

SELECCION DE ACEROS PARA PUNZONADO DE CHAPAS GRUESAS

PARTE II TRATAMIENTO TERMICO

Por : Ing. MARIANO ANTONIO BENAVIDES C.
Superintendente SENA - C.D.T. ASTIM

3.4 Tratamiento Térmico

Forjar 1100 - 900°C
Recocer 770 - 840°C
Relevo de tensiones 600 - 700°C

Siendo el temple y revenido, la parte más importante para lograr el éxito de la herramienta, es preciso diseñar un programa de tratamiento que permita la combinación de propiedades deseadas como se explica a continuación.

3.5 Programa de temple y revenido para el acero M2 en la fabricación de punzones para chapas gruesas

Puesto que la herramienta debe reunir las condiciones de alta tenacidad, dureza y resistencia al revenido, se recomienda utilizar el siguiente procedimiento observando el esquema adjunto Figura No. 3.

- Relevar tensiones a 650 C durante dos horas y dejar enfriar en el horno por lo menos hasta 500 C y luego al aire.
- Precalentamientos.
Primer precalentamiento a 250 C horno de afluja, segundo precalentamiento a 550 C horno de afluja, recomendable horno de sales, tercer precalentamiento a 850 C en horno de sales.
- Calentamiento final para el caso.
Temperatura de austenización elegida 1100 C con estabilización de cinco

minutos después de llegar a la temperatura de austenización. Esta temperatura es la recomendada puesto que a temperaturas más altas se lograría mayor dureza pero se sacrifica tenacidad. Ver Figs. 4 y 5

SALES DE TRATAMIENTOS TERMICOS PARA HSS (Aceros Rápidos)

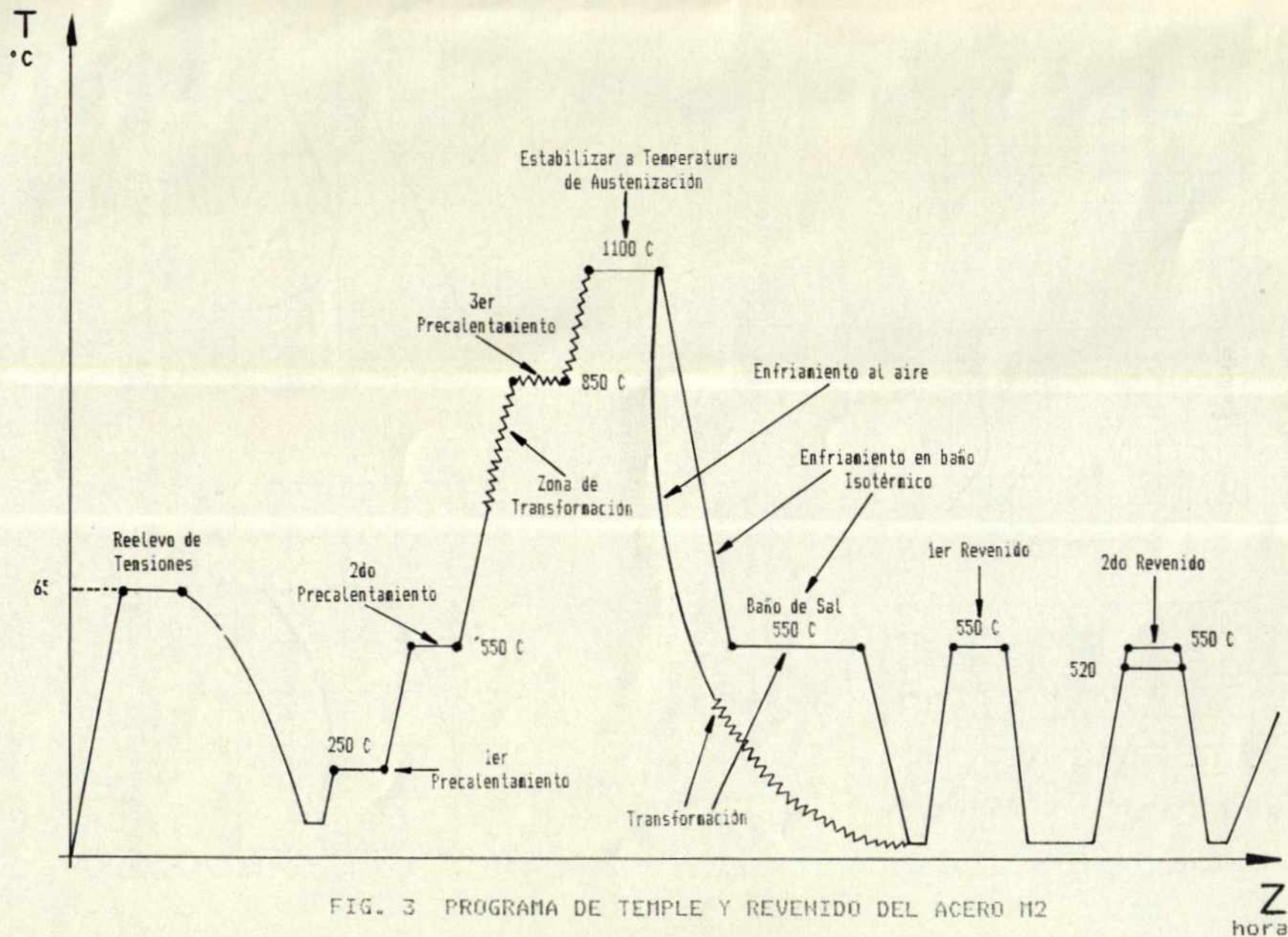
SAL 200	B Fusión	445 C	Campo de Trabajo	495
SAL 117	C Fusión	635 C	Campo de Trabajo	700
SAL K.75	D Fusión	995 C	Campo de Trabajo	1.040

