fresado con herramientas de metal duro | |
|--|--|------------------------------|
| | Fresado de desbaste | Fresado fino |
| Velocidad de corte (v_c) m/min. | 110–180 | 180–220 |
| Avance (f_z) mm/diente | 0,2–0,4 | 0,1–0,2 |
| Profundidad de corte (a_p) mm | 2–5 | –2 |
| Designación ISO | K20, P20 Carburo revestido | P10–P20 Carburo revestido |

FRESADO DE ACABADO

| Parámetros de corte | Tipo de fresa | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Metal duro | Metal duro insertado | Acero rápido |
| Velocidad de corte (v_c) m/min. | 80–120 | 100–140 | 13–18 ¹⁾ |
| Avance (f_z) mm/diente | 0,03–0,20 ²⁾ | 0,08–0,20 ²⁾ | 0,05–0,35 ²⁾ |
| Designación ISO | – | P15–P40 | – |

¹⁾ Para fresas de acero rápido, fresado de acabado a v_c 30–35 m/min.

²⁾ Dependiendo de la profundidad radial y diámetro de corte

TALADRADO

TALADRADO CON BROCAS ESPIRALES DE ACERO RAPIDO

| Diámetro de la broca mm | Velocidad de corte (v_c) m/min. | Avance (f) mm/r |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| – 5 | 13–18* | 0,05–0,10 |
| 5–10 | 13–18* | 0,10–0,20 |
| 10–15 | 13–18* | 0,20–0,25 |
| 15–20 | 13–18* | 0,25–0,30 |

* Para brocas de acero rápido con recubrimiento v_c 25–35 m/min.

TALADRADO CON BROCAS DE METAL DURO

| Parámetros de corte | Tipo de broca | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| | Metal duro insertado | Metal duro sólido | Broca con refrigeración ¹⁾ |
| Velocidad de corte (v_c) m/min. | 140–160 | 80–100 | 45–55 |
| Avance (f) mm/r | 0,05–0,15 ²⁾ | 0,10–0,25 ³⁾ | 0,15–0,25 ⁴⁾ |

¹⁾ Broca con punta reemplazable o de carburo soldada

²⁾ Avance diámetro de la broca 20–40 mm

³⁾ Avance diámetro de la broca 5–20 mm

⁴⁾ Avance diámetro de la broca 10–20 mm



RECTIFICADO

A continuación ofrecemos unas recomendaciones generales de rectificado. Pueden obtener más información en la publicación de Uddeholm «Rectificado de Acero para Utillajes».

RECOMENDACIONES SOBRE EL TIPO DE MUELA

| Tipo de rectificado | Estado recocido blando | Condición templado |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------|
| Rectificado frontal muela plana | 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 KV | A 120 JV |

MECANIZADO POR ELECTRO-EROSIÓN — EDM

Si se realiza el mecanizado por electro-erosión en condición templado y revenido, acabar con un electro-erosionado fino, es decir, baja corriente y alta frecuencia.

Para un rendimiento óptimo, la superficie electro-erosionada debería ser rectificada / pulida y revenir de nuevo el utillaje a aproximadamente 25°C por debajo de la temperatura original de revenido.

Al electro-erosionar medidas grandes o formas complicadas, Uddeholm Sleipner deberá revenirse a alta temperatura, por encima de los 500°C.

TEMPLE A LA LLAMA

Utilizar un equipo de oxi-acetileno con una capacidad de 800–1250 l/h. Presión del oxígeno 2,5 bar, presión del acetileno 1,5 bar. Ajustar para obtener una llama neutral.

Temperatura 980–1020°C. Enfriar libremente al aire.

La dureza en la superficie será de 58–62 HRC y de 41 HRC (400 HB) a una profundidad de 3–3,5 mm.

SOLDADURA

Pueden obtenerse buenos resultados al soldar acero para utillajes si se toman las precauciones adecuadas durante la operación de soldadura.

- La juntas deberá prepararse minuciosamente.
- Las reparaciones mediante soldadura deberán efectuarse a temperaturas elevadas. Realizar las dos primeras capas con el mismo diámetro de electrodo y / o corriente.
- Mantener siempre la longitud del arco lo más corta posible. El electrodo deberá situarse en un ángulo de 90° hacia los lados de la junta. Además el electrodo ha mantenerse en un ángulo de 75–80° en la dirección del movimiento.
- Para reparaciones importantes, realizar las primeras capas de soldadura con un material de aportación blando, (capas base).