FORMULAS DE SALES NEUTRAS

B	31 %	Cloruro de Bario	CL Ba
	21 %	Cloruro de Sodio	NaCL (Sin Yodo)
	48 %	Cloruro de Calcio	CL Ca
C	70 %	Cloruro de Bario	CL Ba
	30 %	Cloruro de Sodio	NaCL (Sin Yodo)
D	100 %	Cloruro de Bario	CL Ba

CONSUMO POR PAREJO

Mezclar y guardar sellado en ambiente seco-marcado.



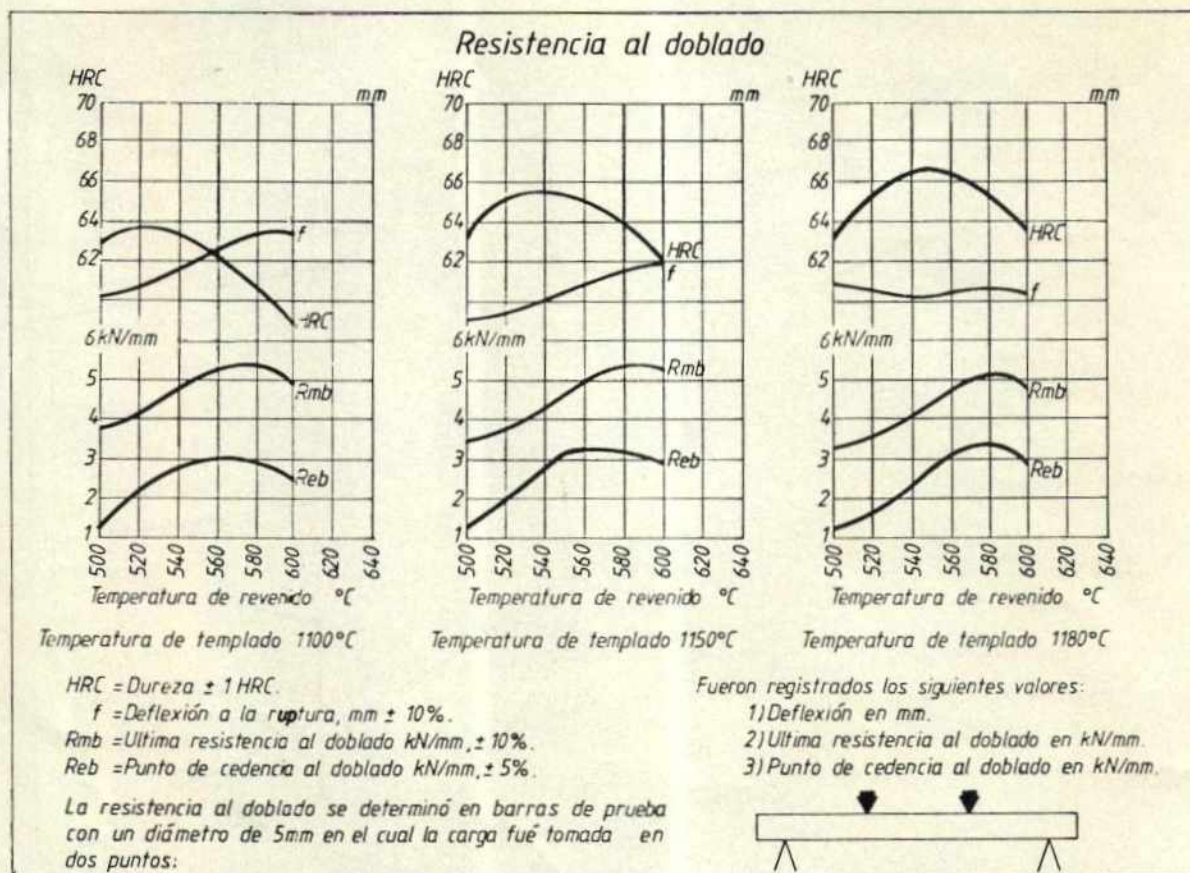


FIGURA No. 4

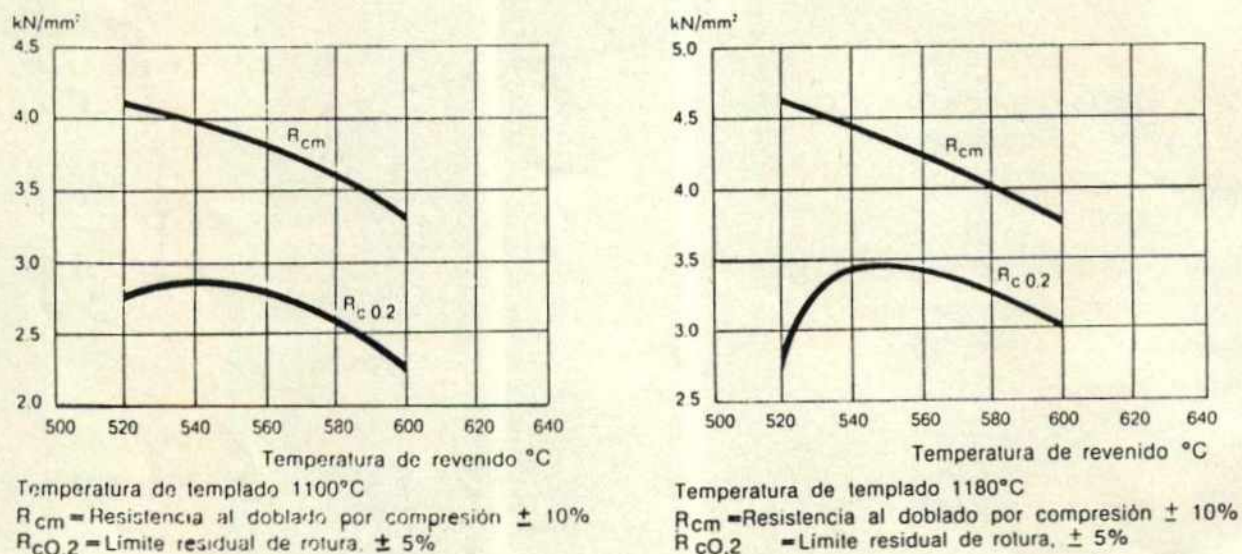


FIGURA No. 5

d. Enfriamiento

Puede realizarse de tres maneras :

- I. Enfriamiento isotérmico en baño de sales a 540 C.
- II. Enfriamiento en aceite caliente a 200 C (en circulación).
- III. Enfriamiento en horno de convección, aire seco.

Los tres métodos son buenos siempre y cuando se realicen bajo las condiciones normales recomendadas, pero el método más aconsejable es el primero, puesto que permite unas mejores condiciones de transformación como se observa en el diagrama de la Figa No. 6 T.T.T. de enfriamiento continuo del acero M2.

El tiempo de enfriamiento se puede determinar según el diagrama T.T.T.,

tratando que el tiempo de permanencia en el baño a 540 C no se prolongue para evitar que la herramienta adquiera estructura bainítica, ya que podría quedar la pieza con dureza baja, por lo tanto se debe sacar la pieza antes de que ocurra el cambio de fase, enfriando en aire quieto hasta unos 100 C antes de proceder al primer revenido. Con este procedimiento se logra que la transformación de Austenita a Martensita se efectúe isotérmicamente, en forma lenta y uniforme, lográndose con esto disolver la mayor cantidad de austenita retenida, disminuyendo en gran parte la formación de tensiones por cambio de fase como las que se presentan con los enfriamientos del tipo II y III mencionados anteriormente y que son causantes de las roturas de las herramientas por falta de tenacidad.

Diagrama de transformación para un templeado continuo (CCT)

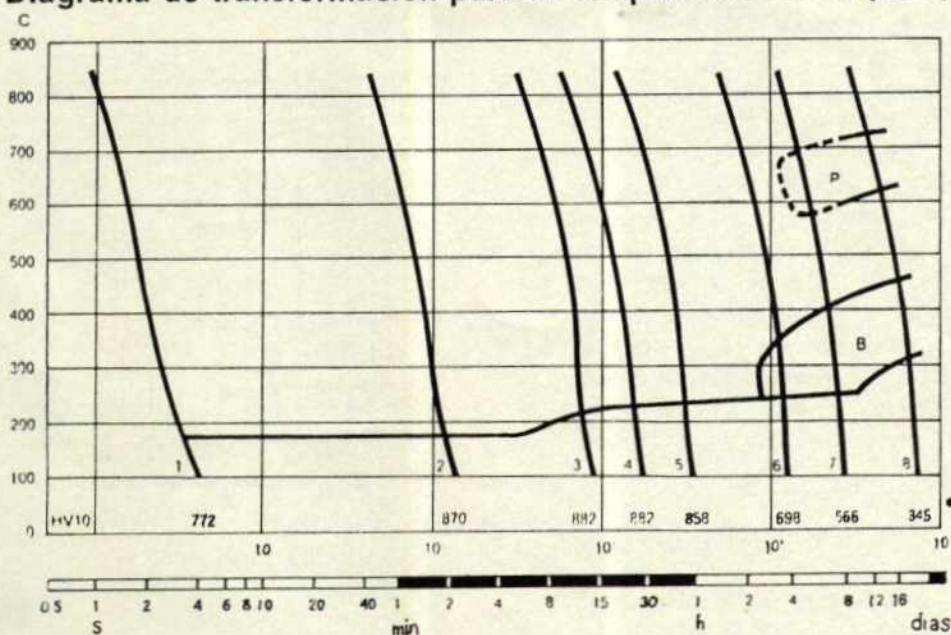


FIG. No. 6

e. Revenido

Puesto que la etapa de revenido es una de las más importantes se deben observar las recomendaciones de los valores de la Tabla No. 5. Para el primer revenido observar la gráfica de revenido Fig. No. 7 y obtener la dureza deseada para la cual ha sido diseñada la herramienta y su tratamiento.