MATERIAL DE APORTACIÓN

CONSUMIBLES PARA SOLDURA TIG

| Material de aportación | Dureza después de soldadura |
|------------------------|------------------------------------|
| Tipo AWS ER312 | 300 HB (para capas iniciales base) |
| UTP A67S | 55–58 HRC |
| UTP A696 | 60–64 HRC |
| CastoTig 45303W* | 60–64 HRC |
| Cadie Tig-Weld | 58–62 HRC |

* No debería utilizarse para más de 4 cordones debido al incremento de riesgo de roturas

CONSUMIBLES PARA SOLDADURA MMA (SMAW)

| Material de aportación | Dureza después de soldadura |
|------------------------|------------------------------------|
| Tipo AWS E312 | 300 HB (para capas iniciales base) |
| Castolin EutecTrode 2 | 54–60 HRC |
| UTP 67S | 55–58 HRC |
| UTP 69 | 60–64 HRC |
| Castolin EutecTrode 6 | 60–64 HRC |
| Caldie Weld | 58–62 HRC |

TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO

La temperatura del utillaje durante toda la operación completa de soldadura deberá mantenerse a un nivel uniforme.

| | Recocido blando | Templado/Dureza |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Dureza | 230 HB | 60–62 HRC |
| Temperatura de precalentamiento | 250°C | 250°C |
| Temperatura máxima entre pasadas | 400°C | 400°C |

TRATAMIENTO DESPUES DE SOLDADURA

| | Recocido blando | Templado/Dureza |
|-----------------------|--|--|
| Dureza | 230 HB | 60–62 HRC |
| Nivel de enfriamiento | 20–40°C/h durante las 2 primeras horas, luego libremente al aire | |
| Tratamiento térmico | Recocido Temple Revenido | Revenido 10–20°C por debajo de la última temperatura de revenido |

Pueden obtener más información sobre soldadura de acero para utillajes en la publicación técnica de Uddeholm «Soldadura de Acero para Utillajes».

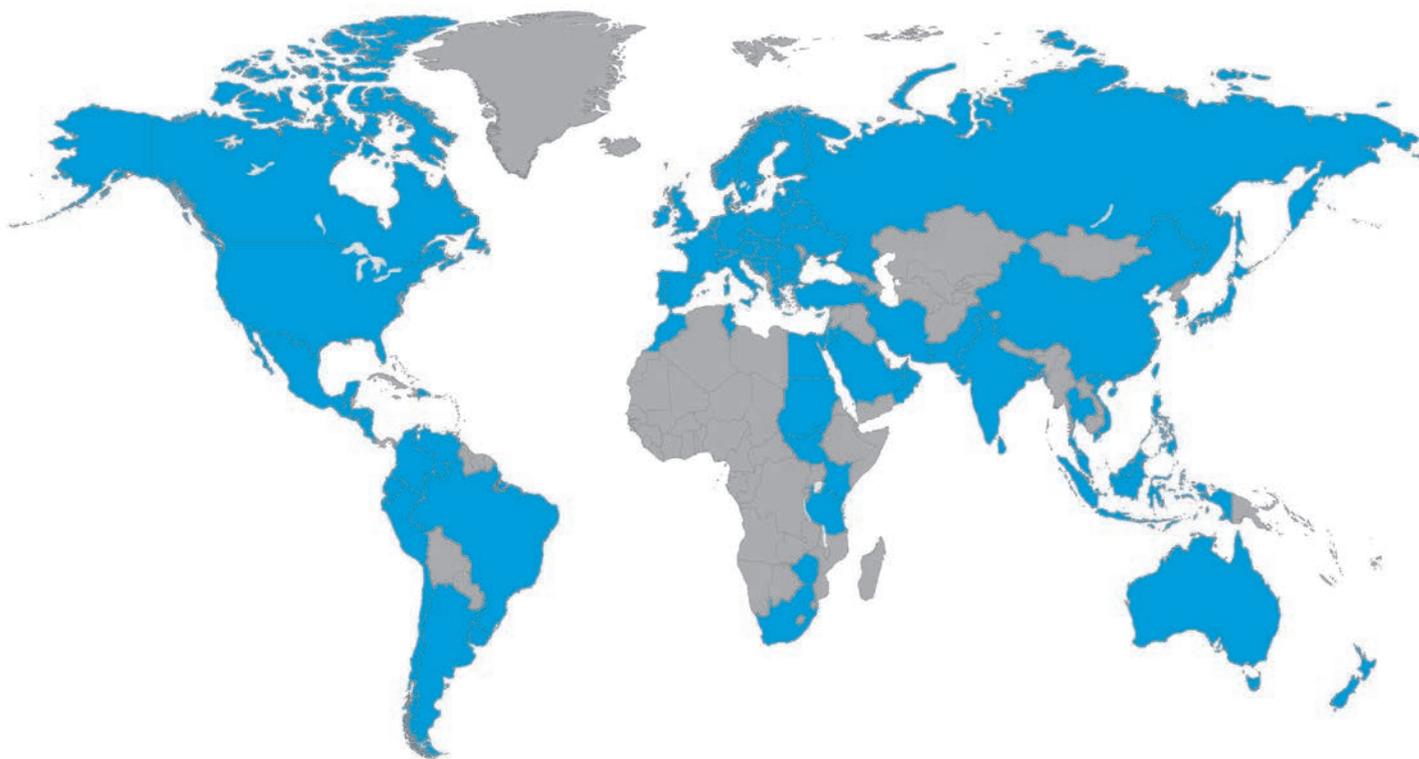
COMPARACIÓN RELATIVA DE LOS ACEROS DE UDDEHOLM PARA APLICACIONES DE TRABAJO EN FRÍO