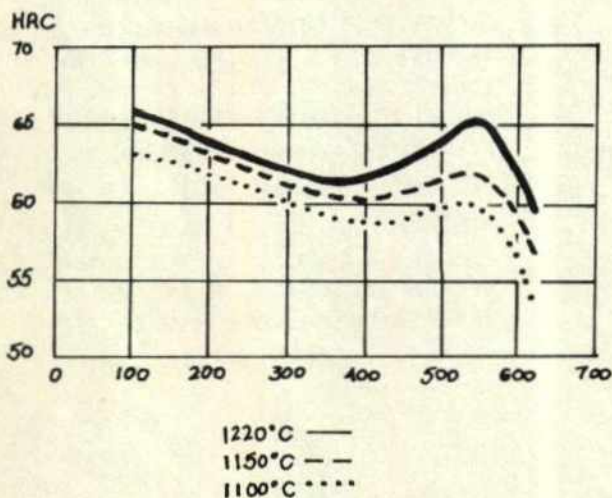


FIG. No. 7 DIAGRAMA DE REVENIDO ACERO M2

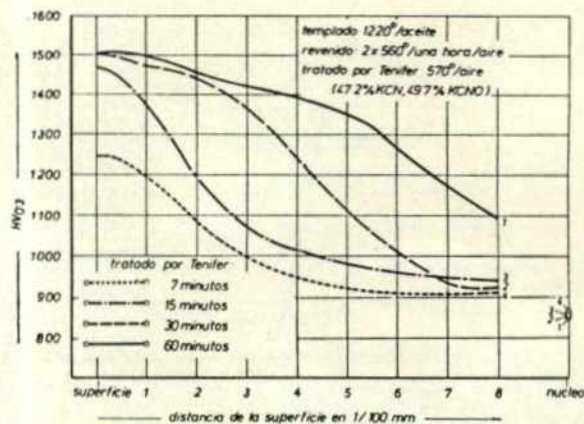
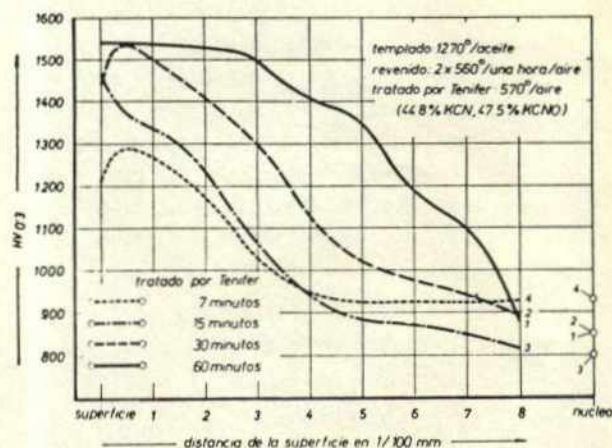
Es conveniente después del primer revenido hacer un segundo y hasta un tercer revenido, pero estos pueden hacerse inclusive a temperaturas un poco más bajas (500 - 520 C), ya que el primer revenido decisivo en la disolución de la austenita retenida en el temple. En consecuencia el primer revenido es mucho más largo que los siguientes ya que estos últimos tienen como función reavivar la martensita recién formada durante el primer revenido.

3.6 Nitruración de los Aceros Rápidos.

Se puede lograr una mayor resistencia al desgaste mediante un tratamiento posterior de nitruración, preferiblemente en sales (Tenifer) ya que la temperatura del tratamiento está entre 500 C y 580 C, las cuales coinciden con las temperaturas de revenido del acero M2. Ver Fig. 7.

Las ventajas que se pueden obtener con este tratamiento son :

- Aumento de la dureza superficial Fig. 8a y 8b.
- Buenas propiedades de deslizamiento evitando el engrane ocasionado por el efecto abrasivo.
- Mejoramiento la tenacidad de la herramienta.



- Y una zona de compuestos (capa nitrurada) que al igual que capa de difusión mejora la resistencia al revenido y las propiedades en caliente. Ver Fig. 8c



FIG. 8c Superficie nitrurada vista al microscopio de un acero M2.

3.6.1 Procedimiento utilizado

Completando el diseño de tratamiento térmico, cabe decir que el procedimiento siguiente se hace después del segundo revenido, (item 3.5 c) y después del rectificado de las piezas con el objeto de que estas vayan al tratamiento con sus medidas terminadas teniendo en cuenta que a 560 - 570 C, no existe transformación en el acero y que todos los procedimientos anteriores fueron hechos bajo las condiciones descritas. Es decir se supone que los cambios de dimensión y distorsiones ocurridas por los cambios de fase en la etapa del revenido, han sucedido en estas etapas para evitar que un mal revenido implique deformaciones en el proceso de Nitrurado que de lo contrario pasaría a ser un tercer revenido. El procedimiento a seguir es :

- a. Relevo de tensiones, temple y dos revenidos según numeral 3.5.
- b. Rectificado de la pieza a sus medidas.
- c. Pulimento de las superficies de trabajo de la herramienta para bajar rugosidad. 1-5 (micras).
- d. Tratamiento Tenifer 570 C durante 15 minutos.
- e. Revenido a 300 C durante una hora en aire circulante para mejorar la tenacidad de la capa nitrurada.

4. Revestimientos Superficiales

Existen otros procedimientos de revestimientos superficiales a base de Nitruro de Titanio MTi o carburos de titanio TiC los cuales se hacen mediante "Deposición Física en Fase de Vapor" a temperaturas aproximadas de 500 °C o Deposición Química en fase de Vapor de 700 a 1000 °C.

Estos procedimientos ofrecen a las herramientas propiedades iguales o mejores a las obtenidas con el Tenifer.

5. Acabado Superficial de la Herramienta y Afilado

Como se dijo antes, el desgaste adhesivo y abrasivo, especialmente en el punzón de corte, disminuye la vida útil de la herramienta. Por esta razón es beneficioso darle al punzón un mejor acabado superficial después del rectificado en sentido longitudinal, es decir en la dirección de la operación. Fig. 9a y b.



Fig. 9a

Punzón rectificado cilíndricamente

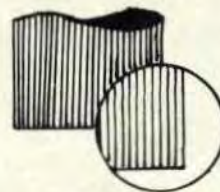


Fig. 9b

Punzón rectificado y pulido longitudinalmente

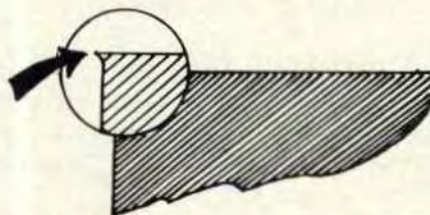


Fig. 9c

Eliminar rebordes dejados en el rectificado

Para lograr una mayor vida útil de las herramientas se debe llevar un record de trabajo, con el objeto de reafilarlas oportunamente antes de que la fuerza de corte aumente y precipite el desgaste y deterioro en un tiempo muy corto.

Al rectificar o afilar los troqueles suelen quedar rebabas muy pequeñas como lo muestra la Figura 9c, que dependiendo de la dureza y efectos magnéticos en el acero, pueden quedar adheridas a la arista de corte. Se deben remover estas rebabas cuidadosamente con piedras finas de mano, preferiblemente blandas de SiC (Carburo de Silicio), para evitar que actúen sobre el filo en el proceso de corte convirtiéndose en agentes destructores de su mismo filo.

La lubricación en el troquelado minimiza el desgaste cuando se utilizan los lubricantes y técnicas de aplicación adecuadas.

6. Análisis del Rectificado de las Herramientas

El empleo de técnicas correctas de rectificado ejercerá siempre una influencia positiva sobre el rendimiento de las herramientas. Las tensiones locales producidas en la superficie de la herramienta como resultado de la combinación de altas temperaturas, fricción y presión durante las operaciones de rectificado, podrán mantenerse a un mínimo mediante :

- a. Empleo del refrigerante apropiado.
- b. Restricción de la presión de la muela/ velocidad de arranque de metal.
- c. Empleo de muelas convenientemente afiladas y de corte libre.

Las herramientas producidas con aceros superaleados recocidos a bajas temperaturas resultan particularmente sensitivas durante las operaciones de rectificado. Estas requieren de un cuidado especial.

En condiciones de rectificado desfavorables, el material de la herramienta puede verse afectado de la siguiente manera:

- Reducción de la dureza superficial.
- Aparición de grietas de rectificado.
- Posibilidad de efectos de retemplado.
- Introducción de tensiones importantes en la pieza trabajada. Después del mecanizado basto es importante que la tolerancia sea suficiente para el rectificado de acabado para que la capa superficial afectada por las tensiones pueda ser eliminada. Será asimismo posible reducir las tensiones de rectificado mediante una operación de recocido de eliminación de tensiones a unos 25 °C por debajo de la temperatura de revenido, anteriormente utilizada.