PROPIEDADES DEL MATERIAL Y RESISTENCIA LOS MECANISMOS DE FALLO

| Calidad Uddeholm | Dureza/ Resistencia a la deformación plástica | Mecanibilidad | Rectificabilidad | Estabilidad dimensional | Resistencia al | | Resistencia a la rotura por | |
|------------------|--|---------------|------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|---|-------------------------------|
| | | | | | Desgaste abrasivo | Desgaste adhesivo | Ductilidad/ resistencia a melladuras | Tenacidad/ grandes roturas |
| Arne | ██████ | ████████ | ████████ | ██ | ██████ | ██████ | ██████ | ██████ |
| Calmax | ██████ | ████████ | ████████ | ██████ | ██████ | ██████ | ████████ | ████████ |
| Caldie (ESR) | ██████ | ██████ | ████████ | ██████ | ██████ | ██████ | ████████ | ████████ |
| Rigor | ██████ | ██████ | ████████ | ██████ | ██████ | ██████ | ██████ | ██████ |
| Sleipner | ████████ | ██████ | ████████ | ██████ | ██████ | ██████ | ██████ | ██████ |
| Sverker 21 | ██████ | ██████ | ██████ | ██████ | ██████ | ██ | ██ | ██████ |
| Sverker 3 | ██████ | ██ | ██████ | ██████ | ████████ | ██ | ██ | ██████ |
| Vanadis 4 Extra | ████████ | ██████ | ████████ | ████████ | ██████ | ██████ | ████████ | ██████ |
| Vanadis 8 | ████████ | ██████ | ████████ | ████████ | ████████ | ██████ | ██████ | ██████ |
| Vanadis 23 | ████████ | ██████ | ████████ | ████████ | ██████ | ██████ | ██████ | ██████ |
| Vancron 40 | ████████ | ██████ | ████████ | ████████ | ██████ | ████████ | ██████ | ██████ |

INFORMACIÓN ADICIONAL

Rogamos contacte con su oficina local de Uddeholm para información más detallada sobre selección, tratamiento térmico, aplicación y disponibilidad de los aceros de Uddeholm.



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. De esta manera, hemos afianzado nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes.

Uddeholm es líder mundial en el suministro de material para utillajes. Hemos logrado esta posición al mejorar el negocio diario de nuestros clientes. Una larga tradición combinada con una investigación y un desarrollo de producto, dotan a Uddeholm de capacidad para hacer frente a cualquier tipo de problema que pueda surgir con el utillaje. Esta labor presenta grandes retos, pero nuestro objetivo es claro: ser su primer colaborador y suministrador de acero para utillajes.

Nuestra presencia en todos los continentes le garantiza la misma alta calidad allí donde se encuentre. Afianzamos nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utillajes. 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.acerosuddeholm.com