Deberá observarse que existe gran peligro de agrietamiento superficial al rectificar herramientas que han sido recalentadas, ternosaturadas o revenidas a temperaturas demasiado bajas durante el proceso de tratamiento térmico. Ello se debe a la presencia en la microestructura del constituyente blando de austenita residual. El calor y presión producidos durante las operaciones de rectificado la transforman, por regla general en martensita nueva. La alta dureza y condición quebradiza en la superficie de la herramienta puede ocasionar la formación de agrietamientos superficiales.

Dadas las dimensiones extremadamente reducidas de sus partículas de carburo, los aceros pulvimetalúrgicos para herramientas poseen una rectificabilidad muy superior a la que se esperaría de un material superaleado equivalente. Después del rectificado de una cavidad o punzón se recomienda que el ángulo vivo en el filo de corte recientemente rectificado, sea cuidadosamente retocado a mano con piedra abrasiva. (Ver Figura No. 9c)

Se considerarán a continuación como valores de orientación, los parámetros de rectificado que permitirán trabajar bajo las mejores condiciones de corte, evitando así los defectos que podrían aparecer en el proceso.

6.1 Rectificado de superficies planas con eje dispuesto verticalmente y muela de vaso, muela perfilada o muela segmentada.

La velocidad periférica de la muela de rectificar es por lo general, de 30 m/seg. En las muelas de segmentos no deben rebasarse los 30m/seg, y en las muelas perfiladas no deben rebasarse los 35m/seg.

Velocidad de avance de la pieza : de 3 a 15 m/min.

Profundidad de pasada : 0.005 a 0.050 mm.

6.2 Rectificado de superficies planas con eje dispuesto horizontalmente y muela de rectificar corriente.

La velocidad periférica de la muela de rectificar es, por lo general, de 30m/seg., pero resulta admisible hasta 45 m/seg.

Avance de la pieza : de 3 a 10 m/min.

Profundidad de pasada : 0.01 a 0.10 mm.

Avance transversal : 2/3 del ancho de la muela.

6.3 Rectificado cilíndrico entre puntos.

La velocidad periférica de la muela de rectificar, es por lo general de 28 a 32 m/seg., resultando admisible hasta 35 m/seg.

Velocidad periférica de la pieza :

- Al desbastar : de 12 a 15 m/min.

- Al alisar : de 6 a 8 m/min.

Avance longitudinal número de vueltas de la pieza :

- Al desbastar : 2/3 del ancho de la muela.

- Al alisar : 1/3 del ancho de la muela.

Profundidad de pasada diámetro : de 0.005 a 0.030 mm.

Ancho máximo admisible de la muela : 150 mm.

6.4 Rectificado interior en una rectificadora cilíndrica

La velocidad periférica de la muela de rectificar es, por lo general de 32 m/seg, resultando admisible hasta 45 m/seg.

Velocidad periférica de la pieza : de 6 a 9 m/min.

Profundidad de pasada número de vueltas de la pieza : de 0.001 a 0.0015 milímetros.

Ancho máximo admisible de la muela : 150 mm.

7. Resumen del Estudio

En síntesis existen varios parámetros que influyen en el desgaste de las herramientas las cuales se resumen a continuación :

7.1 Análisis Químico de la Chapa

La composición química del material cortado afecta de modos diversos el desgaste del punzón. Por ejemplo, cuando se corta acero inoxidable austenítico, el material se adhiere al punzón.

Lo opuesto ocurre con el corte de flejes de elevado contenido en silicio. En este caso, el desgaste, es fundamentalmente abrasivo, sin que se produzca adherencia del material a la herramienta.

7.2 Superficie

La superficie del material a cortar afecta también las características de desgaste. El desgaste del punzón es, en general, muy superior al cortar material de producción laminado en caliente u oxidado. En algunos casos, la duración de la herramienta puede reducirse en un 25%, en comparación con fleje de corte con superficies suaves y pulimentadas. No obstante, bajo circunstancias determinadas, una superficie más basta puede tener un efecto beneficioso, al retener mejor el lubricante utilizado. Ello contribuye a resistir el desgaste abrasivo y la producción de adhesiones tanto en el punzón como en las

zonas de troquelado.

Los tipos distintos de revestimiento superficial, tales como zinc, plásticos y pintura, afectan el desgaste de la herramienta, exigiendo por regla general aceros duros y resistentes al desgaste, tales como D2, D3, M2.

7.3 Propiedades Mecánicas

La dureza y características físicas del fleje expresadas en términos de punto de rotura, límite elástico y alargamiento, poseen un efecto profundo sobre el desgaste de las herramientas. El aumento de la dureza del fleje, asociado con un punto de rotura más elevado, resulta en un mayor desgaste de la herramienta. De igual modo, dicho desgaste aumenta con el incremento del alargamiento/tenacidad del fleje. Fig. No. 10.

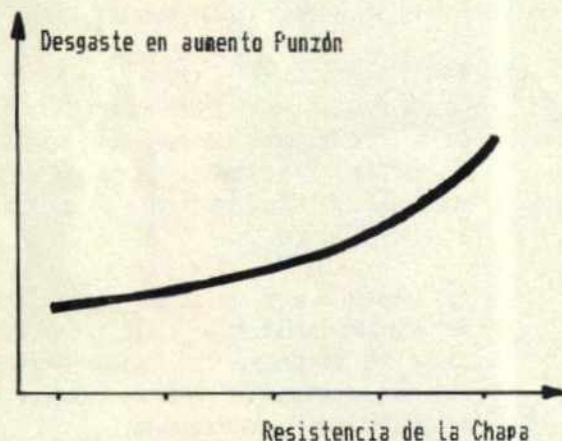


FIG 10

7.4 Espesor

El espesor del fleje o de la chapa fina posee una influencia considerable sobre el desgaste, particularmente, durante el corte de material templado. El ejemplo siguiente muestra el corte de fleje templado (48 HRC) con herramientas M2. (Ver Grafico No. 11)

El diagrama No. 11 muestra el efecto de diversas durezas del punzón. Ello permite realizar las dos conclusiones siguientes :

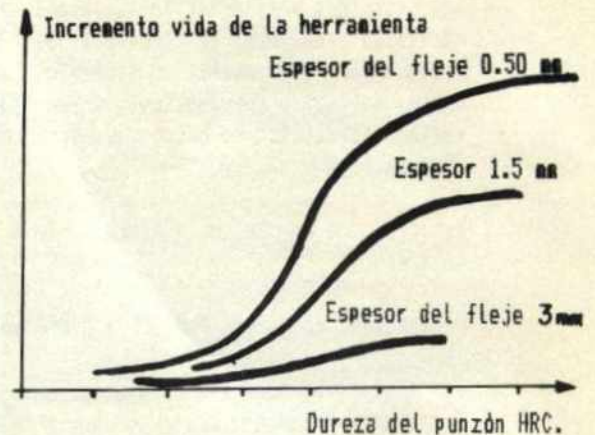


FIG 11

- El espesor del fleje/chapa afecta en gran manera la duración de la herramienta.
- Cuando se aumenta la dureza del punzón a 60 HRC, se experimenta un marcado aumento en la duración de la herramienta, especialmente con material más delgado.

BIBLIOGRAFIA

- Stanzeretechnik
Heinrich L. Hilbert
Edt. Carl Hanser Alemania 1972
- Schnitt - Stanz - Und Ziehwerkzeuge
Oehler Keiser
Edt. Springer Alemania 1973
- Uddeholm Steels
Nermans Trycksaker Suecia
- High Speed Steel HSP 41
Uddeholm Steels Applications
- Pulvermetallurgisch hergestellter
Werkzeug Stahl
VEW Austria
- Selección de Material para punzones y matrices
de perforación.
Ing. Dario Parra - Colombia
Acerías Paz de Río
- Tenifer fuer H.S.S. Stahl
H. Sidan Judenburg
Austria 1978
- Stanztechnik
Erwin Sendinger
Edt. Vieweg. Alemania 1973
- Manuales de Aceros Uddeholm, VEW
Thyssen.